

Studien zum Physik- und Chemielernen

H. Niedderer, H. Fischler, E. Sumfleth [Hrsg.]

306

Kai Bliesmer

Physik der Küste für außerschulische Lernorte

Eine Didaktische Rekonstruktion



λογος

Studien zum Physik- und Chemielernen

Herausgegeben von Hans Niedderer, Helmut Fischler und Elke Sumfleth

Diese Reihe im Logos-Verlag bietet ein Forum zur Veröffentlichung von wissenschaftlichen Studien zum Physik- und Chemielernen. In ihr werden Ergebnisse empirischer Untersuchungen zum Physik- und Chemielernen dargestellt, z. B. über Schülervorstellungen, Lehr-/Lernprozesse in Schule und Hochschule oder Evaluationsstudien. Von Bedeutung sind auch Arbeiten über Motivation und Einstellungen sowie Interessensgebiete im Physik- und Chemieunterricht. Die Reihe fühlt sich damit der Tradition der empirisch orientierten Forschung in den Fachdidaktiken verpflichtet. Die Herausgeber hoffen, durch die Herausgabe von Studien hoher Qualität einen Beitrag zur weiteren Stabilisierung der physik- und chemiedidaktischen Forschung und zur Förderung eines an den Ergebnissen fachdidaktischer Forschung orientierten Unterrichts in den beiden Fächern zu leisten.

Hans Niedderer

Helmut Fischler

Elke Sumfleth

Studien zum Physik- und Chemielernen

Band 306

Kai Bliesmer

Physik der Küste für außerschulische Lernorte

Eine Didaktische Rekonstruktion

Logos Verlag Berlin



Studien zum Physik- und Chemielernen

Hans Niederderer, Helmut Fischler, Elke Sumfleth [Hrsg.]

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Copyright Logos Verlag Berlin GmbH 2020

Alle Rechte vorbehalten.

ISBN 978-3-8325-5190-2

ISSN 1614-8967



Logos Verlag Berlin GmbH
Georg-Knorr-Str. 4, Geb. 10
D-12681 Berlin

Tel.: +49 (0)30 / 42 85 10 90

Fax: +49 (0)30 / 42 85 10 92

<https://www.logos-verlag.de>

“For I dipt into the future, far as human eye could see,
Saw the Vision of the world, and all the wonder that would be...”

Alfred Tennyson

Für Sebastian, Marita und Sascha

Danksagung

Ich bin sehr froh darüber, dass ich die Gelegenheit bekommen habe, eine so anregende und herausfordernde fachdidaktische Forschungs- und Entwicklungsaufgabe bearbeiten zu dürfen. Insofern gebührt meinem Betreuer Prof. Dr. Michael Komorek großer Dank, da er mich bei meinen Vorstellungen zu deren Ausgestaltung stets mit großem Einsatz unterstützt hat – und das zu jeder Tages- und Nachtzeit. Auch Prof. Dr. Gunnar Friege möchte ich an dieser Stelle herzlich dafür danken, dass er die Mühe auf sich nimmt, diese Dissertation als Zweitgutachter in Augenschein zu nehmen.

In all den Jahren habe ich meine Kolleginnen und Kollegen beinahe häufiger gesehen als meine Familie und sie daher sehr gut kennengelernt. Ich bin Chris Richter, Christin Sajons, Janine Freckmann, Steffen Smoor, Annika Roskam, Jonas Tischer, Rajinder Singh, Claudia Gorr und Anastasia Striligka für die angenehmen und lehrreichen Stunden, die wir zusammen verbrachten, zu großem Dank verpflichtet. Das gilt ebenso für alle Doktorandinnen und Doktoranden sowie Betreuerinnen und Betreuer im Promotionsprogramm GINT. Ich fühle mich geehrt dazuzugehören. Nicht zu vergessen in dieser Riege der geschätzten Kolleginnen und Kollegen ist unser ehemaliges AG-Mitglied, die liebe Josefine, mit der ich unvergessliche Module leiten und Sprüche klopfen durfte. Der DBU möchte ich meinen Dank für die Förderung des übergeordneten Projekts aussprechen, in dem die vorliegende Dissertation angesiedelt ist.

Namentlich erwähnen möchte ich an dieser Stelle noch all jene Studierenden, die ich mit Blick auf das Themenfeld der vorliegenden Dissertation in ihren Abschlussarbeiten betreut habe: Carina Ruhland, Jaro Schoemaker, Jesko Wilken, Lars Berghegger, Benjamin Witte, Marius Optazi und Hilko Rosenau. Ich rechne euch eure frischen Ideen, die mich immer wieder aufs Neue inspiriert haben, hoch an. Alles Gute für euch!

Besonders viele Abstriche musste meine Familie während der Bearbeitungszeit dieser Dissertation machen. Für alle Unannehmlichkeiten möchte ich mich entschuldigen. Ich habe trotzdem versucht, euch über die Jahre immer gerecht zu werden. Ich danke euch, lieber Sebastian und liebe Marita, dass ihr immer fest an meiner Seite gestanden habt. Ohne euch wäre das Leben nicht lebenswert. Rolf und Annette honoriere ich, dass sie mir die nötige Ablenkung und auch Erdung verschafft haben. So wurden mir ganz neue Perspektiven aufs Leben eröffnet. Auch Irene und Saskia möchte ich meinen Dank aussprechen, da sie mir immer eine willkommene Abwechslung verschafft haben. Meinem Bruder Sascha bin ich für das einzigartige Neuronenfeuerwerk dankbar, dessen Magie nur er zu entfachen vermag. Unsere gemeinsame Geschichte ist einzigartig und hat gerade erst begonnen.

Ich verneige mich vor Gene Roddenberry, Sir Patrick Stewart und Kate Mulgrew, deren Genialität mich in jeder Lebenslage weitergebracht hat. Ihr seid Vorbilder!

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit ist in einem fachdidaktischen Entwicklungsprojekt angesiedelt, das von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) gefördert wird. Das DBU-Projekt ist aus einem empirisch belegten Defizit heraus entstanden: In den Bildungsangeboten an außerschulischen Lernorten in der Küstenregion geht es in der Regel um biologische Sachverhalte. Physikalische Erklärungen, Phänomene und Modelle kommen lediglich am Rande vor. Die physikalische Sicht ist allerdings zwingend erforderlich, um die Komplexität der systemischen Wechselwirkungen im Küstenraum annähernd verstehbar zu machen. Die Leiterinnen und Leiter der Orte sind sich des Defizits bewusst, sind allein aber nicht in der Lage, Aspekte der Physik im Küstenraum in ihre Bildungsangebote zu integrieren. Denn sie stehen physikalischen Zugängen wegen ihres beruflichen Werdegangs tendenziell fern. Deshalb ist hier physikdidaktische Unterstützung angezeigt, die im Rahmen der vorliegenden Arbeit geleistet wird.

Durch den Fokus auf küstennahe Regionen ist der thematische Kontext, in dem fachdidaktische Entwicklungsforschung zu betreiben ist, direkt festgelegt. Es handelt sich um den Kontext Küste und Meer. Aus diesem Grund geht es zu Beginn der Arbeit um eine Bildungswertanalyse jenes Kontexts unter dem Blickwinkel von drei etablierten Bildungskonzeptionen. Hierzu zählen epochaltypische Schlüsselprobleme, Bildung für eine nachhaltige Entwicklung (BNE) und Scientific Literacy. Außerdem erfolgt eine Gegenüberstellung von schulischem und außerschulischem Lernen. Beides dient dazu zu diskutieren, an welchem Ort und hinsichtlich welcher Bildungskonzeption der Kontext sein dargelegtes Potenzial am besten entfalten kann. Auf Basis aller theoretischen Darstellungen wird die Entscheidung begründet, anstehende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten speziell für außerschulische Lernorte durchzuführen. Ferner wird konstatiert, dass sich die Bildungskonzeption Scientific Literacy am besten eignet, um die spezifischen Entwicklungsziele im vorliegenden Projekt zu fundieren.

Anhand von sechs Konsequenzen, die sowohl aus theoretischen Betrachtungen als auch aus den durchgeführten Vorstudien abgeleitet werden, wird begründet, dass das Modell der Didaktischen Rekonstruktion als fachdidaktischer Theorierahmen in der vorliegenden Arbeit fungieren soll. Dabei handelt es sich um ein Modell, das konstruktive und empirische Ansätze vereint. Es sind drei zentrale Aufgabenfelder vermerkt, die es zur Aufbereitung des thematischen Kontexts für außerschulische Lernorte zu bearbeiten gilt:

- 1) Die erste Aufgabe ist analytisch und dient der fachlichen Klärung. Wegen der Orientierung an Scientific Literacy wird hier eine Elementarisierung vorgenommen. Denn das Konzept der Elementarisierung und Scientific Literacy eint der Fokus auf naturwissenschaftliche (hier: physikalische) Grundideen/-prinzipien. Bei der Elementarisierung geht es darum, mithilfe von Fachliteratur die physikalischen Grundideen/-prinzipien herauszuarbeiten, auf denen der thematische Kontext unter physikalischer Perspektive im Kern basiert. In der vorliegenden Arbeit stehen die Phänomene Strömungen und Strukturbildungen im Vordergrund, die im Zuge der Elementarisierung

u. a. auf Ausgleichs- und auf Selbstorganisationsprozesse zurückgeführt werden, wobei letztere auf das Wechselspiel von positiven und negativen Rückkopplungen bezogen werden. Dieses und andere Ergebnisse der Elementarisierung repräsentieren die fachphysikalische Sicht auf den Kontext Küste und Meer.

- 2) Die zweite Aufgabe im Modell ist empirischer Natur und lenkt den Blick auf die Lernenden, also die späteren Adressaten der zu leistenden Entwicklungsarbeiten. Dort werden ihre Perspektiven auf die Phänomene Strömungen und Strukturbildungen beforscht. Das geschieht, indem insgesamt 22 leitfadengestützte und teilstandardisierte Interviews mit Senioren, Erwachsenen und Jugendlichen geführt werden. Durch das Erkenntnisinteresse wird die Interviewreihe auf eine Vierfeldertafel abgebildet: In der ersten Dimension geht es um den fachlichen Inhalt. Die eine Hälfte der Interviewanteile wird Strömungen gewidmet, die andere Hälfte Strukturbildungen. In der zweiten Dimension werden zum einen Begriffsbildungen und zum anderen Erklärungsansätze der Befragten beforscht. Die Befragten sollen also sowohl beschreiben, welche Merkmale sie mit den Termini „Strömung“ und „Strukturbildung“ verbinden als auch erklären, wie beide Erscheinungen im Kontext Küste und Meer entstehen. Die Ergebnisse der empirischen Aufgabe repräsentieren die Sicht der Lernenden auf den Kontext.
- 3) Die dritte Aufgabe ist die didaktische Strukturierung. Hierzu werden die herausgearbeitete fachliche Sicht und die erhobene Sicht der Lernenden miteinander verglichen. Es werden die Ergebnisse der empirischen Untersuchung nacheinander geprüft und dargelegt, worin sie von der fachlichen Sichtweise abweichen. Ausgehend vom Abstand zwischen fachlicher Sicht und Sicht der Lernenden werden kontinuierliche bzw. diskontinuierliche Lehr-Lern-Wege beschrieben, die in Form von Bausteinen für didaktische Strukturierungen herausgearbeitet werden. In der Arbeit werden die Bausteine zu einer prototypischen didaktischen Strukturierung zusammengefügt. Diese Strukturierung soll außerschulischen Lernorten dabei helfen, den Kontext Küste und Meer unter physikalischem Blickwinkel in ihre Angebote zu integrieren.

Die Arbeit schließt mit einem Ausblick auf notwendige weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Kontext der Physik der Küste. So ist es zum einen angezeigt, auch die Perspektiven der Lernortbetreibenden auf die entwickelte didaktische Strukturierung empirisch zu erheben, damit dieser Personenkreis von vorgeschlagenen didaktischen Entwicklungen (Exponate, Lernstationen, Ausstellungskonzepte) überzeugt ist und diese mitträgt. Damit zusammen hängt die sich daran anschließende Aufgabe, dass auf Grundlage der entwickelten und angepassten didaktischen Strukturierung konkrete Bildungsangebote erzeugt und dann im Feld empirisch untersucht werden müssen.

Abstract

The present work is part of a development project funded by the German Federal Environmental Foundation (DBU). The DBU project emerged from an empirically proven deficit: Educational programs of out-of-school learning venues in coastal regions usually deal with biological topics. Physical explanations, phenomena and models are only marginally addressed. However, a physical perspective on coastal regions is imperative to make the complexity of the systemic interactions in the coastal area understandable. The operators of the out-of-school learning venues are aware of the deficit but are not able to integrate aspects of coastal physics into their educational programs on their own because they have little experience with physical topics. Therefore, the operators need support from physics education researchers. This support is provided in the present work.

Due to the focus on coastal regions, the thematic context in which development and research take place is completely determined: It is the *context coast and sea*. For this reason, the study starts with an educational analysis of that context from the perspective of three established educational conceptions. These include Education for Sustainable Development (ESD), Scientific Literacy and a German conception that deals with key problems (epochaltypische Schlüsselprobleme). In Addition, schools and out-of-school learning venues are being compared. Based on this theoretical background, it is discussed at which location and with regard to which educational conception the context can best unfold its stated potential. As a result of this discussion, it is decided that all upcoming research and development tasks will be carried out specifically for out-of-school learning venues. It is also stated that Scientific Literacy is the educational conception best suited to substantiate the specific development goals in this work.

Based on six consequences, which are derived both from theoretical considerations and from preliminary studies carried out, it is argued that the Model of Educational Reconstruction should serve as the theoretical framework in the present work. It is a science education model that combines constructive and empirical approaches. The model calls for the processing of three central tasks in order to prepare the context for teaching and learning in out-of-school learning venues:

- 1) The first task is analytical and aims to clarify the subject matter structure of the context. Due to the orientation to the concept of Scientific Literacy, an elementarization is carried out, since both elementarization and Scientific Literacy concentrate on basic scientific (here: physical) ideas/principles. Elementarization is about using scientific literature to elucidate basic physical ideas/principles on which the thematic context is essentially based from a physical perspective of view. The focus here is on currents and structure formations, which in the course of elementarization can be traced back to processes of equalization and self-organization, while self-organization relates to the interplay of positive and negative feedback. This and other results of the elementarization represent the scientific perspective on the context.

- 2) The second task is empirical and draws attention to the learners, i.e. the later addressees of the educational offerings. Their perspectives on currents and structure formations are investigated. This is done by conducting a total of 22 structured guideline interviews with seniors, adults and adolescents. The investigation is divided into two phases: first, the learner's conceptions of the terms "currents" and "structure" are examined. Subsequently, explanatory concepts are investigated with which the interviewees try to explain currents and structural formations phenomena. The results of the empirical task represent the learners' perspective on the *context coast and sea*.
- 3) The third and final task aims at the development of a content structure for instruction. For this purpose, the elementarized scientific perspective and the empirically examined learner's perspective on the context are being compared with each other. It is ascertained to what extent the learner's perspective differ from the scientific view on the context. Based on the results, continuous or discontinuous teaching-learning pathways are described that function as building blocks for a content structure for instruction. Subsequently, it is shown how these building blocks are integrated into an exemplary content structure for instruction. This is intended to help the operators of the out-of-school learning venues to integrate coastal physics into their educational programs.

The present work concludes with an outlook on necessary further research and development. On the one hand, it is advisable to empirically investigate the perspectives of the operators of the out-of-school learning venues on the developed content structure for instruction, so that this group of people is convinced of the proposed developments (exhibits, learning stations, etc.) and supports them. This is linked to the task that follows, because based on the adapted content structure for instruction, specific educational offerings must be created, which then need to be empirically examined in the field.

A	EINFÜHRUNG	1
1	Ziele und Ausrichtung der Arbeit.....	1
2	Struktur der Arbeit.....	3
3	Kontext Küste und Meer als thematischer Rahmen der Arbeit	5
B	BILDUNGSWERT	13
4	Kontext Küste und Meer als Bildungsinhalt.....	13
4.1	Utilitarismus vs. Neuhumanismus.....	13
4.2	Legitimation von Lehr-Lern-Inhalten als Herausforderung.....	14
4.2.1	Herausforderung: Didaktisches Zukunftsparadoxon	14
4.2.2	Herausforderung: Allgemeinbildende Inhalte	16
4.3	Wissengesellschaft als Orientierung.....	17
4.3.1	Postindustrielle Arbeitstugenden.....	18
4.3.2	Kontextualisierung von Inhalten	19
4.4	Bildungskonzeptionen zwischen Utilitarismus und Neuhumanismus	20
4.4.1	Epochaltypische Schlüsselprobleme.....	20
4.4.2	Bildung für nachhaltige Entwicklung.....	22
4.4.3	Scientific Literacy.....	24
4.5	Beitrag des Kontexts Küste und Meer zu Bildungskonzeptionen.....	30
4.5.1	Beitrag zu epochaltypischen Schlüsselproblemen.....	31
4.5.2	Beitrag zur Bildung für eine nachhaltige Entwicklung	33
4.5.3	Beitrag zu Scientific Literacy	36
4.6	Fazit.....	38
5	Kontext Küste und Meer wo thematisieren?	39
5.1	Schule, Lernort und Lernstandort.....	39
5.2	Formales, non-formales und informelles Lernen	40
5.2.1	Formales Lernen	41
5.2.2	Non-formales Lernen.....	41
5.2.3	Informelles Lernen	41
5.3	Unterscheidung zwischen Freizeit- und Schulbesuch von ASL	42
5.4	Systematischer Überblick von Lernumgebungen	43
5.5	Schulischer Besuch von ASL.....	43
5.5.1	Ergänzung des Schulunterrichts	44
5.5.2	Chancen und Hürden	44
5.5.3	Idealismus vs. Wirtschaftlichkeit	45
5.6	Freizeitbesuch von ASL.....	46
5.7	Fachdidaktische Entwicklungsforschung für ASL.....	48
5.7.1	Fachdidaktischer Beitrag zum schulischen Besuch von ASL	49
5.7.2	Fachdidaktischer Beitrag zum Freizeitbesuch von ASL	49

5.7.3	Fazit	50
5.8	ASL eignen sich zur Thematisierung des Kontexts Küste und Meer	51
5.8.1	Argumentationslinie I: Curriculare Flexibilität	51
5.8.2	Argumentationslinie II: Interdisziplinarität	51
5.8.3	Argumentationslinie III: Räumliche Nähe zum Kontext.....	53
5.8.4	Argumentationslinie IV: Gesellschaftliche Teilhabe	53
5.8.5	Argumentationslinie V: Neues Forschungs- und Entwicklungsfeld	54
5.8.6	Resümee.....	55
C	VORSTUDIEN.....	57
6	Erkenntnisinteresse	57
7	Datenerhebungsmethode	59
8	Datenanalysemethode	60
9	Durchführung zweier Studien.....	62
9.1	Studie über die Bildungsangebote von Meeresforschungsinstituten.....	62
9.1.1	Forschungsfragen.....	62
9.1.2	Forschungsergebnisse	63
9.2	Studie über die Bildungsangebote von Nationalparkhäusern	65
9.2.1	Forschungsfragen.....	65
9.2.2	Forschungsergebnisse	66
10	Diskussion.....	69
D	ZWISCHENFAZIT	73
11	Rückblick	73
12	Konsequenzen.....	74
12.1	Konsequenz I: Angebote für Lernstandorte an der Küste schaffen	74
12.2	Konsequenz II: Kontext Küste und Meer physikdidaktisch aufbereiten.....	74
12.3	Konsequenz III: Systemprinzipien akzentuieren.....	75
12.4	Konsequenz IV: Mit Scientific Literacy einen BNE-Beitrag leisten	76
12.5	Konsequenz V: Lernendensicht berücksichtigen	77
12.6	Konsequenz VI: Fachdid. Wissenschaftskommunikation betreiben.....	77
12.7	Fazit.....	78
E	DIDAKTISCHE REKONSTRUKTION	79
13	Analytische Aufgabe.....	82
13.1	Energiequellen.....	83
13.1.1	Quellen endogener Dynamik	84
13.1.2	Quellen exogener Dynamik	85
13.2	Strömungen	87
13.2.1	Phänomenologie von Strömungen im Küstenraum	88
13.2.2	Physik der Strömungen	91
13.2.3	Zwischenfazit.....	119

13.3	Strukturbildungen.....	120
13.3.1	Phänomenologie von Strukturbildungen im Küstenraum.....	122
13.3.2	Physik der Strukturbildungen	127
13.3.3	Zwischenfazit.....	155
13.4	Essenz: Grundideen.....	157
14	Empirische Aufgabe.....	161
14.1	Formulierung der Forschungsfragen	165
14.2	Methodologie	171
14.3	Forschungsdesign.....	177
14.3.1	Planung des Interviews A	177
14.3.2	Planung des Interviews B.....	182
14.3.3	Teilnehmende.....	190
14.3.4	Technische Hilfsmittel	192
14.3.5	Datenaufbereitung.....	192
14.4	Datenauswertung.....	194
14.4.1	Begriffsbildungen von Strömungen.....	194
14.4.2	Begriffsbildungen von Strukturen.....	238
14.4.3	Erklärungen zur Entstehung und Beeinflussung von Strömungen	289
14.4.4	Erklärungen zur Entstehung und Beeinflussung von Strukturen	348
14.5	Essenz: Beantwortung der Forschungsfragen	409
14.5.1	Forschungsfrage Nr. 1a: Begriffsbildungen (Strömungen)	409
14.5.2	Forschungsfrage Nr. 1b: Begriffsbildungen (Strukturen).....	412
14.5.3	Forschungsfrage Nr. 2a: Erklärungen (Strömungen).....	415
14.5.4	Forschungsfrage Nr. 2b: Erklärungen (Strukturen)	419
15	Strukturierungsaufgabe	423
15.1	Vergleich zwischen Fach- und Lernendenperspektive.....	423
15.1.1	Gebiet I: Strömungen (Begriffsbildung).....	423
15.1.2	Gebiet II: Strukturbildungen (Begriffsbildung)	427
15.1.3	Gebiet III: Strömungen (Erklärungen).....	431
15.1.4	Gebiet IV: Strukturbildungen (Erklärungen)	446
15.1.5	Resümee.....	458
15.2	Beispielhafte Didaktische Strukturierung auf Basis der Bausteine.....	462
15.2.1	Bereich I: Physikalische Dynamik an der Küste und im Meer.....	465
15.2.2	Bereich II: Erzwungene Strömungen.....	467
15.2.3	Bereich III: Freie Strömungen	470
15.2.4	Bereich IV: Strömungen beeinflussen granulare Materie.....	474
15.2.5	Bereich V: Strukturbildungen im Sand.....	476
15.2.6	Bereich VI: Strömungen und Strukturen systemisch gedacht	480

F	DISKUSSION UND AUSBLICK	483
G	VERZEICHNISSE	489
16	Abbildungsverzeichnis.....	489
17	Tabellenverzeichnis	489
18	Literaturverzeichnis	492
H	FORMALIA	515
19	Publikationen mit Dissertationsinhalten	515
20	Kurzlebenslauf	516
I	ANHANG	517

A EINFÜHRUNG

In diesem Kapitel wird in die Ziele, die Struktur und die Thematik der vorliegenden Arbeit eingeführt. Hierzu werden der fachliche Inhalt sowie das Lehren und Lernen über diesen Inhalt schrittweise angenähert. Außerdem wird eine Einordnung im Hinblick auf die Stellung der vorliegenden Arbeit zu einem Forschungsprogramm und zu einem Promotionsprogramm vorgenommen, in dem sie angesiedelt ist.

1 Ziele und Ausrichtung der Arbeit

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, einen Beitrag zu leisten, um das Themenfeld *Physikalische Phänomene im Kontext Küste und Meer* mit fachdidaktischen Mitteln für das Lehren und Lernen an außerschulischen Lernstandorten aufzubereiten. Das Ziel erklärt sich durch eine Überlagerung mehrerer Rahmenbedingungen, die aus der Einbettung der vorliegenden Studie in ein drittmittelfinanziertes Forschungsprojekt resultiert. Außerdem ist das Vorhaben in einem Promotionsprogramm des Landes Niedersachsen angesiedelt.

Das übergeordnete Forschungsprojekt wird von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt DBU gefördert und trägt den Titel: „Klimawandel und die physikalische Dynamik des Wattenmeeres als Gegenstand schulischer und außerschulischer Umweltbildung“; wobei Dynamik hier im Alltagssprachlichen Sinne vornehmlich Bewegung und hohe Wechselwirkung meint. Das Forschungsprojekt besteht aus zwei Bausteinen. Der erste Baustein fokussiert auf die Zusammenarbeit mit Schulen. Hier werden zusammen mit Hochschullehrenden, Studierenden sowie Schülerinnen und Schülern interdisziplinäre Unterrichtsexkursionen entwickelt, durchgeführt und beforscht, die sich um das Bildungskonzept BNE (Bildung für eine nachhaltige Entwicklung) im Kontext von Küste, Watt und Meer drehen. Im zweiten Baustein geht es um die Weiterentwicklung von außerschulischen Lernstandorten, die Bildungsangebote im Kontext von Küste, Watt und Meer anbieten. Die Weiterentwicklung erfolgt in dem Sinne, dass Bildungsangebote integriert werden, die auch eine physikalische Sicht auf die komplexen Wechselbeziehungen in den Küsten- und Meeresregionen umfassen. In diesem zweiten Baustein ist die vorliegende Studie verortet. Deshalb entsprechen die Ziele des zweiten Bausteins den Zielen der vorliegenden Arbeit weitestgehend. Für diesen zweiten Teil des DBU-Forschungsprojekts wurde eigens die Kurzbezeichnung *POWeR* festgelegt, die gleichsam eine Konkretisierung der zur Umsetzung nötigen Mittel darstellt. Denn die Abkürzung steht für: „Physics of the Ocean and the Wadden Sea – educationally reconstructed“.

Da sich das vorliegende Forschungs- und Entwicklungsvorhaben mit außerschulischen Lernstandorten befasst, ist es in ein Promotionsprogramm des Landes Niedersachsen integriert worden, das außerschulisches Lernen erforscht und weiterentwickelt. Es trägt den Titel: „GINT – Lernen in informellen Räumen“. Die Abkürzung GINT steht für die Fächer, die am Promotionsprogramm beteiligt sind. Hierbei handelt es sich um Geografie, Informatik, Naturwissenschaften und Technik. Wenngleich sich die beteiligten Fächer unterscheiden, so verbindet sie der Anspruch, das außerschulische Lernen empirisch zu untersuchen, generalisierbare Erkenntnisse über Lernprozesse in außerschulischen

A EINFÜHRUNG

Settings zu liefern und außerschulische Lernumgebungen forschungsbasiert weiterzuentwickeln.

Da die vorliegende Arbeit eine Schnittmenge von DBU-Forschungsprojekt, dortigem zweiten Baustein (POWer) sowie dem Landespromotionsprogramm GINT darstellt, existieren viele Rahmenbedingungen, die die vorzunehmenden Arbeiten in vorliegender Studie direkt näher konkretisieren:

- Der thematische Kontext ist festgelegt; es geht um die Küste, das Meer und das Watt. Den Kontext bilden also besondere Naturräume (Orte) ab.
- Im Kontext stehen physikalische Inhalte im Vordergrund; insbesondere die intensiven (physikalischen) Wechselwirkungen in Küsten- und Meeresregionen.
- Die Inhalte sollen fachdidaktisch aufbereitet werden, um neue Bildungsangebote für interessierte Laien zu entwickeln bzw. bestehende weiterzuentwickeln.
- Die Aufbereitung richtet sich an außerschulische Lernstandorte.

Diese vier Rahmenbedingungen ziehen sich durch die gesamte Arbeit und begründen ihre Struktur. Im Laufe der Kapitel werden sie stückweise näher erschlossen, aufeinander bezogen und konkretisiert. Hierbei werden die Rahmenbedingungen, deren Passung zueinander und deren Nützlichkeit auch aus theoretischen Betrachtungen heraus erschlossen. Dies scheint insofern notwendig, als es sich bei den obigen Spiegelstrichen andernfalls lediglich um eine Setzung handelt, die aus der Überlagerung der vorliegenden Arbeit mit dem Forschungsprojekt und dem Promotionsprogramm resultiert.

2 Struktur der Arbeit

Zum vorliegenden ersten Hauptkapitel (A), der Einführung, gehört neben einer Beschreibung der Ziele und Ausrichtung der Arbeit auch das nun begonnene Kapitel zu ihrer Struktur, mit dem verdeutlicht wird, wie die Arbeit angelegt ist. Das Einführungskapitel wird mit einem Einblick in den thematischen Kontext Küste und Meer abgeschlossen, der sich durch alle Kapitel hindurchziehen wird.

Das nächste Hauptkapitel (B) knüpft direkt wieder an den Kontext Küste und Meer an und dreht sich um dessen Bildungswert. Es werden drei prominente Bildungskonzeptionen – Scientific Literacy, epochaltypische Schlüsselprobleme und Bildung für nachhaltige Entwicklung – vorgestellt und diskutiert, inwiefern der Kontext Küste und Meer einen Beitrag zu jenen Konzeptionen leisten kann. Zum Kapitel gehört ebenfalls ein Vergleich zwischen schulischen und außerschulischen Lernumgebungen, im Zuge dessen anhand von Argumentationslinien herausgearbeitet wird, dass der thematische Kontext sein Potenzial am besten an außerschulischen Lernstandorten entfalten kann.

Ausgehend von dieser Schlussfolgerung sind im nächsten Hauptkapitel (C) zwei Vorstudien beschrieben, die mit den Leitenden von außerschulischen Lernstandorten und den pädagogisch Verantwortlichen von Meeresforschungsinstituten durchgeführt werden. In den Vorstudien werden u. a. die Bedarfe der Leitenden hinsichtlich Bildungsangebote im Kontext Küste und Meer erhoben sowie Kooperationsgespräche geführt. Durch die Vorstudien werden außerschulische Lernstandorte an der Küste als fachdidaktisches Forschungs- und Entwicklungsfeld erschlossen, weil die Leitenden jener Orte einer Kooperation gegenüber offen sind und selbst Potenzial und Bedarf für eine physikalisch orientierte Weiterentwicklung ihrer Bildungsangebote sehen.

Das im Hauptkapitel (D) angesiedelte Zwischenfazit bezieht die theoretischen Ansätze aus Hauptkapitel (B) und die empirischen Ansätze aus Hauptkapitel (C) aufeinander. Es werden Konsequenzen formuliert, die ausdrücken, welche Aufgaben im weiteren Verlauf zu bewältigen sind, um das Ziel der physikdidaktischen Aufbereitung des Kontexts Küste und Meer erreichen zu können. Durch das Zwischenfazit wird die vorliegende Arbeit somit letztmalig justiert. Denn es wird herausgearbeitet, dass sich die zu entwickelnden Produkte in dieser Arbeit nicht etwa an Besucherinnen und Besucher richten, sondern an die Leitenden der Lernorte. Denn es sind die Leitenden und ihre Mitarbeitenden, die mit den Besuchenden interagieren. Es ist also eine zweifache Transformation zu leisten: Von der Fachdidaktik zu den Leitenden und von den Leitenden zu den Besucherinnen und Besuchern. Demnach muss den Leitenden mit fachdidaktischer Unterstützung geholfen werden, selbst Bildungsangebote im Kontext Küste und Meer zu schaffen bzw. jene durchzuführen. Diese Unterstützung ist als fachdidaktische Wissenschaftskommunikation deuten, da im Rahmen der Unterstützung übliche fachdidaktische Verfahrensweisen und Grundüberzeugungen thematisiert werden müssen, die den Leitenden ggf. noch fremd sind.

A EINFÜHRUNG

Das Hauptkapitel (E) beginnt mit einer Begründung, dass sich das Modell der Didaktischen Rekonstruktion am besten dazu eignet, die im vorigen Kapitel formulierten Konsequenzen umzusetzen. Es wird daher eine Didaktische Rekonstruktion von Phänomenen im Kontext Küste und Meer durchgeführt, die nur mithilfe von physikalischen Grundideen und -prinzipien entschlüsselt werden können. Hierzu erfolgen drei Teilschritte. Im ersten Schritt werden Phänomene im vorliegenden Kontext fachlich geklärt, indem eine Elementarisierung vorgenommen wird. Der zweite Teilschritt umfasst empirische Untersuchungen von Besucherinnen und Besuchern verschiedenen Alters. Hier werden mithilfe von leitfadengestützten Interviews Begriffsbildungen und Erklärungen hinsichtlich der fachlich geklärten Phänomene nachgezeichnet. Im letzten Teilschritt werden die Ergebnisse der beiden vorigen Teilschritte – die herausgearbeitete fachliche Sicht sowie die empirisch erhobene Sicht der Lernenden – miteinander verglichen. Auf Basis dieses Vergleichs werden Leitprinzipien und Bausteine für didaktische Strukturierungen formuliert. Die Bausteine richten sich an die Lernortleitenden. Sie sind als Anweisungen, als Ausdruck fachdidaktischer Unterstützung zu verstehen, weil sie den Leitenden der Lernorte dabei helfen, den Kontext Küste und Meer unter einem physikalischen Blickwinkel in ihren Lehr-Lern-Angeboten zu thematisieren. Da die entwickelten Bausteine für didaktische Strukturierungen das Resultat einer fachdidaktischen Aufbereitung sind und sich an die Lernortleitenden richten, sind sie als eine Form fachdidaktischer Wissenschaftskommunikation zu interpretieren.

Die Arbeit endet mit dem Hauptkapitel (F), das eine Diskussion und einen Ausblick beinhaltet. Da in dieser Arbeit nur exemplarisch vorgegangen werden kann und sie gewissermaßen die fachdidaktische Aufbereitung des Kontexts Küste und Meer unter physikalischer Perspektive initiiert, wird anhand des Vergleichs von bereits Erreichtem und noch zu Erreichendem ein Ausblick formuliert. Dieser enthält Hinweise, wie an sich an die Ergebnisse vorliegender Arbeit anknüpfen lässt, um die Aufbereitung des Kontexts und die zugehörige fachdidaktische Wissenschaftskommunikation über die Arbeit hinaus weiter voranzutreiben.

3 Kontext Küste und Meer als thematischer Rahmen der Arbeit

An der Küste stehend, den Blick fest auf das Meer gerichtet und sich ergriffen fühlen. Vielen Menschen ergeht es in etwa so, wenn sie sich an der See befinden. Der besondere Naturraum übt eine unvergleichliche Anziehungskraft aus und fungiert für viele als Inspirationsquelle, als ein Refugium für Geist und Seele. Doch woher stammt diese Bewunderung? Um sie zu ergründen, lassen sich unterschiedliche Perspektiven heranziehen. Zum Beispiel eine ästhetisch-expressive (Baumert, 2002): Bei der lyrischen Auseinandersetzung mit der Küste und dem Meer zeigen sich oftmals ganz ähnliche Motive. Da finden sich solche des Abenteuers, der Sehnsucht, der Mystik, der Freiheit, der Unendlichkeit und Zeitlosigkeit, aber auch solche der Unkontrollierbarkeit, der Bedrohung und Macht. Hier offenbart sich in gewisser Weise eine Dichotomie. Zum einen ist da etwas Ruhiges, Erstarrtes, zum anderen etwas aufwühlend Dynamisches. Das verdeutlicht die Poesie Goethes, der in seinem Werk *Meeres Stille* eine Flaute auf hoher See beschreibt. Diese ist so ausgeprägt, dass sie Wasser lähmt und einen besorgten Schiffsführer zum Stillstand verdammt. Goethe spricht von einer fürchterlichen Totenstille. Dann, in *Glückliche Fahrt*, herrscht eine vollständig andere Grundstimmung. Der Wind kommt auf, die Wellen rauschen, das Schiff setzt sich in Bewegung und der Kapitän blickt dem sich nähernden Festland entgegen. Im Gedicht *Begrüßung des Meeres* von Anastasius Grün ist das Meer ein Ort voller Schätze, aber auch voller Gefahren für Leib und Leben. Allem voran stellt Grün die Unermesslichkeit und Unendlichkeit des Meeres. Diese Gegensätzlichkeit scheint die Faszination von Küste und Meer auszumachen. Und wie Welhöner (2007) es beschreibt, ist es schlicht der Traum von der Kontrolle des Unkontrollierbaren. Mit ihrer beeindruckenden Macht widersetzt sich die Natur bis heute dem menschlichen Willen. Nirgendwo kann man sich dessen so sicher sein wie auf hoher See und an der Küste. Dort, wo Sturmfluten gegen das Land rollen und mächtige Wellen brechen. Der Mensch vermag dieser Naturerscheinungen trotz aller bahnbrechenden Technologien vergangener Jahrzehnte nur wenig entgegenzusetzen, auch wenn Deichbau, Sperrwerke und Frühwarnsysteme das Leben an der Küste sicherer gemacht haben.

Ein gewisser Schutz ist bisweilen bitter nötig. Schließlich bedecken Ozeane 71 % der Erdoberfläche (Grotzinger & Jordan, 2017) und beinhalten 97 % des flüssigen Wassers der Erde (Baumgartner & Reichel, 1975; Charette & Smith, 2010). Bei diesen Ausmaßen ist klar, dass sich ein beträchtlicher Anteil der Weltbevölkerung in relativer Nähe zu den Weltmeeren befinden muss. Wird ein Areal mit einem maximalen Abstand von 100 km zu einem Ozean als Küstenbereich definiert, dann fasst diese Fläche die Heimat von etwa 2.8 Milliarden Menschen; 13 der 20 größten urbanen Agglomerationen befinden sich in dem so festgelegten Küstenbereich (Maribus, 2017). Und auch den anderen Teil der Weltbevölkerung zieht es in die Küstenregion und ans Meer, handelt es sich doch um die beliebtesten Urlaubs- und Sehnsuchtsorte, noch vor den Bergregionen (TNS Emnid, 2015). Entsprechend erstellt die Tourismusindustrie passende Motive bei der Erstellung wirksamer Werbematerialien. Diesbezügliches wissenschaftliches Rüstzeug stellt die Tourismuspsychologie bereit (Herrmann, 2016). Dort sind als urlaubstypische Sinnesreize die spürbare Sonnenwärme auf der Haut, der Salzgeschmack des Meeres und das

Meeresrauschen aufgeführt (vgl. Herrmann, 2016, S. 137), mit denen sich gezielt Urlaubsstimmung erzeugen ließe. Empfehlungen werden auch für zu verwendende Farben ausgesprochen. In den Broschüren, Katalogen und Co sollen Sonnengelb und rötlich-warme Farbtöne für Sonnenuntergänge dominieren – neben Hellblau, das Assoziationen mit Himmel und Wasser auszulösen vermag (vgl. Herrmann, 2016, S. 49). Meeresblau kommt bei den Reisearchitekten vor Blattgrün. Zu diesem Aspekt untersuchen Nutsforda, Pearson, Kinghama und Reitsmaa (2016) in einer Querschnittstudie mit Erwachsenen aus der Stadt, inwieweit sich erlebter psychologischer Stress durch das Betrachten entweder blauer oder grüner Naturräume abbauen lässt. Sie führen ihre Untersuchungen vor dem Hintergrund einer zunehmenden globalen Urbanisierung durch, die ggf. mit gesundheitlichen Problemen verbunden sei. Bei ihrer Forschung stellen die Autoren fest, dass blaue Naturräume den psychologischen Stress der Betrachtenden reduzieren können. Grünen Naturräumen wurde dieser positive Effekt nicht zuteil. Kaplan und Kaplan (1989) untersuchen näher, von welchen Faktoren abhängig ist, ob ein Naturraum zur Erholung (engl. *restoration*) beiträgt. In der von ihnen entwickelten *attention restoration theory* spielen die Faktoren Weite, Alltagsferne, Faszination und die Kompatibilität zwischen der Art des Naturraums und den Persönlichkeitsmerkmalen der Reisenden wichtige Rollen (vgl. Kaplan, 1992, S. 137f.). Küsten- und Meeresregionen weisen diese Faktoren offenbar auf und sind kompatibel zu den Vorlieben vieler Personengruppen.

Bei der Küste und dem Meer handelt es sich also um besonders wertvolle Lebensräume. Sie sind Orte, zu denen sich Menschen hingezogen fühlen, weil sie eine positive Wirkung auf das Wohlfühl besitzen. Erweitert man den Blick auf diese besondere Naturregion um die ökonomische Perspektive, so sind die Arbeiten des Ökonomen Robert Costanza bemerkenswert. In umfangreichen Analysen stellen er und sein Team Berechnungen zum Wert des weltweiten Naturkapitals sowie den Leistungen des Ökosystems an (Costanza, d'Arge, de Groot, Farber, Grasso, Hannon, Limburg, Naeem, O'Neill, Paruelo, Raskin, Sutton & van den Belt, 1997). In einem spezialisierten Artikel (Costanza, 1999) wird der Fokus allein auf das Meer gelegt. Dessen Bedeutung für Ökologie, Ökonomie und Soziales wird ergründet. Neben dem kulturellen Wert und den vielfältigen Erholungsmöglichkeiten nähme das Meer einen besonderen Rang bei der Beschaffung von Nahrungsmitteln und Rohstoffen sowie für Wasser-, Nährstoff- und Abfallkreisläufe ein. Auch die Wichtigkeit des Meeres für die Regulation des Klimas wird unterstrichen. Costanza (1999) schließt mit der Aussage, das Meer leiste direkt und indirekt einen exorbitanten Beitrag zum momentanen menschlichen Wohlstand. Meere und Ozeane sind somit ökologisch und ökonomisch sehr wertvoll. Costanza (1999) verdeutlicht, dass Ökologie, Ökonomie und Soziales eng miteinander verflochten sind und sich gegenseitig stark beeinflussen. Das entspricht der Kernaussage des Drei-Säulen-Modells (Ott, 2016) zum Konzept der *Bildung für eine nachhaltige Entwicklung*. Hiernach sieht man sich bei weitreichenden Entscheidungen z. B. im Küstenraum meist konfligierenden Interessenslagen gegenüber, die einzeln gut nachvollziehbar erscheinen, aber zum Dilemma führen, da nicht alle Interessen gleichermaßen berücksichtigt werden können.

Auch die Geleitworte des Bundesministeriums für Bildung und Forschung zum Wissenschaftsjahr der Meere und Ozeane *Weltmeere: wertvoll und bedroht* verdeutlichen die Dilemmata, Interessen an der Nutzung der natürlichen Ressourcen und Interessen an der Erhaltung der Natur gegeneinander abzuwägen und die entstehenden Zielkonflikte zu optimieren (Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2015). Die wichtige Botschaft hierbei ist, dass es keine Lösung geben kann, mit der alle Akteure vollständig zufrieden sind, sondern dass es immer um einen Ausgleich der Interessen gehen muss. Eine Optimierung der Zielkonflikte bedeutet, dass die Nutzung der Meere zur Befriedigung aktueller Bedürfnisse nur in dem Maße erfolgen darf, dass nachfolgenden Generationen ermöglicht wird, sie ebenfalls nutzen zu können, um ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen. Dieser klassische Gedanke der Nachhaltigkeitsdiskussion umfasst allerdings vielfältige Spielräume für Interpretationen, die insbesondere politische Entscheidungen so schwierig machen.

Costanza (1999) legt einen weiteren, besonders wichtigen Aspekt dar, der sich auch auf die genannten lyrischen Motive beziehen lässt. Er spricht von einer übertriebenen Nutzung der Ozeane und sieht die Wurzeln dieses Übels darin, dass sie wegen ihrer schieren Größe fälschlicherweise als unendliche Quelle für Nahrung, Rohstoffe etc. angesehen werden. Eine Quelle, die als allgemeines Gut gelte und jeder ausbeute, der über die entsprechenden Fähigkeiten hierzu verfüge. Das Motiv der Unendlichkeit, Ewigkeit und Konstanz findet sich auch im genannten Werk von Anastasius Grün und ist offenbar im menschlichen Denken verankert, welches lokal ausgerichtet ist und damit die Begrenztheit und Bedrohtheit der Meere und Ozeane kaum erfassen kann. Der eigene Einfluss wird gegenüber den immensen Ausmaßen des Meeres und der Küste als zu klein angesehen, um Negatives zu bewirken. Das ist jedoch ein gedanklicher Fallstrick, wie anhand des Wattenmeeres der Nordsee als besonderer Küstenraum illustriert werden kann: Das Alfred-Wegener-Institut (AWI) für Polar- und Meeresforschung sieht deutliche Anzeichen klimatischer Veränderungen im Wattenmeer. So sei ein Rückzug des Schlickwatts und eine Ausdehnung grobkörniger Sandböden zu beobachten (AWI, 2007). Die Forscherinnen und Forscher halten fest: „Das flache Wattenmeer reagiert äußerst sensibel auf den Klimawandel und die dadurch kommenden höheren Wasserstände“ (AWI, 2007, o. S.). Diesbezüglich ist von „Warnsignalen von der Küste“ (AWI, 2007, o. S.) die Rede. Das Wattenmeer kann also gewissermaßen als empfindlicher Sensor für klimatische Veränderungen aufgefasst werden. Dass sich Veränderungen dort niederschlagen, liegt daran, dass es Teil von etwas Größerem ist. Genau wie die Meere und Ozeane gehört es zum System Erde.

Der Begriff des Systems ist hier bewusst gewählt, denn er ist mit einem theoretischen Fundament verbunden. Die Theorie komplexer Systeme (u.a. Bar-Yam, 1997; Mainzer, 1999) beschreibt ein System als eine Zusammenstellung miteinander wechselwirkender Teile. Die Teile sind Systemkomponenten. Die Wechselwirkung der einzelnen Komponenten führt dabei zu neuen Systemeigenschaften, die die einzelnen Komponenten nicht besitzen. Das macht solche Systeme zuweilen schwierig zu beschreiben. Die übliche

A EINFÜHRUNG

Vorgehensweise, ein komplexes System in seine Bestandteile zu zerlegen und die einzelnen Komponenten nacheinander zu beschreiben, führt nämlich nicht zum Ziel (Clausen, 2015). Es ist letztlich notwendig, sich mit der vollen Komplexität des Gesamtsystems auseinanderzusetzen. Nur in der Gesamtheit offenbaren sich alle relevanten Eigenschaften. Diese Sicht auf komplexe Systeme soll am prominenten Beispiel des Klimasystems verdeutlicht werden. Die Komponenten des Klimasystems auf der Erde werden als Sphären bezeichnet. Die Ozeane bilden zusammen mit dem verbliebenen flüssigen Wasser auf der Erde die sogenannte Hydrosphäre. Weitere Sphären sind in der folgenden Abbildung (Abb. 1) dargestellt.

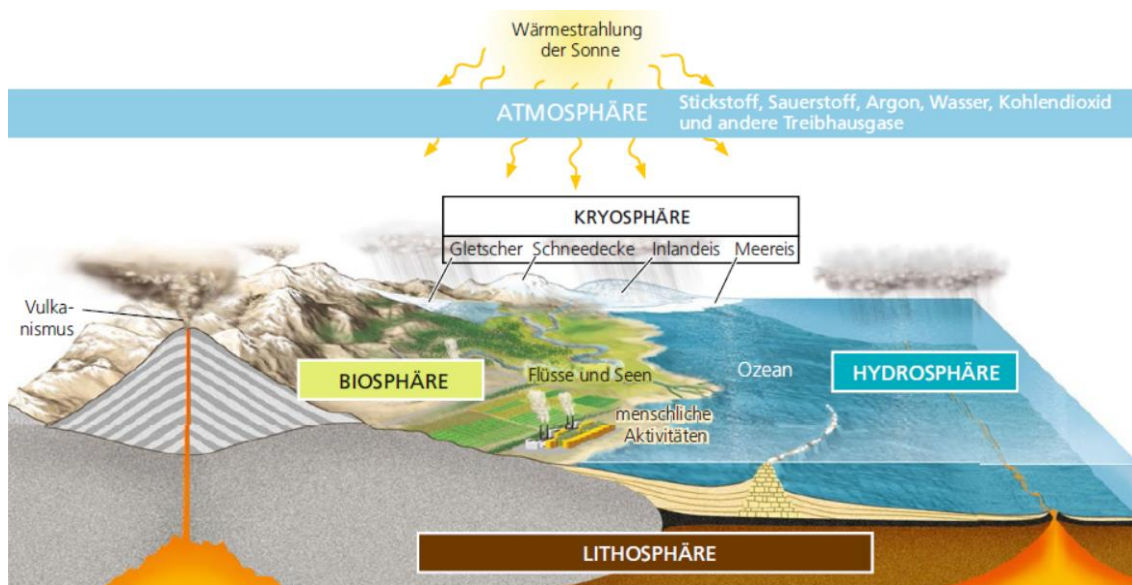


Abb. 1: Die Erde als System miteinander interagierender Komponenten (Grotzinger & Jordan, 2017, S. 403)

In solchen komplexen Systemen dominieren wegen gegensätzlicher Abhängigkeiten und Beeinflussungen so genannte nichtlineare Wechselwirkungen, Rückkopplungen und Kreisläufe (Bar-Yam, 1997; Mainzer, 1999). Die Nichtlinearität meint, dass in manchen Situationen bereits kleine Einflüsse oder kleine Änderungen von Parametern das System in deutlich unterschiedliche Zustände bringen kann. Wirkungen können überproportional größer sein als ihre Ursachen, was oft kontraintuitiv erscheint. Die gegensätzlichen Beeinflussungen gilt es möglichst umfassend zu beschreiben. Die Theorie komplexer Systeme hat sich diesbezüglich bereits als relativ fruchtbar erwiesen. In seinem Beitrag (Jacobeit, 2007) nutzt der Autor Prinzipien komplexer Systeme, um damit Zusammenhänge und Wechselwirkungen im Klimasystem sowie dessen Komplexität zu verdeutlichen.

„Wir leben also in einem hochkomplexen Klimasystem, das trotz enormer Kenntnisfortschritte in den letzten Jahrzehnten nach wie vor nicht umfassend verstanden ist und in seinen nicht-linearen Reaktionen auch immer wieder zu einer unerwarteten Dynamik führen kann.“ (Jacobeit, 2007, S. 15)

Der Laie befindet sich an dieser Stelle in einer Bredouille. Einerseits sollte man Einsichten in die Komplexität solcher Zusammenhänge gewinnen, frei nach dem Motto: „Was alle angeht, können nur alle lösen“ (Dürrenmatt, 1980, S. 92). Andererseits sind die Zusammenhänge oft so komplex, dass sie Aversionen hervorrufen. Bei seiner Behandlung der Dynamik nichtlinearer Systeme geht Berg (1999) auf die Schwierigkeit ein, Systemreaktionen bei Parametervariationen im Vorfeld gedanklich zu fassen. Denn das Denken der Menschen sei in erster Linie linear, monokausal und auf komparativ-statische Analysen ausgerichtet, insbesondere Verzögerungen zwischen Einfluss und Reaktion, sogenannte *time lags*, seien sehr herausfordernd (vgl. Berg, 1999, S. 23).

Durch die hohe gesellschaftliche Brisanz des Klimawandels und den zugehörigen ozeanischen Wechselwirkungen tut sich im Zusammenspiel mit der inhärenten Komplexität des Themenfelds eine politische Angriffsfläche auf. Diese wird vermehrt von populistischen Strömungen, wie z. B. innerhalb der US-republikanischen Partei (Davenport, 2015), genutzt, um den anthropogenen Klimawandel in Zweifel zu ziehen und so eigenen Interessen Geltung zu verschaffen. Der Klimawandel ist in dieser Hinsicht für Populisten deshalb so attraktiv, weil sie nach Bergsdorf (2000) versuchen, ihre Klientel mit einfachen Lösungen für schwierige Probleme zu bedienen. Beim Klimawandel handelt es sich um ein schwieriges Problem, dessen Komplexität es möglich macht, Desinformationen zu streuen. Genau dies belegt Dunlap (2013) in seiner Untersuchung zum Klimaskeptizismus. Er konstatiert, es habe Desinformationskampagnen in den USA gegeben, in denen die Komplexität des Klimawandels und die der Wissenschaft innewohnenden Unsicherheiten gezielt dazu genutzt wurden, um Skeptizismus und Leugnung in der Bevölkerung hervorzurufen (vgl. Dunlap, 2013, S. 692). In Anlehnung an Klafki (1996) bezieht Kircher (2015a) die dort formulierte Vorstellung von Allgemeinbildung auf den Physikunterricht und verdeutlicht den Bedarf nach einem „mündigen Bürger, der kritisch, sachkompetent, selbstbewusst und solidarisch denkt und handelt“ (Kircher, 2015a, S. 22). Dieser Bürger ist bereit, sich der Komplexität realer Fakten zu stellen, das genannte Spannungsfeld auszuhalten und im Lichte dessen seine Welt aktiv zu gestalten.

Wie kann eine physikdidaktische Arbeit zur Strukturierung der dargestellten Problematik beitragen? Zur Verdeutlichung soll erneut das Wattenmeer dienen, das 2009 zum Welt-naturerbe der UNESCO erklärt wurde. Als Argumente für die Aufnahme in den Katalog der Weltnaturerben führen die Verantwortlichen neben der reichhaltigen Biodiversität die besonderen geologischen und geomorphologischen Eigenschaften an, die eng an biophysikalische Prozesse gebunden seien. Daraus resultiere eine sehr hohe Systemdynamik, die sich nicht nur auf biologische Prozesse beschränke. Das UNESCO World Heritage Committee (2009) schreibt in WHC-09/33.COM/20 u. a.:

“Its geological and geomorphologic features are closely entwined with biophysical processes and provide an invaluable record of the ongoing dynamic adaptation of coastal environments to global change” (UNESCO World Heritage Committee, 2009, S. 184).

“Highly dynamic natural processes are uninterrupted across the vast majority of the property, creating a variety of different barrier islands, channels, flats, gullies, salt-marshes and other coastal and sedimentary features” (UNESCO World Heritage Committee, 2009, S. 184).

Den Darlegungen der UNESCO zur Würdigung des Wattenmeeres liegt systemisches Denken zugrunde. Globale Veränderungen wirken sich bis auf biologische und geomorphologische Ebene aus, physikalische und biologische Prozesse sind miteinander verwoben. Entsprechend ist physikalisches Wissen notwendig, wenn die Auswirkungen globaler Veränderungen in diesem Kontext gefasst und beschreiben werden sollen. Mit naturwissenschaftlichen Inhalten wird notwendiges Wissen für ein Systemverständnis bereitgestellt bzw. vom Individuum konstruiert. Das rein fachliche Wissen ist jedoch nicht hinreichend, denn erst zusammen mit Wissen über die speziellen Eigenarten von komplexen Systemen wird es zu deren Klärung hinreichend. Das liegt daran, dass nach Schurz (2006) zwischen Systemgesetzen und Naturgesetzen unterschieden werden muss. Generalisierbare Eigenschaften von komplexen Systemen lassen sich als Systemgesetze fassen, die sich auf Basis der intensiven Wechselwirkungen einzelner Komponenten herausbilden. Diese Systemgesetze stehen selbstverständlich nicht im Widerspruch zu den Naturgesetzen, vielmehr basieren sie auf ihnen, spezifizieren sie aber. Die Physik trägt dazu bei, diese Naturgesetze zu formulieren, die Physikdidaktik schlägt vor, wie jene zu vermitteln sind. Deshalb besitzt die physikalische Perspektive profunde Bedeutung in sämtlichen Bildungsvorhaben, in denen das komplexe Küsten- und Meeressystem behandelt wird. Die Bedeutung der physikalischen Perspektive erstreckt sich auch auf die *Bildung für eine nachhaltige Entwicklung*, weil die Kompetenz, systemisch zu denken, neben Bewertungs- und Gestaltungskompetenz eine der drei Schlüsselkompetenzen dieser Bildungskonzeption darstellt (Rost, 2005). Erst durch die Erarbeitung dieser Kompetenzen können Entscheidungen im komplexen Geflecht von Ökologie, Ökonomie und Sozialem eingeschätzt und fundiert getroffen werden.

Der Rahmen physikalischer Bedeutsamkeit soll im Folgenden bewusst über das Beispiel des Wattenmeeres hinweg auf alle Küsten- und Meeresregionen ausgedehnt werden. Grotzinger und Jordan (vgl. 2017, S. 124) geben nämlich an, die Küstenbereiche seien beherrscht von bewegten Wassermassen. Demnach seien die Wellenbewegungen als „Schlüssel zur Dynamik der Küstenlinie“ (Grotzinger und Jordan, 2017, S. 558) anzusehen. An anderer Stelle werden von den Autoren Sturmfluten allerdings ebenso aufgeführt (s. Grotzinger und Jordan, 2017, S. 569), sodass auch bewegte Luftmassen einbezogen werden müssen. Im Zusammenspiel mit plattentektonischen Vorgängen seien die bewegten Fluidmassen für die Bildung von Küsten durch z. B. Prozesse der Erosion und Sedimentation ausschlaggebend. Diese Beschreibungen belegen die hohe Dynamik unbelebter Natur in Küsten- und Meeresregionen. Sie bedarf näherer Klärung, wird sie doch in Form von vielgestaltigen Phänomenen offenbar, welche die Lebenswelt der Menschen berühren. Hierzu zählen u. a. die Gezeiten, Wirbelstürme, Sturmfluten, Überflutungen durch Tsunamis und Strudel (Eddies), aber auch globale Strömungsphänomene wie der

Golfstrom oder die planetarische Zirkulation. Des Weiteren gehört hierzu auch die hervorgerufene Beeinflussung granularer Materie, die sich als Rippel- und Dünenbildung sowie Inselverlagerung, Erzeugung von Seegatten, Prielen etc. manifestiert. Das alles sind lebensweltliche Phänomene, zu deren Entschlüsselung die physikalische Perspektive entscheidend beitragen kann.

Zusammenfassend sei gesagt, dass Küsten- und Meeresregionen für Bildungszwecke ein hohes Potenzial aufweisen. Denn Meere wirken offenbar eher bedrohlich als bedroht, eher zeitlos als veränderlich, eher unverwüstlich als verletzlich und eher entkoppelt als systemisch. Dies ist *kontraintuitiv* und eine Einladung sowie Verpflichtung dazu, das Denken der Menschen mit passenden Bildungsangeboten herauszufordern. Die physikalische Perspektive ermächtigt hierbei, neue, unvertraute, aber notwendige Sichtweisen zu übernehmen, und zwar in einem lebensweltlichen Kontext, der für den Menschen einen *Sehnsuchtsort* darstellt. Allein die physikalische Perspektive kann allerdings nicht zum vollen Verständnis des komplexen Küstenraumes führen. Auch hier ist systemisch zu denken. Die physikalische Perspektive ist ein Puzzlestück im Bestreben, das Küsten- und Meeressystem zu entschlüsseln. Und es ist aus Sicht einer physikalischen Grundbildung wechselseitige Befruchtung zu erkennen: Die physikalische Perspektive trägt dazu bei, Aspekte des Küsten- und Meeressystems zu entschlüsseln, und der Küsten- und Meeresraum stellt einen geeigneten Kontext dar, in dem grundlegende Naturgesetze kennengelernt werden können.

B BILDUNGSWERT

Im folgenden Kapitel wird der Kontext Küste und Meer unter dem Blickwinkel von drei viel diskutierten Bildungskonzeptionen (Epochaltypische Schlüsselprobleme, Bildung für nachhaltige Entwicklung, Scientific Literacy) betrachtet. Es wird eruiert, inwiefern der Kontext einen Beitrag zu den genannten Bildungskonzeptionen leisten kann und an welche Bildungskonzeption sich das vorliegende Forschungs- und Entwicklungsvorhaben anlehnt. Des Weiteren wird geprüft, welche Art von Lernumgebung (schulisch oder außerschulisch) sich am besten eignet, um das dargestellte Lehr-Lern-Potenzial des Kontexts am besten auszuschöpfen.

4 Kontext Küste und Meer als Bildungsinhalt

Im vorigen Kapitel wurde die physikalische Perspektive als eine notwendige Bedingung identifiziert, um die systemische Dynamik der Küsten- und Meeresregion entschlüsseln zu können. Physikalisches Grundlagenwissen ist hierzu unabdingbar. Im Folgenden soll der Frage nachgegangen werden, weshalb überhaupt Anstrengungen unternommen werden sollten, Lehr-Lern-Situationen zu schaffen, mittels derer Wissen über das Küsten- und Meeressystem konstruiert werden kann. Was für ein Potenzial für das Lehren und Lernen entfaltet dieser Themenbereich mit Blick auf die unterschiedlichen Lesarten von Bildung? Inwieweit kann er Ansprüchen gerecht werden, den vieldiskutierte Bildungskonzeptionen an Inhalte und Kontexte stellen? Wie stellen sich jene Inhalte und Kontexte unter der Perspektive bestimmter Bildungskonzeptionen dar, welche Aspekte treten besonders hervor, welche weichen zurück? Um diese Fragen zu beantworten, wird zunächst ein Spannungsfeld abgesteckt, das alle Bildungskonzeptionen berührt. Anschließend werden Probleme und mögliche Auswege beschrieben, wenn es um die Legitimierung von Inhalten in Lehr-Lern-Arrangements geht. Anhand von vieldiskutierten und anerkannten Bildungskonzeptionen sowie ihrer Entwicklungslinien soll gezeigt werden, wo im Spannungsfeld sie Stellung beziehen. Letztlich soll dieses Einordnen dabei helfen, den Themenbereich des Küsten- und Meeressystems unter der Brille der verschiedenen Bildungskonzeptionen zu betrachten, um seinen Bildungswert zu eruieren.

4.1 Utilitarismus vs. Neuhumanismus

Ganz unabhängig davon, wie sehr sich verschiedene Bildungskonzeptionen im Detail unterscheiden, besitzen sie eine Gemeinsamkeit: Zu Beginn ihrer Entwicklung muss die Frage beantwortet werden, ob der Konzeption eine eher pragmatische Sicht auf Bildung zugrunde liegt oder sie sich eher an zentraleuropäischen Bildungstraditionen orientiert. Das sind zwei wesentliche Pole (Fischler, Gebhard & Rehm, 2018). Die Frage spannt ein Kontinuum auf, das gleichzeitig Spannungsfeld ist.

In der einen Richtung geht es um die Nützlichkeit von Wissen (Utilitarismus) (Seichter, 2020), um Fertigkeiten und Fähigkeiten, über die ein Individuum verfügen muss, um bestimmte angestrebte gesellschaftliche Zustände erreichen oder erhalten zu können. Es geht also auch um die Nützlichkeit eines gebildeten Individuums für die Gesellschaft. Das gesellschaftliche Wohl steht im Fokus und steuert demnach, welche Bildung einem

Individuum zuteilwird und welche Inhalte in Lehr-Lern-Situationen zum Thema gemacht werden. Kollektive Interessen sind entscheidend.

In der anderen Richtung stehen das lernende Individuum und seine persönliche Entfaltung im Vordergrund (Neuhumanismus). Vornehmlich durch Wilhelm von Humboldt geprägt, ist es auch als Humboldt'sches Bildungsideal bekannt. Lehr-Lern-Situationen werden nicht wegen der Nützlichkeit ihrer Inhalte geschaffen, sondern um den Lernenden zu stärken, ihn mündig zu machen und ihm zu ermöglichen, Urteilsfähigkeit und Reflexivität (Tenorth, 2003; Tenorth, 2004) auszubilden. Damit geht eine umfassende Bildung einher, keine spezialisierte. Nach Fischler, Gebhard und Rehm (2018, S. 12) sei der „Kerngedanke eines solchen Bildungsbegriffs [...] die allseitige Entwicklung der geistigen Kräfte“. Bildung heißt hier, Möglichkeiten zur Entfaltung zu schaffen. Es ist demnach nichts verloren und es ist auch kein Versagen der Bildungsinstitution, sollten die aufgebauten Fähigkeiten und Fertigkeiten in Zukunft keinen gesellschaftlichen Nutzwert mehr besitzen. Individuelle Interessen sind entscheidend.

Die Auseinandersetzung mit dem Kontinuum und die Verortung von Bildungskonzeptionen legen fest, wie bestimmte Inhalte ausgewählt, aufbereitet und ausgerichtet werden, um dem übergeordneten Bildungsverständnis zuträglich zu sein. Das Verhältnis beider Pole im Kontinuum ist dabei heutzutage nicht sonderlich ausgeglichen. Es dominiert in der Gesellschaft zumeist eine pragmatische Sicht auf Bildung (vgl. Fischler, Gebhard & Rehm, 2018, S. 13). Das sorgt bisweilen für Differenzen und begründet, weshalb es sich beim Kontinuum um ein Spannungsfeld handelt. Ein gutes Beispiel hierfür ist eine Twitter-Botschaft, die eine Schülerin im Jahr 2015 verbreitete und die in vielen Medien auf außerordentliche Resonanz gestoßen ist. In ihrer Nachricht beklagte die Schülerin ihre Schulausbildung und gab an, zwar eine Gedichtinterpretation in vier Sprachen verfassen zu können, jedoch nichts von Steuern, Miete oder Versicherungen zu verstehen (Nestler, 2015). Nestler (2015) gibt an, dass sie damit auf große Resonanz stieß, die eine Diskussion über Schule und Bildungsinhalte auslöste. Dies zeigt, dass es bei der Auseinandersetzung auf allgemeiner Ebene um das Primat der Ziele geht, das nicht immer transparent kommuniziert wird. Es muss deutlich gemacht werden: Liegt der Fokus darauf, den Lernenden für gesellschaftliche Teilhabe fit zu machen oder soll er gestärkt werden, damit er sich individuell entfalten kann?

4.2 Legitimation von Lehr-Lern-Inhalten als Herausforderung

Ist die Entscheidung gefallen, welche Richtung im Kontinuum eingeschlagen soll, müssen auf beiden Seiten trotzdem Schwierigkeiten bedacht und Herausforderungen bewältigt werden, wenn es darum geht, die Auswahl bestimmter Lehr-Lern-Inhalte zu legitimieren.

4.2.1 Herausforderung: Didaktisches Zukunftsparadoxon

Ist Nützlichkeit ein zentrales Kriterium für die Auswahl von Lehr- und Lerninhalten, richtet sich der Blick zwangsläufig auf die Zukunft, auf das spätere Leben der Lernenden.

Denn es ist die Zukunft, in der sie ihre erlernten Fertigkeiten und Fähigkeiten in den Dienst der Gesellschaft stellen. Entsprechend keimt immer wieder die Frage auf, was Schülerinnen und Schüler heute lernen müssen, um gut auf die Anforderungen in der Zukunft vorbereitet zu sein. Mit einer solchen oder ähnlichen Frage gerät man allerdings an ein komplexes Problem, das der Bildungswissenschaftler Volker Ladenthin als „didaktisches Zukunftsparadox“ (Ladenthin, 2005, S. 18) bezeichnet. Es beinhaltet nach Ladenthin (2005) die Herausforderung, ein Curriculum zu erstellen, das die Schülerinnen und Schüler mit Kompetenzen für eine Zeit ausstatten soll, die niemand kennt und von der niemand konkret weiß, wie sie aussieht. Aus diesem Grund muss irgendwie eruiert werden, wie zukünftige Anforderungen aussehen. Diesbezüglich beschreibt Ladenthin (2005) zwei übliche Herangehensweisen, die er jedoch für unvollkommen hält und deshalb einen Gegenvorschlag unterbreitet.

Bei der ersten handelt es sich um das „utopische Denken“ (Ladenthin, 2005, S. 24), bei dem in der Gegenwart eine wünschenswerte Zukunft erdacht wird. Es werden Kompetenzen zur Erzeugung und Aufrechterhaltung dieses Zukunftsentwurfs formuliert, die dann in das gegenwärtige Curriculum implementiert werden. Ladenthin (2005) mahnt jedoch an, dass es sich hierbei um eine unzulässige Vorwegnahme der Zukunft für die nachfolgende Generation handle, die ihre Zukunft eigenverantwortlich gestalten müsse. Auch stelle sich die Frage, wer solche Utopien festlege. Es bestehe schließlich die Gefahr totalitaristischer Utopien. Zudem seien zu viele aktuelle Problemfelder geeignet, um daraus Zukunftsentwürfe abzuleiten. Künzli David, Bertschy und Di Giulio (2010, S. 213) sprechen hier von einem resultierenden umfangreichen „gesellschaftlichen Reparaturauftrag“, der zu immer mehr „Bindestrich-Erziehungen“ (Umwelt-, Konsum-, Friedens-, etc. Erziehung) führe. Diese seien für sich genommen zwar sinnvoll, würden die Schule in ihrer Summe jedoch überfordern. Ladenthin (2002) gibt außerdem zu bedenken, dass z. B. die Friedenserziehung bis jetzt nicht zu mehr Frieden auf der Welt geführt habe.

Die zweite Herangehensweise ist die „Trend- oder Zukunftsforschung“ (Ladenthin, 2005, S. 23), wo vergangene Entwicklungen analysiert werden, um so die Zukunft von der Gegenwart aus extrapolieren zu können. Wenngleich die wissenschaftlich fundierten Entwürfe nicht so willkürlich erscheinen wie Utopien, gilt jedoch zu bedenken, dass Menschen ihr Verhalten bewusst verändern können, um vorhergesagte gesellschaftliche Zustände abzuwenden (vgl. Ladenthin, 2005, S. 24). Sie besitzen daher niemals Alleingültigkeit, sondern gelten stets vorbehaltlich. Aus diesem Grund seien solche Entwürfe zu unsicher, um daran pädagogisches Handeln zu legitimieren.

So plädiert Ladenthin dafür, pädagogisches Handeln nicht ausschließlich anhand von Zukunftsentwürfen zu legitimieren. Schließlich sei die Zukunft nicht etwas, an das man sich anzupassen habe. Zukunft sei zu schaffen, schon von der Gegenwart an. Daher müsse man die heutige Generation zum einen motivieren, ihre Zukunft selbst zu gestalten und ihnen zum anderen ermöglichen, das Gewollte auch erreichen zu können. Zu diesem Zweck solle nicht das Wissen als Endzustand gelehrt werden, sondern der Prozess, durch

den Wissen erworben wird; es sollen keine Werte vermittelt, sondern es soll zum Werten aufgefordert werden (Ladenthin, 2005). Dabei ginge derjenige überzeugend mit dem Paradoxon um, der sich bewusst ist, die Zukunft nicht vorhersagen zu können, aber doch weiß, dass Schule auch auf das Leben vorbereitet; Gegenwartsrelevanz und Zukunftsbe-fähigung sind diesbezügliche Schlagwörter (vgl. Ladenthin, 2018, S. 61).

4.2.2 Herausforderung: Allgemeinbildende Inhalte

Wenngleich die Bedeutung der Zukunft für das utilitaristische Bildungsverständnis als höher einzuschätzen ist, geht es beim neuhumanistischen Bildungsverständnis ebenso um das Verhältnis von Gegenwart und Zukunft. Schließlich soll in der Gegenwart eine allge-meine, keine spezielle Bildung erreicht werden, die es dem Lernenden in der Zukunft ermöglicht, kritisch, sachkompetent, selbstbewusst und solidarisch zu denken und zu han-deln (vgl. Jank & Meyer, 1991, S. 139). Der Lernende soll mündig werden. Das ist eine Konkretisierung des beim Humboldt'schen Bildungsideal formulierten Starkmachens des Lernenden, damit sich dieser entfalten und sich verschiedene Möglichkeiten zur Gestal-tung seiner Zukunft erschließen kann. Doch trotz dieser Festlegung bleibt die grundsätz-liche Frage bestehen, wie eine solche Allgemeinbildung erreicht wird (vgl. Klafki, 1986, S. 461). Mit welchen Inhalten muss sich das Individuum in Lehr-Lern-Situationen hierzu auseinandersetzen? Welche Inhalte sind nicht geeignet?

Eine Antwort wird häufig ausgehend von der Beziehung zwischen Objekten und Subjek-ten eruiert, die auch schon bei Humboldt eine Rolle spielte (Fischler, Gebhard & Rehm, 2018). Einerseits kann argumentiert werden, dass Lehrende und Lernende sich vornehm-lich mit den Objekten, also mit der Sache und den Inhalten auseinandersetzen und sie zum Thema des Unterrichtsgeschehens machen. Hierbei handelt es sich um materiale Bil-dung (Standop & Jürgens, 2015). Andererseits kann in der Lehr-Lern-Situation der Fokus auf das Subjekt, auf das lernende Individuum gelegt werden. Kulturtechniken zu vermit-teln, Methoden zu thematisieren und das Lernen zu lernen gehören neben vielen anderen Aspekten zur sogenannten formalen Bildung (Standop & Jürgens, 2015). Beide sind mit-einander verbunden, da der Lehrende konkrete Inhalte nutzt, um Kulturtechniken und Methoden zu vermitteln. Die Verbindung beider geht auf Wolfgang Klafki zurück, er integrierte sie und schuf daraus seine sogenannte Bildungstheoretische Didaktik bzw. Ka-tegoriale Bildung (Steindorf, 2000). Diese ist im Wesentlichen geprägt vom doppelseiti-gen Erschließen zwischen Objekt und Subjekt: Durch die Beschäftigung mit einer Sache erschließen sich Lernende die Wirklichkeit und bauen kategoriale Einsichten auf, sodass sie für eben jene Wirklichkeit kategorial erschlossen worden sind (vgl. Klafki, 1975, S. 44). Die Synthese materialer und formaler Bildung ermöglichte es Klafki, sieben didak-tische Grundfragen zu formulieren, die Lehrende zur Vorbereitung einer Lehr-Lern-Situ-ation zu beantworten haben. Drei dieser fünf Fragen betreffen dabei den Bildungswert eines bestimmten Inhalts und sollen dem Lehrenden dabei helfen zu entscheiden, ob der Inhalt sich zur Thematisierung im Unterricht eignet (vgl. Klafki, 2007, S. 272). Die drei betreffenden Fragen sollen im Folgenden beschrieben werden, alle sieben sind in Gänze bei Klafki (2007) oder Standop und Jürgens (2015) nachzulesen.

Die erste seiner Fragen koppelt direkt an das Verhältnis zwischen Objekt und Subjekt an, was den Kern der Kategorialen Bildung darstellt. Die Frage betrifft die Exemplarität eines Inhalts. Ein Lehr-Lern-Inhalt soll exemplarisch sein. Das meint zweierlei. Zum einen wird der Inhalt ausgehend vom Objekt betrachtet: Bei der Auseinandersetzung mit dem Objekt wird die Unterkategorie *elementar* herangezogen. Elementar ist ein Objekt dann, wenn es als ein Beispiel dazu dienen kann, dem Lernenden dahinterliegende, allgemeine Prinzipien der Wirklichkeit deutlich zu machen. Ist es elementar, dann kann es in Lehr-Lern-Situationen dabei helfen, das Allgemeine am Besonderen zu erschließen (Jank & Meyer, 1994; Standop & Jürgens, 2015). Zum anderen geht es bei der Exemplarität um das Subjekt: Wird der Inhalt ausgehend vom Subjekt betrachtet, wird die Unterkategorie *fundamental* verwendet. Fundamental meint, dass Lernende durch Auseinandersetzung mit einem bestimmten Inhalt Grunderfahrungen machen und grundlegende Einsichten gewinnen können (Jank & Meyer, 1994; Standop & Jürgens, 2015). Beide Unterkategorien der Exemplarität hängen zusammen, sind jedoch nicht deckungsgleich. Der Perspektivwechsel ist zu berücksichtigen. Deswegen sind Inhalte erst dann exemplarisch, wenn sie sowohl elementar als auch fundamental sind. Die zweite und dritte seiner Fragen betreffen Gegenwartsbedeutung und Zukunftsbedeutung. Die Relevanz des Inhalts für die Lernenden, aber auch für andere, soll aus gegenwärtiger Sicht und – soweit möglich – auch mit Blick auf die Zukunft geklärt und gesichert werden.

Sind Inhalte exemplarisch und besitzen zugleich eine Bedeutung für die Zukunft und die Gegenwart, dann sind sie im Sinne der Kategorialen Bildung legitimiert und vermögen einen Beitrag zur allgemeinen Bildung der Lernenden zu leisten (Standop & Jürgens, 2015). Bemerkenswert ist, dass durch die Herausforderungen zur Legitimierung von Inhalten abermals deutlich wird, dass es im gesamten Kontinuum zwischen utilitaristischem und neuhumanistischem Bildungsverständnis immer auch um diese Beziehung von Gegenwart und Zukunft geht. Das verbindet beide. Aus diesem Grund wird im Folgenden ein Orientierungsrahmen vorgestellt, der die Auswahl von Inhalten im gesamten Kontinuum des Bildungsverständnisses unterstützen kann.

4.3 Wissensgesellschaft als Orientierung

Ein Orientierungsrahmen für Bildungsvorhaben, der eine adäquate Balance zwischen Gegenwarts- und Zukunftsbezug herstellt, ist eine Gesellschaftsformation, die momentan vielfach diskutiert wird – die Wissensgesellschaft (Frühwald, 1996). Denn es ist strittig, ob es sich dabei um einen momentanen oder zukünftigen Zustand handelt. Von Mandl und Krause (2001) wird behauptet, die Menschheit befinde sich bereits in einer Wissensgesellschaft. Rolff (2010, S. 179) hingegen blickt diesbezüglich in die Zukunft und resümiert: „Die meisten Soziologen sind sich einig, dass die Zukunft der Gesellschaft eine Wissensgesellschaft sein wird“. Gill (2005) positioniert sich dazwischen und sieht eine Transformation; einen gesellschaftlichen Wandel, ähnlich wie er sich bereits beim Übergang von der Agrar- zur Industriegesellschaft vollzog. Er präzisiert die Gesellschaftsform als „postindustrielle Wissensgesellschaft“ (Gill, 2005, S. 11).

4.3.1 Postindustrielle Arbeitstugenden

Ihr inhärent ist nach Rolff (2010) ein Fokus auf vornehmlich wissenschaftliches Wissen als Grundlage neuer Produkte und als bedeutendster Produktionsfaktor. Der Anteil der Beschäftigten verschiebt sich dabei zum tertiären Wirtschaftssektor, da Maschinen in der Lage sind, genau definierbare und häufig vorkommende Routineaufgaben der anderen Sektoren zu übernehmen. Menschen hingegen sind Wissensarbeitende, die nicht genau definierbare oder selten vorkommende Aufgaben erfüllen und deshalb über postindustrielle Arbeitstugenden verfügen müssen. Die folgende Tabelle stellt die beiden Bereiche und Arbeitstugenden einander gegenüber.

Tab. 1: Industrielle vs. postindustrielle Arbeitstugenden (mod. nach Gill, 2005, S. 208)

Industrielle Arbeitstugenden: Menschen müssen als Anhängsel und wie Maschinen arbeiten.	Postindustrielle Arbeitstugenden: Wo Menschen den Maschinen auf absehbare Zeit überlegen sind.
Genau definierbare und häufig vorkommende Routineaufgaben	Nicht genau definierbare oder selten vorkommende Aufgaben
Präzision	Kreativität
Zuverlässigkeit	Eigeninitiative
Kraft + Ausdauer	Flexibilität
Geschwindigkeit	Kontextsensibilität
Gehorsam	Einfühlungsvermögen

Wilke (1998, S. 21) macht deutlich, dass in der postindustriellen Wissensgesellschaft „[...] das relevante Wissen (1) kontinuierlich revidiert, (2) permanent als verbesserungsfähig angesehen, (3) prinzipiell nicht als Wahrheit, sondern als Ressource betrachtet wird und (4) untrennbar mit Nichtwissen gekoppelt ist [...]“. Demnach können weder die Konstruktion von abstraktem Fachwissen, noch das Erlernen von Fähigkeiten zur Lösung spezieller Probleme die alleinigen Ziele von Bildungsbestrebungen sein. Zu schnell wäre letzteres obsolet. Und bezüglich des abstrakten Fachwissens braucht es die Fähigkeit, das Gelernte kreativ an spezifische Problemsituationen anpassen zu können sowie die Fertigkeit, sich bei Bedarf flexibel neues Wissen anzueignen. In diesen Zusammenhang fallen auch Forderungen nach einer *Information Literacy* (Ingold, 2012), um mit der Fülle von zunehmend generierten Wissensbeständen umgehen zu können: Relevantes ist von Unwichtigem zu unterscheiden, ebenso qualitatives Wissen von minderwertigem. Dazu braucht es auch ein Gefühl dafür, wie in der Naturwissenschaft Wissen erzeugt wird und was ihre Qualitätsmerkmale charakterisiert. Hier sind die Bildungsbestrebungen wie *Nature of Science* (McComas, Clough, & Almazroa, 1998; Lederman, 2007) anzuführen, welche die Natur der Naturwissenschaft und ihre Methoden zur Wissensproduktion in den Mittelpunkt der Betrachtung stellen. Das passt zu den Forderungen Ladenthins (2005; 2006), gibt er doch zu bedenken, nicht Wissen als Endzustand solle vermittelt werden, sondern der Prozess, durch den Wissen generiert wird. Für Fischler, Gebhard und Rehm (2018) macht diese Metaebene gerade den besonderen Bildungswert der Naturwissenschaften aus. Denn hierdurch wird deutlich, dass die Naturwissenschaften kein

objektives, sondern ein kulturelles Erzeugnis sind; damit stehen sie Literatur, Kunst und Sprache in nichts nach (vgl. Fischler, Gebhard & Rehm, 2018, S. 14).

4.3.2 Kontextualisierung von Inhalten

Es muss vordringliches Ziel von Bildungsbestrebungen sein, „träges Wissen“ (Reinmann-Rothmeier & Mandl, 2001, S. 615) zu vermeiden und Grundlagen für ein lebenslanges Lernen (Mandl & Krause, 2001) zu bereiten. Hierzu ist die Entwicklung verschiedener, sich wechselseitig ergänzender Kompetenzbereiche anzustreben, wie sie beispielsweise im Kompetenzmodell von Greeno, Riley und Gelmann (1984) dargestellt sind. Neben der *conceptual competence* (das abstrakte Fachwissen) kommt es auf eine *procedural competence* an, wobei es um die Fähigkeit geht, sich in einer Problemsituation ihrer Ziele und Anforderungen bewusst zu werden, um konkrete zielgerichtete Handlungen abzuleiten. Zuletzt bedarf es einer *utilizational competence*, die es erlaubt, die eigenen Wissensressourcen abzurufen, sie auf eine neue Problemsituation zu beziehen und so die erdachten Handlungen auszuführen (Smith, Greeno & Vitolo, 1989; Mandl & Krause, 2001). Kontexte sind an dieser Stelle besonders bedeutsam. Denn durch ihre Verwendung können die Kompetenzbereiche *procedural competence* und *utilizational competence* in besonderem Maße angesprochen werden. Eine strukturell ähnliche Einteilung findet sich in den drei verschiedenen Anforderungsbereichen der Kultusministerkonferenz wieder, welche die schulischen Kompetenzbereiche Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunizieren und Bewerten näher charakterisieren. Geht es beim Anforderungsbereich I vornehmlich um Reproduktion, stellt der Anforderungsbereich II bereits die Aufgabe, das Gelernte anzuwenden. Der Anforderungsbereich III fordert schließlich zum Transfer sowie zur Reflexion und zum Bewerten auf (vgl. KMK, 2004, S. 13f.).

Mit kontextorientierten Lehr- und Lernvorhaben wird nach Duske (2017) die Hoffnung verbunden, die kanonische Struktur in Lehr-Lern-Situationen zu ersetzen, die als Ursache für die Anhäufung trägen Wissens diskutiert wird (Klieme & Stanat, 2002). Es ist jedoch an dieser Stelle zu betonen, dass kanonische und kontextorientierte Inhalte nicht in Konflikt stehen. Dabei ist es ohne Belang, ob es sich bei den Kontexten um epochaltypische Schlüsselprobleme im Sinne Klafkis handelt oder um die diskutierten Erweiterungen im Sinne von Kiel (2018). Es geht nicht um ein Entweder-oder. Kontexte und kanonisches Wissen bedingen einander. Die Stärke des naturwissenschaftlichen Wissenskanons ist dessen Erklärungsmacht. Diese entstammt dem hohen Abstraktionsgrad des produzierten Wissens. Es lässt sich deshalb auf äußerst viele Kontextbereiche anwenden und vermag so zu vielfältigen Problemlösungen beizutragen. Der naturwissenschaftliche Wissenskanon ist ein bedeutender kultureller Erfolg, für Lernende jedoch oftmals eine Krux. Denn er ist in seiner abstrakten Form nur schwierig auf neue Kontexte zu beziehen. Er wirkt losgelöst und kann von Laien nicht richtig angewendet werden. Kontextorientiertes Lernen ermögliche es, dass das Interesse von Lernenden an naturwissenschaftlichen Inhalten über die Schuljahre hinweg stabil bleibt oder sogar ansteigt (Krapp & Prenzel, 2011). Ein geeignet ausgewählter Kontext bietet den besonderen Vorteil, an die Lebenswelt der Lernenden anknüpfen zu können und zusätzlich ihren eigenen Präkonzepten Rechnung zu

tragen. Muckenfuß (1995) spricht diesbezüglich von sinnstiftenden Kontexten. Leisen (2016) schlägt im Physikunterricht einen Dreischritt von Kontextualisierung, Dekontextualisierung und Rekontextualisierung vor. Zunächst solle ein Inhalt behandelt werden, der in einen Erwerbskontext eingebettet ist. Dabei kann es sich um einen der beschriebenen problemorientierten Kontexte handeln, die für Lernende oder die Gesellschaft von Bedeutung sind, also fragwürdig erscheinen. Gemeinsam mit den Lernenden erfolgt im Anschluss die Phase der Dekontextualisierung. Den Lernenden wird offenbar, dass im Kern vom Kontext losgelöste Wissensbestände existieren: Teile des naturwissenschaftlichen Wissenskanons. In der Physik handelt es sich hierbei um Naturgesetze. Leisen (2016) benennt noch eine zusätzliche Phase der Rekontextualisierung, um Lernende dabei zu unterstützen, das Gelernte übertragen und so in neuen Anwendungskontexten nutzen zu können. Das hilft Lernenden zwischen Kontexten und abstraktem Fachwissen zu unterscheiden. Die Bedeutsamkeit dessen lässt sich auch anhand der Ausführungen von Gill (2005) ablesen. Er sieht die Kontextsensibilität als eine postindustrielle Arbeitstugend an, die in einer Wissensgesellschaft von hohem Wert ist, da bezüglich solcher Arbeitstugenden die Menschen den Maschinen noch auf absehbare Zeit überlegen seien (Abb. 1).

4.4 Bildungskonzeptionen zwischen Utilitarismus und Neuhumanismus

Bei der Auswahl und Ausrichtung bestimmter Inhalte für Lehr-Lern-Situationen ist es nicht notwendig, bei null anzufangen. Es existiert eine Vielzahl von Bildungskonzeptionen, die im genannten Kontinuum eingeordnet sind. Das ist nicht punktuell zu verstehen. Die Bildungskonzeptionen nehmen meist einen gewissen Raum ein. Das kann gut mit dem politischen Spektrum von Parteien verglichen werden: Sie lassen sich im Spektrum verorten, jedoch nicht absolut präzise, da Ausrichtungen stets diskutiert werden und sie über Flügel mit unterschiedlichen Ausrichtungen verfügen. Auch Bildungskonzeptionen werden kontinuierlich diskutiert und im Kontinuum verschoben. Ferner akzentuieren einige Autoren eher den Aspekt persönlicher Entfaltung, andere hängen den Aspekt der Nützlichkeit. Dennoch stehen die Bildungskonzeptionen für einen gewissen Bereich im Kontinuum. Entsprechend bieten sie etwaige Vorgehensweisen an, wie bestimmte Inhalte aufzubereiten, auszurichten und letztlich zu unterrichten sind. In folgenden Abschnitten werden drei vieldiskutierte und anerkannte Konzeptionen näher betrachtet: Epochaltypische Schlüsselprobleme, Bildung für nachhaltige Entwicklung und Scientific Literacy.

4.4.1 Epochaltypische Schlüsselprobleme

Nachdem Klafkis Ansatz einer Kategorialen Bildung aus verschiedenen Richtungen zunehmender Kritik ausgesetzt war, entwickelte er ausgehend von der kritischen Erziehungswissenschaft ein emanzipatorisches Bildungskonzept (Fischler, Gebhard & Rehm, 2018). In seiner kritisch-konstruktiven Didaktik betont Klafki (2007), wie auch Ladenthin (2018), den gesellschaftlichen Bezug als ein legitimierendes Moment von zu unterrichtenden Inhalten. Denn schließlich seien die Lernenden nicht leicht und unmittelbar zu ändernden gesellschaftlichen Realitäten ausgesetzt, in denen sie leben und ihre Mitwelt gestalten (vgl. Ladenthin, 2018, S. 62). Klafki prägte diesbezüglich den Begriff der epochaltypischen Schlüsselprobleme (vgl. Klafki, 2007, S. 43). Er schlägt in Lehr-Lern-

Situationen eine Auseinandersetzung mit zentralen, gegenwärtigen gesellschaftlichen Problemlagen vor, um Einsichten in die Mitverantwortlichkeit aller sowie die Bereitschaft zur Mitwirkung an deren Bewältigung zu entwickeln (vgl. Klafki, 2007, S. 56). Hierzu zählen u. a. Umwelt-, Gender- und Technikfragen sowie die Auseinandersetzung mit sozialen Ungleichheiten. Bemerkenswert ist, dass er ebenfalls das Verhältnis von Gegenwarts- und Zukunftsbezug erwähnt. Denn er schreibt, es ginge darum, ein „Bewußtsein von zentralen Problemen der Gegenwart und – soweit voraussehbar – der Zukunft zu gewinnen“ (Klafki, 2007, S. 56). Die Voraussagbarkeit wird also in Frage gestellt. Entsprechend Ladenthins Mahnungen orientiert er sich bei der Auswahl der Schlüsselprobleme weder an erwünschten Utopien noch extrapoliert er die Zukunft von der Gegenwart aus. Es wird angemerkt, dass „ein hinreichend vollständiger Aufriss solcher Schlüsselprobleme [...] so etwas wie eine Theorie des gegenwärtigen Zeitalters und seiner Potenzen und Risiken im Hinblick auf die Zukunft erfordern [würde]“ (Klafki, 2007, S. 56).

4.4.1.1 Entwicklungslinien

Trotz der prinzipiellen Offenheit ist die konkrete Auswahl seiner Schlüsselprobleme Kritik ausgesetzt. So gibt Kiel (2018) zu bedenken, ob nicht Klafkis emanzipatorischer Anspruch bestimmte Kategorien von Problemen ausschließe, sodass z. B. Aspekte wie Ästhetik zu kurz kämen (Kiel, 2018; Hillesheim, 2013). Und es wird danach gefragt, wie die Auswahl an eine sich verändernde Gesellschaft angepasst werden könne (Kiel, 2018; Matthes, 1992) und ob sie für Lernende persönlich bedeutsam sei (Kiel, 2018; Meyer & Meyer, 2007). Entsprechend resümiert Kiel (2018), dass die epochaltypischen Schlüsselprobleme weiter zu denken seien. Zu diesem Zweck prüft er deren Anknüpfbarkeit und Kompatibilität mit dem angelsächsischen Konzept des Instruktionsdesigns (Kiel, 2018; Seel, 1999). Er konstatiert, dass beide anschlussfähig seien und sie der Anspruch eine, „Probleme zum Ausgangspunkt von Unterricht zu machen“ (Kiel, 2018, S. 121). Durch den wechselseitigen Vergleich beider Konzepte formuliert der Autor Qualitätskriterien, die an ein, in seinen Augen, weiter gedachtes Schlüsselproblem anzulegen seien.

„Fasst man die dargestellten Überlegungen zusammen, dann zeichnet sich ein gutes Problem durch folgende Dimensionen aus. Es geht aus von individuellen Problemlagen, berücksichtigt situative, institutionelle und kollektive Aspekte im Sinne einer Gemeinschaft, Gesellschaft, Kultur etc. und bietet die Möglichkeit, systemische Beziehungen und Abhängigkeiten zu bearbeiten und zu erkennen.“ (Kiel, 2018, S. 121)

Aus den Darlegungen des Autors kann gefolgert werden, dass er die epochaltypischen Schlüsselprobleme und deren diskutierte Erweiterungen als problemorientierte Kontexte auffasst. Bereiter und Scadarmalia (1989) konstatieren, das Lernen in solchen anwendungsbezogenen Kontexten verlief erfolgreicher. Reinmann und Mandl (vgl. 2006, S. 640f.) unterstreichen den Gegenwartsbezug und lassen verlauten, dass eine problemorientierte Lernumgebung situiert und authentisch sein müsse – und zwar aus heutiger Sicht. Besonders beachtenswert ist hier die Tatsache, dass im Gegensatz zu Klafki keine konkreten Problembereiche mehr benannt werden; sie werden eher unabhängig von der

Gesellschaft und mehr an Kontexten festgemacht, die das lernende Individuum persönlich betreffen (Kiel, 2018). Das können durchaus auch gesellschaftlich bedeutsame Kontexte sein, sie sind es jedoch nicht gezwungenermaßen. Die Prioritäten liegen anders, nämlich beim Lernenden. Denn Kiel (2018) betont anhand der Shell-Studie (Shell Deutschland, 2015), gesellschaftliche Schlüsselprobleme seien nicht für jeden Lernenden automatisch bedeutsam.

4.4.2 *Bildung für nachhaltige Entwicklung*

Im Kern des Konzepts steht der Gedanke nachhaltiger Entwicklung. Dieser wurde von den Vereinten Nationen erstmals im sogenannten Brundtland-Bericht als Anhang zum Dokument A/42/427 (United Nations, 1987) verwendet und stammt ursprünglich aus der Forstwirtschaft. Dort mahnt er eine verantwortungsvolle Nutzung der Baumbestände an. Nachhaltig meint, nicht mehr zu schlagen als nachwachsen kann. Im Brundtland-Bericht wird dieser Gedanke auf die Bedürfnisse der Gesellschaft übertragen. Bedürfnisse sollen in einer Weise befriedigt werden, die auch nachfolgenden Generationen erlaubt, ihre Bedürfnisse befriedigen zu können. “Humanity has the ability to make development sustainable to ensure that it meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs” (United Nations, 1987, I. 3. 27.). Im Jahr 1992 wurden die Leitlinien einer globalen Partnerschaft für nachhaltige Entwicklung in Rio de Janeiro in der Agenda 21 (A/CONF.151/26) festgehalten (United Nations General Assembly, 1992). In der Agenda wurde ferner der außerordentliche Wert von Bildung benannt, um die Bestrebungen in Richtung eines gesellschaftlichen Wandels zu mehr Nachhaltigkeit zu unterstützen (vgl. United Nations General Assembly, 1992, A/CONF.151/26(Vol. III)36.1). Um Bildung tatsächlich als einen substantiellen Bestandteil nachhaltiger Entwicklung zu profilieren, wurde, beginnend ab 2005, in einer UN-Resolution (A/RES/57/254) eine Dekade der Bildung für eine nachhaltige Entwicklung (BNE) ausgerufen (United Nations General Assembly, 2003). Das Nachhaltigkeitsverständnis der Vereinten Nationen sollte damit verstärkt in die nationalen Bildungssysteme der Mitgliedsstaaten implementiert werden (Michelsen & Fischer, 2016). Fortan wurden vielfältige Bemühungen unternommen, durch Bildungsangebote einen Transformationsprozess zu mehr Nachhaltigkeit zu initiieren – sowohl im schulischen als auch im außerschulischen Bereich (Bormann, Heinrich, Hamborg, Lambrecht, Nickel, Haker & Brüsemeister, 2016; Clausen, 2015). Und auch im Anschluss der Dekade wurde das Vorhaben nachhaltiger Entwicklung weiter bekräftigt, indem eine weitere Resolution (A/RES/69/315) erlassen wurde, welche damit verbundene Ziele in Form von 17 Zielen nachhaltiger Entwicklung (Sustainable Development Goals) konkretisiert, die bis zum Jahr 2030 erreicht werden sollen (United Nations General Assembly, 2015).

Laut der UNESCO (2012) steht im Kern der Bildung für eine nachhaltige Entwicklung die Betrachtung von drei Dimensionen: Ökologie, Ökonomie und Soziales. Diese bilden das sogenannte Zieldreieck der nachhaltigen Entwicklung. Dessen Dimensionen sind systemisch miteinander verknüpft, bedingen sich gegenseitig und sind damit allesamt bei Handlungen zu berücksichtigen, die eine Transformation zu mehr Nachhaltigkeit

initiiieren sollen. Eine Stärkung der Dimension *Ökologie* durch Abschaltung von Kohle- und Kernkraftwerken, kann beispielsweise zum Wegfall von Arbeitsplätzen und somit zu einer Schwächung der Dimensionen *Soziales* oder auch *Ökonomie* führen. Handlungen, die in Bezug auf eine der Dimensionen nachhaltig erscheinen, können Kontroversen in anderen Dimensionen auslösen. Das führt zu vielgestaltigen Dilemmata, mit denen sich Lernende auseinandersetzen müssen. Die komplexe wechselseitige Abhängigkeit ist für Lernende besonders herausfordernd, da keine simplen, idealen Lösungen existieren. Über jene müssen sie hinwegzudenken lernen, sodass bestenfalls Optimierungen vorgenommen werden können. Ambiguitätstoleranz ist dafür gemäß Fischer und Seeber (2007) zwingend notwendig und es ist die Bereitschaft nötig, sich komplexen Themen zu stellen, sie auszuhalten und dann im Rahmen dieses komplexen Geflechts nachhaltige Entwicklung zu gestalten (Denker, 2009). Dementsprechend müssen Lernende mit und für Fragestellungen nachhaltiger Entwicklung drei Schlüsselkompetenzen aufbauen (Bollmann-Zuberbühler, Strauss, Kunz & Frischknecht-Tobler, 2016; Rost, 2005): Die erste ist die Systemkompetenz, um die wechselseitigen Abhängigkeiten erfassen zu können. Bei der zweiten handelt es sich um Bewertungskompetenz, damit die Einflüsse bestimmter Handlungen auf die verschiedenen Dimensionen nachhaltiger Entwicklung eingeschätzt werden können. Beides trägt dazu bei, die dritte Schlüsselkompetenz aufzubauen. Bei dieser handelt es sich um Gestaltungskompetenz, die es den Lernenden ermöglicht, konstruktive, nachhaltigkeitsgerichtete Handlungen mit Blick auf Optimierungen im Zieldreieck auszuführen.

4.4.2.1 Entwicklungslinien

Seit jeher begleiteten BNE Kontroversen, von denen zwei bedeutende Kontroversen die bereits dargelegten Ausführungen von Ladenthin (2005) betreffen. Michelsen und Fischer (2016) schreiben von einer Affirmations- und Normativitätskontroverse. Die Affirmationskontroverse beschreibt das Spannungsfeld der Pädagogik bezüglich der Funktion von Bildung: Individuelle Entfaltung vs. gesellschaftliche Ansprüche an das Individuum. Es stellt sich die Frage, ob eine Bildung für nachhaltige Entwicklung der Weiterentwicklung des Individuums dient oder ob damit eine wünschenswerte Zukunft umgesetzt werden soll; Künzli David, Bertschy und Di Giulio (2010, S. 218) attestieren BNE nämlich eine starke „Visionsorientierung“. Auch Michelsen und Fischer (2016, S. 331) sehen eine „Herausforderung, zwischen gesellschaftlichen bzw. gesellschaftspolitischen und individuellen Ansprüchen zu vermitteln“. Den Darlegungen von Ladenthin (2005) folgend ist an dieser Stelle eine adäquate Balance zwischen der gegenwärtigen Entwicklung des Individuums und dem Blick in die Zukunft zu wahren. Diese Balance versuchen Vare und Scott (vgl. 2007, S. 193ff.) mit den Modi BNE-1 und BNE-2 herzustellen. Die zweite Kontroverse ist diejenige der Normativität. In ihr äußert sich die Befürchtung, den Lernenden werde im Rahmen einer BNE bestimmte Verhaltens-, Denkmuster und Werte oktroyiert. Das käme ihrer Manipulation gleich. Michelsen und Fischer (2016) erläutern, dass sich angesichts dieser Kontroverse das Konzept der Gestaltungskompetenzen (de Haan, Kamp, Lerch, Martignon, Müller-Christ & Nutzinger, 2008) durchsetzte. Es diene der Befähigung zum selbstbestimmten Handeln und zur Reflexion von Haltungen anstelle

der Vermittlung von konkretem Verhalten und Werten (vgl. Michelsen und Fischer, 2016, S. 332). Damit führt diese Kontroverse zur Forderung Ladenthins (2005), dass die Schülerinnen und Schüler in Lehr- und Lernsituationen zum Werten aufgefordert werden müssen, statt Werte zu übernehmen. Bezüglich beider Kontroversen stellen Künzli David, Bertschy und Di Giulio (2010, S. 216) insgesamt klar: „Die Legitimationsgrundlage von BNE kann somit nur die regulative Idee der Nachhaltigen Entwicklung sein, nicht deren kontextgebundene Konkretisierung“. In diese Richtung ausgelegt, wird die Konzeption in die Nähe einer Bildung zentraleuropäischer Tradition und auch den epochaltypischen Schlüsselproblemen gerückt. Denker (vgl. 2009, S. 38) argumentiert nämlich auf Basis von Koller (2004), dass „sich einerseits das klassische Bildungsverständnis von Humboldt auf der inhaltlichen Seite mit den Schlüsselproblemen von Klafki [...] verknüpfen und mit Bildung für nachhaltige Entwicklung verbinden [lässt]“ (Denker, 2009, S. 38), wenn Lernende sich im Sinne der Objekt-Subjekt-Wechselwirkung mit Problemen konfrontiert sehen, für deren Entschlüsselung die bisherige Weltsicht nicht ausreicht.

An den Auseinandersetzungen ist zu abzulesen, dass die Einordnung von Bildung für eine nachhaltige Entwicklung relativ schwierig ist. Je nach Flügel, also der Akzentuierung bestimmter Aspekte in dieser sehr breiten Bildungskonzeption, wird manchmal eher der utilitaristische Charakter gestärkt, wenn die Transformation der Gesellschaft unter ganz bestimmten Gesichtspunkten im Fokus steht und dazu die nötigen Fähigkeiten und Fertigkeiten aufgebaut werden sollen. Manchmal existiert aber auch eine Ausrichtung, die das Individuum und dessen Entfaltung durch die Betonung der innewohnenden regulativen Ideen zur Prämisse erklärt. Dazu ist die nachhaltige Gesellschaftstransformation mehr Mittel zum Zweck. Abschließend sehen de Haan und Kollegen (2008, S. 121) beide Richtungen als gleichermaßen wertvoll und miteinander verknüpft an: „Die Vervollkommen der gesellschaftlichen Verhältnisse soll mit der Vervollkommen des Einzelnen einhergehen, da die Verbesserung der Verhältnisse nur durch die Individuen erreicht werden kann, diese aber auch auf die Verbesserung der Verhältnisse angewiesen sind, um zur Selbstentfaltung zu gelangen“.

4.4.3 *Scientific Literacy*

Die Überlegungen zur Kontextorientierung des naturwissenschaftlichen Unterrichts sowie die aktuellen und zukünftigen Anforderungen einer Wissensgesellschaft beeinflussen die Entwicklung eines Bildungskonzepts, das sich *Scientific Literacy* nennt. Ganz generell beschäftigt es sich mit der Frage, was die Allgemeinheit über Naturwissenschaft wissen muss (vgl. Durant, 1993, S. 129). In der Mitte des vorigen Jahrhunderts entstanden (Gallagher & Harsch, 1997), ist eine spezifischere Definition des Bildungskonzepts jedoch schwierig (DeBoer, 2000; Bybee, 1997a), da sich in dessen Geschichte viele unterschiedliche pädagogische Strömungen Ausdruck verschafft haben. An der Stelle einer präzisen Definition tritt deshalb ein geschichtlicher Überblick mit dem Ziel, das Konzept zu umreißen. Dabei wird erkennbar, dass es sich in Wechselwirkung mit gesellschaftlichen Gegebenheiten, wahrgenommenen Defiziten sowie Wünschen an das Bildungs-

system formte. Durch den historischen Umriss soll außerdem einer anschließenden Auflistung von Zielen Plausibilität verliehen werden, die mit dem Konzept verknüpft sind.

4.4.3.1 *Historie zur Annäherung.*

Erstmals kam der Begriff Scientific Literacy im Jahre 1958 in den Vereinigten Staaten von Amerika auf (Hurd, 1958; McCurdy, 1958). Die Ereignisse des Zweiten Weltkriegs verdeutlichten, dass wissenschaftliche Erkenntnisse und daraus resultierende militärische Anwendungen kriegsentscheidend waren, allen voran Nuklearwaffen. Durch sie geriet die Naturwissenschaft aus gesellschaftlicher Sicht in ein Spannungsfeld zwischen Bedrohung und Hoffnung (DeBoer, 2000). Die NATO und der Warschauer Pakt befanden sich im anschließenden Kalten Krieg in einem Wettbewerb um wissenschaftliche Erkenntnisse und deren Anwendung. Insbesondere durch Fortschritte in der Raumfahrt versuchten die Parteien, ihre technische und wissenschaftliche Überlegenheit zu demonstrieren und so ihr jeweiliges gesellschaftliches System zu profilieren. Die erzeugten Erkenntnisse und Anwendungen fungierten hierbei als zweierlei: als Bedrohung für den Gegner und Hoffnung für die eigene Bevölkerung. Der erfolgreiche Start des Satelliten Sputnik 1957 demonstrierte die momentane Überlegenheit des Warschauer Pakts gegenüber der NATO und rief bei den Bündnispartnern ein starkes Gefühl der Bedrohung hervor, den sogenannten Sputnikschock (Divine, 1993; Laugksch, 2000). DeBoer (2000) beschreibt, dass dieses Ohnmachtsgefühl zum Willen beitrug, die Allgemeinheit naturwissenschaftlich besser zu bilden, um so die Unterlegenheit der USA zu wenden. Im Zuge dessen fiel der Begriff Scientific Literacy zum ersten Mal in Verbindung mit dem Ziel, mehr und bessere Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler auszubilden (Waterman, 1960) sowie in der Bevölkerung Akzeptanz für intensive wissenschaftliche Forschung zu schaffen (DeBoer, 2000). Bis in die 70er-Jahre standen im Bildungskonzept deshalb einzig die fachwissenschaftlichen Sachstrukturen im Fokus.

Erst innerhalb der 1970er-Jahre verschafften sich naturwissenschaftspädagogische Strömungen Geltung, die sich mehr an der Lebenswelt der Menschen orientierten. Die Forderung wurde laut, nicht die fachwissenschaftliche Struktur solle im Zentrum stehen, sondern die Interessen und die Bedürfnisse der Lernenden (DeBoer, 2000). Die Parole „Naturwissenschaft für alle“ (Gräber, 1999, S. 4) wurde ausgegeben und es wurde auch kontextorientiert unterrichtet (Harms, 1977; Ziman, 1968). Mit den in Kontexten eingebetteten fachlichen Inhalten sollte an die Erfahrungen und Interessen der Lernenden angeknüpft werden, um ihre persönliche Lebenswelt zu berühren. Doch nicht jeder Kontext kam in Frage. Vornehmlich wurde das Verhältnis von Naturwissenschaft, Technologie und Gesellschaft betrachtet und deren Beziehung zueinander gelehrt, sodass hauptsächlich gesellschaftliche Kontexte Anwendung fanden. Dies mündete in die Bildungsbewegung *Science-Technology-Society* (STS), die vom größten US-amerikanischen Zusammenschluss von Naturwissenschaftslehrenden, der National Science Teacher Association, getragen wurde (Mansour, 2009). Nach Ramsey (1989) geht es bei STS darum, wissenschaftliche Inhalte in sozialen Kontexten zu analysieren, um deren Bedeutung für die Gesellschaft zu erkennen. Auch der Begründer des Begriffs der Scientific Literacy, Paul

DeHart Hurd, sprach sich für einen gesellschaftlichen Kontext im naturwissenschaftlichen Unterricht aus, den er für das Ziel einer allgemeinen Bildung als einzig angemessen ansah (Hurd, 1970).

Trotz der zunehmenden Unterstützung kontextorientierter Lehr-Lern-Arrangements gab es weiterhin viele Befürworter fachstrukturierter Ansätze. Sie argumentierten, gesellschaftliche Kontexte berührten reale Probleme, die zu komplex seien, um mit dem beschränkten Wissen von Schülerinnen und Schülern erfasst werden zu können (DeBoer, 2000). Kromhout und Good (1983) befürchteten gar, dass durch Kontextorientierung im naturwissenschaftlichen Unterricht die wissenschaftliche Struktur fehle und so die Grundlagen nicht gelehrt werden würden. Ähnliche Aussagen fanden ein offenes Ohr bei alldenjenigen, die sich wegen des wirtschaftlichen Aufstiegs ostasiatischer Staaten, auch im Lichte defizitärer naturwissenschaftlicher Leistungen US-amerikanischer Schülerinnen und Schüler, um die ökonomische Vormachtstellung der USA sorgten (National Commission on Excellence in Education, 1983; DeBoer, 2000). Als Reaktion darauf wurden von politischer Seite Leistungsziele ausgegeben, die sich stark an der kanonischen Struktur der Naturwissenschaften orientierten; mit dem Ziel, die Leistungen der Lernenden zu verbessern, um aufzuholen (U.S. Department of Education, 1991). Beide nunmehr bestehende Strömungen motivierten eine generelle Diskussion darüber, ob es beim naturwissenschaftlichen Unterricht vornehmlich um gesellschaftliche Kontexte gehen sollte, die naturwissenschaftliches Wissen bedürfen, oder um die naturwissenschaftlichen Grundlagen selbst. Da diese Diskussion keinen eindeutigen Ausgang fand, flossen beide Strömungen in die Vorstellung über eine Scientific Literacy ein, was den Begriff weitete und zu sehr ausgedehnten Vorstellungen darüber führte, über welche Kompetenzen eine naturwissenschaftlich grundgebildete Person verfügen sollte.

4.4.3.2 *Herausdestillierte Charakteristika.*

Wegen der ausgeprägten Begriffshistorie existiert keine präzise Definition von Scientific Literacy. DeBoer (vgl. 2000, S. 591ff.) konstatiert, dass viele generelle Ziele des naturwissenschaftlichen Unterrichts mittlerweile mit einer Scientific Literacy verknüpft werden, die er in neun Zielen zusammenfasst:

1. Naturwissenschaft wird als kulturelle Leistung der Menschheit aufgefasst.
2. Lernende werden auf die Arbeitswelt vorbereitet.
3. Die Alltagsbedeutung der Naturwissenschaft wird deutlich.
4. Lernende werden zu informierten Bürgerinnen und Bürgern.
5. Naturwissenschaft wird als eine bestimmte Art der Naturuntersuchung begriffen.
6. Lernende können naturwissenschaftliche Erklärungen in den Populärmedien einschätzen.
7. Natur und Naturwissenschaft werden als ästhetisch ansprechend empfunden.
8. Schülerinnen und Schüler stehen Naturwissenschaft und Forschung positiv gegenüber.

9. Lernende erfassen die Bedeutung von Technologie und deren Beziehung zur Wissenschaft.

Wegen dieser umfangreichen Vorstellungen und den daraus resultierenden hohen Anforderungen einer naturwissenschaftlichen Grundbildung, taten sich zunehmend Kritiker auf, die am Konzept zweifelten. Shamos (1995) schilderte, es sei verschwendete Mühe, da Schülerinnen und Schüler nicht in der Lage seien, wie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zu denken. Inhalte des naturwissenschaftlichen Unterrichts seien zu abstrakt und das Erreichen einer naturwissenschaftlichen Grundbildung im Sinne der Scientific Literacy zu ambitioniert. Reale Probleme überforderten die Schülerinnen und Schüler, da sie zu komplex seien und deshalb Expertinnen und Experten überlassen werden sollten. Folglich sollten im Unterricht eher Technologien im Vordergrund stehen, weil höchstens ein wissenschaftliches Bewusstsein – „science awareness“ (Shamos, 1995, S. xvi) – erreicht werden könne. Auch Bybee (2002) war sich den hohen Ansprüchen eines naturwissenschaftlichen Unterrichts bewusst, der eine Grundbildung im Sinne der Scientific Literacy anstrebt. Er erklärt, nicht jeder Lernende erreiche im Laufe seines Bildungswegs eine vollständig ausgeprägte naturwissenschaftliche Grundbildung. Dies solle jedoch nicht als Begründung dienen, den Zielzustand zu verwerfen. Entsprechend hielt Bybee (2002) am Konzept fest und schlug in direkter Auseinandersetzung mit Shamos (2002) ein hierarchisches Modell vor, das vier verschiedene Level umfasst. Ziel sei es voranzuschreiten, da die Level in aufsteigender Reihenfolge mit einem höheren Grad an naturwissenschaftlicher Grundbildung assoziiert sind. Bei Gräber (vgl. 1999, S. 8f.) sind untenstehende Level angegeben, die sich direkt auf die Fähigkeiten der Lernenden beziehen:

Nominale Scientific Literacy:

- identifizieren Begriffe und Fragen als naturwissenschaftlich, zeigen jedoch falsche Themen, Probleme, Informationen, Wissen oder Verständnis auf.
- verfügen über falsche Vorstellungen von naturwissenschaftlichen Konzepten und Prozessen.
- nutzen unzureichende und unangemessene Erklärungen naturwissenschaftlicher Phänomene.
- nutzen naive Äußerungen zur Naturwissenschaft.

Funktionale Scientific Literacy:

- verwenden naturwissenschaftliches Vokabular.
- definieren naturwissenschaftliche Begriffe korrekt.
- lernen technische Ausdrücke auswendig.

Konzeptuale und prozedurale Scientific Literacy:

- verstehen Konzepte der Naturwissenschaft.
- verstehen prozedurales Wissen und Fertigkeiten in der Naturwissenschaft.
- verstehen Beziehungen zwischen den einzelnen Teilen einer naturwissenschaftlichen Disziplin und konzeptionelle Struktur.
- verstehen die grundlegenden Prinzipien und Prozesse der Naturwissenschaft.

Multidimensionale Scientific Literacy:

- verstehen die Besonderheiten der Naturwissenschaft.
- unterscheiden Naturwissenschaft von anderen Disziplinen.
- kennen Geschichte und Wesen der naturwissenschaftlichen Disziplinen.
- begreifen Naturwissenschaft in einem sozialen Kontext.

Wegen der Vielfältigkeit und Komplexität des Bildungskonzepts stellt DeBoer (2000) klar, dass im Unterricht nicht die Entwicklung aller Aspekte einer naturwissenschaftlichen Grundbildung angeregt werden könne.

„We also need to realize that we cannot do everything. From a wide range of valuable knowledge and experiences, choices have to be made, and these choices will very likely vary from person to person and place to place.“ (DeBoer, 2000, S. 594)

Es müssen Entscheidungen getroffen und Schwerpunkte gesetzt werden, die von den speziellen Umständen der Lehr-Lern-Situation abhängen. Damit verfügt Scientific Literacy über den Status eines anpassbaren, formbaren Bildungskonzepts.

4.4.3.2.1 Scientific Literacy als zentrales Element von PISA

Entscheidungen traf auch das Deutsche PISA-Konsortium (2000), als es ein Bildungskonzept für die internationale Vergleichsstudie auswählte. Hierbei handelt es sich um einen Ausschnitt einer Scientific Literacy, der laut Gräber (1999) an den dritten Level von Bybee (1997b) angelehnt ist: die konzeptuale und prozedurale Scientific Literacy. Dementsprechend zeugt die Variante von PISA von denselben Einflüssen, die auch die historische Entwicklung der Scientific Literacy begleitete, was wiederum die grundsätzliche Anlage verschiedener Wissensbereiche und Kontexte motivierte. Die Wissensbereiche der Studie erstrecken sich vom konzeptuellen Wissen, über das prozedurale, bis zum epistemischen (Schiepe-Tiska, Rönnebeck, Schöps, Neumann, Schmidtner, Parchmann & Prenzel, 2016). Sie schlagen sich in der folgenden Definition in den drei aufgeführten Teilkompetenzen nieder:

„A scientifically literate person is willing to engage in reasoned discourse about science and technology, which requires the competencies to:

- Explain phenomena scientifically – recognise, offer and evaluate explanations for a range of natural and technological phenomena.
- Evaluate and design scientific enquiry – describe and appraise scientific investigations and propose ways of addressing questions scientifically.
- Interpret data and evidence scientifically – analyse and evaluate“
(OECD, 2017, S. 22)

Die Auswahl genau jenes Bildungskonzepts begründen die Verantwortlichen der PISA-Studie explizit anhand der Veränderungen, die mit dem Übergang von einer Industrie- zu einer Wissensgesellschaft einhergehen.

„Der Gedanke der notwendigen Universalisierung von Basisqualifikationen wird in der angelsächsischen Literacy-Diskussion mit dem Argument neuer und infolge des sich beschleunigenden Wandels von der Industrie- und Wissensgesellschaft steigender Qualifikationsanforderungen verknüpft. Die Messlatte für muttersprachliche, mathematische und naturwissenschaftliche Literalität wird sichtbar höher gelegt; schlichte Alphabetisierung genügt diesem Anspruch nicht. Dieses Konzept von Literalität steht auch im Hintergrund der internationalen Rahmenkonzeption von PISA.“ (Baumert, 2001, S. 20)

Damit die Aufgabenstellungen die Lebenswelt der Lernenden berühren und bedeutungsvoll erscheinen, sind sie in Kontexte eingebettet (Sälzer & Reiss, 2016; Schiepe-Tiska et al., 2016). Dies soll, gemäß obiger Darlegungen, dazu beitragen, konzeptuelles Wissen besser anwenden zu können und Wissensträgheit zu vermeiden. Kontexte werden in der Studie zweidimensional gesehen. Die erste unterscheidet drei Ebenen bezüglich ihrer Reichweite: persönlich, regional/national und global. Innerhalb der Ebenen spannt sich der Kontext also vom persönlichen Umfeld über gesellschaftliche Relationen bis hin zu weltumspannenden Zusammenhängen auf. Die zweite Dimension umfasst verschiedene Anwendungsbereiche naturwissenschaftlichen Wissens. In der Studie von 2015 waren dies Gesundheit und Krankheit, natürliche Ressourcen, Qualität der Umwelt, Gefahren sowie Grenzen von Wissenschaft und Technologie (vgl. OECD, 2017, S. 24). Der Überlapp jeweils einer Ausprägung beider Dimensionen definiert einen Rahmen für Aufgabenkontexte in der Studie.

4.4.3.3 Entwicklungslinien

Um die naturwissenschaftliche Grundbildung im Hinblick auf die Erfordernisse des neuen Jahrtausends weiterzuentwickeln, werden einige Erweiterungen diskutiert. Wie bereits erläutert, formen sich die Vorstellungen über eine naturwissenschaftliche Grundbildung in Wechselwirkung mit aktuellen gesellschaftlichen Umständen, benannten Defiziten und Wünschen. Besonders bemerkenswert ist die Aufmerksamkeit, die das Konzept BNE durch die UN-Dekade auch bei Anhängern von Scientific Literacy fand. Colucci-Gray, Camino, Barbiero und Gray (2006) sehen die Fähigkeit zur Auseinandersetzung mit komplexen Interaktionen zwischen Wissenschaft und Gesellschaft als wichtigen Bestandteil einer Scientific Literacy an. Daher regen sie ein Upgrade der Scientific Literacy zu einer *Sustainability Literacy* an. Letztere integriert die komplexen Abhängigkeiten zwischen Wissenschaft und Gesellschaft. Correia, Xavier do Valle, Dazzani und Infante-Malachias (2010) betonen in ihrer Studie die Wichtigkeit einer angemessenen Scientific Literacy, um Bildung für eine nachhaltige Entwicklung erfolgreich umsetzen zu können. Und bei Dale und Newman (2005, S. 352) wird von einer „Sustainable development literacy“ gesprochen, die als eine Entwicklungsstufe zugrundeliegender Literalitäten verstanden wird; hier *environmental literacy* und *ecological literacy* (Dale & Newman, 2005). Allen drei letztgenannten Studien ist gemein, dass die Autoren im Zuge ihrer Auseinandersetzung mit Nachhaltigkeitsbildung und naturwissenschaftlicher Grundbildung

von Komplexität, dynamischer Abhängigkeit und systemischem Denken sprechen. „The basic premise of sustainable development is that human and natural systems are dynamically interdependent and cannot be considered in isolation in order to resolve critical issues“ (Dale & Newman, 2005, S. 352), „At the epistemic and methodological level, this corresponds to the development of a system of thinking which looks at connectedness, relationships, and context: “system thinking.”“ (Colucci-Gray, Camino, Barbiero & Gray, 2006, S. 248) und „This new integrative, inter- and transdisciplinary epistemological approach is necessary [...] to understand and participate in discussions about the complex contemporary issues posed by post-industrial society“ (Correia et al., 2010, S. 678). Zum Umgang mit Komplexität und systemischen Zusammenhängen gehört ebenfalls die Erkenntnis, ein komplexes System nicht vollständig erfassen zu können und nicht über alle Informationen zu dessen umfassender Beschreibung zu verfügen (Rieß & Mischo, 2008a; Manderson, 2006), was im Wesentlichen den Ausführungen von Wilke (1998) zum Faktor des Nichtwissens in der Wissensgesellschaft entspricht.

Das systemische Denken wird als integrales Element einer Bildung für nachhaltige Entwicklung angesehen. Es gilt als „Schlüsselkompetenz“ (Bollmann-Zuberbühler, Strauss, Kunz & Frischknecht-Tobler, 2016, S. 368), da zwischen ökonomischen, sozialen und ökologischen Faktoren – und auch innerhalb derselben – komplexe Wechselbeziehungen bestehen (Rieß & Mischo, 2008a; Bertschy, 2008). Es zeigt sich also, dass bei der Weiterentwicklung von Scientific Literacy und dem Streben nach einer erfolgreichen Bildung für nachhaltige Entwicklung eine Schnittmenge besteht, bei der es sich um das systemische Denken (Ossimitz, 2000) handelt. Eine Möglichkeit zur Weiterentwicklung von Scientific Literacy kann also gleichbedeutend damit sein, in das Konzept der naturwissenschaftlichen Grundbildung eine Schlüsselkompetenz von BNE zu integrieren.

Unter der Berücksichtigung der in den vorigen Unterkapiteln ebenfalls diskutieren Schlüsselprobleme und deren Entwicklungslinien nach Kiel (2018) ist etwas Bemerkenswertes zu erkennen: Alle drei betrachteten Bildungskonzeptionen diskutieren den Wert systemischen Denkens intensiv. Das darf als breites Bestreben verstanden werden, die komplexe Lebenswirklichkeit auch in Lehr-Lern-Vorhaben angemessen zu repräsentieren, um Lernenden dabei zu helfen, sich auf deren Komplexität einzulassen, sie auszuhalten und konstruktiv zu agieren. Und das gilt für beide Pole: Sei es entweder ein Handeln in komplexen Situationen, das in einen gesellschaftlich nützlichen Zielzustand münden soll oder aber ein begründetes, kritisches, sachkompetentes, selbstbewusstes und solidarisches Denken und Handeln (Jank & Meyer, 1994) in komplexen Situationen, was letztlich der Stärkung Lernender zuträglich ist.

4.5 Beitrag des Kontexts Küste und Meer zu Bildungskonzeptionen

Die betrachteten Bildungskonzeptionen bilden die Grundlage, um das Potenzial des Küsten- und Meeressystems für Lehr-Lern-Situationen und hinsichtlich des Bildungswertes einzuschätzen sowie gleichzeitig sinnvolle Ausrichtungen zu eruieren. Zunächst ist festzuhalten, dass es sich beim Themenbereich um ein Kontextspektrum handelt, einen sehr

breiten interdisziplinären Kontextbereich also, für den disziplinäre Grenzen keine Bedeutung mehr besitzen. Jede disziplinäre Perspektive vermag zwar einen wichtigen Beitrag dazu zu leisten, die komplexe Dynamik dieser bedeutungsvollen Region zu entschlüsseln. Aber nur die Synthese verschiedener disziplinärer Perspektiven wird der Komplexität dieses speziellen Kontextbereichs gerecht. Im Folgenden wird betrachtet, was die Thematisierung des Küsten- und Meeressystems zu den diskutierten Bildungskonzeptionen beizutragen vermag.

4.5.1 *Beitrag zu epochaltypischen Schlüsselproblemen*

Die zentrale Bildungskonzeption der kritisch-konstruktiven Didaktik ist eher neuhumanistisch orientiert. Denn es steht im Vordergrund, dass sich das Subjekt (der Lernende) durch die Wechselwirkung mit dem Objekt (der Sache) entfaltet, dass es die Sache zum einen entschlüsselt und zum anderen dadurch neue Einsichten gewinnt. Bei den verschiedenen formulierten Schlüsselproblemen knüpft der Themenbereich stark an die sogenannte *Umweltfrage* an. Diesbezüglich formuliert Klafki (vgl. 2007, S. 80), dass es zunächst eine Entwicklung des Problembewusstseins für das Spannungsfeld zwischen der Zerstörung der Umwelt und den bisherigen Leitlinien der technisch-industriellen Entwicklung geben müsse. Ferner seien Einsichten zu entwickeln: Zum einen die Einsicht in die Notwendigkeit von ressourcen- und energiesparenden Techniken und umweltschonenden Konsumverhaltens, was ggf. auch Mäßigung beinhaltet; zum anderen die Einsicht in die Notwendigkeit, dass die technisch-industrielle Entwicklung und die Nutzung der Umwelt einer Kontrolle mittels demokratischer Instanzen und Öffentlichkeitsbeteiligung durch Wissenschaftskommunikation bedürfen (vgl. Klafki, 2007, S. 58f.). Die Schlüsselprobleme sind für diese Ziele Mittel zum Zweck, eine Auseinandersetzung mit einem tendenziell fruchtbaren Objekt zu ermöglichen. Es geht nicht darum, konkrete Vorschläge zu erarbeiten, wie diese Probleme gelöst werden können.

Für den Kontextbereich des Küsten- und Meeressystems würde sich eine Aufbereitung unter der Perspektive von Schlüsselproblemen somit beispielhaft wie folgt darstellen: Es ist vom Spannungsfeld zwischen dem industriellen-technischen Fortschritt und dem Umweltschutz auszugehen, der prominent von vielen Meeresforschungsinstituten in ihrer Wissenschaftskommunikation thematisiert wird. Das ist von großer Bedeutung, denn damit können Lehr-Lern-Situationen an den Informationsbestrebungen der Forschungsinstitute ausgerichtet werden. Es wird also direkt an eine Diskussion angekoppelt, die von großen Teilen als bedeutend für die Gegenwart und die Zukunft angesehen wird. So wird von Maribus (2017) das Dilemma deutlich gemacht, die riesigen Meeresregionen seien zwar wertvolle Quellen für Nahrung, Energie und Rohstoffe – und damit bedeutende Säule für den Wohlstand vieler Nationen – allerdings werden durch deren extensive Ausbeutung Müll und andere Stoffe eingetragen. Diese beschädigen die Regionen und vermindern die Reichhaltigkeit der genannten Ressourcen. Gerade letzter Aspekt ist bedeutsam, geht jedoch allzu oft unter. Die alleinige Beschädigung reicht für viele Menschen nicht aus, um ein Problembewusstsein zu entwickeln. Erst die Tatsache, dass eine reichhaltige Nutzung in Zukunft durch den gegenwärtigen negativen Einfluss nicht mehr

möglich sein wird, schärft das Dilemma aus. Dieses Dilemma kann eine vielversprechende Grundlage sein, eine Einsicht zu entwickeln, die auch im einführenden Kapitel (s. Kapitel 3) bei Costanza (1999) als Wurzel vielen Übels angesehen wird: Meeresregionen werden von Laien häufig als endlos und demnach unverwüstlich wahrgenommen. Diesbezüglich existieren äußerst viele Gegenbeispiele, die auch in den Medien große Resonanz erfahren, z. B. Ölkatastrophen, Reduktion der Artenvielfalt, Vermüllung von Küsten und Ozeanen, Mikroplastikkontamination etc. Nur wenn der langfristige, negative menschliche Einfluss deutlich wird, lässt sich ein Problembewusstsein bezüglich der Verletzbarkeit von Küsten- und Meeresregionen kultivieren. Und erst ihre Verletzbarkeit begründet die Notwendigkeit, ressourcen- und energieschonende Techniken zu entwickeln und deren Nutzung schließlich mit Nachdruck voranzutreiben. Eine solche Auseinandersetzung spiegelt jedoch auch direkt auf das Individuum zurück, denn es gibt eine direkte Wechselwirkung zwischen dem Subjekt und dem Objekt: Lernende werden aufgefordert, ihr eigenes Verhalten kritisch zu reflektieren und sind im Lichte von umweltschonendem Verhalten ggf. zur Mäßigung aufgerufen. Sich mit diesem Gedanken der Mäßigung auseinanderzusetzen, kann auch als Aufruf verstanden werden, solidarisch zu denken und zu handeln. Das solidarische Denken und Handeln ist der erste Kern in vorliegender Bildungskonzeption.

Mit Blick auf die von Klafki (2007) genannten Kontrollinstanzen lassen sich an dieser Stelle die diskutierten Entwicklungslinien von Kiel (2018) anführen. Er sieht Schlüsselprobleme als problemorientierte Kontexte und fordert eine Thematisierung systemischer Abhängigkeiten. Im Themenbereich des Küsten- und Meeressystems bieten sich zwei verschiedene Ebenen systemischer Abhängigkeiten an. Zunächst die Ebene des Systems Erde: Ozeane sind Teil der Hydrosphäre. Zusammen mit anderen Sphären – wie der Lithosphäre, der Atmosphäre, der Kryosphäre etc. – bilden sie das System Erde (Grotzinger & Jordan, 2017). Die Sphären wechselwirken miteinander und beeinflussen sich gegenseitig. Das macht deutlich, dass sich problematische Verhältnisse in den Küsten- und Meeresregionen über kurz oder lang auf das gesamte System Erde ausbreiten und so auch die eigenen Lebensräume bedrohen. Im Rahmen dieser Konzeption ist jedoch ein anderer systemischer Zusammenhang wichtiger: Derjenige zwischen Ökonomie und Ökologie. Vertreterinnen und Vertreter der jeweiligen Bereiche versuchen ihren eigenen Interessen Geltung zu verschaffen. Dadurch wird zwar der eigene Bereich gestärkt, der andere jedoch unter Umständen geschwächt, da sie systemisch zusammenhängen. Dieser Aspekt macht deutlich, weshalb Kontrollinstanzen nötig sind, die deren Interessen auszubalancieren trachten. Auch ist eine permanente Information der Öffentlichkeit durch Journalismus und Wissenschaftskommunikation notwendig. Allerdings benötigen Lernende Sachkompetenz hinsichtlich dieser Verflechtungen, um Äußerungen und Handlungen der jeweiligen Interessensgruppen kritisch zu beurteilen. Sie sollen in die Lage versetzt werden, selbstbewusst denken und handeln zu können. Nur so können sie sich vor Manipulationen und Instrumentalisierungen schützen. Letzteres vervollkommnet den bei Klafki formulierten Anspruch, mittels Schlüsselproblemen eine Form von Allgemeinbildung erreichen zu können. Das ist der zweite Kern vorliegender Bildungskonzeption.

Die Darlegungen zeigen, dass sich die Thematisierung des Küsten- und Meeressystems zur Umsetzung der Bildungskonzeption der epochaltypischen Schlüsselprobleme im Rahmen der Umweltfrage eignet. Hier entsteht ein Nährboden für das Lehren und Lernen. Diesen nutzt ein Individuum, um sich die Küsten- und Meeresregion zu erschließen, Einsichten in Mäßigung zu entwickeln und Kategorien systemischen Denkens aufzubauen. Es bedient sich dieser Kategorien schließlich, um andere Aspekte der Wirklichkeit unter dieser systemischen Perspektive wahrzunehmen. Verfügt der Lernende nun über mehr Möglichkeiten, die Komplexität der Realität zu entschlüsseln und sich ferner besser zu regulieren, dann haben die beiden formulierten Kerne im ursprünglichen Sinne zu seiner Entfaltung beigetragen.

4.5.2 *Beitrag zur Bildung für eine nachhaltige Entwicklung*

Die Bildungskonzeption Zum Konzept der nachhaltigen Entwicklung, das von den Vereinten Nationen eronnen wurde, hat vornehmlich eine utilitaristische Ader. Allerdings zeigen die Diskussionen im entsprechenden Unterkapitel, dass viele Autoren (Denker, 2009; Koller, 2004) eine Nähe zu den epochaltypischen Schlüsselproblemen und auch zum Humboldt'schen Bildungsideal sehen, wenn die regulative Idee der Nachhaltigkeit zum zentralen Inhalt der Konzeption umgewidmet wird. Frank (vgl. 2011, S. 207f.) argumentiert auf der Basis von Grundwald und Kopfmüller (2006) und sieht die nachhaltige Entwicklung als eine regulative Idee im Sinne der Transzendentalen Dialektik von Kant, ähnlich wie andere regulativen Ideen: z. B. Gott und Seele. Durch die Auseinandersetzung eines Individuums mit einem nicht-nachhaltigen Problemgegenstand wird es mit einer gedanklichen Herausforderung konfrontiert zu dessen Bewältigen die Weltsicht nicht ausreicht. Nachhaltiges Denken und Handeln wäre in dieser Denkrichtung eine Entfaltung des Individuums, denn Nachhaltigkeit zeigt neue Möglichkeiten auf.

Das passt zwar gut zum Gedanken der Mäßigung, der im Rahmen der epochaltypischen Schlüsselprobleme auftaucht, allerdings existiert zwischen beiden Konzeptionen ein gewichtiger Unterschied, wenn nachhaltige Entwicklung in seiner ursprünglichen Lesart der Vereinten Nationen verstanden wird. Bei Klafkis (2007) Konzeption sind die Schlüsselprobleme ein Mittel zum Zweck, um Einsichten zu entwickeln und ein Problembewusstsein zu schaffen. Bei der Konzeption Bildung für nachhaltige Entwicklung sind jedoch entsprechende Einsichten Mittel zum Zweck. Es ist umgekehrt. Aus der Sicht von BNE müssen die Lernenden über bestimmte Einsichten bzw. Kompetenzen verfügen, damit sie in die Lage versetzt werden, nachhaltige Entwicklung zu gestalten. Deshalb werden Lehr-Lern-Situationen geschaffen, um jene zu entwickeln. Die Konzeption geht von aktuellen Problemen nicht-nachhaltiger Lebensstile aus und ersucht Veränderungen in Richtung zu mehr Nachhaltigkeit durch die Nutzung des zivilgesellschaftlichen Potenzials. Das ist der Kern der Konzeption und auch von den Vereinten Nationen in der Agenda 21 notiert (vgl. United Nations General Assembly, 1992, A/CONF.151 /26(Vol. III)36.1). Gleiches gilt für das Komplexitätsgeflecht, das sich in Form von drei Dimensionen nachhaltiger Entwicklung auftut. Das sogenannte Zieldreieck umfasst die Dimensionen Ökologie,

Ökonomie und Soziales. Diese hängen systemisch miteinander zusammen und bedingen sich gegenseitig. Anders als in der vorigen Konzeption ist das Ziel nicht, Einsichten in die wechselseitigen Abhängigkeiten zu erlangen. Es geht schlicht darum, mithilfe aufbauender Systemkompetenz eigene Handlungen und die anderer bewerten zu können (Bewertungskompetenz). Diese beiden fügen sich noch in die vorige Konzeption ein. Durch den Aufbau von Systemkompetenz lässt sich die Realität anders entschlüsseln als vorher, sodass Handlungen im Zieldreieck unter dieser neuen Perspektive bewertet werden können. Die Konzeption BNE geht allerdings einen Schritt weiter: Das Individuum soll Nachhaltigkeit aktiv mitgestalten. Es soll gesellschaftliche Realitäten also verändern und seine aufgebauten Gestaltungskompetenzen anwenden. Deshalb sind diese drei Kompetenzen (System-, Bewertungs- und Gestaltungskompetenz) als Schlüsselkompetenzen (Bollmann-Zuberbühler, Strauss, Kunz & Frischknecht-Tobler, 2016) von BNE bekannt. Die Konzeption generiert Lehr-Lern-Situationen, in denen Lernende mit Komplexität konfrontiert werden. Sie sollen das Komplexitätsgeflecht aushalten, sich dort zurechtfinden und begründete Handlungen ausführen, die auf einen Zustand gerichtet sind, der mehr Nachhaltigkeit bedeutet.

Für den Kontextbereich des Küsten- und Meeressystems würde sich eine Aufbereitung unter der Perspektive von BNE somit beispielhaft wie folgt darstellen: Im Zentrum stünde, ähnlich wie bei den Schlüsselproblemen, die nicht-nachhaltige Nutzung der Küsten- und Meeresregionen. Dabei handelt es sich um ein Musterbeispiel, um nachhaltige Entwicklung zu thematisieren. Küstengebiete sind für einen sehr großen Teil der Menschheit Lebens- und Wirtschaftsraum. Ozeane und die zunehmende Beschädigung der Umwelt werden in der Agenda 21 in gleichem Zuge genannt (vgl. United Nations General Assembly, 1992, A/CONF.151/26(Vol. III)35.2). Dies zieht sich prominent durch alle entsprechenden Dokumente der Vereinten Nationen, sodass dem Schutz und der nachhaltigen Nutzung der Ozeane eines der 17 *Sustainable Development Goals* (SDGs) (A/RES/69/315) gewidmet ist (United Nations General Assembly, 2015). Entsprechend sind hier konkrete Kontexte denkbar, die große mediale Resonanz erfahren: beispielsweise die Kontamination der Weltmeere mit Mikroplastik, Versauerung durch den Eintrag Kohlenstoffdioxids und resultierende klimatische Veränderungen oder auch die extensive Nutzung der Meere, um regenerative Energiequellen zu nutzen. Von Interesse ist in diesem Zusammenhang allerdings nicht das Problem, das die Ausbeutung dieser Regionen betrifft und Schaden verursacht wird, der eigentlich vermieden werden soll. Die Fragestellung lautet in diesem Fall, wie die Nutzung der Küsten- und Meeresregion in Zukunft nachhaltiger erfolgen kann als in der Gegenwart – die Fragestellung ist somit konkreter. In der Konzeption wird auf das Dilemma fokussiert, das sich im Zieldreieck durch konfligierende Interessenslagen beteiligter Akteure ergibt, die den Dimensionen Ökonomie, Ökologie und Soziales angehören. Dieses Geflecht und die konfligierenden Interessenslagen bedeuten systemische Abhängigkeiten zwischen den Akteuren. Genau wie in der vorigen Konzeption existiert aber neben jener noch eine zweite Ebene des Systemischen, die man von den systemischen Abhängigkeiten im Zieldreieck zu unterscheiden hat: Wenn Nachhaltigkeitsprobleme im Kontext Küste und Meer behandelt

werden, dann sind auch systemische Abhängigkeiten im System Erde entscheidend. BNE hat kann also durchaus mit zweifach systemischen Herausforderungen zu tun haben. In der Agenda 21 werden solche systemischen Abhängigkeiten auf der zweiten Ebene ebenfalls beschrieben:

“A first step towards improving the scientific basis for these strategies is a better understanding of land, oceans, atmosphere and their interlocking water, nutrient and biogeochemical cycles and energy flows which all form part of the Earth system.” (United Nations General Assembly, 1992, A/CONF.151/26(Vol. III)35.2)

Gerade wenn es um den Bereich der Gestaltungskompetenzen geht, wird das menschliche Denken stark herausgefordert. Klimatische Veränderungen, die Kontamination mit Mikroplastik oder der Einfluss eines vermehrten Eintrags von Kohlenstoffdioxid entfalten nicht nur räumlich versetzt ihre Wirkung, sondern auch zeitlich. Für Laien ist die räumliche und zeitliche Entkopplung oftmals eine große Herausforderung, da menschliches Denken tendenziell auf kurzfristige und lokale Ursache-Wirk-Zusammenhänge ausgerichtet sei (Berg, 1999). Für sie wirkt die Entkopplung kontraintuitiv. Lernenden müssen zwischen kurzfristigen Schwankungen statistischer Natur und langfristigen, empirisch belegten Trends unterscheiden lernen. Insgesamt scheint gerade in diesem Bereich in BNE mehr naturwissenschaftliches Wissen nötig zu sein als bei der Konzeption epochaltypischer Schlüsselprobleme, bei der es vornehmlich um Einsichten und ein Problembewusstsein geht. Um Systemkompetenz auf dieser Ebene zu entwickeln, eignen sich viele Aspekte der physikalischen Dynamik im Küsten- und Meeressystem. Insbesondere Strömungs- und Strukturbildungsphänomene ermöglichen es, exemplarisch konkrete Systemprinzipien wie Rückkopplungen, Kreisläufe und Kippunkte (Bar-Yam, 1997; Mainzer, 1999) zu erarbeiten, die auf andere Bereiche des Kontexts des Küsten- und Meeressystems übertragen werden können. Hierzu zählen globale Strömungsphänomene wie der Golfstrom, Tornados, Strudel, planetarische Luftzirkulationen etc. Sie bieten direkte Anknüpfungsmöglichkeiten, denn Mikroplastik und auch Kohlenstoffdioxid werden u. a. von Strömungen innerhalb und zwischen den Sphären des Systems Erde transportiert und regenerative Energien in der Küsten- und Meeresregion werden hauptsächlich durch Windkraftanlagen geerntet oder auch durch Meeresströmungskraftwerke.

Die Konzeption BNE ist somit hierarchisch zu denken: Das naturwissenschaftliche Wissen ist in der Konzeption Mittel zum Zweck, damit Lernende Systemkompetenz aufbauen können, die wiederum zusammen mit Bewertungskompetenz in Gestaltungskompetenzen münden können. Gerade letzteres unterscheidet die Konzeption von epochaltypischen Schlüsselproblemen, was auch deutlich macht, weshalb naturwissenschaftliches Wissen hier eine größere Bedeutung aufweist. Ziel ist es schließlich, nachhaltige Entwicklung zu gestalten. Naturwissenschaftliche Gesetze und Prinzipien zeigen diesbezüglich einen Möglichkeitsraum auf, in dem die konfligierenden Interessenslagen der verschiedenen Akteure im Zieldreieck ausbalanciert werden müssen.

4.5.3 *Beitrag zu Scientific Literacy*

Ganz unabhängig davon, ob epochaltypische Schlüsselprobleme, Bildung für nachhaltige Entwicklung oder aber Scientific Literacy als geeignete Bildungskonzeptionen auserkoren werden, steht der Kontext jeweils an erster Stelle. Das ist der Berührungspunkt zwischen Bildungsvorhaben und der Lebenswelt der Lernenden. Hier werden sie sprichwörtlich abgeholt. Der Unterschied zwischen den Bildungskonzeptionen besteht jedoch darin, wie und wozu die Kontexte genutzt werden. Bei Schlüsselproblemen soll die Auseinandersetzung in ein Problembewusstsein und neue Einsichten münden. Bei BNE sollen im Kontext, beim Bestreben zu mehr Nachhaltigkeit, konfligierende Interessenslagen im Zieldreieck abgewogen werden. Hierzu ist ggf. naturwissenschaftliches Wissen nötig, das nach Bedarf erarbeitet wird und als Mittel zum Zweck dient, um im Kontext nachhaltige Entwicklung zu gestalten. Und in Scientific Literacy dienen die Kontexte als sinnstiftende Anregungen, als Möglichkeit grundlegende naturwissenschaftliche Konzepte, Methoden und Gesetzmäßigkeiten zu erarbeiten. Grundideen also, die nach DeBoer (vgl. 2000, S. 591ff.) dazu beitragen, neun wesentliche Ziele zu erreichen, die sich in der Geschichte der Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlicher Literalität herausdestillierten (s. Kapitel 4.4.3.2).

Anhand der Aufzählung ist zu erkennen, dass es im Wesentlichen um die Nützlichkeit naturwissenschaftlichen Wissens geht. Allerdings findet sich auch ein anderer Aspekt, der von Fischler, Gebhard und Rehm (2018) als sehr bedeutsam angesehen wird: Die Natur der Naturwissenschaften. Die Autoren begründen, dass Naturwissenschaft als kulturelle Leistung der Menschheit deutlich werden müsse. Ansonsten käme es zu einer Marginalisierung ihres Bildungswertes. Erst durch die Betonung, dass es sich um eine menschliche Konstruktion handle, stünde sie menschlichem Schaffen auf anderen Gebieten, wie Kunst, Literatur und Sprache, in nichts nach. Ferner wird der Aspekt des Nichtwissens deutlich; etwas, das in einer Wissensgesellschaft eine bedeutende Rolle spielt: Obwohl Forscherinnen und Forscher wissenschaftliche Theorien nutzen, um beispielsweise das Klimasystem zu entschlüsseln, verbleiben noch Aspekte, die weiterer Klärung bedürfen oder aber wegen ihrer Komplexität nicht mit beliebiger Genauigkeit entschlüsselt und modelliert werden können. Naturwissenschaft ist auch ein Ausdruck des menschlichen Bestrebens, immer besser zu werden, immer mehr entschlüsseln zu können.

Geht es um das Herausarbeiten von Grundideen und die Thematisierung naturwissenschaftlicher Prinzipien, dann würde sich eine Aufbereitung unter der Perspektive von Scientific Literacy somit beispielhaft wie folgt darstellen: In Zentrum stehen vielgestaltige Phänomene des Küsten- und Meeressystems. Sie sind allesamt Kontexte, die auf denselben naturwissenschaftlichen und auch systemischen Grundprinzipien beruhen. Aus einer physikalischen Perspektive steht die unbelebte Natur der Küsten- und Meeresregionen im Vordergrund. Zu den Phänomene, die die Lernenden aus ihrer Lebenswelt kennen, zählen Strömungs- und Strukturphänomene wie Wasserwellen, Stürme, Orkane, Überflutungen durch Tsunamis, Tornados, Strudel, die Bildung von Strukturen in granularer Materie wie Sandrippel, Dünen und Inseln, aber auch globale Strömungsphänomene wie der

Golfstrom oder die planetarische Zirkulation, die das Wettergeschehen maßgeblich beeinflusst. Sie und andere Phänomene stehen stellvertretend für die physikalische Dynamik der Küsten- und Meeresregion. Die physikalische Perspektive ist verknüpft mit den Perspektiven anderer naturwissenschaftlicher Disziplinen. Gemeinsam vermögen sie die Dynamik des komplexen Küsten- und Meeressystems zu beschreiben. Nur wer die Dynamik der Küste und des Meeres versteht, kann die Auswirkungen von Konsum und Raubbau an Ressourcen nachvollziehen und die Komplexität des Systems Erde ansatzweise begreifen.

Von besonderer Bedeutung ist, dass die Phänomene Teil der Küsten- und Meeressystems sind und diese wiederum Teil des Systems Erde. Nach Clausen (2015) sind Teile von Systemen oftmals auch selbst Systeme. Die Phänomene gehorchen damit denselben Gesetzmäßigkeiten wie das schwierig zu fassende Gesamtsystem. Alle Phänomene sind gekennzeichnet vom komplexen Zusammenspiel einzelner Systemelemente, sie sind mathematisch nicht mehr linear zu modellieren, sodass sich Vorhersagen sehr schwierig gestalten. Die komplexen systemischen Wechselwirkungen sorgen bisweilen für ein sehr kontraintuitives Verhalten, da das System als Ganzes Eigenschaften aufweist und Zustände einnehmen kann, die einzelne Systemelemente nicht aufweisen bzw. einnehmen können. Diese sogenannte Emergenz ist ein Kernelement von komplexen Systemen und findet sich bei vielen Phänomenen der physikalischen Dynamik an der Küste und im Meer. Für die von vielen Menschen mit großem Erstaunen wahrgenommenen Rippelmuster braucht es eine gewisse Menge Sand und eine Strömung von Wasser oder von Luft. Sie bilden sich aus einem Zusammenspiel positiver und negativer Rückkopplungen, die im Zuge der komplexen, systemischen Wechselwirkung zwischen der granularen Materie und der Strömung auftreten. Die Muster reagieren empfindlich auf äußere Einflüsse oder auf eine Veränderung der Strömung. Einflüsse auf einen bestimmten Teil des Rippelmusters entfalten ihre Wirkung auf das gesamte Rippelmuster. Es verändert sich und das ursprüngliche Muster kann nicht in gleicher Weise wiederhergestellt werden. Bezeichnend ist, dass die gleichen Prinzipien komplexer Systeme (Rückkopplung, Kreisläufe etc.) sowohl der Erklärung von Rippelmustern dienen als auch von Forscherinnen und Forschern (z. B. Jacobeit, 2007) eingesetzt werden, um das Klimasystem zu beschreiben.

Indem solche Phänomene also zum Thema gemacht werden, können aus einer physikalischen Perspektive heraus nicht nur Naturgesetze, sondern auch exemplarisch Systemprinzipien erarbeitet werden, die auch auf einem globalen Maßstab Teile der komplexen Dynamik an der Küste und im Meer kennzeichnen. Und es wird damit deutlich gemacht, dass die naturwissenschaftliche Perspektive solche Systeme bzw. Phänomene nicht vollständig entschlüsseln kann, was allerdings keine Unzulänglichkeit darstellt, sondern in der Natur selbst liegt. Statistische Zufälligkeiten und nichtlineare Effekte sorgen für ein kontraintuitives Verhalten, das sich lediglich mithilfe von Systemprinzipien einschätzen, nicht jedoch in aller Detailfülle vorhersagen lässt.

Bei einem Blick auf die von Bybee (1997b) formulierten Level einer Scientific Literacy, darf behauptet werden, dass eine solche Herangehensweise bis auf das dritte Level – Konzeptuale und prozedurale Scientific Literacy – heranreicht. Denn es können im Rahmen der genannten Kontexte grundlegende Konzepte und Prinzipien der Naturwissenschaft erarbeitet werden. Außerdem scheinen im Zusammenspiel mit anderen Konzeptionen wie Bildung für eine nachhaltige Entwicklung auch Aspekte einer multidimensionalen Scientific Literacy greifbar, das höchste Level. Denn dort wird naturwissenschaftliches Wissen in Zusammenhang mit nicht-naturwissenschaftlichen Perspektiven gesehen. Ferner umfasst BNE im Zieldreieck eine soziale Komponente: Naturwissenschaftliches Wissen wäre somit in einem sozialen Kontext zu denken. Auch in der Literatur wird ein diesbezüglicher Zusammenhang betont und die Notwendigkeit einer angemessenen Scientific Literacy für das Vorhaben einer Bildung für nachhaltige Entwicklung unterstrichen (Correia et al., 2010).

4.6 *Fazit*

Die Darlegungen offenbaren einen außerordentlichen Bildungswert, über den der Kontext des Küsten- und Meeressystem verfügt. Konkrete Problemlagen in diesen Regionen gelten als Musterbeispiele für epochaltypische Schlüsselprobleme und für eine Bildung nachhaltiger Entwicklung. Dortige Phänomene lassen tief in grundlegende systemische Prinzipien und naturwissenschaftliche Grundideen blicken. Bemerkenswert scheint, dass trotz unterschiedlicher Positionen im Kontinuum zwischen neuhumanistischem und utilitaristischem Bildungsverständnis anhand der diskutierten Entwicklungslinien vielfältige komplementäre Verknüpfungsmöglichkeiten zwischen den Bildungskonzeptionen deutlich werden. Dennoch verfügen allesamt über eine spezifische Ausrichtung, die erst beim genaueren Vergleich deutlich wird. Denn was eine Konzeption als Zielzustand ansieht, ist bei einer anderen nur Mittel zum Zweck – und umgekehrt. Welche Konzeption letztlich zur Aufbereitung des Themenfeldes herangezogen wird, lässt sich ohne Weiteres nicht ausmachen. Das hängt von der Zielgruppe und vom Ort ab, an dem entsprechende Lehr-Lern-Situationen geschaffen werden sollen, von den dortigen Gegebenheiten und Bedürfnissen. Deshalb wird im nächsten Kapitel der Ort in den Blick genommen, an dem der Kontext Küste und Meer zum Lehren und Lernen genutzt wird.

5 Kontext Küste und Meer wo thematisieren?

Der Kontext des Küsten- und Meeressystems verfügt aus der Perspektive etablierter Bildungskonzeptionen über ein beachtliches Potenzial für das Lehren und Lernen. Doch in welcher Umgebung kann dieses Potenzial am besten ausgeschöpft werden? Eine Antwort auf diese Frage wird im vorliegenden Kapitel ausgelotet.

Ist von Bildungsorten die Rede, kommt zunächst die Schule in den Sinn. Denn die meisten der in Kapitel 4.4 aufgeführten Bildungskonzeptionen sind im Zuge der Verbesserung von Schulunterricht entstanden. Mit ihnen sind ambitionierte Ziele verbunden: die naturwissenschaftliche Grundbildung (Durant, 1993), die Entwicklung von Selbstbestimmungs-, Mitbestimmungs- und Solidaritätsfähigkeit (Klafki, 2007), die Befähigung zur Gestaltung einer nachhaltigen Entwicklung (Di Giulio, 2004; Grundmann, 2017) etc. Diese Liste ließe sich noch weiterführen und spiegelt die Bestrebungen wider, über den etablierten Fachkanon der Schule und über die unvernetzte Vermittlung von Wissen hinauszudenken. Dies korrespondiert mit dem Befremden, den Fokus allein auf die Schule als formale Bildungsinstitution und ausschließlich auf die Zielgruppe der Schülerinnen und Schüler zu legen. Denn angesichts der Tragweite von Schlüsselproblemen und von gesellschaftlichen Transformationsprozessen hin zu mehr Nachhaltigkeit sind auch hierüber hinausgehende Bildungsprozesse zu betrachten.

Damit die beschriebenen Potenziale umfassend ausgeschöpft werden können, ist es notwendig, mehr als nur die formalen Bildungsinstitutionen für Kinder, Jugendliche und Heranwachsende in den Blick zu nehmen und eben nicht nur diese zu beforschen und mit fachdidaktisch aufbereiteten Inhalten zu bedienen. Dierking, Falk, Rennie, Anderson und Ellenbogen (2003) unterstreichen, dass die Lehr- und Lernforschung über die Schule hinausgehen müsse, da dortige Erlebnisse und Erfahrungen für die Entwicklung naturwissenschaftlichen Verständnisses mitentscheidend seien. Offenbar ist dieser Forderung Rechnung getragen worden. Denn Erhorn und Schwier (vgl. 2016, S. 7) verzeichnen, dass seit einigen Jahren vermehrt auch die Bildungspotenziale und Lernchancen an anderen Orten als in schulischen Settings thematisiert werden. Das sind die vielfältigen außerschulischen Lernumgebungen, die es näher zu charakterisieren gilt.

5.1 Schule, Lernort und Lernstandort

In der Literatur wird das Lernen außerhalb der Schule in zwei verschiedene Kategorien eingeteilt (vgl. Flath, 2009, S. 11; vgl. Baum, Roth & Oechsler, 2013, S. 4f.; Salzmann, 2009). Die beiden Kategorien unterscheiden sich insofern als die eine Kategorie eine Teilmenge der anderen ist. Bei der einhüllenden Kategorie handelt es sich ganz allgemein um außerschulische Lernorte. Als Außerschulische Lernorte sind bereits solche anzusehen, die nicht speziell für das Lehren und Lernen eingerichtet worden, sondern entweder schlicht da sind oder aus anderen Gründen geschaffen wurden. Nun aber werden sie entgegen ihrer primären Funktion temporär als Orte des Lehrens und Lernens genutzt bzw. von Pädagogik und Didaktik als solche betrachtet. Dazu zählen z. B. der Wald, ein Bach, das Meer, die Küste, die eigene Wohnung, ein Unternehmen, eine Tankstelle etc. Im

Prinzip kann jeder Ort zu einem Lernort werden, sobald er eine Funktion im Prozess der Wissenskonstruktion oder der individuellen Kompetenzsteigerung besitzt. Solche außerschulischen Lernorte zeichnen sich dadurch aus, dass keinerlei pädagogisches Konzept vorgehalten wird. Menschen an diesen Orten haben sich ggf. selbst zu bemühen, eine pädagogische Inszenierung zu überlegen oder aus anderen Quellen zu beziehen.

Ganz anders ist das bei der zweiten Kategorie, die eine Teilmenge der übergeordneten Kategorie ist und als *außerschulischer Lernstandort* (Flath, 2009) bezeichnet wird. Dazu zählen Museen, Science Center, Schülerlabore, Ausstellungshäuser, Nationalparkhäuser, Umweltbildungszentren etc. Dort haben es die Besucherinnen und Besucher mit außerschulischen Lernumgebungen zu tun, die absichtlich dazu eingerichtet wurden, um zu lernen. Dies ist ihre primäre Funktion. Dementsprechend verfügen sie über ein pädagogisches Konzept. Damit sind explizit oder implizit strukturierte Lernziele verbunden. Die außerschulischen Lernstandorte eint der Anspruch, dass während des Kontakts mit ihren dortigen Lerngelegenheiten Wissen über einen intendierten Themenbereich konstruiert wird bzw. Kompetenzen aufgebaut werden. Von der Schule unterscheiden sich die Lernorte und Lernstandorte dadurch, dass normalerweise keine Bildungszertifikate erworben werden können.

Daher braucht es im Prinzip lediglich diese beiden Elemente – das vorgehaltene pädagogische Konzept und Bildungszertifikate – um Schule, außerschulische Lernorte und außerschulische Lernstandorte voneinander zu unterscheiden. Die Schule verfügt über ein pädagogisches Konzept und verleiht Bildungszertifikate. Außerschulische Lernstandorte halten zwar ein pädagogisches Konzept vor, zertifizieren Bildung jedoch nicht (bis auf Ausnahmen der beruflichen Bildung). Und außerschulische Lernorte halten weder ein pädagogisches Konzept vor, noch verleihen sie Bildungszertifikate.

5.2 *Formales, non-formales und informelles Lernen*

Zuweilen werden auch Kategorien wie formales, non-formales und informelles Lernen herangezogen, um das schulische vom außerschulischen Lernen abzugrenzen. In vorliegender Arbeit wird hierbei der Definition der UNESCO (vgl. 2010, S. 6) gefolgt (Kennzeichen: ED/ESB/TVET/2010/02). Eine ausführliche Darstellung findet sich auch bei Eschach (vgl. 2007, S. 174). Die drei Kategorien sind insofern problematisch, als die jeweiligen für sich schon unscharfen Adjektive dem schillernden Begriff des Lernens vorgestellt sind. Sodann keimt nämlich die Frage auf, welche Ebene eigentlich gemeint ist, auf der sich das Lernen unterscheidet. Ein Wissensaufbau grundsätzlich anderer Qualität kann damit nicht gemeint sein. Denn noch immer gilt eine konstruktivistische Sichtweise auf das Lernen; Lernende bauen Wissen auf Basis ihres bisher konstruierten Wissens auf; Neues wird im Lichte des bereits Bekannten interpretiert, was zu einer individuellen Färbung von Wissen führt (Siebert, 2005). In der Literatur finden sich bei der Beschreibung von formalem, non-formalem und informellem Lernen divergierende Angaben. Es zeigt sich, dass die drei Begriffe über unterschiedliche Schärfe verfügen und sich nicht immer eindeutig auf die drei genannten Kategorien von Schule, Lernort und Lernstandort

beziehen lassen. Soll heißen: Jeweils einer dieser Begriffe vermag das schulische von den unterschiedlichen Formen außerschulischen Lernens nicht zu unterscheiden. Im Folgenden wird eine Annäherung an die Begriffe versucht.

5.2.1 *Formales Lernen*

Die größte Einigkeit besteht in der Literatur noch beim Begriff des formalen Lernens, denn er ist an ganz bestimmte Institutionen gebunden. Hierunter wird das strukturierte Lernen in akkreditierten Bildungsinstitutionen wie der Schule, Berufsschule, Universität etc. verstanden, deren Bildungsprogramme zu einer Zertifizierung führen (vgl. UNESCO, 2010, S. 6; vgl. Ainsworth & Eaton, 2010, S. 26).

5.2.2 *Non-formales Lernen*

Das non-formale Lernen ist im Prinzip eine Gegendefinition und daher naturgemäß unschärfer. Bei dieser Gegendefinition wird der Fokus auf den Ort gelegt. Non-formales Lernen erfolgt nicht in oben genannten Institutionen, Bildung wird nicht zertifiziert. Der Definition der UNESCO (vgl. 2010, S. 6; vgl. Eshach, 2007, S. 174) zufolge ist das non-formale Lernen ebenfalls strukturiert, wenngleich bisweilen weniger als das formale Lernen. Es bedarf also irgendeines Konzepts, weil mehr oder minder genau vorgesehen ist, was gelernt werden soll. Deshalb lässt sich festhalten, dass das non-formale Lernen nur auf außerschulische Lernstandorte zutrifft, weil dort ein pädagogisches Konzept vorgehalten wird.

5.2.3 *Informelles Lernen*

Auch die Definition des informellen Lernens ersucht in erster Linie eine Abgrenzung. Dabei sind die Beschreibungen des informellen Lernens in der Literatur recht uneinheitlich (vgl. Overwien, 2005, S. 342), da sie von deutlichen Unterschieden zwischen non-formalem und informellem Lernen bis hin zu ihrer Gleichsetzung variieren (vgl. Dux & Sass, 2005, S. 395). Ursache dafür sei laut Dux und Sass (2005, S. 395), dass es als „Restkategorie“ angesehen werde – manchmal diene das informelle Lernen zur Abgrenzung vom Lernen in Bildungsinstitutionen und manchmal zur Abgrenzung jeglichen Lernens außerhalb formaler oder non-formaler Kontexte. Beim informellen Lernen wird der Fokus meist auch auf den Strukturierungsgrad (vgl. Overwien, 2010, S. 43) bzw. Intentionalitätsgrad (vgl. Baum, Roth & Oechsler, 2013, S. 5) gelegt, wobei die Definition der UNESCO aufgegriffen wird. Dort wird das informelle Lernen eher unstrukturiert bzw. eher nicht intentional gesehen und umfasst im Sinne der Restkategorie alles, was durch das formale Lernen in der Schule und das non-formale Lernen in außerschulischen Bildungsprogrammen mit pädagogischem Konzept nicht abgedeckt bzw. erfasst wird. Es beschreibt also die Konstruktion von Wissen außerhalb des von Bildungsverantwortlichen Intendierten.

Sicherlich passt diese Klassifizierung zu den außerschulischen Lernorten ohne pädagogisches Konzept. Informelles Lernen findet aber nicht nur ausschließlich dort statt. Es ist zu berücksichtigen, dass immer mehr und auch anderes gelernt wird, als durch das

Curriculum in der Schule oder durch das pädagogische Konzept an den außerschulischen Lernstandorten vorgesehen ist. Denn Lernen ist aus konstruktivistischer Sicht eine Funktion des Lernenden, nicht eine direkte Wirkung der Lernumgebung, sei sie nun schulisch oder außerschulisch. Ein Beispiel: Bedienen Schülerinnen und Schüler z. B. im Physikunterricht in einer Experimentalsituation Geräte, deren Bedienungsknöpfe in englischer Sprache gehalten sind, so lernen sie ggf. bisher unbekannte englische Vokabeln. Dieser Prozess ist dem informellen Lernen zuzuordnen, da es eine Konstruktion von Wissen ist, die durch die Physiklehrkraft bezüglich der strukturierten Lernziele nicht vorgesehen ist. Lernen sie hingegen im Englischunterricht die gleichen Vokabeln aus einem Übungsbuch, so ist dies formales Lernen. Eshach (2007, S. 175) unterstreicht: „[...] whether we plan it or not, informal learning occurs everywhere and all the time. We cannot avoid it“. Ainsworth und Eaton (2010) betonen hierzu passend, dass informelles Lernen wegen dessen Permanenz die erste Form des Lernens sei, die im Leben aufträte. Es sei mitunter sehr prägend. So führe es zuweilen sogar zu einer Beeinflussung des beruflichen Werdegangs.

In der Literatur sind zum Beispiel der durch Fernsehserien induzierte CSI-Effekt (Ainsworth & Eaton, 2010) und der sogenannte Scully-Effekt (Geena Davis Institute on Gender in Media, 2018) beschrieben. Bei Dana Scully handelt es sich um eine fiktionale Figur einer Fernsehserie. Diese Figur geht einer Tätigkeit bei der US-amerikanischen Bundespolizei FBI nach und qualifizierte sich hierfür durch einen Abschluss in Physik und Medizin. In ihrer Darstellung wurden Persönlichkeitseigenschaften wie Intelligenz, Logik und Ich-Stärke akzentuiert. Die Figur entfaltete nachweisbare Wirkung auf die Zuschauerinnen und Zuschauer. Sie lernten zum einen etwas über die Inhalte des Berufs und den diesbezüglichen Wissenskanon, zum anderen lernten sie, dass Frauen in der Lage sind, diese Berufe in gleicher Weise ausüben zu können wie Männer. Infolgedessen entschieden sich mehr Frauen für MINT-Berufe, was konkret als Scully-Effekt bezeichnet wird. Anhand der Darlegungen kann festgehalten werden: In der Schule wird formal und informell gelernt, ggf. sogar in dergleichen Situation. Non-formales und informelles Lernen erfolgen an Lernstandorten. Das Informelle dominiert an außerschulischen Lernorten, die nicht explizit als Lernstandorte organisiert sind.

5.3 Unterscheidung zwischen Freizeit- und Schulbesuch von ASL

Bei den bisher vorgenommenen Zuordnungen von formalem, non-formalem und informellem Lernen, bezogen auf die Schule oder die verschiedenen außerschulischen Lernorten, ist noch ein sehr wichtiger Aspekt zu berücksichtigen: Diese Zuordnungen gelten nur, wenn der Besuch außerschulischer Lernumgebungen nicht im Rahmen formaler Bildung, also im Rahmen eines Schulbesuchs stattfindet, sondern in der Freizeit erfolgt. Kinder und Jugendliche besuchen sie dann also nicht in ihrer Rolle einer Schülerin bzw. eines Schülers. In vielen Fällen stehen die Lernorte und Lernstandorte auch anderen Interessierten offen. Sobald die Orte von einer Lehrkraft zusammen mit ihren Schülerinnen und Schülern aufgesucht werden, hat das Lernen auch an den außerschulischen Lernorten den Charakter formaler Bildung. Dies wiederum wirkt auf die außerschulischen Lernumgebungen zurück. Die Betreibenden richten sich an den formalen Bildungsbestrebungen von

anreisenden Schulklassen aus und *formalisieren* ihre Bildungsangebote. Pech (2008, S. 71) betont: „es ist schulisch intendiertes Lernen und der Ort wird nicht aufgesucht, weil er außerschulisch ist, sondern weil er als schulisch relevant bestimmt wurde“. Lehrkräfte betten den Besuch in der Regel in den eigenen Unterricht ein (was generell als positiv zu werten ist), sodass aber dann dortige Leistungen ihrer Schülerinnen und Schülern direkt oder indirekt in Benotungen einfließen. Wir haben es also mit zwei verschiedenen Fällen zu tun: Besuche in der Freizeit durch Interessierte vs. Besuche in der Schulzeit. Beides wird in Kapitel 5.5 und 5.6 näher betrachtet.

5.4 Systematischer Überblick von Lernumgebungen

Die bisherigen Überlegungen zur Klassifizierung von Orten des Lehrens und Lernens werden im Folgenden Schaubild dargestellt. Dabei werden die bisher behandelten Ebenen berücksichtigt: die Unterscheidung zwischen formalem, non-formalem und informellem Lernen sowie eine Einstufung, ob ein pädagogisches Konzept vorliegt und Bildungszertifikate verliehen werden. Außerdem wird der Einfluss formaler Bildungsinstitutionen auf außerschulische Lernumgebungen berücksichtigt (Formalisierung), wenn Kinder und junge Erwachsene diese Orte in ihrer Rolle als Schülerin bzw. Schüler besuchen. Im allgemeinen Sprachgebrauch handelt es sich bei außerschulischen Lernstandorten – wie oben beschrieben – um eine Teilmenge außerschulischer Lernorte. Das wird der besseren Übersicht wegen in der folgenden Abbildung so dargestellt, dass einerseits zwischen Lernstandorten und andererseits zwischen allen anderen außerschulischen Lernorten, die keine Lernstandorte sind, unterschieden wird.

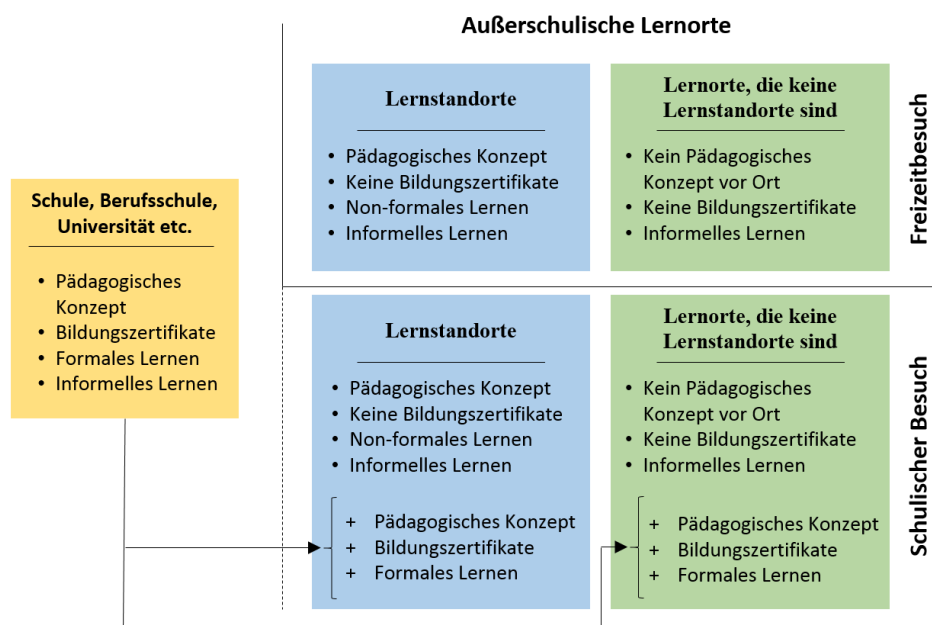


Abb. 2: Systematik von schulischen und außerschulischen Lernorten

5.5 Schulischer Besuch von ASL

Zunächst wird der Fall von Klassenbesuchen an außerschulischen Lernumgebungen näher betrachtet, da dieser in der Literatur im Zuge von Überlegungen zur Verbesserung des Schulunterrichts intensiv diskutiert wird. Mit den sehr vielgestaltigen Orten des Lehrens

und Lernens außerhalb der Schule sind starke Hoffnungen verbunden, Schulunterricht ergänzen und bereichern zu können (Braund & Reiss, 2006). Diesbezügliche Fürsprache lässt sich in Push- und Pull-Argumentationen einteilen: Der als defizitär angesehene Schulunterricht generiert Bedarfe nach alternativen Lehr-Lern-Formaten und drückt die Aufmerksamkeit so in Richtung von außerschulischen Formaten. Letzteren wird ein ausgesprochen positives Potenzial zugesprochen, sodass sie zusätzlich eine Sogwirkung generieren. Mitunter werden in verschiedenen Artikeln dadurch starke Kontraste zwischen schulischen und außerschulischen Formaten auf vielen Ebenen konstatiert, von denen einige im Folgenden aufgeführt werden.

5.5.1 *Ergänzung des Schulunterrichts*

Millar und Osborne (vgl. 1998, S. 4ff.) kritisieren naturwissenschaftliche Schulcurricula als veraltet und überholt. Es repräsentiere Wissen meist kanonisch ohne jegliche Werte. Es sei zwar objektiv, aber losgelöst von bedeutsamen Kontexten, welche die Bedürfnisse junger Menschen berühren. Leu (2014, S. 9) führt aus: „Die Diskussionen um non-formales und informelles Lernen auf der einen Seite, um Kompetenzerwerb auf der anderen Seite haben aber eine Gemeinsamkeit: die Distanzierung von einem an festen curricularen Vorgaben orientierten Bildungswesen“. In ähnliche Richtung argumentieren Ross, Lakin & Callaghan (2004), die das schulische Lernen als eher steril und wohlsortiert in einzelne kanonische Elemente getrennter Fächer auffassen. Auch Labudde (2003) argumentiert, fächerübergreifende Formate in der Schule seien eine unzureichend genutzte Chance für das Lehren und Lernen. Offenbar besteht die Auffassung dieser und anderer Autoren darin, dass allein mit schulischen Formaten die ambitionierten Ziele der diskutierter Bildungskonzeptionen wie z. B. Scientific Literacy (s. Kapitel 4.4.3) nicht erreicht werden können (s. Fensham, 1997). Denn wie Pawek (2009) sowie Itzek-Greulich und Schwarzer (2015) berichten, sind in Deutschland sehr viele außerschulische Lernstandorte als Reaktion auf die als unbefriedigend wahrgenommen Ergebnisse von PISA und TIMMS entstanden bzw. pädagogisch stärker inszeniert worden. Von ihnen wird u. a. ein Beitrag zur naturwissenschaftlichen Grundbildung von Schülerinnen und Schülern erwartet (Guderian, 2007).

5.5.2 *Chancen und Hürden*

In der Literatur finden sich viele positive Erwartungen, die mit dem Lernen außerhalb der Schule verknüpft werden. Grundsätzlich zeichne sich das Außerschulische dadurch aus, dass Lernende dort Erfahrungen und Erlebnisse machen können, die in der Schule nicht möglich seien (Erhorn & Schwier, 2016; Thomas, 2009; Braund & Reiss, 2006). Authentizität ist ein hier vielgenanntes Stichwort (u. a. Braund & Reiss, 2006; Sauerborn & Brühne, 2012; Euler, Schüttler & Hausamann, 2014). Dabei stünde eine alltagsweltlich orientierte Erschließung der Mitwelt im Vordergrund, sodass schulisch erworbene Kompetenz in lebensnahen Situationen weiter aufgebaut und angewendet werden können (Erhorn & Schwier, 2016; Thomas, 2009). In dieser Situation sei nach Eshach (2007) das Ziel, eine sinnvolle Verzahnung außerschulischer und schulischer Formate zu erreichen. Es wird die Meinung vertreten, an außerschulischen Lernumgebungen werde bei

angemessener pädagogischer Inszenierung das Lernklima positiv beeinflusst sowie verstärkt anwendungsorientiertes, kooperatives und selbstgesteuertes Lernen angeregt (Erhorn & Schwier, 2016; Sauerborn & Brühne, 2012; Burk, Rauterberg & Schönknecht, 2008; Braund & Reiss, 2006). Überdies böte sich die Chance, Fachgrenzen zu überschreiten; außerdem könne stärker problemorientiert gearbeitet werden als in der Schule (Karpa, Lübbecke & Adam, 2015). Erhorn & Schwier (vgl. 2016, S. 8) konstatieren, dass die verfügbaren Freiheiten methodische Offenheit motiviere (entdeckendes Lernen, offener Unterricht, situiertes Lernen, Stationen-Lernen, Freiarbeit, Projektmethode etc.). Es sei angemerkt, dass die hier dargestellten Erwartungen im Wesentlichen Hypothesen darstellen, die der empirischen Untersuchung harren.

Gegenanzeigen zu der Vielzahl positiver Erwartungen werden oft nur am Rande aufgeführt. Die mit den Erwartungen an außerschulische Lernstandorte verbundenen Mythen sind kaum aufgeklärt. So werden meist nur organisatorische Schwierigkeiten benannt und auch Überzeugungsarbeit, die wegen der zusätzlichen Zeit und ggf. finanzieller Mittel bei den Eltern und Schulleitenden zu leisten sei (Eshach, 2007; Karpa, Lübbecke & Adam, 2015). Nur an mancher Stelle werden auch tiefergehende Schwierigkeiten diskutiert. Shortland (1987) und Ansbacher (1998) kritisieren, an außerschulischen Lernstandorten werde oftmals nur oberflächlich gelernt, sodass unbeabsichtigte und wissenschaftlich unangemessene Lernendenvorstellungen aufgebaut und gefestigt werden. Als Ursache benennt er verschiedene Agenden, die aufeinanderprallen. Die Lernstandorte wollen nämlich einerseits motivieren und unterhalten, andererseits solle jedoch über recht anspruchsvolle wissenschaftliche Ideen und Konzepte gelernt werden. Beides unter einen Hut zu bringen, sei sehr schwierig. Oftmals schlage das Bestreben des *Edutainments* in Richtung *Entertainment* aus (Eshach, 2007). Braund und Reiss (2006) halten jedoch dagegen und unterstreichen, dass dies keine exklusive Herausforderung für das Außerschulische sei. Jede Lehrkraft stehe vor dem Problem, eine adäquate Balance zwischen anregender Unterhaltung und befriedigender Bildung herzustellen, um den Aufbau wissenschaftlich angemessener Vorstellungen zu optimieren. Braund und Reiss (2006) betonen, Wissenschaft an außerschulischen Lernstandorten werde häufig als aufregender und motivierender wahrgenommen als in der Schule (was jedoch empirisch noch weitergehend zu überprüfen sei). Dies bewerten Erhorn und Schwier (2016, S. 8) als „günstige Voraussetzung – jedoch kein Ersatz – für fachdidaktische Inszenierungen [...]“. Das Potenzial außerschulischer Lernstandorte sei längst nicht ausgeschöpft (vgl. Eshach, 2007, S. 172). Auch Guderian (vgl. 2007, S. 2) moniert, die übertriebenen und wohlwollenden Hoffnungen der Betreiberinnen und Betreiber seien mit Blick auf die eingesetzten Finanzmittel unzureichend.

5.5.3 *Idealismus vs. Wirtschaftlichkeit*

In der Regel möchten die Betreibenden der außerschulischen Lernstandorte ihr eigenes pädagogisches Konzept umsetzen, das im Idealfall viele der bereits genannten positiven Potenziale auszuschöpfen vermag. Allerdings besteht das Risiko, dass ihre Bestrebungen von den Lehrkräften konterkariert werden, die z. B. die dortigen Leistungen der

Schülerinnen und Schüler in die Benotung einfließen lassen oder gar mehr fachspezifische Inhalte einfordern, die Teil des Schulcurriculums sind. Die Lernstandorte geraten so zunehmend an ein Dilemma, auf der einen Seite Schule nach außen erweitern zu wollen und auf der anderen Seite ihre Veranstaltungen mit den Erwartungen besuchender Lehrkräfte hinsichtlich Leistungsbewertung und curricularen Inhalten in Einklang zu bringen (vgl. Pleitner, 2012, S. 290). Sind schulische Besuche für die Lernstandorte eine entscheidende wirtschaftliche Säule, dann besteht sogar die Gefahr, dass sich die Betreibenden im Sinne eines vorausseilenden Gehorsams von ihren eigenen, idealistischen Konzepten lösen und sich gänzlich an schulischen Bedingungen orientieren – also sich in kanonischer Lesart stark am Kerncurriculum orientieren. Bleiben diese extern motivierten Konzepte bestehen und ersetzen die ursprünglichen vollständig, dann bestünde auch ein großer Einfluss auf Besuche, die in der Freizeit durch jedwede Interessierte erfolgen. Budde und Hummrich (2016) entlarven dieses Vorgehen und bezeichnen es als schulischen „Kolonialisierungsversuch der Lebenswirklichkeit“ (S. 30). Es ginge nur scheinbar darum, die Vorlieben der Schülerinnen und Schüler in den Unterricht zu integrieren, im Fokus stünde die schulische Vereinnahmung der Lernstandorte (vgl. Budde und Hummrich, 2016, S. 38). Anhand dieser Darlegungen ist ein Konflikt zu erkennen, in dem sich die Lernstandorte bisweilen befinden. Sie stehen zwischen Wirtschaftlichkeit und Idealismus.

5.6 Freizeitbesuch von ASL

In diesem Abschnitt geht es in Anlehnung an Abb. 2 um den zweiten Fall: Besuche außerschulischer Lernstandorte in der Freizeit. Das knüpft direkt an die anfängliche Aussage an, der alleinige Fokus auf formale Bildungsinstitution und die ausschließliche Fixierung auf die Zielgruppe der Schülerinnen und Schüler sei befremdlich. Wie im Kapitel 4 herausgearbeitet und in der Literatur vielfach vertreten wird, sei Bildung mehr als nur Schule (z. B. Böllert, 2008; Andresen, 2008). Es ist über die Schule hinauszudenken. Bleiben jedoch einzig Schülerinnen und Schüler nach wie vor im Mittelpunkt, gilt zu bedenken, dass sich die Zielgruppe nicht ändert, denen Bildung zuteilwird. Es werden immer noch die gleiche Gruppe bedient, nur an anderer Stelle. Die Verbesserung des Schulunterrichts durch die außerschulischen Lerngelegenheiten ist sicherlich gut und wichtig, es ist allerdings ebenso wichtig, über die Zielgruppe hinauszudenken. Auch für jedweden interessierten Laien bieten sich durch diese niederschwelligen Lehr-Lernformate Gelegenheiten zum Wissensaufbau.

Sinnvoll ist die Öffnung der Angebote auch für Erwachsene allemal. Bei der Auseinandersetzung mit den verschiedenen Bildungskonzeptionen im vorigen Kapitel wird immer wieder betont, dass z. B. epochaltypische Schlüsselprobleme alle angehen. Und auch beim Bestreben die Gesellschaft in Richtung nachhaltiger Entwicklung zu transformieren, finden sich in den Dokumenten der Vereinten Nationen äquivalente Abschnitte, in denen die Verantwortlichkeit aller betont wird. Im Jahre 1992 wurden die Leitlinien einer globalen Partnerschaft für nachhaltige Entwicklung in Rio de Janeiro in der Agenda 21 festgehalten (United Nations General Assembly, 1992). Ein ganzes Kapitel wurde dabei

der Bedeutung von formaler und non-formaler Bildung zugemessen, um die anvisierten Ziele erreichen zu können.

“Education, including formal education, public awareness and training should be recognized as a process by which human beings and societies can reach their fullest potential. Education is critical for promoting sustainable development and improving the capacity of the people to address environment and development issues. [...] Both formal and non-formal education are indispensable to changing people's attitudes so that they have the capacity to assess and address their sustainable development concerns.” (United Nations General Assembly, 1992, A/CONF.151/26(Vol. III)36.3)

Um Bildung tatsächlich als einen substantiellen Bestandteil nachhaltiger Entwicklung zu profilieren, wurde im Anschluss die Dekade der Bildung für eine nachhaltige Entwicklung eine Resolution erlassen, welche damit verbundene Ziele in Form von 17 Zielen nachhaltiger Entwicklung (*Sustainable Development Goals*) konkretisiert, die bis zum Jahr 2030 erreicht werden sollen (United Nations General Assembly, 2015). Das vierte dieser Ziele ist auf Bildung bezogen und thematisiert das lebenslange Lernen für alle: „Ensure inclusive and equitable quality education and promote lifelong learning opportunities for all“ (United Nations General Assembly, 2015, A/RES/69/315 Goal 4.). Mit lebenslangem Lernen und Bildung für nachhaltige Entwicklung führen die Vereinten Nationen also zwei ihrer Bildungsrichtlinien zusammen. Denn lebenslanges Lernen ist ein Konzept, das schon früher von der UNESCO in einer eigenen Veröffentlichung thematisiert wurde, die als Faure-Report bekannt wurde. Dort fordert sie:

“Our last assumption is that only an over-all, lifelong education can produce the kind of complete man the need for whom is increasing with the continually more stringent constraints tearing the individual asunder. We should no longer assiduously acquire knowledge once and for all, but learn how to build up a continually evolving body of knowledge all through life—'learn to be'.” (Faure, Herrera, Kaddoura, Lopes, Petrovsky, Rahnema & Ward, 1972, S. vi).

Der Report vertrete nach Zeuner (vgl. 2018, S. 666) einen integrativen Bildungsansatz. Strategien zur Durchsetzung des lebenslangen Lernens bezögen sich organisatorisch auf vorschulische, schulische, nachschulische, formale und informelle, organisierte, partiell organisierte und nicht organisierte Bildungsprozesse. Und gerade dem non-formalen und informellen Lernen werden zum lebenslangen Lernen bei Eckert und Kadera (vgl. 2018, S. 193) eine besondere Bedeutung zuteil. Auch die Kommission der Europäischen Gemeinschaften (vgl. 2001, S. 29) fordert die Schaffung eines europäischen Raums lebenslangen Lernens, zu dem neben Schulen und Hochschulen auch die Erwachsenenbildung, Berufsbildung und außerschulische Bildung gehören. Werden die Inhalte an außerschulischen Lernumgebungen, die z. B. Schlüsselprobleme und Nachhaltigkeitsfragen in problemorientierten Kontexten tangieren, angemessen fachdidaktisch aufbereitet, wird deren

Bedeutung auch für Erwachsene berücksichtigt, die ihre formale Bildung bereits abgeschlossen haben.

Dabei ist ferner zu berücksichtigen, dass Schulbildung keine Voraussetzung sein sollte. Denn so ist eine Form der Bildungsgerechtigkeit hergestellt, da auch Personen an den entsprechenden außerschulischen Angeboten teilnehmen und profitieren können, die sonst keinen oder nur wenig Zugang zu Bildung haben. Zudem gibt es noch viele darüberhinausgehende Möglichkeiten, weshalb Erwachsene z. B. von Schlüsselproblemen oder Nachhaltigkeit noch nie etwas gehört haben. Sicherlich liegt bei vielen die Schulzeit schon einige Zeit zurück. Dadurch sind die Inhalte während ihrer Phase formaler Bildung noch nicht behandelt worden oder aber mittlerweile veraltet. In der Tat bietet lebenslanges Lernen den Vorteil, aufgebautes Wissen aktualisieren und wieder an gegenwärtige Diskussionen ankoppeln zu können. Gerade bei Schlüsselproblemen werden regelmäßig neue diskutiert und *Upgrades* gefordert (Kiel, 2018; Matthes, 1992), die sich hervorragend in außerschulische Lern-Settings einbinden ließen. Und auch wenn die Schulzeit noch nicht lange zurückliegt und eigentlich entsprechende Inhalte hätten vermittelt werden sollen, kann nichts vorausgesetzt werden. Vor allem am Beispiel der Bildung für eine nachhaltige Entwicklung lässt sich dies anhand vielfältiger Literatur illustrieren. Trotz der Widmung einer ganzen Dekade durch die Vereinten Nationen sehen viele Forscherinnen und Forscher die Wirkung jener in der Schule als eher ernüchternd an. Burmeister und Eilks (2013) legen dar, dass im Chemieunterricht BNE keine nennenswerte Rolle spielen und Studierende nahezu keine Kenntnisse von Nachhaltigkeit aus der Schule an die Universitäten mitbrächten. Hauenschild, Rode und Bolscho (2010) zufolge sei BNE in der Grundschulpädagogik nicht sonderlich populär. Rieß & Mischko (vgl. 2008b, S. 26f.) führten eine umfangreiche Studie u. a. zu den Kenntnissen von Lehrkräften über BNE durch. Sie fanden heraus, dass aus einer 1800-köpfigen Stichprobe 71 % der Lehrkräfte das Konzept Bildung für eine nachhaltige Entwicklung nicht kennen. Zusammenfassend stellt Schock (2014) fest, dass viele Ziele, die mit der UN-Dekade erreicht werden sollten, hinter den Erwartungen zurückblieben seien. Grundmann (2017, S. 228) stellt klar: „Auch nach dem Ende der UN-Dekade bleibt die Herausforderung der strukturellen Verankerung der Bildung für nachhaltige Entwicklung für alle Bildungsbereiche bestehen“.

5.7 *Fachdidaktische Entwicklungsforschung für ASL*

Beide Varianten eines Besuchs außerschulischer Lernumgebungen zeugen von hohem Potenzial zum einen um den Schulunterricht zu ergänzen und zum anderen um Orte des Lernens zu schaffen, die ein Leben lang von den Besucherinnen und Besuchern aufgesucht werden können. Damit die vieldiskutierten Potenziale der Orte ausgeschöpft werden können, muss die komplexe Angebots-Nutzungs-Dynamik besser verstanden werden. Um hier Klärung herbeizuführen, bedarf es fachdidaktischer, nicht allein bildungswissenschaftlicher Forschung und Entwicklung. Die Fachdidaktiken sind gefordert, ihr Bemühen um ein besseres Verständnis von Lehr-Lern-Situation von der Schule auf außerschulische Lernumgebungen auszudehnen. Das ist eine Linie, die auch international verfolgt wird, so wird zunehmend dazu aufgerufen, das naturwissenschaftliche Lernen in

außerschulischen Formaten stärker zu beforschen (Rennie, Feher, Dierking & Falk, 2003).

5.7.1 *Fachdidaktischer Beitrag zum schulischen Besuch von ASL*

Die fachdidaktischen Forschungs- und Entwicklungsbestrebungen sollten sich im Rahmen von Schulbesuchen vor allem auf eine Verzahnung schulischer und außerschulischer Lehr-Lern-Angebote fokussieren. Eine solche Verzahnung trachtet danach, die Interessen der Betreiberinnen und Betreiber einerseits und die der Lehrkräfte andererseits auszugleichen. Denn ansonsten kommt es leicht zu einem Zusammenstoß zweier Agenden. Dies lässt sich gut in Abb. 2, der Übersicht verschiedener Orte des Lehrens und Lernens, ausmachen. Dort ist zu erkennen, dass Lernstandorte ein eigenes pädagogisches Konzept mit eigenen Zielen und entsprechenden Inhalten vorhalten. Besuchende Lehrkräfte verfolgen eigene und ggf. andere Ziele und möchten, dass ganz bestimmte Inhalte behandelt werden. Folglich kommen sie mit einem schulisch geprägten pädagogischen Konzept an die Orte. Dadurch kommt es zu einer temporären Formalisierung der Lernstandorte. Es bestehen also für den Zeitraum des Besuchs gleichzeitig formale und non-formale Lehr- und Lernabsichten. Nirgendwo sonst in einer der in Abb. 2 aufgeführten Kombinationen kommt diese Besonderheit vor. Da das eine zum anderen quasi eine Gegendefinition darstellt, sind Spannungen programmiert. Diese Spannungen können durch fachdidaktische Entwicklungsforschung jedoch entspannt werden, indem etablierte Konzepte, die aus der Erforschung von schulischen Settings hervorgegangen sind, in außerschulischen Settings eingesetzt werden, um Verbindungen zu schaffen.

5.7.2 *Fachdidaktischer Beitrag zum Freizeitbesuch von ASL*

Auch mit Blick auf Freizeitbesuche offenbart sich der Bedarf fachdidaktischer Aufarbeitungen von Inhalten für außerschulische Lernumgebungen. Dieser Aspekt wird ebenso in der Literatur zur Erwachsenenbildung beschrieben (Kraft, 2006). Allerdings steht noch die Frage im Raum, ob das in den vorigen Abschnitten erläuterte Potenzial, das es gemäß Erhorn & Schwier (2016) mit pädagogischen Inszenierungen auszuschöpfen gilt, auch bei Aufarbeitungen für Erwachsene wirksam werden kann. Können außerschulische Lernumgebungen für Erwachsene nach den gleichen Maßgaben gestaltet werden wie für Kinder und Jugendliche? Licht ins Dunkel bringen verschiedene Veröffentlichungen aus dem Bereich der Erwachsenenbildung. Pachner (vgl. 2018, S. 1443f.) verdeutlicht, es gäbe in der Erwachsenenbildung, anders als beim schulischen Unterricht, keine verbindlichen oder einheitlich anerkannten didaktischen Konzepte, deren Kenntnis Voraussetzung für das dortige Lehren sei. Allerdings beschreibt sie (vgl. Pachner, 2018, S. 1444) diesbezügliche Orientierungslinien, verweist u. a. auf Siebert (2009) und zieht die bildungstheoretische Didaktik von Klafki heran, in dessen Rahmen die Auswahl und Strukturierung von Lehr-Lern-Inhalten mit den Grundfragen der didaktischen Analyse und seinen epochaltypischen Schlüsselproblemen erfolgen kann. Kandler und Tippelt (2018) widmen der Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Erwachsenenbildung eine eigene Veröffentlichung. Sie motivieren eine durch BNE induzierte Erweiterung der klassischen Umweltbildung in der Erwachsenenbildung. Eine solche Erweiterung trage dem Fortschreiten der

letzten Jahrzehnte von einer Erziehung zu umweltbewusstem Verhalten in Richtung der Entwicklung von Gestaltungskompetenzen Rechnung (vgl. Kandler & Tippelt, 2018, S. 1002). Passend hierzu schlägt Meueler (2018, S. 1398) „vor allem problemorientierte und aktivierende Arbeitsformen“ vor, die hervorragend mit den bisher diskutierten Bildungskonzeptionen harmonisieren. Damit versucht Meueler (vgl. 2018, S. 1398) nach eigenem Bekunden, die Erwachsenen zum selbstständigen Denken anzuregen und deren passiver Haltung entgegenzutreten, sich in Lehr-Lern-Situationen vom Lehrenden bedienen zu lassen.

Aber auch auf anderen Ebenen zeigen sich zwischen der Erwachsenenbildung und der Schulbildung breite Schnittmengen. Von Rosenstiel (vgl. 2018, S. 1355) argumentiert bezüglich der Gestaltung von Lehr-Lern-Situationen aus der Perspektive von Mandl und Reinmann-Rothmeier (1995), die für Lernumgebungen Authentizität fordern, die Nutzung von multiplen Kontexten befürworten, das Einnehmen multipler Perspektiven vorschlagen sowie soziale Eingebundenheit empfehlen, da sie kooperativen Wissensaufbau ermögliche. Gerstenmaier und Mandl (vgl. 2018, S. 222) selbst bewerten die in jüngerer Zeit herangezogenen konstruktivistischen Ansätze, die auf Problemorientierung und selbstgesteuertes Lernen in kooperativen Gruppen abzielen, als sehr vielversprechend. Auch Pachner (vgl. 2018, S. 1440) hält fest, dass sich die Erwachsenenbildung unter dem Einfluss konstruktivistischer Ansätze dahingehend verändere, mehr und mehr den Lernenden in den Mittelpunkt des Geschehens zu stellen.

5.7.3 *Fazit*

Bei den Darstellungen der vorausgehenden Abschnitte lassen sich viele Schnittmengen ausmachen: Potenziale, die in der Literatur hinsichtlich der Besuche von Schülerinnen und Schülern an außerschulischen Lernstandorten diskutiert werden, sind auch in der Erwachsenenbildung als wünschenswerte Rahmenbedingungen für Lehr-Lern-Situationen aufgeführt. In beiden Fällen werden zur didaktischen Strukturierung von Lehr-Lern-Formaten Orientierungslinien entlang vieldiskutierter Bildungskonzeptionen gefordert. Es lässt sich also festhalten, dass eine solche Weiterentwicklung sowohl für schulische Besuche als auch für Freizeitbesuche wünschenswert ist, da eine solche Weiterentwicklung damit eben jene Potenziale stärker auszuschöpfen vermag. Weiterentwicklung in beiden Fällen können somit weitestgehend nach gleichen Maßgaben erfolgen. Dieses Resultat des Vergleichs der beiden Besuchsmodi ist von großem Wert. Denn es bedeutet, dass zur Weiterentwicklung von Angebotsformaten für interessierte Laien auch auf den großen Fundus von Literatur zurückgegriffen werden kann, der Maßnahmen zur Verbesserung von Lehr-Lern-Formaten für Schülerinnen und Schüler eruiert.

Hinsichtlich schulischer Besuche sind jedoch zusätzliche Materialien anzudenken, die der Verzahnung von schulischem und außerschulischem Lernen zuträglich sind. Denn sieht das außerschulische pädagogische Konzept keine Verbindung zur Schule vor, besteht die Gefahr des von Budde und Hummrich (2016) beschriebenen Kolonialisierungsversuchs. Ein ungerichteter Einfluss formaler Bildungsinstitutionen wirkt sich dann störend auf das Potenzial von schulischen Besuchen außerschulischer Lernstandorten aus: Ist den

Betreiberinnen und Betreibern der Orte ein zusätzliches Konzept für Freizeitbesuche zu aufwändig und integrieren daher schulische Bildungskonzepte dauerhaft, dann haben es auch jedwede interessierten Laien alsbald mit einer curricularen Fokussierung der Lehr-Lern-Angebote zu tun. Es bedarf an diesen Orten also eines fachdidaktischen Einflusses, der zwischen beiden pädagogischen Konzepten moderiert und den Blick auf Inhalte lenkt, die nicht Teil der mental häufig als Stoffkataloge repräsentierten Kerncurricula sind.

5.8 *ASL eignen sich zur Thematisierung des Kontexts Küste und Meer*

Fundierte fachdidaktische Aufbereitungen des Küsten- und Meeressystems können einen hervorragenden und bedeutungsvollen Beitrag sowohl zu schulischen als auch zu außerschulischen Lehr-Lern-Vorhaben leisten. Das Potenzial in außerschulischen Lernumgebungen scheint jedoch angesichts der beschriebenen Ausdifferenzierung und Vielfalt der Bildungslandschaft stärker ausgeprägt. Das wird im Folgenden anhand von fünf Argumentationslinien begründet.

5.8.1 Argumentationslinie I: Curriculare Flexibilität

Gerade curriculare Einschränkungen in der Schule machen es sehr schwierig, Inhalte zur physikalischen Dynamik an der Küste und im Meer, die in den Bereich der nichtlinearen Physik fallen, einzubinden. Wie Duit (vgl. 2006, S. 84f.) kritisiert, dominieren im Schulunterricht der Sekundarstufe I zumeist lediglich Inhalte der Physik, die dem 19. Jahrhundert entstammen. Und auch in der Oberstufe wird mit Inhalten der Quantenphysik aus dem beginnenden 20. Jahrhundert in der Regel der modernste Stand der Schulphysik erreicht. Labudde fordert (vgl. 2001, S. 2), es seien auch aktuelle Forschungsergebnisse und technische Anwendungen zu erarbeiten. Die physikalischen Inhalte in der Schule besitzen eine curriculare Stabilität, sodass kurzfristig keine Implementation solcher Themen nichtlinearer Physik in den Schulunterricht zu erwarten ist, die zur Verdeutlichung der komplexen systemischen Dynamik der Küsten- und Meeresregion notwendig sind. An dieser Stelle sind Schule und außerschulische Lernstandorte gegensätzlich gepolt. Lernstandorte können ihre Kontexte und die Ausrichtung ihrer Inhalte nämlich relativ kurzfristig an die Bedürfnisse der Zielgruppe anpassen oder neue integrieren. Sie verfügen über höhere curriculare Flexibilität als die Schule. Das rührt auch von der grundsätzlichen Unterscheidung zwischen non-formalem und formalem Lernen her. Letzteres setzt auf Messung von Leistung und Kompetenzen mittels Zensuren. Ein sicheres Terrain für solche Messungen ist der beschriebene, wohlsortierte Schulunterricht mit festem Kanon. Er ermöglicht vergleichende Betrachtungen der Lerngruppen, lässt aber in den Augen vieler Lehrkräfte wenig Spielraum für individuelle Gestaltungsmöglichkeiten. Diesen können außerschulische Lernumgebungen bieten.

5.8.2 Argumentationslinie II: Interdisziplinarität

Wie in den vorigen Kapiteln ausgeführt wurde, ist die Küsten- und Meeresregion ein komplexes, dynamisches System. Sie fällt damit in den Bereich der Theorie komplexer Systeme. Komplexe Systeme kommen nicht nur in der Natur vor. Es gibt sie auch in der Wirtschaft, in der Gesellschaft oder in der Politik. Bar-Yam (1997) unterscheidet

zwischen diesen komplexen Systemen sowie simplen Systemen und macht die Unterscheidung am Grad der Interdisziplinarität fest. Simple Systeme sind relativ isoliert und auf eine bestimmte Perspektive, z. B. eine Fachperspektive, zugeschnitten. Mit dem Spezialwissen aus einer dieser Fachperspektiven kann ein Problem relativ eindeutig gelöst werden, das aus einem simplen System resultiert. Probleme im Bereich simpler Systeme finden sich häufig im Schulunterricht, da die Schule weiterhin vornehmlich auf fachseparierte Ansätze vertraut denn auf fachintegrierte. Hier sei an Labudde (2003) erinnert, der das als vertane Chance bezeichnet. Diese Chance böte sich u. a. durch einen Zugang zu eher komplexen Systemen. Damit jene erfasst und in Teilen entschlüsselt werden können, bedarf es mehrerer Perspektiven. Und es bedarf der Erkenntnis, solche Probleme nicht vollständig erfassen und eindeutig lösen zu können. Ein gutes Beispiel hierfür ist das Bildungskonzept BNE, das im Kern systemisch ist, weil es durch das Zusammenspiel von Ökologie, Ökonomie und Gesellschaft aufzeigt, dass nachhaltigkeitsorientierte Optimierungsprozesse in diesem System immer mit Blick auf alle drei Säulen vorzunehmen sind. Eine solche systemische Sichtweise wird der Komplexität realer gesellschaftlicher Aufgaben eher gerecht als die Fokussierung auf simple Systeme. Denn die meisten Problemsituationen – auch die Szenarien der epochaltypischen Schlüsselprobleme – sind komplex. Sie sind häufig noch zu großen Teilen ungelöst; nicht etwa, weil Entscheidungsträger*innen naiv, unqualifiziert oder desinteressiert sind, sondern weil komplexe Systeme eine kontraintuitive Dynamik aufweisen, die nur sehr schwierig vorherzusagen ist und häufig zu unerwarteten Reaktionen und Zuständen führt (vgl. Jacobeit, 2007, S. 15).

Außerschulische Lernumgebungen setzen häufig auf lebensweltliche Kontexte, um ihre Besucherinnen und Besucher zu interessieren und zum Kommen zu bewegen. Schon rein aus wirtschaftlichen Gründen wäre es für sie ungünstig, Themen ausgehend von einem Fachkanon zu behandeln, da sonst viele Zielgruppen wegbrechen würden. Außerdem verschreiben sich viele Orte umfangreichen und anerkannten Bildungskonzeptionen, insbesondere der angesprochenen Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. Daraus resultieren bisweilen offizielle Zertifizierungen, mit denen sie ihre Orte stärker bewerben und attraktiver gestalten können. Durch diese Orientierungen sind deren Angebote tendenziell stärker interdisziplinär ausgelegt als Lehr-Lern-Situationen im Regelschulbetrieb. Das erlaubt wechselseitige Befruchtung: Der interdisziplinäre Nährboden ermöglicht die Thematisierung von eher komplexen gesellschaftlichen, naturwissenschaftlichen etc. Zusammenhängen. Jene fordern zur Klärung wiederum weitere Perspektiven ein, sodass sich ein Ort fachlich weiter ausdifferenziert. Das heißt jedoch auch, dass ein solcher Ort häufiger fachdidaktischer Beratung bedarf, die aus unterschiedlichen Fachdisziplinen stammt. Anders als in der Schule befände sich ein außerschulisches Curriculum in einem komplexen zeitlichen Fluss.

Durch den physikalischen Blickwinkel auf die Dynamik von Küsten- und Meeresregionen wird ein Beitrag geleistet, der die naturwissenschaftliche Perspektive an den Orten und die Interdisziplinarität stärkt. Ferner ist die physikalische Dynamik dieser Regionen exemplarisch für systemische Zusammenhänge, die auch in anderen Bereichen eine

zentrale Rolle spielen. Das Systemische wäre daher eine geeignete Ebene zur Vernetzung unterschiedlicher thematischer Bereiche. So handelt es sich auch beim Klima, das an vielen außerschulischen Lernstandorte wegen aktueller Problematiken behandelt wird, um ein komplexes System. Damit kann sehr gut deutlich gemacht werden, was im Forschungsbericht des AWI (2007) angeklungen ist: Küstengebiete, und speziell das Wattenmeer, sind feine *Sensoren* für klimatische Veränderungen. Denn als Systeme nehmen sie bestimmte Zustände ein, sie bilden bestimmte Strukturen. Verändern sich einzelne Elemente im System wie beispielsweise die Temperatur oder die Höhe des Meeresspiegels, dann wirken sich diese Veränderungen auf das gesamte System aus. Darauf reagiert das Wattenmeer besonders sensibel. Daher sind klimatische Veränderung an der Beeinflussung von Strukturen vor Ort festzumachen. Interdisziplinäres und Systemisches ist Programm.

5.8.3 *Argumentationslinie III: Räumliche Nähe zum Kontext*

Bei der Küsten- und Meeresregion handelt es sich um einen Kontext, der hier unter physikalischen Gesichtspunkten betrachtet wird, sodass daran physikalische Grundideen und Konzepte verdeutlicht und explizit gemacht werden können. Es gibt viele Kategorien von Kontexten, wobei es sich hierbei um einen örtlich geprägten Kontext handelt. Die Besonderheiten und Gegebenheiten des Ortes führen schließlich zum Auftreten von Phänomenen, die im Rahmen der hier beschriebenen Arbeit für Lehr-Lern-Vorhaben aufgearbeitet werden sollen. Der Ort ist in diesem Fall essenziell. Daher ist es sinnvoll, solche außerschulischen Lernumgebungen für das vorliegende Forschungs- und Entwicklungsvorhaben auszuwählen, die sie sich in der Nähe der Küste und des Meeres befinden. Das entspricht dem Gedanken des regionalen Lernens (z. B. Schockemöhle, 2009). Beispiele hierfür sind die Nationalparkhäuser im Niedersächsischen Wattenmeer, die in ihren Bildungsangeboten Besucherinnen und Besucher mit den Besonderheiten dieser speziellen Küstenregion vertraut machen möchten. In Vechta erfüllen durch diese regionale Verankerung von Bildungsprogrammen beispielsweise Bauernhöfe die Funktion außerschulischer Lernumgebungen, da die Landwirtschaft dort eine bedeutende wirtschaftliche und gesellschaftliche Rolle spielt.

Indem das Repertoire der außerschulischen Lernstandorte an die regionalen Gegebenheiten angepasst wird, sind Synergien zu erwarten: In der vorliegenden Arbeit bedeutet es konkret, dass Besucherinnen und Besucher zum einen in der Lernumgebung über die Küste und das Meer lernen, im Anschluss ihre Umgebung bewusster wahrnehmen und in der Natur zu beobachtende Phänomene in Teilen entschlüsseln können. Zum anderen finden Personen, die Phänomene der Küste und des Meeres bereits beobachtet und Fragen entwickelt haben, in den Bildungsprogrammen Möglichkeiten, um diesbezügliche Klärung/Entschlüsselung herbeizuführen.

5.8.4 *Argumentationslinie IV: Gesellschaftliche Teilhabe*

Bei Falk und Dierking (vgl. 2010, S. 486) wird der geringe Anteil von schulischer Lernzeit im Vergleich zur Lebenszeit betont; ihren Angaben zufolge verbringen Erwachsene

weniger als 5 % ihrer Lebenszeit im Klassenraum und naturwissenschaftliches Wissen werde vornehmlich außerhalb des Klassenzimmers aufgebaut. Der Schule die alleinige Verantwortung zu überlassen, um insbesondere eine Bildung für nachhaltige Entwicklung umzusetzen, epochaltypische Schlüsselprobleme zu behandeln oder aber eine naturwissenschaftliche Literalität zu erreichen, ist demnach unzureichend. Es braucht im Sinne der vorigen Abschnitte Orte, die über lange Zeiträume jedweden Interessierten – Kindern, Jugendlichen, Erwachsenen und Senioren – zum Lernen zur Verfügung stehen.

Das betrifft zweierlei: Um sich auf Basis von Bildungskonzeptionen vertieft mit Inhalten und Kontexten auseinanderzusetzen, die in der Schulzeit bereits behandelt worden sind. Und um Inhalte und Kontexte kennenzulernen, die in der zurückliegenden Schulzeit aus einer Bildungsperspektive noch nicht bekannt waren bzw. nicht als bedeutsam erachtet wurden. Gerade letzteres würde der Tatsache sich ständig verändernder gesellschaftlicher Anforderungen Rechnung tragen, dass sich Individuen aufgrund von diffizilen Problemlagen mit komplexeren Inhalten auseinandersetzen und diese auch aushalten lernen. In Anlehnung an die Argumentationslinie der curricularen Flexibilität bedarf es im Projekt daher so etwas wie eine Flexibilität sowohl in Bezug auf die besuchenden Zielgruppen als auch in Bezug auf die Bildungskonzeptionen, unter deren Regie die Inhalte aufbereitet werden. Daher kommen in vorliegender Arbeit nur jene Orte in Frage, die über diese Flexibilität verfügen.

5.8.5 *Argumentationslinie V: Neues Forschungs- und Entwicklungsfeld*

Sowohl in Bezug auf Schulbesuche als auch Freizeitbesuche sind immer wieder Bedarfe nach einem fachdidaktischen Erschließen des außerschulischen Lernens laut geworden: Baar und Schönknecht (vgl. 2018, S. 171) bezeichnen den Stand fachdidaktischer Forschung an Orten außerschulischen Lernens beispielsweise als ausbaufähig. Sowohl mit Blick auf Schulbesuche als auch auf Freizeitbesuche können Lehr-Lern-Gelegenheiten nach den gleichen Prinzipien konzipiert werden, die seit Jahrzehnten im Rahmen des Schulunterrichts erprobt sind und sich bewährt haben. Dazu zählen beispielsweise die Orientierung an den Lernenden, die Einbettung in sinnstiftende Kontexte und die Rekonstruktion von Sachstrukturen, sodass ihnen eine Vermittlungskomponente zuteilwird. Im Hinblick auf Schulbesuche muss Fachdidaktik die Verzahnung schulischen und außerschulischen Lernens moderieren, indem komplementäres Material entwickelt wird, das den Schülerinnen und Schülern in den Bildungsprogrammen einen Verstehensvorteil verschafft, jedoch – mit Blick auf alle anderen Besuchenden – nicht notwendig für die Teilnahme an Bildungsangeboten ist. So können Schülerinnen und Schüler bereits im Unterricht lernen, welchen Stellenwert der außerschulische Lernstandort besitzt, was ein Phänomen ist, wie man es systematisch beobachtet, wie man etwas misst usw.

Werden diese Prinzipien im Rahmen fachdidaktischer Entwicklungsforschung in außerschulischen Lernumgebungen eingesetzt, hat das Auswirkungen auf die Besucherinnen und Besucher sowie auf die dortigen Leiterinnen und Leiter. Zum einen sorgt fachdidaktische Entwicklungsforschung dafür, dass bereits bestehende Angebote und ihre Wirkung

auf die Besucherinnen und Besucher besser verstanden werden und dass die Lernwirksamkeit dieser oder auch neuer Angebotsformate verbessert wird. Zum anderen ist die Beforschung und (Weiter)-entwicklung von dortigen Bildungsprogrammen ein exemplarischer Akt für fachdidaktisches Vorgehen. Die Leiterinnen und Leiter der Bildungseinrichtungen lernen somit ggf. selbst etwas über fachdidaktische Arbeits- und Herangehensweisen. Das kann Kooperationen zwischen ihnen und Universitäten fördern und sich entsprechend multiplikativ auf weitere Angebotsformate ausweiten. Und es kann die Leitenden befähigen, selbst bestehende Angebote zu überarbeiten oder neue zu entwickeln.

5.8.6 *Resümee*

Gemäß den genannten Argumentationslinien lässt sich für die Thematisierung des Küsten- und Meeressystem unter physikalischer Perspektive folgendes herausstellen: Das Thema muss an einem außerschulischen Lernstandort behandelt werden, weil dort genügend curriculare Flexibilität herrscht und dortige fachdidaktische Forschungs- und Entwicklungsarbeiten ein hohes Potenzial entfalten können. Der Ort muss über einen regionalen Bezug zur Küste und zum Meer verfügen sowie allen Interessierten zur offenstehen. In den bereits vorhandenen Bildungsformaten sollten die Küste und das Meer bereits unter der Perspektive anderer Disziplinen behandelt werden, sodass sich durch einen zukünftigen physikalischen Beitrag multidisziplinäre und damit gegenseitig befruchtende Sichtweisen ergeben. Da in den Lehr-Lern-Angeboten Wissen über die physikalischen und systemischen Grundideen, also über zentrale Naturprinzipien aufgebaut werden soll, um die Dynamik im Kontext Küste und Meer entschlüsseln zu können, orientieren sich die vorzunehmenden fachdidaktischen Aufbereitungen in dieser Arbeit ferner an Scientific Literacy.

C VORSTUDIEN

Nachdem in den zurückliegenden Kapiteln analytisch dargelegt wurde, dass sich außerschulische Lernstandorte in besonderem Maße eignen, um das beschriebene Bildungspotenzial des Themengebiets auszuschöpfen, ist im vorliegenden Kapitel ein empirischer Blick auf solche Orte angezeigt. Denn wie die Angebote außerschulischen Lernens im Kontext der Küsten- und Meeresregion charakterisiert sind, liegt noch weitgehend im Dunkeln. Es liegen noch keine Informationen darüber vor, wie entsprechende Bildungsangebote erzeugt werden, wer daran beteiligt ist, welche Ziele mit den Inhalten angestrebt und inwieweit systemische Ansätze verfolgt werden. Es ist noch nicht aufgeklärt, welche physikalischen Phänomene, Erklärungen und Modelle angesprochen werden und ob bei der Erstellung oder Ergänzung von Angeboten fachdidaktische Unterstützung als sinnvoll und wünschenswert erachtet wird, um physikalische Aspekte zu akzentuieren. Sollen Aufbereitungen im entsprechenden Kontext aus physikdidaktischer Perspektive vorgenommen und integriert werden, dann gilt es, mehr über die dortige Bildungsrealität in Erfahrung zu bringen. Ferner ist von Interesse, Bedarfe der Lernstandorte zu erheben und deren Entwicklungsperspektiven kennenzulernen.

Mithilfe von Vorstudien wird daher das Forschungs- und Entwicklungsfeld der küstennahen außerschulischen Lernstandorte fachdidaktisch erschlossen. Mit den Ergebnissen wird im folgenden Kapitel sodann eine Feinjustierung der Projektziele vorgenommen: Im Anschluss soll präziser darzulegen sein, wie sich angestrebte Aufbereitungen konkret darstellen, woran sie anknüpfen, welche fachdidaktischen Kompetenzen unsererseits eingebracht werden können und welche Akteure zu berücksichtigen sind, die beim Aufbereitungsprozess mitzudenken sind.

6 Erkenntnisinteresse

Zunächst wird erforscht, welche Ziele die Verantwortlichen mit ihren Bildungsformaten verfolgen. In Fällen, in denen die Orte nicht primär der Bildung dienen, wird zusätzlich nachgefragt, ob und in welchem Umfang sie die Angebote freiwillig anbieten oder inwieweit sie dazu verpflichtet sind. Daraufhin wird stärker auf die Inhalte der Bildungsarbeit eingegangen: Es wird aufgeklärt, nach welchen Kriterien Inhalte ausgewählt, welche Ziele mit den Inhalten verfolgt und wie jene schließlich zu fertigen Bildungsformaten aufbereitet werden. Diesbezüglich sind vor allem die Akteure und deren berufliche Kompetenzen von Interesse, die an der Aufbereitung beteiligt sind. Die Betrachtung der angesprochenen physikalischen Aspekte, ihres Anteils im Vergleich mit anderen Fachdisziplinen und eine Einschätzung der Verantwortlichen über die Bedeutung der physikalischen Sicht in den Angeboten schließen die Aufnahme des Ist-Zustands ab. Danach wird konkret auf physikalische Phänomene, Erklärungen und Modelle fokussiert, um in Erfahrung zu bringen, inwieweit die Verantwortlichen einen Bedarf nach der Akzentuierung physikalischer Aspekte verspüren, welche Chancen sie damit verbinden, welche Hemmnisse sie befürchten und inwiefern systemische Ansätze in ihren Angeboten verfolgt werden können. Die Studie endet mit der Rolle der Fachdidaktik beim Prozess der Aufbereitung physikalischer Inhalte, denn eine erfolgreiche Zusammenarbeit erfordert sowohl die

C VORSTUDIEN

Bereitschaft zur (Weiter)-Entwicklung von Bildungsangeboten als auch die Überzeugung, dass fachdidaktische Unterstützung hierzu nützlich ist. Wünschenswerte Angebotsformate aus Sicht der Verantwortlichen sollen daher dargelegt werden. Zuletzt wird aufgeklärt, inwiefern hierzu fachdidaktische Beiträge erstrebenswert sind und wie sie ihre etwaige bisherige Zusammenarbeit mit Fachdidaktiken und Didaktiken bewerten.

7 Datenerhebungsmethode

Gemäß den Angaben bei Bliesmer (2016) richtet sich das Verfahren zur Erhebung, Aufbereitung, Auswertung und Interpretation von Forschungsdaten streng an das „Primat der Orientierung am Untersuchungsgegenstand bzw. den Forschungsfragen“ (Vogt, 2015, S. 706). Da Daten über die Bildungsangebote an außerschulischen Lernstandorten im Kontext der Küsten- und Meeresregionen fehlen, ist ein exploratives Vorgehen (Lamnek, 2005) angezeigt. Eine Explikation der Forschungsfragen, wie sie bei Bliesmer (2016) dargestellt ist, ergibt dabei ganz bestimmte Suchrichtungen, aus denen deduktiv Hauptkategorien konstruiert werden, um die Sicht auf den Forschungsgegenstand etwas zu präzisieren. Bei der Auswertung erhobener Daten werden dann zu den Hauptkategorien Subkategorien konstruiert. Schließlich wird das Kategoriensystem interpretiert, um die Forschungsfragen zu beantworten. Es handelt sich hierbei somit um einen offenen, nicht hypothesengeleiteten Forschungsprozess. Diesbezüglich wird zur Erhebung von Daten eine Befragung durchgeführt (Vogt, 2015), um konkrete Vorstellungen und Meinungen der Betreiberinnen und Betreiber zu erfassen. Sie sind Fachleute für ihre jeweiligen Angebotsformate und können demnach umfassend befragt werden, wobei während des Interviews Befragungsschwerpunkte eingenommen und spezifische Nachfragen gestellt werden können. Es werden also teilstandardisierte, leitfadengestützte Interviews (Niebert & Gropengießer, 2014) geführt. Sie bieten wegen eines Leitfadens die Sicherheit, Daten in der Umgebung der Forschungsfragen zu erfassen und wirken zugleich erzählgenerierend, sodass die Offenheit des Forschungsprozesses gewährleistet ist. Dies geht mit dem Ziel einher, durch die Befragung möglichst umfassende Informationen über die Vorstellungen der Verantwortlichen von ihren Bildungsangeboten zu erhalten. Die Befragten sind dabei die Experten für ihre Bildungsangebote und werden fokussiert befragt. Damit handelt es sich bei der Datenerfassungsmethode konkret um qualitative, fokussierende, teilstandardisierte und leitfadengestützte Experteninterviews (Bogner, Littich & Menz, 2005). Die im Leitfaden enthaltenen Interviewfragen werden auf der Basis der Hauptkategorien entwickelt, die auf dem Erkenntnisinteresse und den Suchrichtungen der Explikation von Forschungsfragen beruhen. Die generierten Interviewdaten sind in der Arbeit von Bliesmer (2016) einsehbar.

8 Datenanalysemethode

Gemäß den Angaben bei Bliesmer (2016) erfolgt eine qualitative Analyse der aufgezeichneten Interviewdaten. Sie gliedert sich nach Krüger und Riemeier (2014) in die Bereiche der Aufbereitung, Auswertung und Interpretation. Zur Aufbereitung wird ein Transkript des Interviews angefertigt. Es werden also auditive in schriftliche Daten transformiert, wodurch die Auswertung und Interpretation von Texten erforderlich wird. Somit ist die Hermeneutik das methodologische Fundament (Vogt, 2015) der Forschungsmethode. Die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) ist eine zu dieser Fundierung passende Methode der Textanalyse (vgl. Krüger & Riemeier, 2014, S. 133). Sie zeichnet sich durch ein theorie- und regelgeleitetes Vorgehen aus (Mayring, 2015). Ein Theoriebezug bedeutet, gemäß den methodologischen und wissenschaftstheoretischen Fundierungen, dass das theoretische Fundament mit den explizierten Forschungsfragen und zugehörigen Suchrichtungen den Verständnisrahmen für die Interpretation der Forschungsdaten bildet. Zu jedem Zeitpunkt muss daher ein Rückbezug auf dieses Fundament möglich sein. Ein systematisches Vorgehen meint, dass mit jedem der Interviews in gleicher Weise und nachvollziehbar verfahren wird, sofern das Primat der Orientierung am Forschungsgegenstand keine leichten Änderungen erforderlich macht, um die beschriebene Offenheit des Forschungsprozesses zu gewähren. Ziel ist schließlich das maximale Erkunden der Denk- und Erfahrungswelt der Befragten. Das regelgeleitete Vorgehen macht aus der Analyse somit ein „methodisch kontrolliertes Fremdverstehen“ (Krüger & Riemeier, 2014, S. 135).

Die Auswertung der Daten erfolgt in einem Kondensationsprozess. Die Informationsdichte wird bis zum Herauskristallisieren der Subkategorien schrittweise erhöht: Im ersten Schritt wird die transkribierte Fassung zerlegt, den verschiedenen Hauptkategorien zugeordnet und in Bezug auf jene präzisiert, indem überflüssiges Textmaterial entfernt wird. Die Überschriften stellen also die Hauptkategorien dar, während die zugehörigen verbliebenen Textelemente das Rohmaterial für die Konstruktion der Subkategorien bilden. Jene werden im zweiten Schritt konstruiert, sodass der abgeschlossene Prozess das maximale Kondensationslevel der Forschungsdaten darstellt. Im dritten Schritt werden sämtliche Haupt- und Subkategorien aller Befragungen gemeinsam dargestellt. Das ist schließlich die Grundlage für eine Interpretation zur Beantwortung der Forschungsfragen.

Trotz der Tatsache, dass es sich bei der Analyse um ein methodisch kontrolliertes Fremdverstehen handelt, ist es im Kern ein Fremdverstehen und bedarf deshalb ständiger Reflexion. Es müssen also auch die Grenzen dieses qualitativen Vorgehens betrachtet werden. Wird der Konstruktivismus als epistemologische Grundlage, also als wissenschaftstheoretische Fundierung der Dateninterpretation betrachtet, so sind sowohl die Äußerungen der Befragten als auch deren Interpretation durch den Forschenden nicht von beliebiger Objektivität: Den Ansichten des pädagogischen Konstruktivismus (Siebert, 2005) folgend, wird das Wissen eines Individuums stets auf Basis seines Vorwissens konstruiert. Zudem ist es im Sinne situierten Lernens (Lave & Wenger, 1991) sozial verankert. Die Experten äußern ihr Wissen demnach auf Grundlage ihrer individuellen Konstruk-

tionsbiografie. Die Forschenden müssen diesen Äußerungen wiederum auf der Basis ihres eigenen Wissens Bedeutung verleihen, um die Interpretation zu leisten. Zusätzlich vermögen Fragen oder Erwartungshaltungen auf beiderlei Seiten ganz bestimmte Wissensanteile zu aktivieren, sodass diese dann vornehmlich geäußert und schließlich interpretiert werden. Dass die Ergebnisse des Forschungsprozesses nicht vollständig unabhängig von der Persönlichkeit des Forschenden existieren, ist dennoch unter der Zielperspektive der Studie kein Malus, wie das Prinzip der „pragmatischen Gelassenheit“ (Arnold & Siebert, 1999, S. 21) unterstreicht. Von großer Relevanz ist es jedoch, die Beschränkungen regelmäßig zu reflektieren. Dazu sind sowohl die Forschenden als auch die Lesenden aufgefordert. Letzteres ist von Bedeutung, denn auch der Lesende vorliegender Studie interpretiert die Daten erneut auf Basis seines eigenen Vorwissens und weist ihnen damit eine individuelle Bedeutungsfärbung zu.

9 Durchführung zweier Studien

Gemäß der dritten Argumentationslinie im vorigen Kapitel sind für die Untersuchung Bildungseinrichtungen auszuwählen, die den Kontext Küste und Meer behandeln und über einen regionalen Bezug verfügen. Im Nordwesten Deutschlands kommen Bildungseinrichtungen an der Küste in Frage (Roskam, 2016). Zusätzlich sind Meeresforschungsinstitute (Bliesmer, 2016) von Interesse, die Bildungsprogramme anbieten. Demnach wurden zwei Studien in sehr ähnlicher Form durchgeführt, einmal von Bliesmer (2016) und einmal von Roskam (2016). Im Folgenden werden lediglich die Forschungsfragen und die Forschungsergebnisse nacheinander für beide Studien dargestellt, die für vorliegende Arbeit von Bedeutung sind. Für tiefergehende Information bezüglich der Konstruktion von Haupt- und Subkategorien sei auf die entsprechenden Arbeiten von Bliesmer (2016) und Roskam (2016) verwiesen. Am Ende des Kapitels werden die Ergebnisse über beide Studien hinweg zusammengefasst und reflektiert.

9.1 Studie über die Bildungsangebote von Meeresforschungsinstituten

In einer Abschlussarbeit werden die Forschungsschwerpunkte und die Angebote verschiedener Meeresforschungsinstitute durch eine Analyse ihrer Webauftritte untersucht (Eberlei, 2015). In Anlehnung hieran werden für die vorliegende Interviewstudie vier Forschungsinstitute ausgewählt, die Anstrengungen unternehmen, wissenschaftlichen Laien Aspekte der Küsten- und Meeresregionen näher zu bringen. Folgende Orte werden aufgesucht:

Ort 1: Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung (GEOMAR) in Kiel

Ort 2: Marine Umweltwissenschaften (MARUM) in Bremen

Ort 3: Senckenberg am Meer (SaM) in Wilhelmshaven

Ort 4: Institut für Chemie und Biologie des Meeres (ICBM) in Oldenburg

9.1.1 Forschungsfragen

In Anlehnung an das beschriebene Erkenntnisinteresse werden für die vorliegende Untersuchung vier Forschungsfragen formuliert:

Frage 1: Weshalb entwerfen Meeresforschungsinstitute Bildungsangebote?

Frage 2: Wie werden Angebote geschaffen und welche Ziele werden damit verfolgt?

Frage 3: Inwiefern werden physikalische Aspekte angesprochen?

Frage 4: Wie groß ist die Bereitschaft zur Kooperation und Weiterentwicklung?

Suchrichtungen zur Beantwortung dieser Fragen werden durch eine Explikation der Forschungsfragen abgeleitet (Bliesmer, 2016). Mithilfe jener Suchrichtungen wird ein Interviewleitfaden erzeugt. Auf Grundlage dieses Leitfadens werden die Interviews durchgeführt, die Daten aufgezeichnet, transkribiert und mittels qualitativer Inhaltsanalyse (Mayring, 2015) ausgewertet.

9.1.2 Forschungsergebnisse

Der Prozess der Subkategorienbildung und die Entwicklung des Kategoriensystems sind ausführlich bei Bliesmer (2016) dargestellt. In diesem Abschnitt sollen lediglich die dort dargestellten Antworten auf die vier Forschungsfragen angegeben werden, da diese entscheidend sind, um das weitere Vorgehen festzulegen.

Frage 1: Weshalb entwerfen Meeresforschungsinstitute Bildungsangebote?

Im Wesentlichen verpflichten sich die Verantwortlichen in den Meeresforschungsinstituten bei der Konzipierung von Bildungsangeboten selbst. Sie möchten mit den Formaten eine Vermittlerfunktion zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit einnehmen und einen direkten Kommunikationskanal schaffen. Ihre Angebote sind nicht dazu da, die im Institut erzielten Forschungsergebnisse zu verdeutlichen. Vornehmlich wird der Nutzen dieser Forschung für den Schutz und die Entschlüsselung der Mitwelt thematisiert, indem Anwendungen und resultierende Erfolge in den Vordergrund vorgestellt werden. Ein großes Augenmerk wird in den Angeboten entsprechend auf den gesellschaftlichen Nutzen der Meeresforschung im Speziellen und der Naturwissenschaft im Allgemeinen gelegt. Die Verantwortlichen geben an, dass die Entwicklung von Bildungsangeboten zwar zunächst durch sie selbst initiiert wurde, allerdings werden wegen der vielen Vorteile solche öffentlichkeitswirksamen Lehr-Lern-Angebote mittlerweile von der Politik und im Rahmen von Drittmittelprojekten gefordert und gefördert. Demnach liegt in den Instituten aktuell eine Verschmelzung von Selbst- und Fremdverpflichtung bei der Erzeugung von Angeboten vor.

Frage 2: Wie werden Angebote geschaffen und welche Ziele werden damit verfolgt?

Im Gespräch mit den Befragten wird der Fokus auf eine motivational-affektive Zieldimension in den Bildungsprogrammen deutlich. Die Herangehensweise der Verantwortlichen ist darauf ausgerichtet, in der Öffentlichkeit Interesse für die Meeresforschung im Allgemeinen und die diesbezüglichen Bestrebungen des Instituts im Speziellen zu wecken. Besucherinnen und Besucher sollen in den Angeboten für eine systemische, interdisziplinäre Sichtweise auf ihre Mitwelt sensibilisiert werden. Dies spiegelt die Arbeitsweise am Institut gut wider, denn die dort Forschenden stammen aus unterschiedlichen Fachdisziplinen und bearbeiten gemeinsam ein übergeordnetes Forschungsthema. Die systemische Sichtweise solle den Besucherinnen und Besuchern die Verantwortlichkeit aller Menschen bewusst machen, einen Beitrag zum Schutz der Umwelt zu leisten. Neben solchen Bildungszielen sind auch pragmatische Motive ein Grund für die Erzeugung von Bildungsangeboten: Die Institute wünschen sich Bekanntheit und Anerkennung in der Öffentlichkeit. Ihnen ist es zudem wichtig, die Bürgerinnen und Bürger über die Aufwendung von Steuermitteln aufzuklären, die im Institut für die Forschung eingesetzt werden. Im Prinzip lässt sich dies als einen Versuch der Institute interpretieren, ihre Zukunft zu sichern. Gleiches gilt auch für den wissenschaftlichen Nachwuchs, der durch entsprechende Bildungsangebote an ein späteres Berufsfeld herangeführt werden könne. Die Verantwortlichen betonen diesbezüglich, dass es nicht nur um wissenschaftlichen

Nachwuchs im Bereich der Meeresforschung ginge, sondern auch um eine generelle Rekrutierung für das MINT-Berufsfeld.

Die Auswahl aufzubereitender Inhalte hängt mit diesen Zielen zusammen, geht aber auch darüber hinaus: Zeitliche und finanzielle Vorgaben seien beispielsweise ein wichtiges Auswahlkriterium für die Inhalte. Außerdem sind die Wünsche der Lehrerinnen und Lehrer ausschlaggebend, die zusammen mit ihren Schulklassen am Angebot teilnehmen, sodass ebenso das Kerncurriculum die Inhalte mitbestimmt. Auch müsse der zu thematisierende Inhalt zur Forschung im eigenen Hause passen, damit jederzeit erfahrene Fachwissenschaftlerinnen und Fachwissenschaftler konsultiert werden können.

Die Aufbereitung der Inhalte erfolgt daher im Wesentlichen zusammen mit Fachwissenschaftlerinnen und Fachwissenschaftlern. Gemeinsam mit ihnen nehmen die Verantwortlichen eine fachliche Reduktion der Inhalte vor und betten sie in übergeordnete Fragestellungen ein, um die Vernetzung einzelner Disziplinen deutlich zu machen. Fachdidaktische Unterstützung erfolgt häufig nur mittelbar durch eine Zusammenarbeit mit Lehrkräften und mit Studierenden im Lehramt. Die Befragten geben an, dass Studierende bestrebt sind, die Inhalte an die Lebenswelt der Lernenden anzuknüpfen und auch Alltagsvorstellungen zu berücksichtigen. Die Aufbereitung mit den Lehrkräften beschränkt sich auf das Ausprobieren mit der Lerngruppe und ein stetiges Anpassen des Lehr-Lern-Angebots. Es lässt sich daher festhalten, dass fachdidaktische Unterstützung durch Arbeitsgruppen an der Universität nicht die Regel ist.

Frage 3: Inwiefern werden physikalische Aspekte angesprochen?

Physikalische Aspekte sind ein wichtiger Teil der Bildungsangebote, werden jedoch nicht explizit gemacht. Sie sind in Kontexte eingebettet: Beim Wetter sind Aspekte der Atmosphärenphysik enthalten, bei Strömungen geht es um thermohaline Schichtungen, bei Wasserwellen spielt die Hydrodynamik eine große Rolle und ein Bewusstsein hinsichtlich der Unterschiede zwischen elektromagnetischen und akustischen Wellen sei für die Erforschung der Weltmeere von entscheidender Bedeutung. Physikalische Inhalte sind für die Befragten meist ein Handwerkszeug, das zu einer Entschlüsselung von Phänomenen beiträgt und damit die Möglichkeit bietet, angestrebte systemische Sichtweisen einzunehmen. Dennoch wird das Handwerkszeug sparsam eingesetzt, denn die Befragten befürchten Aversionen, sollten zu viele physikalische Inhalte vorhanden sein oder stärker akzentuiert werden. Ihre Befürchtungen machen sie dabei vornehmlich an der Komplexität der Inhalte fest. Dadurch habe sich in der Schulzeit bei vielen Menschen eine Abneigung gegenüber mathematisch-physikalischen Zusammenhängen entwickelt. Diese seien eine große Hürde für die Besucherinnen und Besucher. Die Akzentuierung der physikalischen Sicht stünde damit dem notwendigen Sicheinlassen auf die eher komplexen Zusammenhänge in der Meeresforschung entgegen. Bei der Frage nach dem Abbau solcher Hemmnisse verweisen die Befragten auf den Schulunterricht und sehen den Handlungsbedarf dort. Sie betonen, dass dort mehr fachübergreifend unterrichtet werden und die Relevanz naturwissenschaftlicher Themen deutlich werden müsse. Mit Blick auf die

Bildungsangebote fürchten die Befragten ferner hohe Kosten und die Komplexität der Apparaturen, die von Besuchenden zu bedienen bzw. den Verantwortlichen zu warten sei.

Zusammenfassend besteht trotz der zuerkannten Bedeutsamkeit physikalischer Inhalte große Zurückhaltung, diese stärker zu betonen. Ein Bedarf nach einer Akzentuierung wird negiert und dabei auf die Expertise ansässiger Fachwissenschaftlerinnen und Fachwissenschaftler verwiesen, wenn es darum geht, neue Inhalte festzulegen, die in den Bildungsprogrammen thematisiert werden sollen.

Frage 4: Wie groß ist die Bereitschaft zur Kooperation und Weiterentwicklung?

Die Weiterentwicklung von Bildungsangeboten auf einer konkreten, inhaltlichen Ebene wird nur einmal in Bezug auf ein Angebot zu großräumigen Sedimentverschiebungen benannt. Ansonsten werden eher organisatorische Wünsche vorgebracht: Eine mobile Ausstellung, größere Räumlichkeiten und mehr Personal. Fachdidaktische Unterstützung bei der Erzeugung neuer Bildungsformate sehen die Verantwortlichen aufgrund ihrer bisherigen Erfahrungen skeptisch. So monieren sie, dass während der Projektlaufzeit durchaus lohnende Bildungsformate entstehen und angeboten werden, dies jedoch im Anschluss nicht weitergeführt werde, weil notwendige Kompetenzen mit dem Ende des Projekts abgezogen werden. Folglich sei die Kosten-Nutzen-Relation einer Zusammenarbeit zwischen Institut und Fachdidaktik ungünstig.

9.2 Studie über die Bildungsangebote von Nationalparkhäusern

In der vorliegenden Interviewstudie von Roskam (2016) werden sieben Bildungseinrichtungen ausgewählt, die mit unterschiedlichen Angeboten Besucherinnen und Besucher über die Küsten- und Meeresregionen im Allgemeinen und das Wattenmeer im Speziellen informieren möchten. Folgende Orte werden aufgesucht:

Ort 1: Multimare in Tönning

Ort 2: Niedersächsische Nationalparkverwaltung in Wilhelmshaven

Ort 3: Nationalparkhaus Wittbülten auf Spiekeroog

Ort 4: Wattenmeer Besucherzentrum in Wilhelmshaven

Ort 5: Zentrum für Natur und Technik in Aurich

Ort 6: Ökowerk in Emden

Ort 7: Regionales Umweltbildungszentrum in Schortens

9.2.1 Forschungsfragen

In Anlehnung an das beschriebene Erkenntnisinteresse werden für die vorliegende Untersuchung vier Forschungsfragen formuliert (Roskam, 2016):

Frage 1: Welche (Bildungs-)Ziele werden an außerschulischen Lernstandorten verfolgt und wie werden diese umgesetzt?

Frage 2: Wie ist an außerschulischen Lernstandorten der Stellenwert der Physik einzuschätzen?

Frage 3: Inwiefern wird die Weiterentwicklung für den außerschulischen Lernort von physikalischen Aspekten gewünscht und inwieweit besteht Interesse an einer Kooperation?

Suchrichtungen zur Beantwortung dieser Fragen werden abgeleitet und ein Interviewleitfaden erzeugt (Roskam, 2016). Auf Grundlage dieses Leitfadens werden die Interviews durchgeführt, die Daten aufgezeichnet, transkribiert und einer qualitativen Inhaltsanalyse (Mayring, 2015) unterworfen.

9.2.2 Forschungsergebnisse

Der Prozess der Subkategorienbildung und die Entwicklung des Kategoriensystems sind ausführlich bei Roskam (2016) dargestellt. In diesem Abschnitt werden lediglich die dort dargestellten Antworten auf die drei Forschungsfragen angegeben werden, da diese entscheidend sind, um das weitere Vorgehen im Projekt festzulegen.

Frage 1: Welche (Bildungs-)Ziele werden an außerschulischen Lernstandorten verfolgt und wie werden diese umgesetzt?

In den untersuchten Bildungseinrichtungen am Wattenmeer steht die Bildungskonzeption Bildung für eine nachhaltige Entwicklung (BNE) stark im Vordergrund. Die Verantwortlichen möchten, dass die Besucherinnen und Besucher in ihren Angeboten Gestaltungskompetenzen aufbauen. Gestaltungskompetenzen werden von den Lernstandorten als Erkennen und Umsetzen von Handlungsdiskpositionen interpretiert, die auf eine gerechtere Verteilung von Ressourcen abzielen. Darüber hinaus werden meist Ziele benannt, die auf einer motivational-affektiven Ebene liegen: In den Bildungsformaten könne erfahrungsbasiert gelernt werden. Dies solle bei den Besucherinnen und Besuchern für Faszination, die wiederum in eine Motivation münde, sich stärker mit dem Wattenmeer auseinanderzusetzen. Das erfahrungsbasierte Lernen fokussiert hierbei auf die Biologie im Watt. Die Auseinandersetzung insbesondere mit der dortigen Tierwelt solle sich affektiv auswirken. Diesbezügliches Ziel ist die Anregung der Besucherinnen und Besucher, sich für den Schutz des Wattenmeeres einzusetzen. Neben den genannten Bildungszielen nennen viele der Befragten auch wirtschaftliche Ziele, die sie mit ihren Angeboten verfolgen. So sollen mit den Angeboten auf finanzieller Ebene Stiftungen angesprochen werden, von denen man sich eine Förderung erhoffe. Auch seien die Angebote eine hervorragende Plattform, auf der eine Kooperation zwischen den einzelnen Lernstandorten initiiert werden könne, um Bildungsbestrebungen zu bündeln.

Die Umsetzung der Bildungsziele erfolgt in Form von Veranstaltungen, permanenten Ausstellungen und Informationsständen außerhalb der eigenen Räumlichkeiten. Die Formate stehen allen Interessierten zur Verfügung. Hierbei versuchen die Verantwortlichen an den Lernstandorten Teile ihrer Bildungsangebote an die jeweilige Zielgruppe anzupassen. Deshalb sind für deren Gestaltung beispielsweise zeitliche Vorgaben entscheidend. Auch das Kerncurriculum spielt eine wichtige Rolle bei der Auswahl von Inhalten, da sich besuchende Lehrkräfte eine Anknüpfung an die Inhalte des Schulunterrichts wün-

schen. Besonderen Wert legen die Lernstandorte auf die Thematisierung interdisziplinärer Zusammenhänge, da dies mit dem Bildungsziel nachhaltiger Entwicklung korrespondiere.

Frage 2: Wie ist an außerschulischen Lernstandorten der Stellenwert der Physik einzuschätzen?

Geht es um dynamische Prozesse im Wattenmeer sind sich die Befragten allesamt über die Bedeutung der physikalischen Perspektive im Klaren. Das machen sie insbesondere an der Begründung der UNESCO fest, die das Wattenmeer in den Katalog der Weltnaturerben aufnahm, und die neben der Biodiversität die hohe physikalische Dynamik dieser besonderen Küstenregion als auszeichnungswürdig benennt. Auch die in der vorigen Forschungsfrage aufgeführten Bildungsziele spielen bei der Einschätzung der Bedeutung von Physik eine wichtige Rolle: Die Befragten stellen die Notwendigkeit der physikalischen Sicht für das systemische Denken heraus, was wiederum für ein erfolgreiches Betreiben von BNE notwendig ist. Entsprechend werden physikalische Aspekte stets in interdisziplinären Kontexten gesehen. Das sind zum Beispiel Wetter und Klima, granulare Materie, dessen Dynamik und die Wattenmeerentstehung. Ferner werden in den Angeboten Strömungen in Form von Wellen, Gezeiten und Sturmfluten zum Thema gemacht. Auf den Inseln wird außerdem die Süßwasserlinse behandelt. Explizite Verbindungen zur Biologie werden durch die Orientierung von Zugvögeln und Walen hergestellt. Allgemeine physikalische Gesetzmäßigkeiten werden nur selten thematisiert. Das liege auch daran, dass man sich an der Nachfrage der Besucherinnen und Besucher orientiere. Scheinbar verbinden jene mit dem Wattenmeer eher biologische Aspekte, sodass diese stärker nachgefragt werden. Durch die interdisziplinäre Einbettung scheint es für die Befragten recht schwierig zu sein, in ihren Angeboten den Anteil von Physik im Vergleich zu anderen Fachdisziplinen zu bestimmen – er wird zwischen 5 % und 30 % eingeschätzt. Daher konstatieren einige der Verantwortlichen, die Physik sei in den Angeboten angemessen repräsentiert, die Inhalte seien allerdings noch besser aufzubereiten. Andere wünschen sich verstärkt Unterstützung aus dem Bereich Physik bzw. Physikdidaktik, weil bei der Akzentuierung von physikalischen Phänomenen, Modellen und Erklärungen Schwierigkeiten befürchtet werden. Die Befragten sind der Meinung, physikalische Aspekte seien nur schwierig zu vermitteln. Das betrifft vor allem die Herausforderung, mit physikalischen Zusammenhängen Interesse und Faszination zu erzeugen. Mit biologischen Zusammenhängen ginge dies wesentlich einfacher. Außerdem seien Probleme durch die aufwendige Technik oder die finanziellen Mittel nicht außer Acht zu lassen, die für die Repräsentation von physikalischen Aspekten an den Standorten benötigt werden. Nicht zuletzt wird als weiteres Hemmnis ihre Fachfremdheit betont, da es sich bei den Leiterinnen und Leitern der Lernstandorte um Personen mit eher biologischem Berufsschwerpunkt handelt. Physikdidaktische Unterstützung könne bei diesen Problemen helfen und auch dazu beitragen, neue Inhalte stimmig in die bestehenden Formate einzubetten und jene damit zu vertiefen.

Frage 3: Inwiefern wird die Weiterentwicklung für den außerschulischen Lernstandort von physikalischen Aspekten gewünscht und inwieweit besteht Interesse an einer Kooperation im Rahmen des DBU-Projektes?

Die Lernstandorte äußern besonderes Interesse an der Physik granularer Materie. Hierzu zählen die Bildung von Sandrippeln, die Entstehung von Inseln und Dünen sowie der Bau von Sandburgen. Überdies wird ein Gezeitenmodell als Entwicklungsperspektive genannt, das sowohl fachlichen Ansprüchen als auch denen der Lernenden genügt. Generell geben die Befragten noch an, es müsse Lehr-Lern-Materialien geben, die den Einfluss des Klimawandels aufzeigen. Die aufgeführten Themenbereiche sehen sie deswegen unter einer physikalischen Perspektive verortet, weil es zwischen ihnen starke Verknüpfungen im Sinne der Dynamik in der unbelebten Natur gibt. Eine Gezeitenströmung wechselwirkt beispielsweise mit granularer Materie an der Küste und erzeugt so Rippel, Inseln etc. Daher zählen die genannten Themenbereiche in Gänze zur physikalischen Dynamik. Die Befragten sehen mit Blick auf diese spezielle Dynamik den systemischen Charakter der Küsten- und Meeresregion als zentral an. Bei entsprechenden Bildungskonzeptionen, Ausstellungsobjekten und Lernmaterialien wünschen sich die Betreibenden der Lernstandorte Unterstützung, da sie sich gewissermaßen in einer Zwickmühle befinden: Zwar sehen sie Angebote, die auf systemische Zusammenhänge der Küsten- und Meeresregionen fokussieren, als wünschenswert an, befürchten jedoch, die Besucherinnen und Besucher damit zu überfordern. Demnach sind die Verantwortlichen daran interessiert, Angebote zu schaffen, die für unterschiedliche Zielgruppen mittels grundlegender, lebensweltlicher Phänomene einen niederschweligen Zugang zu systemischen Denkweisen bieten. Zuletzt wird der Wunsch geäußert, Konzeptionen zu schaffen, die mehrere außerschulische Lernstandorte vernetzen, sodass Lernende an anderen Lernstandorten weiterlernen können, um ihr Wissen zu vertiefen.

10 Diskussion

Die Forschungsergebnisse liefern Einblicke in die Denk- und Erfahrungswelt von Verantwortlichen von elf verschiedenen außerschulischen Lernstandorten. Über beide Studien hinweg ziehen sich durch die außerschulischen Lernstandorte und Meeresforschungsinstitute in vielen Bereichen recht ähnliche Einsichten und Ansichten über Bildungsangebote im Kontext der Küsten- und Meeresregion. In anderen Bereichen gibt es starke Unterschiede. Daher sollen diese Extreme von Übereinstimmung und Abweichung im Folgenden näher beleuchtet werden.

Die meisten Verantwortlichen streben mit ihren Bildungsformaten Umweltbildung an, in den Nationalparkhäusern wird zusätzlich das Konzept Bildung für nachhaltige Entwicklung besonders betont. Hier hat offenbar eine gewisse Verschmelzung beider Konzeptionen stattgefunden. An den Orten sind die Bildungskonzeptionen darauf ausgerichtet, den Besucherinnen und Besuchern die Bedeutung von Küsten- und Meeresregionen sowie ihre eigene Mitverantwortlichkeit für deren Zustand zu veranschaulichen. Infolgedessen setzen sie auf eine Anregung systemischen Denkens als Mittel zum Zweck. Den Lernenden soll nämlich deutlich werden, dass sie ein Teil des Umweltsystems sind und sich ihre Handlungen letztlich auf das gesamte System auswirken können – im Guten wie im Schlechten. Damit die Lernenden sich nach ihren Besuchen in positiver Manier für die Umwelt einsetzen, bauen die Verantwortlichen mittels biologischer Perspektiven stark auf eine motivational-affektive Zieldimension. Ihrer Meinung nach sei die biologische Perspektive in besonderem Maße dazu geeignet, Interesse und Faszination zu erzeugen, um so eine positive Einstellung gegenüber Küsten- und Meeresregionen zu entwickeln und sich ggf. für deren Schutz einzusetzen. Insgesamt erklärt dies die Ausrichtung vieler ihrer Bildungsangebote: Wegen der Thematisierung systemischer Zusammenhänge sind sie grundsätzlich interdisziplinär ausgerichtet. Allerdings hat die Biologie in dem interdisziplinären Geflecht wegen der Fokussierung auf einen motivational-affektive Zieldimension eine herausgehobene Stellung inne.

Die Befragten betonen nachdrücklich die Bedeutung von physikalischen Zusammenhängen in ihren Angeboten. Ihnen ist klar, dass die Dynamik der belebten und unbelebten Natur untrennbar miteinander verknüpft sind und daher Wissen aus allen naturwissenschaftlichen Teildisziplinen nötig ist, um die Komplexität des Umweltsystems ansatzweise begreifen und entschlüsseln zu können. Da die Befragten allerdings bezweifeln, dass mit physikalischen Zusammenhängen ein ähnliches Maß an Faszination und Interesse erzeugt werden könne, wird die physikalische Sicht in den Angeboten nicht so stark beleuchtet wie die biologische. Eine besondere Stellung hat sie nicht inne. Die Physik ist eingebettet in interdisziplinäre Kontexte und wird folglich nicht so stark expliziert. Scheinbar wird nur so viel Physik in die Angebote integriert wie nötig und gleichzeitig so wenig wie möglich, um die beschriebenen Ziele noch erreichen zu können. Dieses Minimierungsprinzip hat offenbar mehrere Gründe. Neben dem geringeren Faszinationspotenzial halten viele der Befragten die physikalische Sichtweise für sehr komplex, da sie vornehmlich an mathematischen Zusammenhängen orientiert sei. Andere sprechen von

Aversionen aufseiten der Besuchenden, die ihnen durch negative Erfahrungen während ihrer Schulzeit aufgeprägt wurden. Auch gibt es über viele untersuchte Orte hinweg die Vorstellung, die Veranschaulichung von physikalischen Zusammenhängen bedeute einen hohen apparativen Aufwand und folglich auch eine starke finanzielle Belastung. Bei den Bildungseinrichtungen an der Küste kommt noch hinzu, dass sie meist von Personen mit eher biologischem Berufsschwerpunkt geleitet werden, weshalb ihnen eine Akzentuierung biologischer Aspekte näher liegt als eine Akzentuierung physikalischer.

Auf das Dilemma mit der Physik, die einerseits als wichtig und andererseits als unbeliebt angesehen wird, reagieren die außerschulischen Bildungseinrichtungen im Vergleich beider Studien sehr unterschiedlich. Für die Lernstandorte an der Küste resultiert ein Wunsch nach Zusammenarbeit mit der Physikdidaktik. Die Meeresforschungsinstitute verspüren dieses Verlangen nicht. Das mag auch damit zusammenhängen, dass nur auf didaktischer Ebene neue Kompetenzen in eine Kooperation mit Meeresforschungsinstituten eingespeist werden können. Schließlich sind diese oftmals universitätsassoziiert und verfügen gleichzeitig über viele qualifizierte Forscherinnen und Forscher im physikalischen Bereich. Es sind also bereits vielfältige Kompetenzen vor Ort. Auf fachlicher Ebene sehen die Institute folglich keinen Mehrwert durch eine Kooperation und einige Befragte geben an, bei einer Zusammenarbeit mit Fachdidaktiken bereits negative Erfahrungen gemacht zu haben. Entsprechend reagieren sie sehr zurückhaltend. Ein ganz anderes Bild zeigt sich in den Bildungseinrichtungen an der Küste. Sie verspüren den Wunsch, zusammen mit der Fachdidaktik physikalische Aspekte in den Angeboten stärker zu akzentuieren bzw. lernwirksamer aufzubereiten. An diesen Orten ist die Physikdidaktik in doppeltem Maße von Bedeutung. Zum einen in fachlicher Hinsicht, denn die Leitenden verfügen oft über einen biologischen Berufsschwerpunkt. Zum anderen in didaktischer Hinsicht, denn die Herausforderung besteht an den Orten darin, günstige und relativ simple Lehr-Lern-Materialien zu entwickeln, die physikalische Aspekte verdeutlichen und gleichzeitig Besucherinnen und Besucher auf einer motivational-affektiven Ebene ansprechen, sodass sie sich den entwickelten Lehr-Lern-Situationen freiwillig zuwenden. Im Vergleich beider Studien wird die Bedeutung der einzuspeisenden didaktischen Kompetenzen gut deutlich. Die Meeresforschungsinstitute verfügen über eine ausgeprägte fachliche Kompetenz, sind jedoch nicht in der Lage, physikalische Aspekte wesentlich stärker zu akzentuieren, weil dies bei den Besucherinnen und Besuchern Aversionen erzeuge. Trotz der fachlichen Kompetenz befinden sie sich also im beschriebenen Dilemma. Folglich sind didaktische Kompetenzen von besonderer Bedeutung. Denn nur mit jenen kann der fachliche Inhalt mit Blick auf die Interessen der Lernenden aufbereitet werden, um die Wahrscheinlichkeit zu erhöhen, dass die Lernenden sich auf die Bildungsangebote einlassen.

Es ist ohnehin bemerkenswert, dass in den meisten Fällen die Zusammenarbeit mit Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktikern eine so kleine Rolle spielt, obwohl es sich um Orte des Lehrens und Lernens handelt. Demzufolge verfügen dortige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten über ein großes Potenzial – zum einen für die Orte selbst, zum anderen aber auch für die Fachdidaktik. Werden an außerschulischen Lernstandorten fachdidak-

tische Konzepte eingesetzt, die im schulischen Kontext entwickelt wurden und sich dort bereits bewährt haben, so kann sich das wechselseitig positiv niederschlagen. Es werden nicht einfach nur wirksamere Bildungsangebote erschaffen. Die eingesetzten fachdidaktischen Konzepte und Modelle können sich durch die besonderen Rahmenbedingungen an den außerschulischen Lernumgebungen weiterentwickeln und ausdifferenzieren. Es sind neue Einsichten in Lehr-Lern-Situationen und fachdidaktische Arbeitsweisen möglich. Die Orte sind gewissermaßen als experimentelles Forschungs- und Entwicklungsfeld zu verstehen und bieten die von Kircher (2015b) genannten Spielräume, als er von der Vielfalt an möglichen Elementarisierungen und Didaktischen Rekonstruktionen spricht. Der Einsatz von fachdidaktischen Modellen kann auch auf die Schule zurückspiegeln. Die weiterentwickelten fachdidaktischen Konzepte und dortige Entwicklungen können durchaus dazu beitragen, dass der Schulunterricht besser beforscht oder aber auch bessere Materialien für den Schulunterricht entwickelt werden können. Die Vorstudien zeigen somit, dass die Physikdidaktik von Berufs wegen hier einen Schlüssel zu einem sehr fruchtbaren Forschungs- und Entwicklungsfeld in der Hand hält, den es zu nutzen gilt.

D ZWISCHENFAZIT

In diesem Kapitel werden zentrale Erkenntnisse der bisherigen Kapitel nochmals aufgegriffen, in einen Zusammenhang gestellt und dadurch gebündelt. Hierzu ist ein kurzer Rückblick notwendig, der als Grundlage einer Reflexion der Erkenntnisse hinsichtlich der Ziele in vorliegender Arbeit (Projektziele) dient. Dadurch soll herausgearbeitet werden, welche Schritte als Nächstes zu tätigen sind und was physikdidaktische Bestrebungen diesbezüglich leisten können und sollten.

11 Rückblick

Das sich stets zu vergegenwärtigende, übergeordnete Projektziel ist die Schaffung von Bildungsangeboten, in denen Menschen über physikalische Phänomene in Küsten- und Meeresregionen lernen können. Motiviert wird dieses Ziel durch die Bedeutung der Regionen für Ökonomie, Ökologie und Soziales: Küsten und Meere sind wichtige Wirtschafts- und Lebensräume, die intensiv genutzt werden und zu denen sich die meisten Menschen hingezogen fühlen. Sie sind Sehnsuchtsorte. Aber ungeachtet der Tatsache, dass sie vielen Menschen aus Primärerfahrungen heraus bekannt sind, überraschen sie stets aufs Neue mit einer unerwarteten, nichtlinearen physikalischen Dynamik, die nur schwierig zu entschlüsseln ist und die zugleich ihre Sensitivität begründet. Küsten und Meere erscheinen kontraintuitiv (s. Kapitel 1).

Diese Verschmelzung von Bedeutsamkeit und Fragwürdigkeit im Sinne Klafkis (2007) unterstreicht das Potenzial der Regionen für das Lehren und Lernen. In den drei untersuchten Bildungskonzeptionen Scientific Literacy, epochaltypische Schlüsselprobleme und Bildung für eine nachhaltige Entwicklung taugen Küsten- und Meeresregionen und die mit ihnen verbundenen Inhalte geradezu als Musterbeispiele für die Umsetzung jener Bildungskonzeptionen in Lehr-Lern-Arrangements. Für die zu erreichenden Projektziele erscheint die Konzeption Scientific Literacy jedoch als am geeignetsten (s. Kapitel 4.5).

Damit das Potenzial dieser Musterbeispiele für das Lehren und Lernen ausgeschöpft werden kann, braucht es fachdidaktische Gestaltungsfreiheit für verschiedenartige Aufbereitungen. Außerschulische Lernstandorte, die sich an der Küste befinden, scheinen dieser Aufgabe am ehesten gewachsen zu sein, verfügen sie doch über eine gewisse curriculare Flexibilität und Anpassungsfähigkeit an eine heterogene Zielgruppe. Die Lernstandorte fokussieren auf Primärerfahrungen, betonen Interdisziplinarität und binden sich daher nicht an einzelne Fachdisziplinen. Außerdem bieten sie einen Zugang zu einem, im Vergleich zur Schule, noch recht unerschlossenen Forschungs- und Entwicklungsfeld für Fachdidaktiken (s. Kapitel 5.8).

In empirischen Studien (Bliesmer, 2016; Roskam, 2016) ist ein Ungleichgewicht von fachdisziplinären Bezügen in den Bildungsangeboten belegt. Biologische Aspekte dominieren, physikalische fehlen weitestgehend. Um die systemische Dynamik der Küsten und Meere ansatzweise entschlüsseln zu können, ist eine Akzentuierung physikalischer Aspekte in künftigen Angeboten notwendig. Hierbei brauchen die Lernstandorte eine

Unterstützung, denn sie verfügen kaum über die physikalischen und fachdidaktischen Kompetenzen, die zur Weiterentwicklung der Angebote notwendig sind. Diese Unterstützung vermag physikdidaktische Aufbereitung zu bieten (s. Kapitel C).

12 Konsequenzen

12.1 Konsequenz I: Angebote für Lernstandorte an der Küste schaffen

Die im Zuge der Bildungswertanalyse herausgearbeiteten Argumentationslinien (s. Kapitel 5.8) verdeutlichen, dass außerschulische Lernstandorte am besten geeignet sind, um den Kontext Küste und Meer zu thematisieren. Denn hier lässt sich das Potenzial des Kontexts insofern sehr gut entfalten, als an der Küste und am Meer viele Phänomene als Primärerfahrung direkt vor Ort beobachtet werden können. Es bietet sich die Chance, hier eine Komplementarität zu schaffen: Primärerfahrung der Phänomene direkt an der Küste und anschließende Vertiefung sowie Entschlüsselung des Gesehenen im geschützten Gebäude des außerschulischen Lernstandorts. Überdies unterstreichen die Vorstudien, dass es an außerschulischen Lernstandorten an der Küste an Bildungsangeboten mangelt, die den Kontext Küste und Meer unter einer notwendigen physikalischen Perspektive in den Blick nehmen (s. Kapitel C). Deshalb ist insgesamt angezeigt, den Weg für Bildungsangebote zu bereiten, die an außerschulischen Lernstandorten Phänomene im Kontext Küste und Meer unter physikalischer Perspektive in Augenschein nehmen. Die Vorstudien deuten im Vergleich mit den Meeresforschungsinstituten auf eine höhere Kooperationsbereitschaft der Nationalparkhäuser im Wattenmeer hin. Sie verspüren überdies einen stärkeren Bedarf nach entsprechenden Bildungsangeboten. Aus diesem Grund werden die Angebote vornehmlich für letztere entwickelt.

12.2 Konsequenz II: Kontext Küste und Meer physikdidaktisch aufbereiten

In den Küsten- und Meeresregionen sind Phänomene der belebten sowie unbelebten Natur, und damit auch physikalische sowie biologische Inhalte, komplex miteinander verwoben. In den durchgeführten Expertenbefragen über die Angebote außerschulischer Bildungseinrichtungen ist allerdings belegt, dass der Fokus der Betreibenden einseitig auf Phänomene in der belebten Natur gelegt wird (s. Kapitel 10). Die Bildungseinrichtungen versuchen, physikalische Sachverhalte nicht allzu stark zu thematisieren, weil sie Aversionen befürchten, wenn physikalische Inhalte, Prinzipien und Gesetzmäßigkeiten zu sehr in den Mittelpunkt gerückt werden (s. Kapitel 10). Hiermit ist den Leitenden etwas Bedeutendes aufgefallen, das in ähnlicher Form bereits aus schulischen Untersuchungen bekannt ist: Eine didaktische Strukturierung, die den Fachkanon stark in den Vordergrund rückt, ist dem Lehren und Lernen nicht zuträglich, da die Inhalte keine Bedeutung für die Lebenswelt der Lernenden besitzen (Duske, 2017). Sie sind schlicht zu abstrakt. Das führt zu Aversionen, denn die Fachstruktur erscheint als zu sehr abgetrennt von der Lebenswelt Lernender. Daher wird eine Einbettung physikalischer Sachverhalte in Kontexte angestrebt, die über eine Bedeutung für die Lebenswelt von Lernenden verfügen und die zugleich geeignet sind, Lehr-Lern-Situation eine didaktische Strukturierung zu verleihen (Demuth, Parchmann, Ralle & Gräsel, 2005). Somit passt das Ansinnen der Lernstandorte

gut zu fachdidaktischen Arbeitsweisen, die u. a. eine Einbettung der physikalischen Inhalte und Gesetzmäßigkeiten in konkrete, sinnstiftende Kontexte (Muckenfuß, 1995) vorsieht. Denn der Kontext Küste und Meer ist lebensweltlich und umfasst viele Phänomene, die zum einen nur unter physikalischem Blickwinkel entschlüsselt werden können und die zum anderen aus dem Alltag bekannt sind. Die konkreten Phänomene im Kontext Küste und Meer sind damit gewissermaßen als Subkontexte zu verstehen. Welche Phänomene (Subkontexte) thematisiert werden könnten, haben die Leitenden der Lernstandorte bereits selbst beantwortet: In den Vorstudien nennen sie viele Bereiche, die es aus physikalischer Perspektive aufzubereiten gilt (s. Kapitel 1). Dazu zählen die Gezeiten, Wellen sowie die Bewegung granularer Materie bei der Bildung von Rippeln, Dünen und Inseln. Die genannten Phänomene sind dabei Ausdruck einer an Alltagsvorstellungen anknüpfenden Dynamik in Küstenregionen.

Es bietet sich durch Bildungsangebote im sinnstiftenden Kontext Küste und Meer die Gelegenheit, bei Behandlung der entsprechenden Phänomene physikalische Gesetzmäßigkeiten kennenzulernen. Diese Angebote fungieren als Regulativ zu der bisherigen starken Fokussierung der Bildungsangebote auf biologische Inhalte im Kontext Küste und Meer. Um aber solche physikalisch orientierten Angebote schaffen zu können, bedarf es einer systematischen Aufbereitung des Kontexts mit physikdidaktischen Mitteln.

12.3 Konsequenz III: Systemprinzipien akzentuieren

Im einführenden Kapitel (s. Kapitel 1) ist die Bedeutung der systemischen Zusammenhänge für das Verständnis der komplexen Wechselwirkungen im Küsten- und Meeresystem beschrieben. Ferner erklären die Leitenden vieler Lernstandorte, sie seien in ihren Bildungsangeboten bestrebt, systemische Zusammenhänge aufzeigen, um deutlich zu machen, dass menschliche Einflüsse sich überall im System Erde auswirken (s. Kapitel 10). Deshalb ist empfehlenswert, systemische Prinzipien, wie beispielsweise Rückkopplungen, auch in den vorzunehmenden physikdidaktischen Aufbereitungen zu akzentuieren. Zwischen physikalischen Inhalten im Küstenraum und Systemprinzipien besteht ohnehin eine hervorragende Passung, denn die Systemtheorie orientiert sich an zentralen Stellen etwa an der Thermodynamik (Bar-Yam, 1997; Schurz, 2006). Und auch Jacobeit (2007) berichtet von systemischen Zusammenhängen, welche die teils unerwarteten Dynamik im Klimasystem begründen. Diese und andere Autoren generalisieren das Verhalten komplexer Systeme, indem sie Systemgesetze und Systemprinzipien beschreiben. Viele der genannten Phänomene, die es im Kontext Küste und Meer physikdidaktisch aufzubereiten gilt, erscheinen in diesem Zusammenhang als gut geeignet, um daran sowohl Naturgesetze, also gewissermaßen physikalische Grundideen, als auch übergreifende Systemprinzipien zu thematisieren. Die Vermittlungsabsicht der zu erzeugenden Bildungsangebote sollte daher sowohl auf physikalische Gesetzmäßigkeiten als auch auf systemische Zusammenhänge zielen, die Lernende auch auf andere Phänomene im Kontext Küste und Meer und sogar auf andere Kontexte anwenden können.

12.4 Konsequenz IV: Mit Scientific Literacy einen BNE-Beitrag leisten

Bei fachdidaktischer Entwicklungsforschung müssen mehrere Ebene hinsichtlich ihrer Reichweite voneinander unterschieden werden: Mit einer ersten Ebene ist gemeint, dass einzelne Lehr-Lern-Angebote an einem Lernstandort entwickelt oder weiterentwickelt werden. Diese stehen wiederum in Zusammenhang mit anderen Lehr-Lern-Angeboten an diesem Ort. Dies muss bedacht werden, wenn auf einer zweiten Ebene der Ort als Ganzes entwickelt oder weiterentwickelt werden soll. Zuletzt stehen die Lernstandorte mit anderen Bildungseinrichtungen der Region in einem Zusammenhang. Eine solche Bildungsregion umfasst neben außerschulischen Lernstandorten auch Schulen, Kitas, Volkshochschulen oder Universitäten (vgl. Niedersächsisches Kultusministerium, 2015; Schlüter, 2016). Auf einer dritten Ebene geht es demnach um die Weiterentwicklung von Bildungsregionen. Wenn also, wie in dieser Arbeit vorgesehen, neue Bildungsangebote geschaffen werden sollen, dann ist zu berücksichtigen, dass jene in einem Zusammenhang mit den beiden anderen Ebenen (Lernstandort und Bildungsregion) stehen.

Um zielgerichtete Entwicklungen im Kleinen vollführen zu können, die sich dann im Großen – also auf der zweiten und dritten Ebene – konsistent einfügen, ist an ein Bildungskonzept anzukoppeln, das sowohl den Anforderungen der in dieser Arbeit zu verfolgenden Ziele als auch den Sichtweisen der Leitenden gerecht wird. Zudem werden insbesondere in Bildungsregionen Vorstellungen davon, was diese Orte des Lehrens und Lernens mit Blick auf Bildung zu leisten haben, von außen (durch Politik oder Gesellschaft) her-angetragen. Wegen der hier vorgesehenen Fokussierung auf physikalische Gesetzmäßigkeiten und Systemprinzipien im Kontext Küste und Meer eignet sich eine Orientierung am Bildungskonzept Scientific Literacy (s. Kapitel 4.5.3). Scientific Literacy ist weithin akzeptiert und fungiert darüber hinaus auch als Bildungskonzept von PISA. Außerdem passt es zur Thematisierung von Systemprinzipien, denn von einigen Autoren werden auch Fähigkeiten zum systemischen Denken für Scientific Literacy als notwendig erachtet (Colucci-Gray, Camino, Barbiero & Gray, 2006). Es ist an dieser Stelle wichtig zu betonen, dass Scientific Literacy nicht im Widerspruch zur Bildungskonzeption BNE steht, an der sich viele der untersuchten Bildungseinrichtungen stark orientieren. Ganz im Gegenteil: Sie ergänzen sich. Wie Correia, do Valle, Dazzani und Infante-Malachiasa (2010) betonen, ist eine gewisse naturwissenschaftliche Literalität notwendig, um BNE betreiben zu können. Und bei BNE besitzt Systemkompetenz als Schlüsselkompetenz eine wichtige Stellung (Bollmann-Zuberbühler, Strauss, Kunz & Frischknecht-Tobler, 2016; Rost, 2005). Man muss sich vergegenwärtigen, dass nicht jedes Bildungsangebot sämtliche Facetten von BNE abdecken muss, um am Lernstandort oder in der Bildungsregion BNE betreiben zu können. Ein einzelnes Angebot kann und muss nicht alles leisten. Werden die Lernstandorte als die Kombination von Lehr-Lern-Angeboten interpretiert, dann ist zwischen Zielen eines einzelnen Angebotes und den Zielen der gesamten Einrichtung bzw. der Bildungsregion zu unterscheiden. Es gibt einen großen Überlapp, aber keine Deckungsgleichheit. Denn während die dortigen Bildungsangebote nur einzelne Facetten von BNE abdecken, vermag der Lernstandort als Ganzes trotzdem als Ort der Bildung für nachhaltige Entwicklung zu fungieren. Diese Sicht wird in der

vorliegenden Arbeit hinsichtlich der neu zu entwickelnden Bildungsangebote vertreten: Die Angebote sind in erster Linie an Scientific Literacy ausgerichtet. Aber sie ermöglichen die Erarbeitung von Natur- und Systemprinzipien, die im Zusammenhang mit anderen Angeboten und weiteren Lernstandorten zur Umsetzung von BNE beitragen.

12.5 Konsequenz V: Lernendensicht berücksichtigen

Bis hierher ist lediglich die Denk- und Erfahrungswelt der Leitenden und der pädagogisch Verantwortlichen an den außerschulischen Lernstandorten erhoben worden (s. Kapitel C). Das ist zwar wichtig, um die Bildungsangebote und die damit verbundene Ziele besser zu verstehen. Bei allen Maßnahmen zur Weiterentwicklung der Lernstandorte und ihrer Angebote müssen aber auch die heterogenen Kenntnisse und Erfahrungen der Besuchenden, die etwas über die Eigenarten der Küsten- und Meeresregionen lernen möchten, in den Blick genommen werden. Da die Besuchenden an den Lernstandorten in der Regel wissenschaftliche Laien sind, ist es eine fachdidaktische Kernaufgabe, ihre Denk- und Erfahrungswelt zu erkunden und in Erfahrung zu bringen, welche Vorstellungen (z. B. Duit, 1995; Schecker, Wilhelm, Hopf & Duit, 2018) von physikalischen Inhalten an der Küste und im Meer bei der Auseinandersetzung mit dem Kontext aktiviert werden. Denn ihre Vorerfahrungen und Vorstellungen beeinflussen, wie etwaige Lehr-Lern-Angebote wahrgenommen und interpretiert werden. Deshalb ist diese empirische Aufgabe in der vorliegenden Arbeit ebenfalls zu leisten.

12.6 Konsequenz VI: Fachdid. Wissenschaftskommunikation betreiben

Außerschulische Lernstandorte an der Küste gibt es zuhauf. Es ist in der vorliegenden Arbeit wegen beschränkter Ressourcen nicht möglich, konkrete Bildungsangebote für jeden Ort zu schaffen. Die vorliegende Arbeit kann nur exemplarisch vorgehen. Kopien von Bildungsangeboten sind allerdings vonseiten der Leitenden nicht erwünscht. Denn in den Interviews mit den Verantwortlichen wird ihr Wunsch betont, stärker mit anderen Lernstandorten zu kooperieren. Ganz im Sinne einer Bildungsregion eint die Standorte das Bestreben, Besucherinnen und Besuchern Bildungsangebote über die Besonderheiten von Küste und Meer zur Verfügung zu offerieren. Dabei dürfen die Bildungsangebote an den Orten nicht einfach Kopien voneinander sein, da die Besuchenden ansonsten keine Veranlassung verspüren, nach dem Besuch eines Ortes einen weiteren aufzusuchen. Das hat eine wichtige Konsequenz für die vorliegende Arbeit: Anstatt konkrete Bildungsangebote zu entwickeln, die dann direkt an den Orten eingesetzt werden können, ist Hilfe zur Selbsthilfe angezeigt. Die Fachdidaktik muss als Multiplikator fungieren. Den Leitenden muss dabei geholfen werden, selbst Lehr-Lern-Angebote zu umzusetzen, die physikalische Aspekte im Kontext Küste und Meer thematisieren. Werden die finalen Angebote als didaktische Strukturierung verstanden, dann sind in der vorliegenden Arbeit Bausteine und Leitprinzipien für solche didaktische Strukturierungen zu entwickeln. Die Bausteine und Leitprinzipien werden entwickelt, weil sie den Leitenden der Lernstandorte viel Arbeit abnehmen, aber immer noch eine gewisse Flexibilität für eine individuelle didaktische Strukturierung bieten, um eigene Lernstationen oder Exponate zu konzipieren.

Dieses Vorgehen hat eine wichtige Konsequenz. Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten vorliegender Arbeit richten sich nicht mehr direkt an künftige Besuchende, sondern primär an die Leitenden der Lernstandorte. Denn ihnen muss dabei geholfen werden, Bildungsangebote zu entwickeln. Sie kommunizieren letztlich mit den Besuchenden, sodass die Wechselwirkung zwischen Besuchenden und Leitenden als Wissenschaftskommunikation zu deuten ist. In diesem Sinne handelt es sich bei der vorliegenden Arbeit, die auf eine Kommunikation zwischen Fachdidaktik und Lernstandortleitenden abzielt, nunmehr um eine fachdidaktische Wissenschaftskommunikation. Denn das Vorgehen zur Entwicklung von Bausteinen für didaktische Strukturierungen ist zu dokumentieren und so aufzubereiten, dass die Leitenden es nachvollziehen, die Bausteine integrieren und so eine didaktische Strukturierung für ihre Bildungsangebote erzeugen können.

12.7 Fazit

Die in diesem Kapitel aufgeführten Konsequenzen sind das Resultat eines Aufeinanderbeziehens von Bildungswertanalyse und durchgeführten Vorstudien. Die Konsequenzen spannen Forschungs- und Entwicklungsaufgaben auf, die es zu leisten gilt, um das eingangs dargestellt Ziel der vorliegenden Arbeit erreichen zu können. Die Konsequenzen machen in ihrer Fülle somit einen Bedarf nach einem fachdidaktischen Rahmenmodell deutlich, das konstruktive und analytische Ansätze fordert und vorsieht, diese aufeinander zu beziehen.

E DIDAKTISCHE REKONSTRUKTION

Um die gesetzten Ziele erreichen und die hierzu nötigen Aufgabenstellungen bewältigen zu können, erscheint das Modell der Didaktischen Rekonstruktion (Duit, Gropengießer, Kattmann, Komorek & Parchmann, 2012) als am besten geeignet. Denn es bezieht bereits von seiner Anlage her alle im vorigen Kapitel aufgeführten Konsequenzen mit ein. Im Zentrum steht nämlich der Ansatz, eine fachliche Sachstruktur so umzubauen (zu rekonstruieren), dass eine rekonstruierte Sachstruktur erzeugt wird, die für Vermittlungszwecke geeignet ist. Damit wird das Modell der **Konsequenz I** (s. Kapitel 12.1) und der **Konsequenz II** (s. Kapitel 12.2) gerecht, denn es zielt mittels Rekonstruktion fachlicher Sachstrukturen auf eine Vermittlungsabsicht ab, die in jedem Umfeld, also auch an außerschulischen Lernstandorten, verfolgt werden kann.

Die fachlichen Sachstrukturen sind zu rekonstruieren, weil sie in der Regel nicht für Vermittlungszwecke mit fachwissenschaftlichen Laien geeignet sind (Kattmann, Duit, Gropengießer & Komorek, 1997). Sie sind ein Kondensat von theoretischen Überlegungen und experimentellen Prüfungen, die über Jahrzehnte und Jahrhunderte erarbeitet worden sind. Dadurch verfügen sie über einen hohen Abstraktionsgrad, der aus fachwissenschaftlicher Sicht als große Stärke zu werten ist. Zwar lässt sich das abstrakte Fachwissen dadurch auf viele Problemsituationen anwenden – es verfügt über eine sehr große Erklärungsmächtigkeit. Aber diese Stärke fachlicher Sachstrukturen ist für Lernende eine Krux. Für sie ist es wegen des hohen Grads an Abstraktion sehr schwierig, Verbindungen zwischen dem Fachwissen und ihrer eigenen Lebenswelt herzustellen, sodass die Anwendung des Erlernten häufig misslingt. Aus diesem Grund kann es nicht alleiniges Ziel sein, Lernende der fachwissenschaftlichen Sachstruktur anzunähern, sondern ergänzend auch umgekehrt vorzugehen, um die fachlichen Sachstrukturen an die Lebenswelt, die Vorstellungen und Vorerfahrungen der Lernenden anzunähern. Das Bedürfnis nach wechselseitiger Annäherung begründet, dass man sich im Rahmen der Didaktischen Rekonstruktion zunächst mit der fachlichen Sicht auf einen Themenbereich und dann mit diesbezüglichen Sichtweisen der Adressaten auseinanderzusetzen hat. Schließlich werden beide Sichtweisen aufeinander bezogen, um eine didaktische Strukturierung zu entwickeln. Diese Herangehensweise ist nebenstehend als verknüpftes Aufgabenfeld bildhaft dargestellt.



Abb. 3: Zentrale Aufgaben im Modell der Didaktischen Rekonstruktion

Die Auseinandersetzung mit der fachlichen Sicht bildet das erste Aufgabenfeld im Modell der Didaktischen Rekonstruktion ab: die analytische Aufgabe. Es wird eine Dokumentenanalyse fachwissenschaftlicher Literatur durchgeführt. Dabei ist zu klären, welche

(physikalischen) Grundprinzipien, Grundideen bzw. Gesetzmäßigkeiten in den zu thematisierenden Inhalten und Kontexten eingebettet sind (Bleichroth, 1991). Außerdem sind die Merkmale der Termini (Edelmann & Wittmann, 2012) zu klären, die im Kontext üblicherweise verwendet werden. Denn erst die zugeordneten Merkmale machen die Termini zu fachwissenschaftlichen Begriffen. Wegen dieser Herangehensweisen wird das Modell der Didaktischen Rekonstruktion der **Konsequenz IV** (s. Kapitel 12.4) gerecht, die fordert, dass Scientific Literacy als zugrundeliegendes Bildungskonzept bei der Aufbereitung des Kontexts Küste und Meer angelegt wird. Wie auch bei der fachlichen Klärung im Rahmen der Didaktischen Rekonstruktion stehen bei Scientific Literacy (physikalische) Grundprinzipien und Gesetzmäßigkeiten im Vordergrund. Hier besteht also eine gute Passung. Aber auch **Konsequenz III** (s. Kapitel 12.3) lässt sich mit dem Modell gut umsetzen, denn die physikalischen Inhalte werden im Rahmen des Kontexts Küste und Meer analysiert. Ist in der entsprechenden Literatur von Systemprinzipien die Rede, dann werden diese bei der fachlichen Klärung ebenfalls herausgearbeitet und schlagen schließlich bis zur rekonstruierten Sachstruktur für Vermittlungszwecke durch.

Die Auseinandersetzung mit der Sicht der Lernenden ist das zweite Aufgabenfeld: die empirische Aufgabe. Hier können Interviews geführt, Fragebögen ausgegeben oder auch teaching experiments etc. veranstaltet werden (z. B. Misoch, 2019). Alle Verfahren dienen dazu, die Denk- und Erfahrungswelt der Adressaten zu erkunden. Dabei wird aus den erhobenen Forschungsdaten nachgezeichnet, welche Eigenschaften und Merkmale die Lernenden mit den im Kontext genutzten Termini verbinden und welche Erklärungsansätze sie heranziehen, um die zu thematisierenden Phänomene im Kontext zu entschlüsseln. Damit wird **Konsequenz V** (s. Kapitel 12.5) umgesetzt. Doch die empirischen Ansätze können sogar über die Erforschung der Lernendenperspektive hinausgehen: Werden Inhalte für die Schule aufbereitet, dann ist zu berücksichtigen, dass die Lehrerinnen und Lehrer als Multiplikatoren fungieren. Sie setzen die Lehr-Lern-Situation um. Sie sind, genau wie die Lernenden und der fachliche Inhalt, ebenfalls Teil der Lehr-Lern-Situation. Ihre eigenen Bedarfe, Vorstellungen vom fachlichen Inhalt und auch ihre fachdidaktischen Vorstellungen müssen daher ebenfalls empirisch in den Blick genommen werden. Bezogen auf die außerschulischen Lernstandorte wird die Rolle der Lehrkräfte von den dortigen Leitenden oder den pädagogisch Verantwortlichen ausgefüllt. Der empirische Bereich innerhalb der Didaktischen Rekonstruktion erlaubt neben empirischen Untersuchungen mit Lernenden auch solche mit Lehrenden bzw. den Leitenden. Das ist ein wichtiger Aspekt bei der Umsetzung von **Konsequenz VI** (s. Kapitel 12.6). Denn soll fachdidaktische Wissenschaftskommunikation betrieben werden, dann helfen empirische Untersuchungen der Denk- und Erfahrungswelt der Leitenden dabei, dass sich die Wahrscheinlichkeit für eine gelungene fachdidaktische Wissenschaftskommunikation erhöht.

Die letztgenannte Konsequenz hat auch einen engen Bezug zum dritten und letzten Aufgabenfeld, das im Modell der Didaktischen Rekonstruktion zu bewältigen ist: die Aufgabe der Strukturierung. Hier geht es darum, die bereits herausgearbeitete fachliche Sicht und die Sicht der Lernenden auf einen Inhalt bzw. Kontext miteinander zu vergleichen

und aufeinander zu beziehen. Es wird geprüft, inwiefern beide übereinstimmen bzw. voneinander abweichen. Auf der Grundlage jenes Vergleiches werden Vorschläge erarbeitet, wie sich ausgehend von der Perspektive der Lernenden die fachliche Sicht auf einen Inhalts- oder Kontextbereich erarbeiten lässt, wie also eine didaktische Strukturierung in einem Lehr-Lern-Angebot aussehen könnte. Um die Flexibilität bei der Ausgestaltung der didaktischen Strukturierung zu wahren und damit dem Anspruch, Hilfe zur Selbsthilfe zu gewähren, gerecht zu werden, sind die Vorschläge nicht als finale didaktische Strukturierungen, sondern als *Bausteine für didaktische Strukturierungen* zu verstehen. Diese können dann von den Leitenden der Lernstandorte hinsichtlich der von ihnen als bedeutsam wahrgenommenen Phänomene im Kontext Küste und Meer ausgewählt und zu einer individuellen didaktischen Strukturierung zusammengesetzt werden. Als Hilfestellung werden ferner Leitprinzipien entwickelt. Das sind zentrale Ideen, was eine didaktische Strukturierung im Kontext zu leisten hat. Durch diese Offenheit bestehen Möglichkeiten für vielgestaltige didaktischen Strukturierungen. Um die Didaktische Rekonstruktion in dieser Arbeit erstmalig abzuschließen, wird darüber hinaus eine beispielhafte didaktische Strukturierung entwickelt, in der die herausgearbeiteten Bausteine unter Berücksichtigung der Leitprinzipien exemplarisch zusammengesetzt werden. Dies dient der Unterstützung der Lernortleitenden, die durch die beispielhafte Strukturierung nicht unbedingt selbst eine didaktische Strukturierung auf Basis der herausgearbeiteten Bausteine erzeugen müssen. Die zusammengesetzten Bausteine drücken die angestrebte rekonstruierte Sachstruktur aus, die den Anspruch vertritt, für Vermittlungszwecke geeignet zu sein. Damit wird **Konsequenz VI** (s. Kapitel 12.6) abermals Genüge getan. Denn die Bausteine und Leitprinzipien, die sich an die Betreiberinnen und Betreiber der außerschulischen Lernstandorte richten, sind ein Mittel fachdidaktischer Wissenschaftskommunikation, weil sie neben der rekonstruierten Sachstruktur auch deren Genese betonen. Letzteres ist unabdingbar, wenn verdeutlicht werden soll, dass die fachliche Sichtweise allein für die Konzeption lernwirksamer Bildungsangebote nicht ausreicht. Die Leitprinzipien und Bausteine unterstreichen: Die fachliche Sicht ist lediglich notwendige, nicht jedoch hinreichende Bedingung für die Erzeugung fachdidaktisch adäquater Lehr-Lern-Angebote.

Die Herausforderung bei der Rekonstruktion der Sachstruktur besteht darin, dass es sich um einen Optimierungsprozess (iterativ) handelt, der dafür Sorge tragen soll, dass sich die rekonstruierte Sachstruktur sowohl als fachgerecht als auch als lernendengerecht erweist. Driften didaktische Strukturierungen in eines der Extreme ab, führt dies entweder dazu, dass die Inhalte fachlich nicht korrekt dargestellt werden oder aber die Inhalte an den Lernenden vorbeigehen, weil die Adressaten nicht in der Lage sind, mit ihrem Vorwissen und ihren Vorerfahrungen anzuknüpfen. Das Modell erinnert stets daran, beide Seiten im Blick zu haben und auszubalancieren. Aus diesem Grund und wegen der guten Passung zu den herausgearbeiteten Konsequenzen im Zwischenfazit fungiert die Didaktische Rekonstruktion hinsichtlich der zu leistenden Forschungs- und Entwicklungsaufgaben als theoretisches, fachdidaktisches Rahmenmodell. Die folgenden drei Unterkapitel entsprechend daher den Aufgabenbereichen im Modell und setzen sie nacheinander um.

13 Analytische Aufgabe

Gezeiten, Wellen, Stürme, die Verlagerung von Inseln sowie das Kommen und Gehen von vielgestaltigen Sedimentstrukturen verdeutlichen hohe Dynamiken, denen Küstengebiete überall auf der Welt unterworfen sind. Dynamische Prozesse formen diese Grenzgebiete zwischen Lithosphäre und Hydrosphäre und machen sie erst zu den Orten, an denen viele Lebewesen exzellente Bedingungen vorfinden und sich entsprechend stark vermehren können (Maribus, 2017). Gleichsam machen sich dortige Lebensformen den Küstenraum zu eigen und tragen so ebenfalls zu dessen Formung bei: Die Dynamiken der belebten und der unbelebten Natur sind untrennbar miteinander verzahnt. Die Küsten sind für die menschliche Zivilisation von sehr großem Interesse, weil das Vorhandensein von flüssigem Wasser, der relativ einfache Zugriff auf Ressourcen, insbesondere Biomaterie, sowie Möglichkeiten zur regenerativen Energiegewinnung Küsten als wertvolle Wirtschafts-, Lebens- und Erholungsräume charakterisieren (Maribus, 2017). Auf der anderen Seite bedeutet eine hohe Dynamik hingegen auch ein nicht zu unterschätzendes Gefahrenpotenzial für Leib und Leben, weil die exponierten Küstenregionen ihr in besonderem Maße ausgesetzt sind. Wie z. B. Malcherek (vgl. 2010, S. 1) berichtet, schätzen Versicherungen den Küstenraum als gefährdetes und als entsprechend kostspieliges Versicherungsgebiet ein. Ist die Dynamik dort extrem groß, wird mithin von Naturgewalten oder Naturkatastrophen (Sturmfluten, Überflutungen durch Tsunamis, Wirbelstürme etc.) gesprochen, denen Menschen nicht direkt, sondern nur durch Maßnahmen des Küstenschutzes (Malcherek, 2010), also einer bewussten Gestaltung und Veränderung von Küstenabschnitten, etwas entgegensetzen können.

Wann immer es zu einer grundlegenden Veränderung in der Schwankung der physikalischen Dynamik an der Küste kommt, beispielsweise infolge von klimatischen Veränderungen, reagieren Küstengebiete und die dortigen Lebewesen darauf: Inseln werden verlagert, Strukturen verändern sich, einige Arten sterben aus, andere breiten sich aus und der Mensch gestaltet die Küste zu seinem eigenen Schutz in einer anderen Weise. Alles verändert sich in Abhängigkeit zueinander. Stallins und Parker (vgl. 2003, S. 13) konstatieren, Küsten seien komplexe und adaptive Systeme. Der Systembegriff kommt in den nachfolgenden Betrachtungen häufig vor. Dabei handelt es sich um eine gedankliche oder reale Auswahl und Eingrenzung von Materie, die miteinander in Wechselwirkung tritt, wodurch sogenannte Systemgrenzen (Böckh & Saumweber, 2013) definiert werden. Es werden offene, geschlossene und isolierte Systeme unterschieden (Altenbach, 2015): Mithilfe von realen Systemgrenzen lassen sich geschlossene Systeme und isolierte Systeme realisieren. Geschlossene Systeme erlauben keine Materieflüsse über ihre Systemgrenzen hinweg, Energieflüsse sind allerdings durchaus möglich. Erst isolierte Systeme verbieten sowohl Materie- als auch Energieflüsse über ihre Systemgrenzen hinweg. Offene Systeme sind hingegen durch gedankliche Grenzziehungen charakterisiert. Sie stehen mittels Materie- und Energieflüssen mit Orten außerhalb der Systemgrenzen in Wechselwirkung. Zu letzterer Kategorie gehören die Küsten. Sie sind offene Systeme. Das ist auch am Beispiel des Wattenmeeres in Kapitel 3 anhand der Forschungsberichte des AWI (2007) zu erkennen, in denen verdeutlicht wird, dass sich klimatische Veränderungen systemisch

auf die geologische und biologische Beschaffenheit des Wattenmeeres auswirken. Wegen dieser systemischen Zusammenhänge ist es bei der fachlichen Analyse nötig, ein Verständnis davon zu entwickeln, welche Aspekte von der physikalischen Dynamik an der Küste gefasst werden, wovon sie abhängig ist und auf welchen grundlegenden Naturprinzipien sie basiert. Dies wird im vorliegenden Kapitel geleistet.

Das Herausarbeiten von Naturprinzipien ist im Rahmen der analytischen Aufgabe zentral. Das Vorgehen speist sich aus einer fachdidaktischen Methode, die sich Elementarisierung (Bleichroth, 1991) nennt. Es wird also eine Elementarisierung der physikalischen Dynamik in Küstengebieten vorgenommen. Eine Elementarisierung meint hier, dass aus fachlichen Sachstrukturen zur physikalischen Dynamik an der Küste Grundideen bzw. Grundprinzipien herausgeschält werden. Allerdings liegt im vorliegenden Themengebiet eine Besonderheit vor: Es existieren keine fachphysikalischen Repräsentationen, die sich ausschließlich auf die physikalische Dynamik von Küstenregionen beziehen. Normalerweise sind jedoch solche fachlichen Repräsentationen die Basis für die zu vorzunehmende Elementarisierung. Soll beispielsweise das Themengebiet der Induktion elementarisiert werden, dann stehen fachwissenschaftliche Repräsentationen in Lehrbüchern zu Verfügung, die sich explizit auf das Thema Induktion beziehen und folglich analysiert werden können. Im vorliegenden Kapitel muss in Ermangelung solcher zusammenhängenden Repräsentationen zweierlei geleistet werden: Im Wechselspiel zwischen Elementarisierungen und fachlichen Darstellungen werden sowohl Grundideen herausgearbeitet als auch das Themengebiet der Küstendynamik unter physikalischen Blickwinkel abgesteckt. Weil die dortige Dynamik in der Literatur vornehmlich aus geologischer Perspektive (z. B. Grotzinger & Jordan, 2017) betrachtet wird, müssen geeignete fachphysikalische Inhalte dargestellt werden, die eine komplementäre Beschreibung der geologischen Fachinhalte erlauben. Fachphysikalische Gebiete wie Nichtgleichgewichtsthermodynamik, Strömungsmechanik, Kontinuumsmechanik, Nichtlineare Dynamik und die Physik komplexer Systeme (u. a. Bar-Yam, 1997; Blundell & Blundell, 2010; Durst, 2006; Mainzer, 1999; Schurz, 2006; Spurk & Aksel, 2010; Wilde, 1978) erscheinen diesbezüglich als geeignet und werden hierzu auf die geologischen Inhalte bezogen.

13.1 Energiequellen

Wann immer sich Materie bewegt, verfügt sie über Bewegungsenergie. Diese hängt zum einen von der Masse und zum anderen von der Geschwindigkeit der Materie ab (Demtröder, 2018). Allerdings behält die einmal in Bewegung versetzte Materie ihre Bewegungsenergie nicht bei: Durch Wechselwirkungen innerhalb von Materie und Wechselwirkungen zwischen Materie wird Bewegungsenergie in andere Energieformen umgewandelt, letztlich meist in thermische Energie. Die Wechselwirkungen, die zu solchen Umwandlungen führen, sind unvermeidlich und als innere Reibung bzw. als Varianten der äußeren Reibung (Haftreibung, Gleitreibung, Rollreibung) bekannt (Demtröder, 2018). Deshalb ist dem unvermeidlichen Übergang von anderen Energieformen in thermische Energie ein eigener Begriff gewidmet: die Dissipation (Kondepudi & Prigogine, 2015).

Die Ursache für die zwangsläufige Umwandlung von Bewegungsenergie in thermische Energie wird bei einer Betrachtung der mikroskopischen Ebene deutlich. Auf mikroskopischer Ebene unterscheiden sich Bewegungsenergie und thermische Energie nur durch die Bewegungsrichtung der Teilchen, aus denen die Materie besteht: Thermische Energie bedeutet auf mikroskopischer Ebene eine ungerichtete Bewegung, also den ungerichteten Anteil der kinetischen Energie konstituierender Teilchen (Müller, 2005; Rebhan, 2010). Weil die ungerichteten Bewegungen statistisch in alle drei Raumrichtungen in gleichem Maße erfolgen, gleichen sie sich insgesamt aus, sodass ein Körper auf makroskopischer Ebene ruht, obwohl sich dessen zugrundeliegende Teilchen stets bewegen. Ist ein Körper auf makroskopischer Ebene in Bewegung und verfügt demnach über Bewegungsenergie, dann ist damit auf mikroskopischer Ebene der gerichtete Anteil der kinetischen Energie der zugrundeliegenden Teilchen (Müller, 2005; Rebhan, 2010) gemeint. In diesem Fall überwiegt die Anzahl der Teilchen, die sich in eine bestimmte Raumrichtung bewegen. Die Richtungen sind also nicht ausgeglichen und kompensieren sich nicht. Auf makroskopischer Ebene lässt sich dann eine Bewegung ausmachen, der eine Bewegungsenergie zugeordnet werden kann. In der Natur ist der Übergang von Bewegungsenergie in thermische Energie statistisch wahrscheinlicher als der umgekehrte Prozess, weil es für eine ungerichtete Bewegung der Teilchen mehr kombinatorische Möglichkeiten gibt, als für eine gerichtete Bewegung (Price, 1996; Kondepudi & Prigogine, 2015). Thermische Energie stellt deshalb eine energetische Senke dar, sodass sämtliche Bewegungsenergie in thermische Energie umgewandelt werden kann. Die umgekehrte Umwandlung ist zwar möglich, jedoch über den Carnot-Wirkungsgrad auf einen Wirkungsgrad beschränkt, der kleiner als 1 ist (Blundell & Blundell, 2010). Dieser macht deutlich, dass nicht sämtliche thermische Energie wieder zurück in Bewegungsenergie umgewandelt werden kann (Rebhan, 2010). Mit der Zeit wird also wegen der Dissipation zwangsläufig der gerichtete Bewegungsanteil der Teilchen in ungerichtete Bewegungsanteile umgewandelt. Letzterer wächst also mit der Zeit an. Materie wird im Zuge der Dissipation somit langsamer und verhartet schließlich auf Makroebene in Ruhe. Es sei denn, es existiert eine weitere Energiequelle, von der eine Übertragung auf die nunmehr ruhende Materie und eine einhergehende Umwandlung in Bewegungsenergie erfolgt.

Auf der Erde herrscht eine immerwährende Dynamik, weil dauerhaft verfügbare Energiequellen existieren, deren Energie in Bewegungsenergie umgewandelt wird, sodass sich Materie zu bewegen beginnt bzw. sich weiterhin bewegt. Durch diese Energiequellen wird der durch die Dissipation induzierte Verlust von Bewegungsenergie kompensiert. Nur so bleibt die physikalische Dynamik auf der Erde, und somit auch an den Küsten, zumindest in menschlichen Zeitmaßstäben, dauerhaft bestehen. In der Geologie werden diesbezüglich zwei Teilbereiche der Erddynamik voneinander unterschieden: endogene und exogene Dynamik. Deren Quellen werden im Folgenden beschrieben.

13.1.1 Quellen endogener Dynamik

Endogen bezieht sich auf geologische Prozesse im Erdinneren (Bahlburg & Breitkreuz, 2018). Hierzu zählen im Wesentlichen Konvektionsströmungen von geschmolzenem

Gestein, resultierende tektonische Verschiebungen und die wiederum daraus folgenden geologischen Phänomene wie Verformungen, Erdbeben, Entstehung von Gebirgen usw. Als Energiequelle für diese dynamischen Prozesse gilt die thermische Energie des Erdkerns und des Erdmantels. Zum größten Teil entstammt sie nach Grotzinger & Jordan (2017) aus dem natürlichen Zerfall von radioaktiven Nukliden, der wegen langer Halbwertszeiten noch heute stattfindet (Zerfallswärme). Beim Kernzerfall entstehen Zerfallsprodukte, deren Gesamtmassen kleiner sind als die Masse des zerfallenden Nuklids. Die Massendifferenz wird als Massendefekt bezeichnet und, beschrieben durch die Energie-Masse-Äquivalenz, in thermische Energie umgewandelt. Ihr Betrag entspricht der Differenz der Kernenergien von Edukten und Produkten, die an der Kernreaktion beteiligt sind (Riedel & Janiak, 2015). Darüber hinaus entstammt ein Teil der vorhandenen Erdwärme noch aus dem durch Gravitationskräfte induzierten Zusammenschluss von Fragmenten zum Planeten Erde (Grotzinger & Jordan, 2017). Hierbei wurden potenzielle und kinetische Energie in thermische Energie des so entstandenen Erdinneren umgewandelt.

Außerdem fungieren auch Rotations- und Revolutionsbewegungen von Himmelskörpern als Energiequellen für die endogene Dynamik. Durch das Zusammenspiel der Bewegung von Himmelskörpern und deren Gravitation entstehen Gezeitenkräfte (Malcherek, 2010). Normalerweise werden diese mit Blick auf Wasser thematisiert und als Erklärung für die sich bildenden Flutberge auf der Erde herangezogen. Die Gezeitenkräfte wirken jedoch auch auf die Erde selbst und verformen sie nach Lunine (1997) leicht. Es kommt zur sogenannten Gezeitenreibung und das Erdinnere erwärmt sich (Rubincam, 1997; Lunine, 1997). Weil die Energieerhaltung gilt, muss es eine Energieform geben, die im Zuge der Gezeitenreibung in thermische Energie umgewandelt wird. Bei dieser handelt es sich um die Bewegungsenergie der Himmelskörper. Deshalb ist die Gezeitenreibung auch die Ursache dafür, dass sich die Rotation des Erdmondes veränderte und er schließlich in eine gebundene Rotation überging (Backhus, 2010). Gebundene Rotation bedeutet hier, dass die Dauer der Bewegung um die Mondachse der Umlaufzeit um die Erde entspricht, so dass von der Erde aus stets die gleiche Seite des Monds zu sehen ist. Auch bei anderen Himmelskörpern spielt die Gezeitenreibung eine Rolle. So wird das Phänomen von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern als Ursache für das Schmelzen von ehemals fester Materie im Inneren des Jupitermonds Io (Peale, Cassen & Reynolds, 1979) und für dessen hohen Vulkanismus (Ojakangas & Stevenson, 1986) angesehen, der in der Nähe des Jupiters starke Gezeitenkräfte erfährt. Auch hier wird die Bewegungsenergie der Himmelskörper in thermische Energie im Inneren von Io umgewandelt.

13.1.2 Quellen exogener Dynamik

Die exogene Dynamik bezieht sich auf alle dynamisch geologischen Prozesse an der Erdoberfläche (Bahlburg & Breitzkreuz, 2018). Die hierfür verantwortliche Energiequelle ist zum größten Teil die Sonne, deren Strahlung die Erde auch durch das Vakuum des Weltalls erreichen kann (Grotzinger & Jordan, 2017). Auf der Erde wird die Energie der Strahlung schließlich in thermische Energie umgewandelt, wodurch die Temperaturen steigen. Sie steigt jedoch nicht überall gleichzeitig und in gleichem Maße an, weil die Erde rotiert

und es auf der Erde eine große Vielfalt von Materiesorten gibt, die über unterschiedliche Reflexions- und Absorptionseigenschaften verfügen (Klose & Klose, 2016). Außerdem handelt es sich bei der Erde um einen Ellipsoiden mit geneigter Achse, sodass das Sonnenlicht an manchen Orten der Erde schräg einfällt. Dort verteilt sich die Sonnenstrahlung auf eine größere Fläche, wodurch geringere Bestrahlungsstärke und resultierende Erwärmung einhergehen als an Orten, an denen das Licht nicht schräg einfällt (vgl. Klose & Klose, 2016, S. 210f.). Zuletzt tritt hinzu, dass sich wegen der Erdneigung die Orte, an denen Licht schräg einfällt, im Laufe eines Jahres verändern, während sich die Erde um die Sonne bewegt.

Wegen der Erwärmung der Erde und der resultierenden Temperaturunterschiede entstehen Klima und Wetter (Klose & Klose, 2016). Beim Klima und Wetter handelt es sich um zusammenfassende Kategorien der aufkommenden Dynamik auf der Erde, sodass sie im Folgenden näher aufgeschlüsselt: In der Atmosphäre wird die Strahlungsenergie der Sonne u. a. in Bewegungsenergie der Luft umgewandelt: Wind entsteht (Glaser, Hauter, Faust, Glawion, Saurer, Schulte & Sudhaus, 2017). Die Erwärmung der Hydrosphäre führt zu Temperaturunterschieden und wegen der einhergehenden Verdunstung zu Salzgehaltunterschieden, sodass Wasserströmungen entstehen, die den gesamten Planeten in Form von thermohalinen Zirkulationen umspannen (Rahmstorf, 2002). Der Golfstrom ist das bekannteste Beispiel für einen Teil dieses globalen Förderbands. Bei der Verdunstung von Wasser, bei der die Strahlungsenergie der Sonne in innere Energie des Wassers umgewandelt wird, steigt das gasförmige Wasser im Gravitationsfeld der Erde auf, sodass sich dessen potenzielle Energie erhöht, sodass der auf der Erde aufsteigende Wasserdampf über eine beachtliche potenzielle Energie verfügt (Soto, De Larivière, Boutillon, Clanet & Quéré, 2014). Das gasförmige Wasser bewegt sich in der Atmosphäre durch den Wind zu anderen Orten, kondensiert dort und geht als Regen auf die Erdoberfläche nieder. Das Wasser gelangt dabei auch an Orte, die sich gegenüber der ursprünglichen Position, an der das Wasser einstmals verdunstet ist, in einer höheren Lage befinden. Das flüssige Wasser verfügt nach dem Abregnen also noch immer über eine höhere potenzielle Energie als vor der Verdunstung. Angetrieben von der Gravitationskraft der Erde bahnt es sich am Erdboden in Flüssen seinen Weg bis es schließlich ins Meer gelangt (Grotzinger & Jordan, 2017). Hier ist also die Umwandlung von potenzieller Energie in Bewegungsenergie für die Bewegung des Wassers ausschlaggebend. Ferner kommt es auch zu Wechselwirkungen zwischen Atmosphäre und Hydrosphäre: Durch Reibung an der Oberfläche des Meerwassers wird die Bewegungsenergie des Windes auf das Wasser übertragen, so kommt es zu Seegang und Wellen (Malcherek, 2010; Klose & Klose, 2016).

Für die exogene Dynamik dient jedoch nicht nur die Sonne als Energiequelle. Abermals ist auch die Bewegung des Mondes entscheidend. Dessen Gravitation hat besonders große Auswirkungen auf die Hydrosphäre, weil sich Flüssigkeiten wegen ihrer Schubspannungsfreiheit (Ziegler, 1992; Durst, 2006) durch äußere Kräfte viel leichter scheren lassen als der feste Erdkörper. In der Folge wird der Wasserkörper auf der Erde in einer Weise

deformiert, dass sich zwei sogenannte Flutberge ausbilden. Da Erde und Mond eine Revolutionsbewegung um ihren gemeinsamen Schwerpunkt ausführen, greifen die Gravitationskräfte periodisch an anderen Orten auf der Erde an, wodurch Ebbe und Flut entstehen. Die Gravitation des Mondes verursacht somit das periodische Kommen und Gehen des Wassers an vielen Küsten, was als Gezeiten bekannt ist (Müller, 2009). Dabei wird die Bewegungsenergie der Himmelskörper in die Bewegungsenergie der Wassermassen auf der Erde umgewandelt, die letztlich wiederum in thermische Energie übergeht (Lunine, 1997). Wegen dieser Energieumwandlung verringert sich die Bewegungsenergie der Himmelskörper mit der Zeit – wie bereits unter dem Aspekt der Gezeitenreibung zur endogenen Dynamik beschrieben.

13.2 Strömungen

In den meisten Fällen bewirken die Energiequellen, dass ein Teil ihrer Energie in die Bewegungsenergie von Luft und Wasser umgewandelt wird, die sich dadurch in Form von Strömungen gerichtet in Bewegung versetzen. Strömungen charakterisieren somit vornehmlich die physikalische Dynamik in Küstengebieten. Bei Malcherek (2010) werden diesbezüglich drei verschiedene Kategorien von Strömungen in Küstengewässern und bei Klose und Klose (2016) zusätzlich noch thermohaline Strömungen unterschieden:

- *Flussströmungen*: Das sind die Wasserbewegungen aufgrund eines Gefälles, weil das Wasser in Form von Regen in Gebieten niedergeht, die höher als die Gebiete liegen, in denen das Wasser ursprünglich verdunstet und aufgestiegen ist. Angetrieben durch die Gravitation bahnt sich das Wasser seinen Weg in niedergelegene Bereiche bis zum Meer.
- *Thermohaline Strömungen*: Hierbei handelt es sich um Wasserbewegungen, die durch Temperaturunterschiede oder Salzgehaltunterschiede im Wasser entstehen. Beiderlei rufen Dichteunterschiede hervor, die mit Auftriebskräften einhergehen. Diese Auftriebskräfte beschleunigen das Wasser und versetzen es so in Bewegung.
- *Wellen und Seegang*: Hiermit sind Wasserbewegungen gemeint, die dadurch entstehen, dass Wind (selbst eine Strömung) und Oberflächenwasser mittels Reibung wechselwirken. Durch den Wind wirkt eine Kraft auf die Oberfläche des Wassers und versetzt es in Bewegung. Außerdem wird bei der Brandung der Wellen an der Küste ein Brandungsrückstrom (Dalrymple, MacMahan, Reniers & Nelko, 2011) erzeugt.
- *Gezeiten*: Sie betreffen all jene Wasserbewegungen auf der Erde, die durch die Gravitation des Erdmonds und der Sonne bei gleichzeitiger Rotations- bzw. Umlaufbewegung (Revolution) der beteiligten Himmelskörper hervorgerufen werden.

Auf phänomenologischer Ebene, also in der Wahrnehmung des Menschen, sind die vorherrschenden Strömungen sehr vielgestaltig und viel ausdifferenzierter, als es jene Strömungskategorien auszudrücken vermögen. Es handelt sich daher bei einer Strömung auf

der Ebene der menschlichen Wahrnehmung nicht nur um einzelnes Phänomen, sondern um ein ganzes Spektrum von Phänomenen. Viele davon sind vor allem direkt an den Küsten und im küstennahen Meer deutlich wahrzunehmen, weil sie sämtliche Sinne des Menschen ansprechen. Daraus erwächst meist auch die Faszination, die Küstengebiete laut Maribus (2017) für viele Menschen ausstrahlen. Aus diesem Grund wird im folgenden Kapitel beleuchtet, welche Strömungsphänomene sich direkt an der Küste beobachten lassen.

13.2.1 Phänomenologie von Strömungen im Küstenraum

An der norddeutschen Wattenmeerküste zählen zu den besonders wahrnehmungsaktiven Strömungsphänomenen in erster Linie Ebbe und Flut. Allerdings geht es auf phänomenologischer Ebene nicht um die zwei Flutberge und die zwei Ebbetäler – die in vielen Didaktischen Strukturierungen eingehend thematisiert werden – denn der Mensch verfügt nicht über die Fähigkeit, eine solche globale Perspektive ohne Hilfsmittel mit seinen Sinnen wahrnehmen zu können. Mit Blick auf die Phänomenologie geht es bei den Gezeiten schlicht um das lokale Kommen und Gehen von Wasser an der Küste, das sich vor allem im Wattenmeer sehr deutlich zeigt und die Grundlage für die Ausbildung des Wattengebiets darstellt (Böse, Ehlers & Lehmkuhl, 2018). Der Wechsel zwischen Hoch- und Niedrigwasser kann von Anwohnerinnen und Anwohnern sowie Besuchenden direkt mit den eigenen Sinnen erfasst werden. Neben dieser Dynamik mit etwa zwölfstündiger Periodizität (Müller, 2009) spüren die Besuchenden von Küstenregionen in der Regel den ganzen Tag über eine Strömung der Luft. Hierbei handelt es sich um den Wind; für den Küstengebiete sehr bekannt sind und der den typischen Geruch des Meeres an die Küste trägt. Ferner versetzt der Wind die Wasseroberfläche des Meeres in Bewegung und es entstehen Wellen, deren Intensität von der Stärke des Windes abhängig ist (Glaser et al., 2017). Teilweise entstehen im Meer riesige Wellen, die als Monsterwellen oder auch Kaventsmänner bezeichnet werden. Einst als Seemannsgarn verspottet, ist ihre Existenz mittlerweile nachgewiesen und es wird diesbezüglich intensiv Forschung zu ihrer Entropiebilanz betrieben (z. B. Hadjihoseini, Lind, Mori, Hoffmann & Peinke, 2018). Rollen Wellen auf die Küste zu, dann branden sie schließlich und es entsteht ein Brandungsrückstrom (Dalrymple, MacMahan, Reniers & Nelko, 2011). Ist er sehr stark, dann besteht für Gäste, die baden möchten, eine ernste Gefahr, weil diese Strömung bewirkt, dass Badende zügig hinaus ins offene Meer getragen werden. Entsprechend ist der Brandungsrückstrom vielen Badenden von Informationstafeln an den Stränden als Begründung für ein von den Behörden erlassenes Badeverbot bekannt. Neben den Strömungen im und am Meer erleben Besuchende jene auch in fließenden Binnengewässern. Allen voran in Flüssen, die letztlich an den Küsten im Meer münden (Grotzinger & Jordan, 2017). Hier werden die Strömungen des Öfteren ganz praktisch als Antriebshilfe oder als Trainingsmöglichkeit genutzt, um sich entweder in einem Boot sitzend antreiben zu lassen oder in einem Kanu gegen den Strom zu rudern.

Meeresströmungen sind nicht nur ein Phänomen an sich, sondern bringen wiederum neue, spezifischere Phänomene hervor: Bisweilen erzeugen sie wirbelhafte Erscheinungen,

sobald Strömungen auf Gegenstände im Wasser treffen. Hier bilden sich manchmal mehrere Wirbel hintereinander aus, was als Kármánsche Wirbelstraße (Oertel jr., 2012) bezeichnet wird. Besonders gut lassen sie sich an Brücken beobachten, die über einen Fluss führen und Pfeiler besitzen, die unter der Wasseroberfläche verankert sind: Die Brückenpfeiler stellen Hindernisse dar und beeinflussen die vorherrschende Flussströmung. Hinter dem Pfeiler bilden sich hierdurch unaufhörlich mehrere hintereinanderliegende Wirbel aus (Korneck, 1998). Mesoskalige Wirbel können sich auch von mäandrierenden Meeresströmungen ablösen; diese bewegen sich längere Zeit durch die Weltmeere und werden als Eddies bezeichnet (Ikeda & Apel, 1981). Es gibt auch Gebiete, in denen ständig so spezielle Strömungsverhältnisse vorliegen, dass sich an ganz bestimmten Orten ein Strudel ausbildet, der dort verbleibt. Hierzu zählen z. B. die Naruto-Strudel (Nakano, 1957) in Japan in der Meerenge zwischen den Präfekturen Tokushima und Hyogo, Strudel im Gezeitenstrom Saltstraumen in Norwegen sowie Strudel unterhalb der Niagara-Fälle (Meaden, 2005). Immer wieder werden auch speziell der Golfstrom oder allgemein das globale Förderband als besondere Strömungsphänomene in den Weltmeeren beschrieben. Ähnlich wie auch schon bei den beiden Flutbergen der Gezeiten verfügen die Menschen allerdings über keinen Sinn, um das Phänomen Golfstrom in Gänze wahrnehmen zu können. Es existieren keine Bilder – außer künstlerische Darstellungen – die den Golfstrom oder andere Strömungssysteme derselben Größenordnung zeigen. Dass globale Strömungssysteme überhaupt als Phänomen gelten, die sich mithilfe von naturwissenschaftlichen Grundideen entschlüsseln lassen, ist der Fachwissenschaft geschuldet. Sie hat durch das systematische und langwierige Zusammentragen von Informationen dazu beigetragen, das Phänomen als solches gedanklich einzugrenzen, um es schließlich zu entschlüsseln. Das Phänomen Golfstrom ist hierbei sehr breit und es ist mit anderen Phänomenen verknüpft, sodass es allein ganze Fachbücher füllt (z. B. Voituriez, 2006). Dafür, dass Menschen es als eingegrenztes Phänomen wahrnehmen können, braucht es also Hilfsmittel in Form von Erklärungen und künstlerischen Darstellungen. Es gibt somit gewissermaßen keine visuelle oder akustische Primärerfahrung, die Besuchende mit dem Golfstrom in Gänze machen können. Der Golfstrom ist daher ein qualitativ anderes Phänomen als beispielsweise das lokale Kommen und Gehen des Wassers im Zuge der Gezeiten oder etwaige Strömungswirbel, die sich direkt beobachten lassen.

Zu den direkt wahrnehmbaren Phänomenen zählt des Weiteren noch eine Kategorie von Strömungen, bei deren Auftreten das Leben von Menschen und Tieren in Mitleidenschaft gezogen wird. Die Rede ist von Naturkatastrophen. Schwanke, Podbregar, Lohmann und Frater (2009) widmen in ihrem Werk über Naturkatastrophen der zerstörerischen Wirkung von Luft und Wasser ein eigenes Kapitel. Sie stehen dort auf einer Ebene mit Naturkatastrophen wie Erdbeben und Vulkanausbrüchen. Und auch die Auflistung von Bissolli, Göring und Lefebvre (2001) über extreme Wetter- und Witterungsereignisse im 20. Jahrhundert zeigt, dass es sich bei jenen oftmals um sehr intensive Strömungen handelte. Das können zunächst Strömungen der Luft sein. An den Küsten ist die Wahrscheinlichkeit für höhere Windgeschwindigkeiten größer als im Binnenland. Dort geht Wind also häufiger in einen Sturm oder sogar in einen Orkan über. Genau wie beim Wasser

verlaufen Luftströmungen allerdings nicht immer nur gradlinig. Auch hier können sich wirbelhafte Phänomene ausbilden, von denen einige wegen ihres hohen Gefahrenpotenzial große Bekanntheit besitzen: Tornados und tropische Wirbelstürme sind wegen ihrer zerstörerischen Wirkung besonders gefürchtet. Letztere besitzen je nach Gebiet, in denen sie auftreten, unterschiedliche Bezeichnungen wie Hurricane, Taifun oder Zyklon (Oertel jr., 2012); es handelt sich jedoch stets um tropische Wirbelstürme. Die Zunahme der Windgeschwindigkeit hat an Küstengebieten direkte Auswirkungen auf die Bewegung von Wasser, weil Luft und Wasser wechselwirken, wobei die Bewegungsenergie der Luftströmungen auf das Wasser übertragen wird. Bei höheren Windgeschwindigkeiten steigt somit auch die Gefahr, dass Landstriche von Hochwasser bedroht sind. Besonders dramatisch ist die Situation, wenn hohe Windgeschwindigkeiten zusammen mit einer Gezeitenflut auftreten, was als Sturmflut bezeichnet wird (Schwanke, Podbregar, Lohmann & Frater, 2009). Die diesbezügliche Intensitätsspitze markieren Stürme, die gemeinsam mit einer Springflut auftauchen. Hier kommen sehr große Windgeschwindigkeiten und große Gezeitenkräfte zusammen, was die Bewohnerinnen und Bewohner von Küstengebieten in besondere Gefahr bringt. Wie Rodewald (1954) berichtet, trat ein solch schwerwiegendes Ereignis bei der Februarflut 1953 in Husum auf. Hierbei bewirkte der Windstau gar, dass es an jenem Tag nur ein einziges Hoch- und Niedrigwasser gab (vgl. Rodewald, 1954, S. 1). Über viele Sturmfluten wird wegen ihrer Zerstörungskraft in der Presse berichtet und sie erreichten landesweite Bekanntheit, z. B. die Sturmflut an der Nordseeküste im Jahre 1962, die in Hamburg große Zerstörungen verursachte (Heßler & Kehrt, 2014). Doch auch ohne die Beteiligung von Strömungen in der Luft sind Naturkatastrophen an der Küste möglich. Das zeigen die Ereignisse im Indischen Ozean im Jahr 2004. Dort kam es in der Weihnachtszeit zu einem verheerenden Seebeben. Hierdurch wurde ein sehr intensiver Tsunami ausgelöst, der vornehmlich an den Küsten Indonesiens und Sri Lankas Verwüstungen anrichtete und Todesopfer im sechsstelligen Bereich forderte (Shaw, 2015), da infolge des Tsunamis Meerwasser bis weit ins Landesinnere und anschließend wieder zurück ins Meer strömte. Seebeben ereignen sich wegen der tektonischen Gegebenheiten vor allem im ostasiatischen Raum, wobei die Gefahr eines Tsunami steigt mit der Stärke eines Seebebens ansteigt. Nach Bernard und Titov (2015) sind jährlich 60000 Menschen und Vermögenswerte in Höhe von 4 Mrd. \$ der zerstörerischen Wirkung von Tsunamis und dessen Folgen ausgesetzt. Weil zwischen dem Seebeben und der Überflutung der Küste eine gewisse Zeit vergeht, kommt Tsunamiwarnsystemen eine hohe Bedeutung zu, deren Effektivität sich wegen der Verbesserung von Technologien erfreulicherweise kontinuierlich weiterentwickelt (Bernard & Titov, 2015).

Anhand der vielgestaltigen Strömungsphänomene in der Luft und im Wasser ist zu erkennen, dass Strömungen die Dynamik auf der Erde und somit auch an den Küsten entscheidend charakterisieren. Zu deren Entschlüsselung ist es daher zwingend erforderlich, eine physikalische Perspektive auf diese besondere Bewegungsform einzunehmen. Wie lassen sich verschiedene Strömungen physikalisch unterscheiden? Wie kommen Strömungen zustande? Welche physikalischen Größen spielen bei der Charakterisierung von Strömungen eine Rolle? Welche Naturprinzipien lassen sich Lernenden durch die

Beschäftigung mit Strömungen verdeutlichen? Diese und weitere Fragen werden auf Basis von Fachliteratur aus den Bereichen Thermodynamik (z. B. Blundell & Blundell, 2010), Fluidodynamik (z. B. Oertel jr., 2012) sowie Kontinuumsmechanik (z. B. Altenbach, 2015) beantwortet.

13.2.2 Physik der Strömungen

In allen Werken zur Beschreibung von Strömungen ist der Terminus Fluid zentral. Er fasst wegen ihrer ähnlichen Eigenschaften Flüssigkeiten und Gase zu einer Materiegruppe zusammen. In den meisten fachlichen Quellen, die eine Beschreibung von Fluiden anstreben, wird statt einer diskreten Sicht eine kontinuierliche Sicht auf Materie eingenommen: „*Fluide* sind gasförmige oder flüssige *Kontinua*“ (Böckh & Saumweber, 2013, S. 1).

13.2.2.1 Kontinuumsvorstellung

Sollte nur eine wissenschaftliche Erkenntnis an die nachfolgenden Generationen weitergegeben werden können, so solle es sich hierbei laut Richard Feynman um die Atomhypothese handeln (Feynman, Leighton & Sands, 1963). Die Vorstellung von einem diskreten Aufbau der Materie gehört aus seiner Sicht zur größten wissenschaftlichen Leistung der Menschheit. Allerdings ist eine diskrete Sicht auf Materie nicht ausnahmslos für jedes physikalische Problem zweckmäßig. Insbesondere Strömungen sind bei einer diskreten Sicht auf Materie nur sehr schwierig beschreibbar, weil es sich um äußerst komplexe Bewegungen handelt, zu deren Erfassung die Atome bzw. Moleküle des betrachteten Fluids jeweils eigenständig zu beschreiben wären (Altenbach, 2015). Damit ginge schnell eine Überforderung einher, weil Materie, die der Mensch im Alltag wahrnimmt, in einer Größenordnung von etwa 10^{23} Teilchen liegt. Wie Bender und Pippig (vgl. 1973, S. 47f.) erklären, entstand wegen der großen Teilchenzahlen das Bedürfnis nach einem geeigneteren Maß für die in Versuchen eingesetzten Stoffmengen, sodass die Einheit Mol eingeführt wurde. Sie stellt quasi ein Paket von etwa $6 \cdot 10^{23}$ Teilchen dar und wurde 1971 in das SI-System aufgenommen. Die Einheit ist insofern praktikabel, als dann statt von hohen Teilchenzahlen im Bereich von etwa $6 \cdot 10^{23}$ Teilchen schlicht von einem Mol gesprochen wird. Die Einführung der Einheit Mol kann daher als Reaktion auf die Größenordnung der Teilchenzahlen verstanden werden, aus denen Stoffmengen bestehen, die der Mensch im Alltag üblicherweise wahrnimmt. An den meisten Phänomenen, die von Menschen erfasst werden können, sind daher Atome bzw. Moleküle in ungefähr dieser Größenordnung beteiligt. Deshalb gälte es zur vollständigen Erfassung eines Fluid eine so hohe Teilchenzahl zu beschreiben. Diese Aufgabe würde nach Altenbach (vgl. 2015, S. 8) selbst für leistungsfähige Computer Rechenzeiten bedeuten, die ökonomisch nicht mehr zu vertreten wären.

Aus dieser Problematik heraus etablierte sich ein praktikablerer Beschreibungsansatz, der nicht auf einer diskreten Struktur der Materie basiert und in der sogenannten Kontinuumsmechanik aufging. In der Kontinuumsmechanik wird nach Altenbach (vgl. 2015, S. 8) die diskrete Struktur der Materie ignoriert und eine stetige Ausfüllung des Raumes (Kontinuum) angenommen, um Materialeigenschaften homogenisieren zu können. Der

Unterteilungsgrad des Kontinuums kann vom Forschenden je nach Bedarf selbst eingestellt werden. Es werden also nicht mehr die einzelnen Fluidteilchen betrachtet, also die Atome und Moleküle, sondern selbst ausgewählte Teile des Kontinuums. Sie werden als Fluidelemente bezeichnet und sind Ansammlungen von Fluidteilchen (vgl. Ruhrländer, 2014, S. 361). Für Fluidelemente wird sodann ein Einheitsvolumen angenommen. Größen wie beispielsweise die Geschwindigkeit lassen sich dann über die Geschwindigkeiten einzelner Fluidteilchen \vec{v}_i mitteln, um so dem Fluidelement in Gänze eine mittlere Geschwindigkeit \vec{v} zuzuordnen.

$$\vec{v} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \vec{v}_i \quad (1)$$

Durch diese Vorgehensweise wird zum einen die Stückelung des Fluids bedeutend verringert und zum anderen können materiebeschreibende Größen so nach Truckenbrodt (1989) durch stetige Funktionen von Raum und Zeit ausgedrückt werden. Letzteres stets unter der Voraussetzung, dass das Volumen der Fluidelemente groß gegenüber dem Volumen der Fluidteilchen ist. Es ist nämlich zu berücksichtigen, dass es eine immerwährende und zufällige Wärmebewegung von Atomen bzw. Molekülen gibt (Einstein, 1905). Daher sind in einem bestimmten Fluidelement mit definiertem Volumen nicht immer dieselben Teilchen vorhanden: ständig verlassen einige das Element, ständig kommen andere hinzu: Die Teilchenanzahl im Einheitsvolumen schwankt somit. Da die abgehenden und hinzukommenden Teilchen ferner über unterschiedliche Eigenschaften (z. B. hinsichtlich der Geschwindigkeit) verfügen, verändern sich auch die Durchschnittswerte für das Fluidelement, wie sich an Gleichung (1) erkennen lässt. Wird das Fluidelement sehr klein gewählt, dann fällt der Zugang und Abgang von Teilchen mit den zugehörigen statistischen Schwankungen in den Geschwindigkeiten stark ins Gewicht, sodass die Mittelwerte der Geschwindigkeit \vec{u} oder der Dichte ρ innerhalb eines und zwischen verschiedenen Fluidelementen fluktuieren. Es kann dann keine stetige Funktion der Größen über das gesamte Fluid angegeben werden. Wird das Fluidelement jedoch groß gegenüber den Ausmaßen der enthaltenen Teilchen gewählt, dann spielen statistische Schwankungen (Fluktuationen) von vergleichsweise wenigen Teilchen im Fluidelement wegen der immensen Menge der durchschnittlich enthaltenen Teilchen fast keine große Rolle für die gemittelten Größen des Elements mehr (Ruhrländer, 2014). Es kommt daher im unbeeinflussten Zustand zu einer annähernden zeitlichen Konstanz der gemittelten Größen und das Fluid kann quasi-kontinuierlich beschrieben werden. Außerdem lassen sich auf dieser so generierten Mesoebene Größen definieren, die auf der mikroskopischen Ebene direkt keine Bedeutung besitzen. Dazu zählen die Temperatur T und der Druck p . Zu groß dürfen die Fluidelemente jedoch auch nicht gewählt werden, da die Beschreibung des Fluids andernfalls zu ungenau erfolgt. Allerdings erfüllen mit Verweis auf den menschlichen Wahrnehmungsmaßstab bereits die aus menschlicher Sicht kleinen Volumina die Forderung nach einer ausreichenden Teilchenanzahl, um physikalische Größen kontinuierlich beschreiben zu können; so enthält nach Sigloch (2003) bereits Luft mit einem Volumen von 1 mm^3 etwa $2,7 \cdot 10^{16}$ Moleküle, bei Wasser sind es gar $3,3 \cdot 10^{19}$ Moleküle.

Zusammenfassend kann also festgehalten, dass die Fluidelemente für eine quasi-kontinuierliche Beschreibung weder zu klein, noch zu groß gewählt werden dürfen (vgl. Borghini, 2013, S. 3).

Bei der Kontinuumsmechanik handelt es sich unter den genannten Bedingungen um eine Feldtheorie. Strömungsphänomene können daher auf Basis von Geschwindigkeits-, Dichte-, Temperatur- und Druckfeldern beschrieben werden. Diese Betrachtungsweise ermöglicht das Aufstellen geschlossener Differentialgleichungen. Die Kontinuumsmechanik teilt ihre Aussagen nach Altenbach (2015) in zwei verschiedene Klassen ein: materialabhängige und materialunabhängige Aussagen. Materialabhängige Aussagen umfassen die individuelle Antwort eines Stoffs auf äußere und innere Beanspruchungen. Sie werden auf Grundlage rheologischer Modelle formuliert. Materialunabhängige Aussagen beinhalten kinematische Beziehungen, also beispielsweise eine Erfassung von Geschwindigkeits-, Verschiebungs- und Deformationsfeldern sowie deren Gradienten. Letztlich schließen sie auch den Bereich der Bilanzgleichungen von Masse, Impuls und Energie sowie deren Erhaltungssätze mit ein. Für eine generelle Beschreibung von Strömungen ist es also nötig sein, die materialunabhängigen Aussagen der Kontinuumsmechanik im vorliegenden Kapitel näher zu beleuchten und gedanklich einzuordnen.

13.2.2.2 Euler- und Lagrange-Formalismus

Bei der Beschreibung eines Strömungsphänomens lassen sich im Rahmen der Kontinuumsmechanik zwei verschiedene Betrachtungsweisen einnehmen (vgl. Zierep & Bühler, 2015, S. 45f.; vgl. Altenbach, 2015, S. 74f.): Im ersten Fall wird immer ein ganz bestimmtes Fluidelement fokussiert. Angenommen, dem Element lässt sich die vektorielle Eigenschaft $\vec{\xi}$ zuordnen, dann wird bei dieser Variante das Fluidelement mit jener Eigenschaft räumlich nachverfolgt. Als Bewegungsgleichung gilt dann:

$$\vec{x} = \vec{x}(\vec{\xi}, t) \quad (2)$$

Die Gleichung beschreibt die Bahn des Fluidelements. Der Ort variiert, aber das betrachtete Fluidelement ist fix. Dies nennt sich Lagrange-Betrachtungsweise. Für Strömungsphänomene ist diese jedoch nicht sonderlich zweckmäßig, weil zur Beschreibung der Bewegung gleichzeitig eine sehr hohe Anzahl sich bewegender Fluidelemente betrachtet werden müsste. Es existiert allerdings noch eine weitere Betrachtungsweise. Hierbei wird ein ganz bestimmter Ort ausgewählt und an diesem Ort die Veränderung der Eigenschaft $\vec{\xi}$ beobachtet. Als Bewegungsgleichung gilt dann:

$$\vec{\xi} = \vec{\xi}(\vec{x}, t) \quad (3)$$

In diesem Fall ist der Ort fix und die Eigenschaft variiert. Dies gilt als Euler-Betrachtungsweise. Sie ermöglicht ein Eigenschaftsprofil für das Fluid zu erzeugen, wenn die Betrachtung nacheinander an verschiedenen Orten erfolgt. Die umfassende Beschreibung ist hier wesentlich praktikabler als bei der Lagrange-Betrachtungsweise, weil es sich

mithilfe örtlich fixierter Sensoren sehr gut umsetzen lässt. Außerdem interessiert nicht so sehr, wohin ein bestimmtes Fluidelement geht oder woher es kommt; es ist aber wichtig zu wissen, welche Temperatur, Geschwindigkeit, Konzentration etc. an einem bestimmten Ort vorherrschen (vgl. Altenbach, 2015, S. 75). Je nach gemessener Eigenschaft erhält man durch den zeitlichen Verlauf der Eigenschaft an einem Ort ein Geschwindigkeits-, Temperatur-, Druck- oder Konzentrationsfeld. Bei der Euler-Betrachtungsweise handelt es sich also um eine Feldbeschreibung. Weil die Vorteile der Euler-Betrachtungsweise bei der Beschreibung von Strömungen überwiegen, wird sie in der Strömungsmechanik am häufigsten eingesetzt (Altenbach, 2015).

13.2.2.3 Viskosität

Es sei zunächst angemerkt, dass sich wegen des Kontexts der Küstenphysik und dem hierdurch motivierten Fokus auf die Fluide Luft und Wasser die folgenden Darstellungen ausschließlich auf Newtonsche Fluide beziehen.

Fluide grenzen sich nach Zierp und Bühler (2015) sowie Durst (2006) von Festkörpern durch ihre Eigenschaft der Viskosität ab: Fluide sind mehr oder minder viskos, was phänomenologisch den Grad der Zähflüssigkeit meint. Eine hohe Viskosität bedeutet eine große Zähflüssigkeit. Umgekehrt steht eine geringe Viskosität für eine kleine Zähflüssigkeit. Viskosität kann auch als Widerstand verstanden werden, denen Gase und Flüssigkeiten ihrer eigenen Verzerrung entgegensetzen. Festkörper hingegen sind nach Durst (vgl. 2006, S. 53) durch die Eigenschaft der Elastizität gekennzeichnet: Bei Scherbeanspruchungen in Festkörpern entstehen elastische Scherkräfte, die irreversible Lageänderungen von Atomen und Molekülen verhindern. Es entsteht eine sogenannte Schubspannung. Mechanische Spannungen verfügen über die Einheit des Drucks und drücken somit eine Kraft aus, die auf eine bestimmte Fläche wirkt. Schubspannungen können bei Festkörpern auch dann noch vorhanden sein, wenn die Verformung eines Festkörpers abgeschlossen ist und er sich in Ruhe befindet. Festkörper können also unter Spannung stehen. Durst (2006) und Ziegler (1992) erklären, dass Fluide hingegen niemals Schubspannungen erfahren, wenn sie in Ruhe sind. Denn bei Fluiden kommt es bei einer Scherbeanspruchung sofort zu Geschwindigkeitsgradienten im Fluid und sie weichen einer Beanspruchung von außen durch Formveränderung aus: „Eine Flüssigkeit gibt einer Schubbeanspruchung unbegrenzt nach (in einer ruhenden Flüssigkeit herrscht der hydrostatische Spannungszustand, der schubspannungsfrei ist)“ (Ziegler, 1992, S. 171). Schubspannung τ und Geschwindigkeitsgradienten sind bei Fluiden gleichungsmäßig direkt verbunden:

$$\tau = f\left(\frac{dv_x}{dy}\right) \quad (4)$$

Weil Fluide im Ruhezustand keine Schubspannungen erfahren, muss gelten:

$$\tau = f\left(\frac{dv_x}{dy}\right) \text{ mit } f(0) = 0 \quad (5)$$

Folglich seien Fluide nach Abschluss der einwirkenden Scherbeanspruchung im Ruhezustand schubspannungsfrei. Zwischen der resultierenden Schubspannung τ und einem Verzerrungswinkel γ existiert allgemein folgender Zusammenhang (Zierep & Bühler, 2015):

$$\tau = G \cdot \tan(\gamma) \quad (6)$$

Der Faktor G wird als Schubmodul bezeichnet und beschreibt somit, inwieweit ein Material nach einer Verzerrung um einen bestimmten Winkel zu Schubspannungen neigt. Für Fluide beträgt der Wert des Schubmoduls stets null. Das bedeutet, nur solange eine Scherbeanspruchung von außen auftritt, also Geschwindigkeitsgradienten im Fluid vorhanden sind und das Fluid verformt wird, bestehen Schubspannungen. Viskosität und resultierende Schubspannungsfreiheit begründen somit die Fließbarkeit von Fluiden, was das bedeutendste phänomenologische Merkmal von Flüssigkeiten und Gasen darstellt: Auf ein Fluid wirkende Kräfte führen zu einer immer weiteren Verzerrung und Verformung. Schubspannungen auf ein Fluid, die durch von außen wirkende Kräfte entstehen, werden zu einem späteren Zeitpunkt im Kapitel vertieft thematisiert, weil sie einen Impulstransport im Fluid kennzeichnen, der für die Beschreibung von Strömungen wichtig ist.

13.2.2.4 Transport in ruhenden Fluiden

Bei Strömungen handelt es sich um Materie- und Energieflüsse. Strömungen sind daher als Transportprozesse von Materie und Energie zu deuten (Wilde, 1978; Niedrig, 1992). Allerdings ist es für das Verständnis von Strömungen und deren Abgrenzung hilfreich, zunächst ein ruhendes Fluid zu betrachten. Auch wenn Materie nach außen hin ruht, so ist sie doch auf mikroskopischer Ebene ständig in Bewegung. Die unablässige Bewegung von Atomen und Molekülen, aus denen die jeweilige Fluidmaterie aufgebaut ist, wird als Molekularbewegung oder Wärmebewegung bezeichnet (Niedrig, 1992). Obwohl Atome und Moleküle durch die Wärmebewegung auf Mikroebene ständig in Bewegung sind, kann das Fluid auf Makroebene nach außen hin ruhen, weil sich die verschiedenen Richtungen, in denen sich die Teilchen bewegen, insgesamt zu null mitteln, also ausgleichen. Dies ist sehr gut an Gleichung (1) zu erkennen: Wenn sich die Geschwindigkeiten der Fluidteilchen, aus denen ein Fluidelement besteht, hinsichtlich ihrer Richtungen zufällig unterscheiden, sie sich also völlig ungeordnet bewegen, dann ist die Geschwindigkeit des Fluidelements als Summe der Teilchengeschwindigkeiten null, obwohl die Teilchengeschwindigkeiten selbst nicht null sind. Folglich existiert kein gerichteter Impuls im Fluidelement und es herrscht keine Fluidbewegung vor. Ferner sei gesagt, dass die Wärmebewegung von Atomen und Molekülen durch Wechselwirkung mit sichtbaren Anhäufungen von Materie die sogenannte Brownsche Bewegung hervorbringt, die sich mithilfe eines Mikroskops beobachten lässt. Mit der Brownschen Bewegung wird also nicht direkt die Wärmebewegung der Moleküle bezeichnet, sondern deren Folge (Einstein, 1905). Die unablässige und zufällige Wärmebewegung hat eine wichtige Konsequenz: Sobald in einem Fluid ein Temperaturunterschied oder ein Konzentrationsunterschied vorliegt,

werden die Unterschiede durch diese immerwährende, zufällige Bewegung von Atomen und Molekülen mit der Zeit abgebaut (Niedrig, 1992).

13.2.2.4.1 Wärmetransport

Bestehen in einem Fluid Temperaturunterschiede, dann nehmen sie mit der Zeit ab, weil eine höhere Temperatur (makroskopische Größe) höheren durchschnittlichen Beträgen der Teilchengeschwindigkeiten (= Schnelligkeiten) entspricht; die Teilchen bewegen sich zufällig bewegen und übertragen bei Stößen untereinander Energie (Blundell & Blundell, 2010; Giancoli, 2006). Wegen der Zufälligkeit der Stöße gleichen sich mit der Zeit die Teilchenschnelligkeiten an. Dass sich die Unterschiede angleichen, ist der statistisch wahrscheinlichere Zustand, weil es dafür schlicht mehr Möglichkeiten gibt als für einen unausgeglichene Zustand, weshalb der ausgeglichene Zustand nach Falk und Ruppel (1976) über eine höhere Entropie verfügt (s. Kapitel 13.2.2.8). Nach einer Weile verfügen alle Teilchen daher nur noch über statistisch zufällige Schnelligkeitsunterschiede, nicht jedoch über systematische. Auf der makroskopischen Ebene ist dies als ein Angleichen unterschiedlicher Temperaturen erfahrbar. Folglich ist es also ohne die makroskopische Bewegung des Fluids zu einem Wärmetransportprozess gekommen, der einen Temperaturausgleich bewirkt, was als Konduktion (Wärmeleitung) bezeichnet wird (Stadlmayr, 2018). Bei der Quantifizierung der Wärmeleitung wird die transportierte Wärme pro Zeit \dot{Q} betrachtet, die auf eine Referenzfläche bezogen ist. Hierbei liegt über die Wärmeleitfähigkeit λ eine Proportionalität zwischen der transportierten Wärme \dot{Q} und dem Temperaturgradienten in einer bestimmten Richtung (hier beispielhaft: y-Richtung) vor. Die folgende Gleichung beschreibt den Zusammenhang der Einfachheit halber eindimensional (Wilde, 1978):

$$\frac{\dot{Q}}{A} = -\lambda \cdot \frac{dT}{dy} \quad (7)$$

Moore, Hummel, Trafara und Holland-Moritz (1986, S. 187) fassen pointiert zusammen: „Die Wärmeleitfähigkeit eines Gases ist eine Konsequenz des Transports von kinetischer Energie in Richtung eines Temperaturgradienten; ein Temperaturgradient ist natürlich zu gleicher Zeit auch ein Gradient der kinetischen Energie“.

13.2.2.4.2 Massentransport

Die unablässige und zufällige Wärmebewegung ist auch für eine Abnahme von Konzentrationsunterschieden verantwortlich (Moore et al., 1986). Ein Beispiel: Wird eine Trennwand in einen wassergefüllten Behälter gestellt, nur in einem Teil Kochsalz gelöst und die Trennwand vorsichtig entfernt, liegt ein Konzentrationsunterschied zwischen beiden Behälterteilen vor. In einem Teil befinden sich dann neben den Wassermolekülen sämtliche Natrium- und Chloridionen. Es kommt dann aber trotz einer offensichtlichen Bewegungslosigkeit des Fluids zu einem Prozess, der in Richtung eines Konzentrationsausgleichs abläuft. Natrium- und Chloridionen verteilen sich mit der Zeit im gesamten Behälter. Auch dies ist eine rein statistisches Phänomen (vgl. Moore et al., 1986, S. 195f.):

Es ist schlicht viel unwahrscheinlicher, dass bei der zufälligen Wärmebewegung von Wassermolekülen sowie Natrium- und Chloridionen alle Ionen an einem ganz bestimmten Ort verbleiben bzw. sich zu einem ganz bestimmten Ort bewegen, um so einen Konzentrationsunterschied aufrechtzuerhalten bzw. noch zu vergrößern. Deren zufällige Bewegung bewirkt vielmehr eine ebenso zufällige Verteilung der gelösten chemischen Spezies, weil es sich beim verteilten Zustand schlicht um den wahrscheinlicheren Zustand handelt. Dieser Prozess, der zu einer Verringerung der Konzentrationsunterschiede führt, ist ein Massentransport und findet ohne eine makroskopische Bewegung des Fluids statt. Der Konzentrationsausgleich ist einzig Resultat der immerwährenden und ungerichteten Wärmebewegung. Das wird als Diffusion bezeichnet; auch bei diesem Prozess nimmt die Entropie zu (Moore et al., 1986). Die molekular transportierte Stoffmenge pro Zeit \dot{n} und pro Fläche A ist proportional zum Konzentrationsgradienten in einer Richtung (hier beispielhaft: y -Richtung). Der Proportionalitätsfaktor wird als Diffusionskonstante D bezeichnet. Die folgende Gleichung beschreibt den Zusammenhang nach Wilde (1978) der Einfachheit halber eindimensional:

$$\frac{\dot{n}}{A} = -D \cdot \frac{dc}{dy} \quad (8)$$

Da es sich bei der Konzentration um die Stoffmenge pro Volumen handelt, lässt sich die Gleichung unter Zuhilfenahme der Massendichte ebenso auf die zeitliche Veränderung der Masse beziehen. Dann stellt der Diffusionskoeffizient einen Zusammenhang zwischen der durch eine Referenzfläche A transportierten Masse pro Zeit \dot{m} und einem Dichtegradienten her. Die Diffusion kann also sowohl als molekularer Stoffmengen- als auch als molekularer Massentransport angesehen werden.

$$\frac{\dot{m}}{A} = -D \cdot \frac{d\rho}{dy} \quad (9)$$

13.2.2.5 Transport in strömenden Fluiden

Sobald Konzentrationen im Fluid oder die Temperatur des Fluids verändert werden, kommt es zu einer Änderung der Massendichte (Demtröder, 2018; Oertel jr., 2012). Denn bei einer Veränderung der Konzentration von gelösten Stoffen an einem bestimmten Ort befindet sich in einem dortigen Volumensegment eine höhere Stoffmenge als in einem Volumensegment derselben Größe an einem anderen Ort mit einer geringen Konzentration gelöster Stoffe. Folglich verfügen die beiden genannten Volumensegmente über unterschiedliche Massen. Die Massendichte unterscheidet sich also an verschiedenen Orten im Fluid und es resultieren Massendichtegradienten. Auch eine Veränderung der Temperatur trägt zu einer Änderung der Massendichte bei: Eine höhere Temperatur entspricht einer höheren Schnelligkeit der Teilchen auf mikroskopischer Ebene. Dadurch erhöht sich der mittlere Abstand der Teilchen zueinander (Ruderich, 2012). Teilchen verteilen sich bei einer höheren Temperatur also stärker im Raum als bei geringerer Temperatur. Das erklärt im Übrigen, aus welchem Grund sich die meisten Stoffe auf Makroebene bei

einer Erwärmung ausdehnen und beim Abkühlen zusammenziehen. In einem bestimmten Volumensegment halten sich bei einer höheren Temperatur im Mittel also weniger Teilchen auf als in einem Volumensegment derselben Größe bei kleinerer Temperatur. Daher unterscheiden sich die Massen der beiden genannten Volumensegmente und es resultieren verschiedene Massendichten der beiden Segmente. Temperaturunterschiede bewirken also genau wie Konzentrationsunterschiede Massendichteunterschiede.

Bei Wasser liegt allerdings eine zu berücksichtigende Dichteanomalie vor (vgl. Demtröder, 2018, S. 322): Die Dichte von Wasser erreicht bei ca. 4 °C ihr Maximum und wird dann wieder kleiner. Bis zum Wert von 4 °C kann das beschriebene Erklärungsmodell auch zur Beschreibung von Dichteveränderungen des Wassers eingesetzt werden, dann allerdings muss berücksichtigt werden, dass Wasser beim Vorgang des Erstarrens unterhalb dieser Temperatur eine besondere Kristallisationsform einnimmt. Sie führt dazu, dass die Wassermoleküle ab einem Temperaturwert von 4 °C nicht näher aneinanderrücken. Im Gegenteil: Das Einnehmen der Kristallisationsform bewirkt, dass die Moleküle ihren mittleren Abstand voneinander wieder vergrößern, folglich kommt es also beim Wasser zu einer Abnahme der Dichte unterhalb des Wertes von ca. 4 °C.

Ausgehend von den bisherigen Darlegungen lässt sich eine Verkettung physikalischer Größen erkennen, die das Auftreten von Strömungen verdeutlicht: Es wurde dargelegt, dass Temperatur- und Konzentrationsgradienten Dichtegradienten im Fluid hervorrufen. Wird ein fixes Volumensegment betrachtet, dann sind Dichtegradienten mit Massegradienten gleichbedeutend. Unterschiedliche Massen bedeuten wiederum unterschiedliche Gewichtskräfte. Dementsprechend liegen in einem Fluid mit Temperatur- und Konzentrationsgradienten als Resultat der Differenz unterschiedlicher Gewichtskräfte resultierende innere Kräfte vor, die sich nicht mehr gegenseitig aufheben und das Fluid in Bewegung versetzen. Weil es sich bei der Viskosität um den Grad der Zähflüssigkeit handelt, hängt es vom Fluid ab, wie groß die resultierende Dichteunterschiede sein müssen, sodass sich ausreichend große Kräfte ergeben, die zu einer sichtbaren Bewegung des Fluids führen. Die Verkettung der physikalischen Größen macht auch deutlich, aus welchem Grund in der Fachliteratur viele Erklärungsansätze nebeneinander existieren: Manche Ansätze fokussieren auf Dichteunterschiede als Ausgangspunkt für das Entstehen von Wasser und Luftströmungen (vgl. Baehr & Stephan, 2013, S. 310), andere hingegen beziehen sich auf Kräfte (vgl. Wutz, Adam, Walcher & Jousten, 2000, S. 76) und wieder andere nennen Druckunterschiede als Ursache von Strömungen (vgl. Brasseur, Jacob & Schuck-Zölle, 2017, S. 68). Letzteres ergibt sich, wenn die resultierenden Kräfte auf eine betrachtete Fläche bezogen werden. Alle Größen hängen eng miteinander zusammen, was illustriert, dass es sich bei allen Varianten nur um verschiedene Seiten einer Medaille zur Erklärung von Strömungen infolge von Temperaturunterschieden handelt. Der Fokus liegt in den verschiedenen Erklärungen in der Literatur lediglich auf unterschiedlichen Bereichen der dargestellten Verkettung. Allerdings können solche Wechsel der Betrachtungsebene, die aus physikalischer Sicht nur einen leicht anderen Fokus setzen, für Lernende große Verständnisprobleme und Lernhemmnisse bedeuten.

Das Besondere an Strömungen ist, dass sie mit einer gerichteten Bewegung auf mikroskopischer Ebene einhergehen; vorher wurden ausschließlich ungerichtete Bewegungen beschrieben. Die gerichtete mikroskopische Bewegung führt zu einer erfahrbaren, ebenfalls gerichteten Bewegung auf makroskopischer Ebene: der Strömung. Mit der gerichteten Bewegung von Fluiden gehen neue Transportprozesse einher. Wärme und Stoffmenge werden nun auch durch die gerichtete Bewegung des Fluids transportiert. Die bisher behandelten molekularen Transportprozesse basieren lediglich auf der ungerichteten Bewegung des Fluids. Die gerichteten Transportprozesse sind nach Wilde (1978) und Hannoschöck (2018) wesentlich effektiver, weil gelöste Stoffe bzw. wärmeres Fluid durch die Strömung zügig in neue Bereiche vordringen. Daher spielt das Pumpen in der Technischen Chemie eine so große Rolle, denn hierdurch laufen die für den Reaktionsumsatz nötigen Transportprozesse schneller ab als durch molekularen Transport in Form von Wärmeleitung und Diffusion allein (vgl. Baerns, Behr, Brehm, Gmehling, Hinrichsen, Hofmann, Onken, Palkovits & Renken, 2013, S. 379). Die Temperatur- und Konzentrationsunterschiede bauen sich demnach viel schneller ab, sobald das Fluid strömt. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass solche Transportprozesse die molekularen Transportprozesse nicht ersetzen. Nach wie vor existiert eine ungerichtete Wärmebewegung. Sie wird durch eine gerichtete Bewegung des strömenden Fluids lediglich überlagert. Molekulare Transportprozesse, also Wärmeleitung und Diffusion, können daher zwar ohne die makroskopische Bewegung des Fluids auftreten, umgekehrt gilt das jedoch nicht: Mit einer Fluidbewegung gehen daher sowohl die molekularen als auch die durch Strömung induzierten Transportprozesse einher. Beides zusammen wird mit einem neuen Terminus bezeichnet: Konvektion. Konvektion bedeutet stets, dass eine gerichtete Fluidbewegung und zugehörige Transportprozesse (konvektive Transportprozesse) mit den molekularen Transportprozessen zusammenkommen (Wilde, 1978). Konvektive und molekulare Transportprozesse kennzeichnen die Konvektion gemeinsam. Wilde (vgl. 1978, S. 1) fasst diesen Sachverhalt mit zwei Gleichungen zusammen; eine für den Transport von Wärme und eine für den Stofftransport.

$$\text{Konvektion} = \text{Wärmeleitung} + \text{Strömung} \quad (10)$$

$$\text{Konvektion} = \text{Diffusion} + \text{Strömung} \quad (11)$$

Im Sprachgebrauch werden Strömung und Konvektion sehr häufig gleichgesetzt. Das mag damit zusammenhängen, dass die molekularen Transportprozesse sehr klein gegenüber den konvektiven Transportprozessen sind und z. B. die Wärmeleitung bei Berechnungen strömender Fluide häufig vernachlässigbar ist (Hannoschöck, 2018). Und auch schon die Bezeichnung *konvektive Transportprozesse* suggeriert, dass es bei der Konvektion ausschließlich um sie geht. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die obigen Gleichungen explizit aussagen, dass zur Konvektion auch die molekularen Transportprozesse gehören.

13.2.2.5.1 Wärmetransport

Bei einer Strömungsbewegung und vorliegenden Temperaturgradienten gelangt warmes Fluid zügig in Gebiete mit kälterem Fluid (konvektiver Transport). Hinzu treten molekulare Transportprozesse, sodass ein Temperatúrausgleich resultiert. Durch die einsetzende Strömung wird der Ausgleich von Temperaturunterschieden stark erhöht. Um den Wärmetransport durch die gerichtete Strömungsbewegung des Fluids zu beschreiben, muss nach Wilde (1978) die zeitliche Veränderung der Wärmemenge betrachtet werden.

$$\dot{Q} = \frac{dQ}{dt} \quad (12)$$

Die Wärmemenge ist ein Teil der Inneren Energie U . Letztere stellt die Gesamtheit aller energetischen Beiträge zum betrachteten System dar. Da in diesem Fall bis auf die Innere Energie alle anderen Energieformen im System vernachlässigt werden, ist die zeitliche Veränderung der Wärmemenge der zeitlichen Veränderung der Inneren Energie gleichgesetzt. Darüber hinaus wird ein konstanter Druck angenommen, sodass die Veränderung der Wärmemenge nach Lüdecke und Lüdecke (2000) der Veränderung der Enthalpie H entspricht.

$$\dot{Q} = \frac{dQ}{dt} = \frac{dH}{dt} = \frac{dH}{dV} \cdot \frac{dV}{dt} \quad (13)$$

Die Gleichung lässt sich vereinfachen, wenn für den ersten Faktor auf der rechten Seite eine spezifische Enthalpie h (Kurzweil, Frenzel & Gebhard, 2008) definiert wird, also eine Enthalpie pro Fluidmasse m . Dadurch lässt sich die Enthalpie als Produkt von spezifischer Enthalpie und Fluidmasse schreiben. Durch Anwendung der Produktregel lässt sich der Ausdruck als Summe ausdrücken. Weil bei der Strömungsbewegung lediglich die Masse des Fluid in einem bestimmten Volumensegment während des Strömungsvorgangs variiert, nicht jedoch die spezifische Innere Enthalpie, die schon auf die Masse des Fluids bezogen ist, fällt der erste Summand weg. Außerdem lässt sich der Quotient von Masse und Volumen als Massendichte ρ schreiben.

$$\frac{dH}{dV} = \frac{d(h \cdot m)}{dV} = m \cdot \frac{dh}{dV} + h \cdot \frac{dm}{dV} \xrightarrow{dh=0} \frac{dH}{dV} = h \cdot \rho \quad (14)$$

Durch Einsetzen von Gleichung (14) in Gleichung (13) folgt:

$$\dot{Q} = \frac{dQ}{dt} = \frac{dH}{dt} = h \cdot \rho \cdot \frac{dV}{dt} \quad (15)$$

Auch die zeitliche Veränderung des Volumens lässt sich weiter umformen. Wenn an dieser Stelle nur eine eindimensionale Strömung in x -Richtung betrachtet wird, gilt:

$$\frac{dV}{dt} = A \cdot \frac{ds}{dt} = A \cdot v_x \quad (16)$$

Damit ergibt sich nach Einsetzen in Gleichung (15):

$$\dot{Q} = \frac{dH}{dV} \cdot \frac{dV}{dt} = h \cdot \rho \cdot A \cdot v_x \quad (17)$$

Für isobare Prozesse, wie sie auf der Erde bei annähernd konstantem Luftdruck am häufigsten vorkommen, gilt mit der spezifischen Wärmekapazität c_p gemäß Kurzweil, Frenzel und Gebhard (2008):

$$h = c_p \cdot T \quad (18)$$

Durch Einsetzen und Umformen ergibt sich somit die Wärmemenge pro Zeit und Referenzfläche, die von einer laminaren Strömung mit der Geschwindigkeit v_x in x -Richtung transportiert wird.

$$\frac{\dot{Q}}{A} = c_p \cdot T \cdot \rho \cdot v_x \quad (19)$$

13.2.2.5.2 Massentransport

Durch die Strömungsbewegung des Fluids gelangt nicht nur wärmeres Fluid in andere Gebiete, sondern bei Konzentrationsunterschieden auch Fluid mit einer höheren Konzentration einer bestimmten chemischen Spezies. Das bedeutet, dass nicht nur durch Diffusion, sondern auch durch einen konvektiven Transportprozess Masse bzw. Stoffmenge einer gelösten chemischen Spezies im Fluid transportiert wird. Zur Quantifizierung wird die zeitliche Veränderung der Masse mit der Zeit betrachtet und der Bruch anschließend erweitert.

$$\dot{m} = \frac{dm}{dt} = \frac{dm}{dV} \cdot \frac{dV}{dt} \quad (20)$$

Beim ersten Faktor auf der rechten Seite handelt es sich um die Massendichte. Der zweite Faktor ist aus den Betrachtungen des konvektiven Wärmetransport in Gleichung (16) bereits bekannt. Damit ergibt sich nach dem Einsetzen direkt:

$$\dot{m} = \frac{dm}{dt} = \frac{dm}{dV} \cdot \frac{dV}{dt} = \rho \cdot A \cdot v_x \quad (21)$$

Und damit:

$$\frac{\dot{m}}{A} = \rho \cdot v_x \quad (22)$$

Alternativ kann statt der Masse auch die zeitliche Veränderung der Stoffmenge betrachtet, werden. Dann ergibt sich:

$$\dot{n} = \frac{dn}{dt} = \frac{dn}{dV} \cdot \frac{dV}{dt} \quad (23)$$

Beim ersten Faktor auf der rechten Seite handelt es sich per Definition (Müller, 2005) um die Konzentration. Der zweite Faktor wird abermals aus Gleichung (16) eingefügt, da nur eine Strömung in x-Richtung betrachtet wird.

$$\dot{n} = \frac{dn}{dt} = \frac{dn}{dV} \cdot \frac{dV}{dt} = c \cdot A \cdot v_x \quad (24)$$

Und damit:

$$\frac{\dot{n}}{A} = c \cdot v_x \quad (25)$$

Gleichungen (23) und (25) beschreiben die Masse bzw. Stoffmenge pro Zeit und Referenzfläche, die von einer laminaren Strömung mit der Geschwindigkeit v_x in x-Richtung transportiert wird.

13.2.2.5.3 Impulstransport

Weil das Fluid nunmehr eine gerichtete Strömungsbewegung ausführt, gibt es noch einen weiteren Transportprozess: der Impulstransport. In einem ruhenden Fluid spielt er keine Rolle, im bewegten Fluid jedoch schon. Wilde (1978) führt aus, dass dieser Transportprozess der komplizierteste sei. Die Viskosität ist für seine Entschlüsselung entscheidend. Erfahren Fluide wegen der vorhandenen Massendichtegradienten (infolge von Erwärmung oder Konzentrationsveränderung) eine Kraft, dann reagieren sie nach Durst (2006) mit dem Aufbau von Geschwindigkeitsgradienten und das Fluid wird geschert. Die folgende Abbildung verdeutlicht dieses Prinzip, wobei die Kraft auf das Fluid durch eine sich bewegende Platte repräsentiert wird.

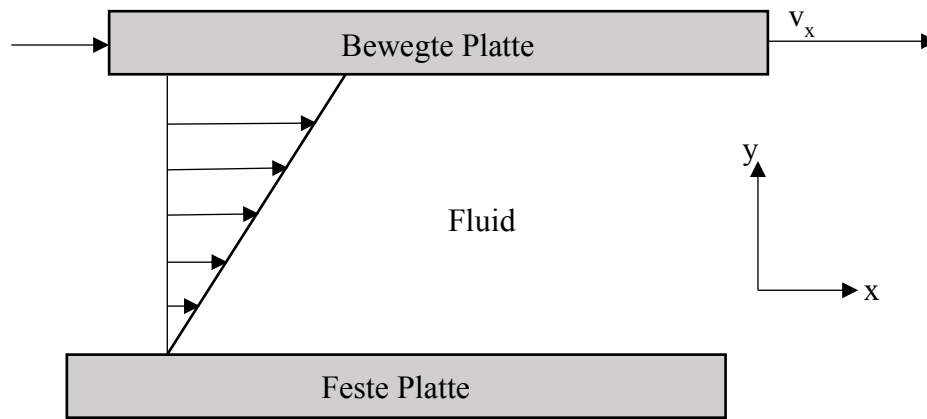


Abb. 4: Zur Illustration der Scherbeanspruchung auf Fluide
(modifiziert nach Kraume, 2014, S. 6)

Kraume (2014) stellt sich das Fluid aus Schichten aufgebaut vor. Diese Schichten gibt es nicht wirklich, aber wie bei elektrischen und magnetischen Feldlinien helfen sie dabei, modellhaft beschreiben und besser argumentieren zu können. Wirkt auf eine bestimmte Schicht eine Kraft – die durch eine sich bewegende Platte repräsentiert wird – dann wird zunächst die obere Schicht in Bewegung versetzt. Trotzdem erfahren auch die umliegenden Schichten eine Beschleunigung. Die Geschwindigkeit, die dort erreicht wird, ist jedoch kleiner als die Geschwindigkeit der Schicht, die nah an der beweglichen Platte herrscht und sie nimmt mit jeder weiteren Schicht ab. Durst (2006) sowie Spurk und Aksel (2010) betonen, dass zwischen den Schichten ein Impulstransport stattfindet. Hierbei wird der gerichtete Bewegungsanteil des Fluids von einer Schicht auf die andere übertragen – jedoch immer nur zum Teil. Wie stark die Geschwindigkeit durch die verschiedenen Schichten hindurch abnimmt, hängt von der Viskosität des Fluids ab. Ist die Viskosität groß, dann nimmt die Geschwindigkeit durch die Schichten nicht so schnell ab wie bei einer kleineren Viskosität. Folglich bestimmt also die Viskosität, wie der Impuls durch das Fluid normal zur Strömungsrichtung transportiert wird. Der Impulstransport auf mikroskopischer Ebene zeigt sich auf Makroebene als ein mehr oder minder zähes Fließen: Ist der Impulstransport normal zur Strömungsrichtung klein, ist das Fluid weniger zähflüssig. Die aus dem Impulstransport resultierenden Geschwindigkeitsgradienten bestimmen, wie zäh das Fluid fließt. Entsprechend gibt es einen gleichungsmäßigen Zusammenhang zwischen dem Impulstransport und den sich aufbauenden Geschwindigkeitsgradienten, der in allgemeiner Form bereits in Form von Gleichung (4) niedergeschrieben steht.

$$\tau = f \left(\frac{dv_x}{dy} \right) \quad (4)$$

Für eine besondere Gruppe von Fluiden ist der Impulstransport direkt proportional zum vorhandenen Geschwindigkeitsgradienten im Fluid. Der Proportionalitätsfaktor ist die sogenannte dynamische Viskosität η (Böckh & Saumweber, 2013).

$$\tau = -\eta \cdot \frac{dv_x}{dy} \quad (26)$$

Diese Gleichung ist als Newtonsches Gesetz bekannt und es charakterisiert die sogenannten Newtonschen Fluide (Böckh & Saumweber, 2013). Nur solche Fluide, die der Gleichung (26) gehorchen, sind Newtonsche Fluide. Für andere Gruppen von Fluiden ist der funktionale Zusammenhang in Gleichung (4) ein anderer. Durst (vgl. 2006, S. 62) weist darauf hin, dass τ in den meisten fachlichen Quellen als Spannung bezeichnet wird, denn sie hat gemäß der Gleichung die Einheit einer Kraft pro Fläche. Es ist die bereits beschriebene Schubspannung, die auch Scherspannung genannt wird. Solange Geschwindigkeitsgradienten im Fluid vorhanden sind, existiert eine Schubspannung. Sobald das Fluid ruht, ist keine Schubspannung mehr vorhanden. Dies ist konsistent zu den Überlegungen, mit deren Hilfe Festkörper und Fluide unterschieden werden: Dort ist von zwingender Schubspannungsfreiheit ruhender Fluide die Rede (Ziegler, 1992). Durst (2006) plädiert allerdings dafür, den Impulstransport durch die Bewegung der Moleküle in den Vordergrund zu stellen und nicht die Schubspannung. Die Schubspannung hat die Einheit des Drucks, ist also eine Kraft pro Fläche. Letzteres ist äquivalent zu einem Impuls pro Zeit und pro Fläche. Die Variable τ solle daher nicht als Spannung, sondern als Impulstransport pro Zeit und pro Fläche aufgefasst werden. Der bisherige Fokus auf Schubspannungen suggeriere, dass zwischen den verschiedenen Schichten eines Fluids Reibung auftrete. Das sei jedoch nicht der Fall, es handele sich nicht um Reibung (vgl. Durst, 2006, S. 62f.): Die Bezeichnung der Viskosität als Maß für die innere Reibung sei demnach ebenfalls nicht angemessen. Die Wechselwirkung zwischen den Schichten erfolge allein durch einen Impulstransport. Um die Erklärungen von Durst (2006) noch etwas deutlicher zu machen, kann Gleichung (26) umgeformt werden. Neben der dynamischen Viskosität η existiert noch die kinematische Viskosität ν (Böckh & Saumweber, 2013). Bei der kinematischen Viskosität handelt es sich lediglich um die auf die Massendichte bezogene dynamische Viskosität. Die dynamische Viskosität ist also das Produkt aus der Massendichte des Fluids und seiner kinematischen Viskosität:

$$\eta = \nu \cdot \rho \quad (27)$$

Durch Ersetzen der dynamischen Viskosität in Gleichung (26) ergibt sich somit:

$$\tau = -\nu \cdot \rho \cdot \frac{dv_x}{dy} \quad (28)$$

Wird die dynamische Viskosität durch die kinematische ersetzt, ist auch die Massendichte in der Gleichung erhalten. Beim Produkt von Massendichte und Geschwindigkeit handelt es sich um einen Impuls pro Volumen, also um eine Impulsdichte. Folgende Gleichungen verdeutlichen dies:

$$dp_x = dm \cdot dv_x = \rho \cdot dV \cdot dv_x \quad (29)$$

Damit lässt sich gemäß den Angaben von Bartelmann, Feuerbacher, Krüger, Lüst, Rebhan und Wipf (vgl. 2015, S. 300) eine volumenbezogene Impulsdichte I_x formulieren:

$$\frac{dp_x}{dV} = dI_x = \rho \cdot dv_x \quad (30)$$

Mit dem Zusammenhang in Gleichung (30) wird das Produkt von Massendichte und dv_x in Gleichung (28) wie folgt ersetzt:

$$\tau = -\nu \cdot \frac{dI_x}{dy} \quad (31)$$

Diese Gleichung enthält nun Impulsdichtegradienten und sagt aus, dass Impulsdichtegradienten und Schubspannungen über die kinematische Viskosität verknüpft sind. Hierbei stellt sich dieselbe gleichungsmäßige, elementare Struktur dar, wie bei den Wärme- und Massentransportprozessen: Die kinematische Viskosität nimmt die gleiche Rolle ein wie die Wärmeleitfähigkeit bei Wärmetransportprozessen und die Diffusionskonstante beim Stoffmengentransport im Fluid. Es handelt sich hier also um einen molekularen Impulstransport. Er tritt nur auf, wenn sich das Fluid bewegt. Zwar wechselwirken die Molekülen auch im ruhenden Fluid wegen der Molekularbewegung der zugrundeliegenden Teilchen, allerdings überwiegt hier kein Impulsbeitrag in eine bestimmte Richtung, weil sich die Teilchen zufällig in alle Richtungen bewegen und sich die Impulsbeiträge in alle Richtungen gegenseitig aufheben. Daher gibt es keinen Nettoimpuls, sodass sich das Fluid nicht bewegt. Wie sich anhand von Gleichung (31) erkennen lässt, ist im Gegensatz zu den molekularen Wärme- und Stofftransportprozessen eine Richtung enthalten. Der molekulare Impulstransport muss demnach für jede der drei Raumrichtungen beschrieben werden.

Neben dem molekularen Impulstransport kommt es im strömenden Fluid nach Wilde (1978) auch zu einem konvektiven Impulstransport, weil sich das Fluid während einer Strömung in Bewegung befindet und Bereiche mit insgesamt höherem Impuls konvektiv in neue Gebiete vordringen: Zur Beschreibung des konvektiven Impulstransports wird der Impuls dp betrachtet, der in einer bestimmten Zeit dt durch eine Referenzfläche A innerhalb des Fluids fließt. Das Fluid legt dabei den Weg ds zurück, sodass für das durchflossene Volumen der folgende Zusammenhang gilt:

$$dV = A \cdot ds \quad (32)$$

Für die Veränderung des Impulses dp gilt:

$$dp = d(m \cdot v_x) \quad (33)$$

Die zeitliche Veränderung des Impulses \dot{p} lässt sich mit dV erweitern:

$$\dot{p} = \frac{dp}{dt} = \frac{dp}{dV} \cdot \frac{dV}{dt} \quad (34)$$

Für beide enthaltenen Faktoren werden nun nacheinander andere Ausdrücke erarbeitet. Für den ersten Faktor auf der rechten Seite gilt unter Berücksichtigung von Gleichung (33) und unter Anwendung der Produktregel:

$$\frac{dp}{dV} = \frac{d(m \cdot v_x)}{dV} = m \cdot \frac{dv_x}{dV} + v_x \cdot \frac{dm}{dV} \quad (35)$$

Die gedachte Referenzfläche A ist so gewählt, dass sie in einer Fluidschicht mit konstanter Strömungsgeschwindigkeit ($dv_x = 0$) liegt. Damit entfällt der erste Summand auf der rechten Seite der Gleichung und es bleibt:

$$\frac{dp}{dV} = v_x \cdot \frac{dm}{dV} = v_x \cdot \rho \quad (36)$$

Der zweite Faktor auf der rechten Seite von Gleichung (34) wurde bereits im Zuge einer Beschreibung der konvektiven Wärmetransportprozesse umgeformt und ist in Gleichung (16) niedergeschrieben. Werden nun sowohl Gleichung (16) als auch Gleichung (36) in Gleichung (34) eingesetzt, dann folgt für die zeitliche Änderung des Impulses:

$$\dot{p} = \rho \cdot A \cdot v_x^2 \quad (37)$$

Und damit:

$$\frac{\dot{p}}{A} = \rho \cdot v_x^2 \quad (38)$$

Auf der linken Seite steht somit ein Impuls pro Zeit und pro Fläche. Damit handelt es sich um dieselbe Einheit wie die Schubspannung zum molekularen Impulstransport in Gleichung (31), die von Durst (2006) als Impulstransport pro Zeit und Fläche interpretiert wird. Ein wichtiges Charakteristikum des Impulstransports ist, dass die molekularen und konvektiven Varianten nur gemeinsam auftreten können. Anhand der hergeleiteten Gleichungen ist nämlich in beiden Fällen zu erkennen, dass der Impulstransport von einer Strömungsgeschwindigkeit abhängig ist. Bei den Wärme- und Massentransportprozessen ist es hingegen möglich, dass die molekularen Transportprozesse ohne die konvektiven auftreten können; also in einem ruhendem Fluid. In den entsprechenden Gleichungen fehlt demnach eine Geschwindigkeitsvariable.

13.2.2.6 Freie und erzwungene Konvektion

Alle bisher betrachteten Transportprozesse wurden am Beispiel von Fluiden behandelt, in denen so große Temperatur- bzw. Konzentrationsgradienten vorliegen, dass resultierende Massendichtegradienten das Fluid in Bewegung versetzen. Die so hervorgerufene Konvektion wird durch innere Kräfte im Fluid hervorgerufen und als freie Konvektion (Oertel jr., 2012) bezeichnet. Bei der freien Konvektion treten molekulare und konvektive Transportprozesse gemeinsam auf. Letztere überwiegen allerdings deutlich, sodass Temperatur- und Konzentrationsunterschiede bei vorherrschender Konvektion viel schneller ausgeglichen werden als in einem ruhenden Fluid, in dem lediglich molekulare Transportprozesse zu einer Verringerung der Gradienten beitragen (Baerns et al., 2013). Dies macht sich z. B. die Technische Chemie zunutze, die ihre Produktion durch eine gezielte Nutzung konvektiver Transportprozesse steuert. Um einen bestimmten Stoffmengenumsatz pro Zeit zu erreichen, was aus ökonomischer Sicht sehr entscheidend ist, müssen Edukte gezielt zum Ort der Reaktion hingeführt und sich bildende Produkte abgeführt werden. Zusätzlich muss in vielen Fällen eine Reaktionstemperatur gehalten werden, was meist schwierig ist, weil oft exotherme vorliegen, sodass die Temperatur am Ort der Reaktion immer größer wird. Daher werden Pumpen oder Ventilatoren eingesetzt, um Fluide durch einen äußeren Einfluss, also einen Zwang, in Bewegung zu versetzen (Baerns et al., 2013). Hierdurch können Konzentrationsunterschiede zügig ausgeglichen, also Edukte zugeführt und Produkte vom Ort der Reaktion abgeführt werden. Ferner lassen sich mit Pumpen und Ventilatoren Kühlmittel in Bewegung versetzen, sodass entstehende Wärme vom Reaktionsort gezielt abgeführt wird. Da eine solche Konvektion durch Kräfte auf das Fluid hervorgerufen werden, die von außen kommen, wird sie als erzwungene Konvektion (Oertel jr., 2012) bezeichnet. Ein weiteres Beispiel für erzwungene Konvektion ist das aktive Kühlsystem eines Computers (Rybach, 2013): Dort wird entweder mit einem Lüfter die Abwärme des Prozessors abgeführt oder es wird eine Wasserkühlung eingesetzt, bei der Wasser gepumpt und über den Prozessor geleitet wird. Freie Konvektion würde allein nicht ausreichen, die Temperatur ausreichend zu regulieren. Die Bauteile würden sich dann zu stark erwärmen und könnten ihre vorgesehene Funktion nicht mehr ausführen.

13.2.2.7 Bilanzgleichungen

Zunächst ist es wichtig festzuhalten, dass die in den vorigen Kapiteln getroffene Unterteilung in Transportprozesse von Wärme, Masse und Impuls eine theoretische ist. Die Transportprozesse lassen sich nicht voneinander isolieren. Soll heißen, dass in einem strömenden Fluid, in dem Temperatur- und Konzentrationsgradienten vorliegen, alle drei molekularen Varianten und alle drei konvektiven Varianten der Transportprozesse gemeinsam auftreten. Die Vielfalt der möglichen Transportprozesse kann mitunter auch in Schulbüchern Probleme bereiten. So berichtet Wilhelm (vgl. 2018, S. 83ff.) von einem Schulversuch zur Diffusion, der genau an dieser Unterscheidung hadert: Es wird Lebensmittelfarbe in Wasser gegeben und deren Verteilung beobachtet. In der Anleitung ist angegeben, dass der Versuch bei zwei unterschiedlichen Wassertemperaturen durchgeführt werden soll. Die Schülerinnen und Schüler sollen so erkennen, dass die Diffusion bei höherer

Temperatur schneller abläuft als bei geringer Temperatur. Zwar läuft die Diffusion bei höherer Temperatur tatsächlich schneller ab, weil sich die zugrundeliegenden Teilchen wegen der höheren Temperatur schneller bewegen, aber im angegebenen Versuch ist diese Erklärung nicht die einzige Begründung für die schnellere Bewegung der Tinte: Wegen der höheren Temperatur des Wassers beginnt das Wasser zu strömen und der Diffusion (molekularer Transportprozess) ist ein konvektiver Transportprozess überlagert, sodass Stoffmenge der Tinte durch das strömende Fluid mitgeführt wird und daher zügig in neue Bereiche gelangt. Der konvektive Transportprozess ist viel größer als der molekulare Transport (Baerns et al., 2013) und daher entscheidend. Im Versuch allerdings wird fälschlicherweise lediglich die Diffusion zur Erklärung herangezogen, wie Wilhelm (2018) moniert. Bei der Beschreibung von strömenden Fluiden sind daher immer alle Transportprozesse zu berücksichtigen bzw. in Betracht zu ziehen.

Die Transportprozesse von Wärme, Masse und Impuls sind deshalb von sehr großem Interesse, weil sie mit Erhaltungsgrößen verknüpft und damit an Erhaltungsgesetze gebunden sind. Bei ihnen handelt es sich um die von Altenbach (2015) genannten materialunabhängigen Aussagen in Form von Bilanzgleichungen. Sie sind eine wichtige Grundlage, um Strömungen quantitativ erfassen zu können. Nach Zierp und Bühler (vgl. 2015, S. 1f.) führen bereits die drei Erhaltungsgesetze auf 5 von 6 Gleichungen, die zur Beschreibung von Strömungen nötig sind, wobei allein die Impulserhaltung zu 3 Gleichungen führt; jeweils eine für jede Raumrichtung (die noch fehlende sechste Gleichung entstammt schließlich den materialabhängigen Aussagen in Form einer Zustandsgleichung). Auch falls von außen Masse, Energie oder Impuls in das Fluid hineingegeben oder abgezogen werden, lässt sich das in Form von Quellgliedern berücksichtigen und so insgesamt Bilanzgleichungen aufstellen. Wilde (vgl. 1978, S. 14f.) erklärt diesbezüglich:

- (1) Das Gesetz der Massenerhaltung führt zur Formulierung der Kontinuitätsgleichung. Ausgehend von ihr wird eine Massenbilanzgleichung aufgestellt.
- (2) Der 1. Hauptsatz der Thermodynamik, also der Ausdruck einer Energieerhaltung, führt zur Energiegleichung, indem eine Energiebilanz aufgestellt wird.
- (3) Das Gesetz der Impulserhaltung führt zu den Bewegungsgleichungen (Navier-Stokes-Gleichungen), indem für jede der drei Raumrichtungen eine Impulsbilanz aufgestellt wird.

Um das Verhalten von Strömungen beschreiben zu können, müssen die Massenbilanzgleichung, Energiebilanzgleichung und Impulsbilanzgleichung zusammengeführt werden. Dabei ist in Bezug auf die Navier-Stokes-Gleichungen eine Begriffsunschärfe zu berücksichtigen: Wie Lecheler (vgl. 2009, S. 19) erläutert, wird heutzutage häufig die Gesamtheit aller Bilanzgleichungen (Masse, Energie und Impuls) als Navier-Stokes-Gleichungen bezeichnet. Früher, und in manchen Fällen noch heute, kennzeichnet der Begriff allerdings nur die drei Bilanzgleichungen für den Impuls – so wie es auch oben in der Auflistung vermerkt ist. Wenn also von Navier-Stokes Gleichungen gesprochen wird,

dann ist jeweils zu prüfen, ob nur der Impulsteil gemeint ist oder schon die Bilanzen von Energie und Masse mitberücksichtigt werden.

In seinen Ausführungen zeigt Wilde (vgl. 1978, S. 20), dass alle Bilanzgleichungen letztlich über dieselbe Struktur verfügen. Es geht immer darum, die zeitliche Veränderung der interessierenden Größen während einer Strömung zu betrachten. Die zeitliche Veränderung ist vom konvektiven und molekularen Transport abhängig; führt beide also in den Gleichungen zusammen. Außerdem hängen die Bilanzgleichungen ggf. davon ab, ob etwas entfernt oder zugegeben wurde, sodass Quellglieder berücksichtigt werden müssen. Alle Gleichungen bestehen daher aus vier Teilen:

- (1) Änderung der auf ein bestimmtes Volumen bezogenen Größe (Masse, Impuls, Energie) mit der Zeit. Findet keine Veränderung statt, ist das Problem stationär.
- (2) Änderung der betrachteten Größe (Masse, Impuls, Energie) in einem bestimmten Volumenelement durch konvektiven Transport.
- (3) Änderung der betrachteten Größe (Masse, Impuls, Energie) in einem bestimmten Volumenelement durch molekularen Transport.
- (4) Änderung der betrachteten Größe (Masse, Impuls, Energie) in einem bestimmten Volumenelement durch Zugabe oder Entnahme.

Die folgenden Herleitungen zu den Bilanzgleichungen entstammen im Kern dem Werk von Wilde (1978): Es wird stets die zeitliche Veränderung einer der interessierenden Größen betrachtet, die sich als Summe der Veränderungen in einem bestimmten Volumensegment durch konvektiven Transport, molekularen Transport und durch einen äußeren Einfluss (Zugabe oder Entnahme) darstellt. Dies wird im Folgenden beispielhaft am Wärmetransport illustriert. Es folgt also die Formulierung der Energiebilanzgleichung. Wegen des annähernd konstanten Luftdrucks auf der Erde kommt es zu isobaren Zustandsänderungen, sodass zunächst die Enthalpie H betrachtet wird. Für Veränderung der spezifischen Enthalpie h gilt (Kurzweil, Frenzel und Gebhard, 2008):

$$h = c_p \cdot T \quad (39)$$

Bei der Veränderung der Enthalpie handelt es sich demnach um das Produkt der spezifischen Enthalpie mit der Massendichte und dem betrachteten Volumensegment $dx \cdot dy \cdot dz$. Denn spezifische Enthalpie gilt als zeitlich konstant. Damit wird:

$$dH = \rho \cdot c_p \cdot T \cdot dx \cdot dy \cdot dz \quad (40)$$

Die Veränderung der Enthalpie mit der Zeit wird betrachtet. Also wird ein Ausdruck für folgende Gleichung gesucht:

$$\dot{H} = \frac{\partial(\rho \cdot c_p \cdot T)}{\partial t} \cdot dx \cdot dy \cdot dz \quad (41)$$

Im Folgenden wird angenommen, dass sowohl die Massendichte als auch die spezifische Wärmekapazität zeitlich konstant sind. Damit können sie vor das Differential gezogen werden. Ebenfalls werden konstante Strömungsgeschwindigkeiten in die jeweiligen Raumrichtungen angenommen. Durch diese Festlegungen hängt die Enthalpieveränderung einzig von einer Temperaturveränderung ab, sodass im Prinzip Wärmetransportprozesse betrachtet werden.

$$\dot{H} = \rho \cdot c_p \cdot \frac{\partial T}{\partial t} \cdot dx \cdot dy \cdot dz \quad (42)$$

Um einen Ausdruck für die obige Gleichung zu erzeugen, wird zunächst der konvektive Enthalpietransport betrachtet. Für den zufließenden Strom in x -Richtung, der durch eine gedachte Referenzfläche $d_y \cdot d_z$ fließt, gilt:

$$\rho \cdot c_p \cdot \partial T \cdot v_x \cdot dy \cdot dz \quad (43)$$

Der Ausfluss erfolgt sowohl in der gleichen Richtung als auch in alle anderen Raumrichtungen, sodass gilt:

$$\rho \cdot c_p \cdot \partial T \cdot v_x \cdot dy \cdot dz + \rho \cdot c_p \cdot v_x \cdot \frac{\partial T}{\partial x} \cdot dx \cdot dy \cdot dz \quad (44)$$

Insgesamt wird der konvektive Transportprozess durch die Differenz zu- und abfließenden Fluids, also der Differenz der Gleichungen (43) und (44) beschrieben:

$$-\rho \cdot c_p \cdot v_x \cdot \frac{\partial T}{\partial x} \cdot dx \cdot dy \cdot dz \quad (45)$$

Dies gilt auch für die anderen beiden Raumrichtungen in y - und in z -Richtung. Es ergibt sich daher analog:

$$-\rho \cdot c_p \cdot v_y \cdot \frac{\partial T}{\partial y} \cdot dx \cdot dy \cdot dz \quad (46)$$

$$-\rho \cdot c_p \cdot v_z \cdot \frac{\partial T}{\partial z} \cdot dx \cdot dy \cdot dz \quad (47)$$

Um den molekularen Wärmetransport zu beschreiben, wird in ähnlicher Weise vorgegangen. Er erfolgt auf der Grundlage von Gleichung (7). Die spezifische Wärmekapazität wird als konstant angesehen. Für den durch molekularen Wärmetransport einfließenden Wärmestrom durch eine Referenzfläche $d_y \cdot d_z$ gilt:

$$-\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \cdot dy \cdot dz \quad (48)$$

Der Ausfluss erfolgt sowohl in der gleichen Richtung als auch in alle anderen Raumrichtungen, sodass gilt:

$$-\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \cdot dy \cdot dz + \frac{\partial}{\partial x} \left(-\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right) \cdot dx \cdot dy \cdot dz \quad (49)$$

Insgesamt wird der molekulare Transportprozess durch die Differenz zu- und abfließender Wärmeströme beschrieben:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right) \cdot dx \cdot dy \cdot dz = \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \cdot dx \cdot dy \cdot dz \quad (50)$$

Analoge Zusammenhänge ergeben sich auch wieder für die anderen beiden Raumrichtungen in y - und in z -Richtung:

$$\lambda \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \cdot dx \cdot dy \cdot dz \quad (51)$$

$$\lambda \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \cdot dx \cdot dy \cdot dz \quad (52)$$

Hinzu kommen ggf. noch Quellglieder, die beschreiben, inwiefern Enthalpie pro Zeit von außen in das System gelangt oder von dort aus abgeführt wird. Ein negatives Vorzeichen vor dem Quellglied meint, dass etwas abgeführt wird. Werden alle dargelegten Transportprozesse und auch die genannten Quellglieder in einer Bilanzgleichung zusammengeführt, dann ergibt sich für die zeitliche Veränderung der Enthalpie der folgende Ausdruck, wobei zusätzlich durch das Volumen $dx \cdot dy \cdot dz$ geteilt wurde:

$$\rho \cdot c_p \frac{\partial T}{\partial t} = -\rho \cdot c_p \cdot \left(v_x \cdot \frac{\partial T}{\partial x} + v_y \cdot \frac{\partial T}{\partial y} + v_z \cdot \frac{\partial T}{\partial z} \right) + \lambda \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) + \frac{\text{Enthalpiequelle}}{\text{Volumen} \cdot \text{Zeit}} \quad (53)$$

In analoger Weise wird auch die Massenbilanzgleichung erstellt. Hierbei wird die Dichte p_ϵ einer Komponente ϵ betrachtet, die sich im Fluid befindet. Eine Verteilung der Komponente im Fluid geht mit einer zeitlichen Veränderung der Dichte p_ϵ einher. Diese zeitliche Veränderung wird betrachtet. Abermals hängt sie sowohl vom konvektiven als auch vom molekularen Transport (Diffusion) ab. Außerdem sind ggf. Quellglieder zu berücksichtigen, weil beispielsweise eine chemische Reaktion stattfindet, durch die die

Komponente entsteht oder verschwindet. Die Berechnung der Transportprozesse nach obigem Muster und das Erstellen einer Bilanzgleichung liefert Folgendes:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \rho_\epsilon}{\partial t} = v_x \cdot \frac{\partial \rho_\epsilon}{\partial x} + v_y \cdot \frac{\partial \rho_\epsilon}{\partial y} + v_z \cdot \frac{\partial \rho_\epsilon}{\partial z} + D \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) \\ + \frac{\text{Quelle von } \epsilon}{\text{Volumen} \cdot \text{Zeit}} \end{aligned} \quad (54)$$

Und auch für den Impulstransport lassen sich Bilanzgleichungen dieser Art aufstellen. Allerdings werden hier drei Gleichungen benötigt, weil die jeweilige Geschwindigkeit des Fluids sowohl beim molekularen als auch beim konvektiven Transport eine Rolle spielt. Eine vorhandene Fluidgeschwindigkeit ist nötig, weil es keinen Impulstransport in einem ruhenden Fluid gibt. Des Weiteren stellen nach Wilde (1978) der Druck und auch die Schwerkraft explizit Quellenglieder für den Impuls dar. Die Berechnung der Transportprozesse nach obigem Muster und das Erstellen einer Bilanzgleichung liefert die folgende Impulsbilanz für die x -Richtung:

$$\begin{aligned} \rho \cdot \frac{\partial v_x}{\partial t} = -\rho \left(v_x \cdot \frac{\partial v_x}{\partial x} + v_y \cdot \frac{\partial v_x}{\partial y} + v_z \cdot \frac{\partial v_x}{\partial z} \right) + \eta \left(\frac{\partial^2 v_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v_x}{\partial z^2} \right) \\ - \frac{\partial p}{\partial x} + p \cdot g_x \end{aligned} \quad (55)$$

Für den Impulstransport in y -Richtung gilt entsprechend:

$$\begin{aligned} \rho \cdot \frac{\partial v_y}{\partial t} = -\rho \left(v_x \cdot \frac{\partial v_y}{\partial x} + v_y \cdot \frac{\partial v_y}{\partial y} + v_z \cdot \frac{\partial v_y}{\partial z} \right) + \eta \left(\frac{\partial^2 v_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_y}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v_y}{\partial z^2} \right) \\ - \frac{\partial p}{\partial y} + p \cdot g_y \end{aligned} \quad (56)$$

Für den Impulstransport in z -Richtung gilt entsprechend:

$$\begin{aligned} \rho \cdot \frac{\partial v_z}{\partial t} = -\rho \left(v_x \cdot \frac{\partial v_z}{\partial x} + v_y \cdot \frac{\partial v_z}{\partial y} + v_z \cdot \frac{\partial v_z}{\partial z} \right) + \eta \left(\frac{\partial^2 v_z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_z}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v_z}{\partial z^2} \right) \\ - \frac{\partial p}{\partial z} + p \cdot g_z \end{aligned} \quad (57)$$

In allen Fällen der Bilanzgleichungen lassen sich auf der rechten Seite der Gleichung drei Glieder ausmachen: Konvektiver Transport, molekularer Transport und ein Quellenglied, letzteres falls nötig. Das sind stets die Grundgedanken bei der Konzeption dieser Gleichungen. Damit liegen 5 von 6 Gleichungen vor, um Strömungen quantitativ beschreiben zu können. Die sechste Gleichung ist materialabhängig und umfasst nach Zierp & Bühler (vgl. 2015, S. 1f.) eine Zustandsgleichung in Form einer thermodynamischen Verknüpfung von Druck, Dichte und Temperatur. Sie wird an dieser Stelle nicht betrachtet.

Die formulierten Bilanzgleichungen gelten zumeist lediglich für inkompressible Fluide, also eine konstante Fluidichte, für konstante Wärmekapazitäten und auch für konstante Wärmeleitfähigkeit, Diffusionskonstante bzw. Viskosität. Dennoch zeigen selbst diese recht einfachen Gleichungen zentrale Grundideen der Strömungsdynamik: Es ist zu erkennen, dass es sich bei Strömungen um molekulare und konvektive Transportprozesse handelt, im Zuge derer Impuls, Energie oder Masse transportiert werden. Alle Gleichungen verfügen über die gleiche grundsätzliche Struktur und sagen aus, dass jeweils Ungleichgewichte von Impulsdichte, Konzentration oder Temperatur mit erzwungenen oder freien Strömungen einhergehen. Die zeitliche Entwicklung der in den Bilanzgleichungen betrachteten Größen ist stets auf eine Verminderung der Gradienten gerichtet, welche die Strömung auslösen. Die Prozessrichtung ist somit festgelegt. Diese bemerkenswerte Tatsache wird im folgenden Kapitel näher beleuchtet.

13.2.2.8 Entropie

Bis hierhin lag der Fokus bezüglich Strömungen auf dem reinen Vorhandensein von Transportprozessen und deren Unterteilung in Wärme-, Masse- und Impulstransport für jeweils molekulare und konvektive Vorgänge. Die Vorgänge zeichnen aber noch etwas Weiteres aus: Es ist bemerkenswert, dass der Transport von sich aus immer nur in eine ganz bestimmte Richtung zu verlaufen scheint. Er erfolgt in einer Weise, dass thermische Energie stets von einem Ort höherer Temperatur zu einem Ort geringerer Temperatur transportiert wird. Substanzen, die im Fluid gelöst sind, bewegen sich ebenfalls von einem Ort höherer Konzentration zu einem Ort geringerer Konzentration. Durch diese Bewegung werden die Temperatur- und Konzentrationsgradienten, die für die Entstehung einer freien Konvektion verantwortlich sind, vermindert. Die auftretenden Transportprozesse wirken also ihrer eigenen Ursache entgegen. Die durch Transportprozesse induzierte Verminderung der Gradienten lässt sich als Ausgleichsprozess deuten. Ausgleichsprozesse beschränken sich dabei nicht nur auf Wärme und Konzentration. Auch die beschriebenen Impulsdichtegradienten vermindern sich, weil Moleküle höheren Impulses mit Molekülen geringeren Impulses wechselwirken und einen Teil ihres Impulses auf letztere übertragen. Hierdurch verringern sich die Impulsdichtegradienten bzw. Geschwindigkeitsgradienten. Ausgleichsprozesse erfolgen sowohl im ruhenden Fluid durch die molekularen Transportprozesse als auch in strömenden Fluiden mit zusätzlichen konvektiven Transportprozessen. In letzteren vollzieht sich der Ausgleich wesentlich schneller, wie bereits im vorigen Teilkapitel erläutert.

Doch aus welchem Grund ist scheinbar eine Richtung für die auftretenden Transportprozesse vorgegeben? Weshalb treten keine Transportprozesse auf, bei denen sich die betreffenden Gradienten erhöhen? Die Antwort hierzu findet sich in den Hauptsätzen der Thermodynamik. Bisher wurde im Zuge der Charakterisierung des Wärmetransports und der Formulierung der Energiebilanzgleichung lediglich der 1. Hauptsatz der Thermodynamik tangiert. Er ist gewissermaßen ein Ausdruck der Erhaltung von Energie (Giancoli, 2006). Die Energieerhaltung allein trifft jedoch keine Aussage über die Richtung der Transportprozesse. Denn angenommen, es trete eine molekulare Wechselwirkung auf, bei der das

Fluid an einer bestimmten Stelle abkühlt und sich im Gegensatz dazu an einer anderen Stelle in derselben Weise erwärmt, wäre diese Umkehrung des tatsächlich vorherrschenden Wärmetransports keine Verletzung der Energieerhaltung. Der 1. Hauptsatz verbietet diesen Prozess nicht. Dass ein solcher Prozess nie auftritt, wird erst durch den 2. Hauptsatz begründet.

Ganz allgemein sagt der 2. Hauptsatz aus, dass sich der Zustand einstellt, der am wahrscheinlichsten ist (Moore, 1990). Und der wahrscheinlichste Zustand ist jener, für den es mehr Möglichkeiten gibt. Dies lässt sich gut, wie Giancoli (2006) zeigt, an einem Münzbeispiel verdeutlichen: Man stelle sich vor, zehn Münzen werden in eine Box gelegt. Man schüttele die Box, öffne sie und schaue nach. In der Regel liegen ungefähr so viele Münzen auf der Kopfseite wie auf der Zahlseite. Nur manchmal ist die Verteilung leicht unterschiedlich, sodass mal sechs oder sieben Münzen auf derselben Seite liegen. Es wird aber beinahe nie der Fall sein, dass nach dem Schütteln der Box alle zehn Münzen auf derselben Seite liegen. Für letzteres gibt es kombinatorisch nämlich nur eine einzige Möglichkeit, weil es zur Realisierung dieses Zustands keiner Münze erlaubt ist, auf einer anderen Seite zu liegen als der Rest. Alle müssen gleich sein. Der Freiheitsgrad der Münzen ist demnach sehr eingeschränkt. Ganz anders im durchmischten Zustand, wo beide Seiten erlaubt sind: Für einen Zustand, in dem jeweils die Hälfte der Münzen auf der einen und auf der anderen Seite liegen, existieren 252 Münzkombinationen. Wenn ein bestimmter Zustand durch mehr Möglichkeiten realisiert werden kann als ein anderer Zustand, dann ist er wahrscheinlicher. Deshalb kommt der durchmischte Zustand häufiger vor (Moore, 1990).

Dieses Prinzip lässt sich auch auf Bewegungsenergie und thermische Energie anwenden, um zu verdeutlichen, dass Bewegungsenergie mit höherer Wahrscheinlichkeit in thermische Energie umgewandelt wird als umgekehrt. Verfügt Materie auf makroskopischer Ebene über Bewegungsenergie, dann ist sie in Bewegung und die zugrundeliegenden Teilchen müssen sich kollektiv bewegen: Wird ein Eisenklotz von einer Position zu einer anderen geschoben, dann bewegen sich die Eisenatome – neben der immerwährenden ungerichteten Wärmebewegung – kollektiv. Die kollektive Bewegung dominiert deutlich, andernfalls würde der Klotz seine Form verändern. Bei einer laminaren Wasserströmung bewegen sich ebenfalls eine große Anzahl Wassermoleküle auf mikroskopischer Ebene kollektiv, sodass dann auf makroskopischer Ebene eine gerichtete Bewegung auszumachen ist. Eine vollkommen ungerichtete Teilchenbewegung lässt sich auf makroskopischer Ebene nicht als Bewegung ausmachen, weil die Teilchen aufgrund unterschiedlicher Richtungen über unterschiedliche Impulse verfügen, die sich gegenseitig ausgleichen. Deshalb existiert in einem ruhenden Fluid kein Nettoimpuls und es findet daher auch kein Impulstransport statt (s. Kapitel 13.2.2.5.3). Die ungeordnete Bewegung der Teilchen lässt sich auf makroskopischer Ebene jedoch trotzdem wahrnehmen; zwar nicht in Form einer Bewegung, aber in Form von Temperatur: Je schneller sich die Teilchen ungeordnet bewegen, desto höher ist die Temperatur der Materie (Müller, 2005; Rebhan, 2010). Generell sind ungerichtete Bewegungen viel wahrscheinlicher als gerichtete

Bewegungen. Denn bei einer gerichteten Bewegung verfügen die Teilchen über weniger Freiheitsgrade. Alle Teilchen müssen sich in eine ganz bestimmte Richtung bewegen, andere Richtungen sind nicht erlaubt. Hierfür gibt es mit Blick auf die einzelnen Teilchen nicht so viele Möglichkeiten (Moore, 1990). Das entspricht im Münzbeispiel einer Situation, bei der mehr oder minder alle Münzen auf derselben Seite liegen. Ganz anders ist es bei einer ungerichteten Bewegung: Hier sind für alle Teilchen sämtliche Bewegungsrichtungen erlaubt. Diese Situation entspricht im Münzbeispiel einem durchmischten Zustand. Weil es für die ungerichtete Teilchenbewegung viel mehr Möglichkeiten gibt, ist es wesentlich wahrscheinlicher, dass ein System durch zufällige Wechselwirkung mit seiner Umgebung letztlich in einen Zustand gelangt, der durch eine ungerichtete Teilchenbewegung gekennzeichnet ist. Auf phänomenologischer Ebene, also makroskopisch, lässt sich daher wahrnehmen, dass bewegte Materie mit der Zeit langsamer wird und die Temperatur der Materie steigt: Bewegungsenergie wird in thermische Energie umgewandelt. Der umgekehrte Umwandlungsprozess wird nicht beobachtet. Materie kühlt nicht spontan ab und setzt sich dann in Bewegung.

Wegen der höheren Wahrscheinlichkeit von ungerichteten Teilchenbewegung erfolgen Energieumwandlungen in der Regel so, dass andere Energieformen schlussendlich in thermische Energie umgewandelt werden. Deshalb existiert für diesen Prozess ein eigener Begriff: die Dissipation (Kondepudi & Prigogine, 2015). Anders als die Energieerhaltung es suggeriert, sind die verschiedenen Energieformen also nicht gleichwertig. Bei der Berücksichtigung des 2. Hauptsatzes der Thermodynamik werden unterschiedliche Qualitäten (Wertigkeiten) der Energieformen deutlich (vgl. Bechmann & Schmidt, 2006, S. 96f.): Kinetische oder elektrische Energie gehen mit gerichteten Bewegungen einher. Solche Energieformen sind hochwertig (edler). Thermische Energie hingegen markiert oftmals das Ende von Energieumwandlungen, bedeutet eine ungerichtete Teilchenbewegung und lässt sich nur schwierig, und obendrein unvollständig, in andere Energieformen umwandeln. Sie ist daher minderwertiger (unedler). Energie wird also beim Übergang von anderen Energieformen in thermische Energie entwertet (Duit, 2007a) oder degradiert (Giancoli, 2006). Auch Demirel und Gerbaud (2019, S. 179) erklären: „Second law analysis can account for the quality of energy“. Die Unterscheidung von Energieformen erklärt, aus welchem Grund für die Bereitstellung von elektrischem Strom bezahlt werden muss, obwohl beim Betreiben von Geräten wegen der Energieerhaltung keine Energie verbraucht wird.

Auch die Richtung der Transportprozesse lässt sich mit solchen statistischen Überlegungen begründen. In einem ruhenden Fluid bedeuten unterschiedliche Temperaturen Bereiche mit ungerichteten Teilchenbewegungen von unterschiedlicher Schnelligkeit. In einem ruhenden Fluid sind die Richtungen also schon ausgeglichen (denn es dominiert keine bestimmte Richtung), aber die Beträge der Teilchengeschwindigkeiten, ihre Schnelligkeiten, sind noch sehr unterschiedlich. Dass bei einer zufälligen Bewegung von Teilchen solche Unterschiede bestehen bleiben, ist sehr unwahrscheinlich. Vielmehr durchmischen sich mit der Zeit schnellere und langsame Teilchen und sie stoßen miteinander, sodass

sich im Zuge von Energieübertragungen deren Schnelligkeiten angleichen (Blundell & Blundell, 2010). Hierfür gibt es abermals mehr Möglichkeiten als für den umgekehrten Fall (Moore, 1990). Die molekularen Transportprozesse bewirken auf makroskopischer Ebene also einen wahrnehmbaren Temperatúrausgleich. Dasselbe gilt für vorherrschende Konzentrationsunterschiede: Teilchen bewegen sich regellos, daher vermischen sich verschiedene Teilchen mit der Zeit. Ist eine Verteilung im gesamten zur Verfügung stehenden Volumen möglich, verfügen sie nämlich über mehr Möglichkeiten, sich an einem Ort aufzuhalten als wenn bestimmte Teilchen auf einen bestimmten Bereich im verfügbaren Volumen beschränkt sind (Strehlow, 1995). Der Zustand, der sich durch viele mehr Möglichkeiten realisieren lässt als ein anderer Zustand, ist damit wahrscheinlicher. Demnach entwickeln sich Systeme der Wahrscheinlichkeit nach so, dass mit der Zeit ein Konzentrationsausgleich realisiert wird.

Eine statistische Perspektive zur Erklärung von thermodynamischen Prozessen ist äußerst erklärungsmächtig. Insgesamt zeigt sich, dass die Anzahl der Möglichkeiten für einen bestimmten makroskopischen Zustand zum einen die höhere Wahrscheinlichkeit dafür begründet, dass molekulare Transportprozesse mit der Zeit zu einem Temperatur- und Konzentrationsausgleich führen. Zum anderen erklärt die Anzahl der verfügbaren Möglichkeiten, dass konvektive Transportprozesse mit dem Erreichen eines Temperatur- bzw. Konzentrationsausgleichs verschwinden, weil ohne Gradienten kein Antrieb mehr besteht und verbliebene Bewegungsenergie in thermische Energie umgewandelt wird. Letzteres kann als Prozess eines Richtungsausgleich verstanden werden, weil eine gerichtete Teilchenbewegung schließlich in eine ungerichtete übergeht. Die unterschiedlichen Richtungen kompensieren sich so, dass kein Nettoimpuls verbleibt (Wilde, 1978). Das Fluid ruht dann makroskopisch. Der Erklärungsmächtigkeit der statistischen Überlegungen wegen wurde eine physikalische Größe definiert, die als Maß für die Anzahl der Möglichkeiten fungiert, um einen bestimmten beobachtbaren Makrozustand zu realisieren. Es handelt sich hierbei um die Entropie S . Die Möglichkeiten werden als Mikrozustände Ω bezeichnet. Für die Entropie gilt (Kondepudi & Prigogine, 2015):

$$S = k_B \cdot \ln \Omega \quad (58)$$

Eine höhere Anzahl von Mikrozuständen geht nach dieser Gleichung mit einer höheren Entropie einher. Zustände mit einer höheren Entropie sind demnach wahrscheinlicher als Zustände mit geringerer Entropie. Systeme entwickeln sich also von sich aus freiwillig zu einem Zustand mit höherer Entropie. Aus diesem Grund wird unter dem 2. Hauptsatz häufig subsummiert, dass die Gesamtentropie in einem geschlossenen System ansteigt (Lüdecke & Lüdecke, 2000). In vielen Fällen wird die Entropie auch mit Ordnung verknüpft und es heißt, eine höhere Entropie bedeute mehr Unordnung, eine geringere Entropie hingegen Ordnung (z. B. Labuhn & Romberg, 2009; Latscha & Klein, 1996). Von dieser sehr beliebten Interpretation sollte jedoch abgesehen werden. Ordnung und Unordnung sind sehr subjektive Begriffe, unter denen verschiedene Personen recht Unterschiedliches verstehen können. Darüber hinaus passt die Zuordnung von höherer Entropie und

Unordnung zwar bei einigen Beispielen. Es lassen sich aber durchaus auch immer wieder Beispiele anführen, in denen Zustände, die intuitiv als ordentlich empfunden werden, mit einer höheren Entropie einhergehen. Wie Titz (2013) erläutert, wird Schaum in einer Badewanne als unordentlich empfunden, eine glatte Wasseroberfläche nach dem Zerplatzen des Schaums hingegen als ordentlich: Allerdings verfügt der Zustand mit Schaum über eine geringere Entropie, weil die Wassermoleküle teilweise örtlich beschränkt sind, um die Außenhaut des Schaums zu bilden. Das heißt, gemäß obiger Definition wäre der Zustand mit Schaum als ordentlich zu bezeichnen. Zerplatzt der Schaum, ist die Beschränkung aufgehoben und die Entropie hat zugenommen. Dieser Zustand wäre dann als unordentlich zu beschreiben. Hier passen also das subjektive Empfinden von Ordnung bzw. Unordnung und die Definition der Entropie als Maß für den Ordnungsgrad nicht zusammen. Wie in der Gleichung sollte Entropie deshalb eher als Maß für die Anzahl von möglichen Mikrozuständen aufgefasst werden, was einen direkten Übergang zu Wahrscheinlichkeitsaussagen schafft, da hiermit eine statistische Betrachtungsweise eröffnet wird.

Im Bereich der phänomenologischen Thermodynamik ist die Veränderung der Entropie gleichbedeutend mit der Summe von übertragener Wärmemenge δQ pro Temperatur und der dissipierten Energie δW_{diss} Energie pro Temperatur während des betrachteten thermodynamischen Prozesses (Blundell & Blundell, 2010). Durch die Dissipation wird thermische Energie generiert. Es gilt somit:

$$dS = \frac{\delta Q}{T} + \frac{\delta W_{diss}}{T} \quad (59)$$

Während eines thermodynamischen Prozesses ist nur möglich, dass entweder keine Dissipation erfolgt (reversibler Prozess) oder Dissipation erfolgt (irreversibler Prozess). Der umgekehrte Vorgang, die spontane Umwandlung von thermischer Energie in andere Energieformen, ist nicht möglich. Daher gilt:

$$\frac{\delta W_{diss}}{T} \geq 0 \quad (60)$$

Das bedeutet insgesamt:

$$dS \geq \frac{\delta Q}{T} \quad (61)$$

$$dS \geq 0 \quad (62)$$

Weil diese Gleichung quantitativ verdeutlicht, dass andere Energieformen in thermische Energie umgewandelt werden (der umgekehrte Prozess aber in geschlossenen Systemen nicht erfolgt) und dass damit eine Erhöhung der Entropie verbunden ist, werden diese Gleichungen häufig zur Verdeutlichung des 2. Hauptsatzes herangezogen.

Während aller genannten Transportprozesse kommt es zu einer Erhöhung der Entropie: Daher laufen Temperatur-, Konzentrations- und Impulsdichtenausgleich freiwillig ab. Demirel und Gerbaud (vgl. 2019, S. 178) zeigen rechnerisch, dass das Angleichen der Temperaturen von zwei Reservoirs mit den zunächst unterschiedlichen Temperaturen T_H und T_C (wobei $T_H > T_C$ ist) stets zu einer Entropieerhöhung führt. Weil der Wärmetransport vom wärmeren zum kälteren Reservoir erfolgt, gilt:

$$\Delta S_H = \frac{-|Q|}{T_H} \quad (63)$$

$$\Delta S_C = \frac{|Q|}{T_C} \quad (64)$$

Damit gilt für die Gesamtbilanz:

$$\Delta S_{Total} = \Delta S_H + \Delta S_C = |Q| \cdot \left(\frac{T_H - T_C}{T_H \cdot T_C} \right) \geq 0 \quad (65)$$

Bezüglich des Massentransport bei der Diffusion erklärt Supplee (1980), dass dies mit einer Entropieerhöhung einhergehe. Diese resultiere nicht direkt aus der Vermischung, sondern daraus, dass dem gelösten Stoff bei einer größeren Verteilung ein höheres Volumen zur Verfügung stehe, in dem es sich befindet: „[...] clearly shows that the work, and hence the entropy increase, is due to the fact that each gas occupies a larger volume, not due to their being mixed together“ (Supplee, 1980, S. 153). Auch bezüglich der Bewegung von Fluiden führt Demirel (vgl. 2014, S. 160f.) umfangreiche Entropieberechnungen durch, die an dieser Stelle nicht dargestellt werden. Er kommt zu der Schlussfolgerung, dass die Entropie eines Fluids stets steige, wenn Wärme transportiert werde oder sich das Fluid in Bewegung befinde: „Entropy production is positive and finite as long as temperature and velocity gradients exist“ (Demirel, 2014, S. 161). In allen Fällen bedeutet ein Zustand mit höherer Entropie, dass seine Realisierungswahrscheinlichkeit größer ist als ein Zustand mit geringerer Entropie. Da die Berechnungen zeigen, dass Zustände, in denen Temperaturen, Konzentrationen oder Impulsdichten ausgeglichen sind, über eine höhere Entropie verfügen als unausgeglichene Zustände, sind sie wahrscheinlicher. Entsprechend setzen Wärme- und Massentransport sowie die Bewegung des Fluids ein, die diesen Ausgleich herbeiführen.

Phänomenologische Thermodynamik und statistische Mechanik gehen also Hand in Hand, denn alle Darlegungen im vorliegenden Kapitel verdeutlichen, dass die Frage nach der Richtung von Energieumwandlungen und Transportprozessen schlichtweg statistischer Natur ist. Die Anzahl der energetisch gleichwertigen Mikrozustände, die für die Realisierung eines bestimmten Makrozustands verfügbar sind, geben die Prozessrichtung vor. Und die Entropie ist das dazugehörige physikalische Maß für diese möglichen Mikrozustände.

13.2.3 Zwischenfazit

Im Hinblick auf Strömungen lässt sich festhalten, dass die Energiequellen, die auf die Erde einwirken, zu Temperatur- und Konzentrationsunterschieden in Fluiden führen. Hierdurch setzen zum einen molekulare Transportprozesse ein und zum anderen beginnen die Fluide zu strömen (Wilde, 1978). Einer ungerichteten Wärmebewegung von Molekülen ist sodann eine gerichtete Bewegung überlagert, mit der konvektive Transportprozesse einhergehen. Der Transport von Wärme und Masse erfolgt stets in einer bestimmten Richtung, sodass die Gradienten vermindert werden (Niedrig, 1992). Temperaturunterschiede und Konzentrationsunterschiede werden also ausgeglichen. Daher werden Strömungen als Ausgleichsprozesse interpretiert. Der Ausgleich erfolgt, weil dafür mehr Realisierungsmöglichkeiten auf mikroskopischer Ebene existieren als für einen unausgeglichene Zustand und es daher schlicht wahrscheinlicher ist, dass sich mit der Zeit ein ausgeglichener Zustand einstellt (Giancoli, 2006; Moore, 1990). Das physikalische Maß für die Anzahl der mikroskopischen Zustände ist die Entropie (Kondepudi & Prigogine, 2015). Beim Ausgleichsprozess nimmt sie zu (Demirel & Gerbaud, 2019; Supplee, 1980; Demirel, 2014; Schlichting, 2000). Strömungen werden neben den Temperatur- und Konzentrationsunterschieden auch durch Kräfte hervorgerufen, die von außen auf das Fluid wirken (Wilde, 1978). Hierbei handelt es sich zum Beispiel um die Gravitationskraft des Mondes, die wegen der Revolution von Mond und Erde variabel auf die Erde und das dortige Wasser wirkt. Auch jene Strömungen lassen sich als Ausgleichsprozesse deuten, weil die durch die Kräfte hervorgerufenen Impulsdichtegradienten im Zuge einer erzwungenen Konvektion vermindert werden. Die Viskosität kennzeichnet den entsprechenden Impulstransport. Außerdem findet sowohl bei der freien als auch bei der erzwungenen Konvektion zwangsläufig Dissipation (Kondepudi & Prigogine, 2015) statt. Das heißt, auf mikroskopischer Ebene geht eine vormals gerichtete Bewegung freiwillig in eine ungerichtete Bewegung über. Dies lässt sich als Richtungsausgleich ansehen, denn statt einer bestimmten Richtung sind schlussendlich alle Teilchenrichtungen gleich wahrscheinlich. Auf der makroskopischen Ebene existiert wegen des Ausgleichs der unterschiedlichen Teilchenrichtungen dann kein Impuls in bestimmte Richtung mehr und das Fluid ruht (Wilde, 1978). Letzteres stellt sich ein, weil auch hier für den ausgeglichenen Zustand mehr Realisierungsmöglichkeiten auf mikroskopischer Ebene existieren. Auch hier wird die Entropie bei der Dissipation größer. Da es sich beim Impuls, bei der Masse und bei der Energie um Erhaltungsgrößen handelt, lassen sich zur Beschreibung von freien und erzwungenen Konvektionen Bilanzgleichungen der jeweiligen Erhaltungsgrößen aufstellen (Wilde, 1978). In allen Fällen hängt die zeitliche Veränderung der Erhaltungsgröße u. a. vom molekularen und konvektiven Transportanteil ab. An den Transportprozessen wird deutlich, dass ein bedeutendes Naturprinzip darin besteht, dass Unterschiede mit der Zeit ausgeglichen werden. Strömungen lassen sich daher zunächst als Ausgleichsprozesse deuten. Niedrig (1992) spricht auch in anderen Bereichen der Physik von analogen Ausgleichsprozessen: So löse ein Ungleichgewicht elektrischer Ladungsträger ebenfalls Transportprozesse in Form von elektrischem Strom aus, sodass auch hier mit der Zeit ein ausgeglichener Zustand erreicht werde. Unter dieser Perspektive lässt sich die Funktion eines jeden Kraftwerktyps so beschreiben, dass mit unterschiedlichsten

Methoden ein Ladungsungleichgewicht erzeugt wird, das der Endverbraucher zu Hause schließlich für sich nutzen kann, um mittels Ladungsausgleich elektrische Geräte zu betreiben. Elektrische Energie wird dabei schlussendlich in thermische Energie umgewandelt. Niedrig (1992, S. 164) schreibt zusammenfassend: „Ist außerdem ein räumliches Ungleichgewicht vorhanden, z.B. ein Teilchenkonzentrationsgefälle, ein Temperaturgefälle, ein Geschwindigkeitsgefälle oder (bei elektrischen Ladungsträgern) ein elektrisches Potentialgefälle, so entstehen Ströme von Teilchen, Ladungen etc., die so gerichtet sind, daß das Gefälle (der Gradient) abgebaut wird.“

Die einwirkenden Energiequellen und Kräfte lassen sich so interpretieren, dass sie durch ihren Einfluss einen unausgeglichene Zustand hervorbringen, wodurch dann Strömungen als Ausgleichsprozesse einsetzen. Weil jene Quellen, wie z. B. die Sonne, noch einige Milliarden Jahre aktiv sind (Grotzinger & Jordan, 2017), sind die ablaufenden Prozesse auf der Erde zwar auf den Ausgleich ausgerichtet, der ausgeglichene Zustand wird jedoch für sehr lange Zeit noch nicht erreicht. Die Erde befindet sich also quasi auf einem sehr lang andauernden Weg ins Gleichgewicht. Erst wenn alle Energiequellen, die die exogene und endogene Dynamik bewirken, nicht mehr wirken und die hervorgerufene Bewegungsenergie schlussendlich vollständig in gleichmäßig verteilte thermische Energie umgewandelt wurde, könnte ein Gleichgewichtszustand erreicht werden, der das Ende jeglicher Dynamik auf der Erde und an der Küste bedeuten würde. Übertragen auf das Universum wird dieses Prinzip des vollständigen Ausgleichs, das für das Ende aller Dynamik steht, als Wärmetod (Giancoli, 2006; Lindley, 1994) bezeichnet.

13.3 Strukturbildungen

Bisher wurden zur Beschreibung der Dynamik an der Küste lediglich bewegte Luft- und Wassermassen betrachtet. Allerdings muss auch die Dynamik der Sedimente berücksichtigt werden, die von Wasser- und Luftströmungen bewegt werden. Selbst massivste Gebirge werden durch chemische und physikalische Einflüsse über kurz oder lang zerkleinert, was nach Zepp (2014) – noch ohne Massentransport – als Verwitterung bezeichnet wird. Mit der chemischen Verwitterung gehen chemische Reaktionen einher (Grotzinger & Jordan, 2017), wodurch aus dem Gesteinsmaterial neue Stoffe mit anderen Eigenschaften entstehen. Das abreagierte Gesteinsmaterial, das Edukt, existiert dann nicht mehr und auf die gebildeten Produkte haben Strömungen u. U. einen stärkeren Einfluss als auf das ursprünglich vorhandene Gestein. Physikalische Verwitterung meint hingegen die Veränderung von Gesteinsmaterialien durch den Einfluss von Kräften; die nach Louis und Fischer (1979) folgendermaßen entstehen:

- Durch das Eindringen von flüssigem Wasser und anschließendem Erstarren. Das flüssige Wasser dehnt sich im Inneren des Gesteins beim Erstarren aus (Dichteanomalie), sodass Gesteinsteile herausplatzen.
- Durch die Abscheidung von Salzlösungen in Gesteinsrissen, sodass bei der Rekristallisation des Salzes Gesteinsteile herausgelöst werden.

- Durch Ausdehnung des Gesteins, wenn es großen Temperaturunterschieden ausgesetzt wird. Dies führt zu einer Zerkleinerung, weil das Gestein durch das ständige Ausdehnen und Zusammenziehen brüchig wird.
- Durch das Wachstum von Pflanzen, denn deren Wurzeln üben mechanische Kräfte auf das Gestein aus, sodass sich Stück für Stück Teile ablösen.

Es bildet sich durch die Verwitterung Lockermaterial, das als Regolith bezeichnet wird (Taylor & Eggleton, 2001). Wegen der geringeren Korngröße ist das Lockermaterial anfällig für den Einfluss von strömendem Wasser und Wind. Denn je kleiner die Korngröße oder je größer die Fließgeschwindigkeit des strömenden Fluids ist, desto mehr Sediment wird abgetragen. Sind die Fließgeschwindigkeiten besonders groß, dann vermag auch das strömende Medium selbst Gesteinskörner herauszulösen und sogleich abzutransportieren, was als Erosion bezeichnet wird (Grotzinger & Jordan, 2017). Einen empirisch untersuchten Zusammenhang zwischen Erosion, Transport und Sedimentation zeigt das Hjulström-Diagramm (vgl. Ahnert, 2009, S. 153f.): Es legt in Abhängigkeit von der Korngröße und der Fließgeschwindigkeit dar, ob Sediment von einer Strömung transportiert werden kann oder nicht. Der Terminus Sedimentation bedeutet hierbei, dass die Korngröße so groß oder die Fließgeschwindigkeit so klein ist, dass das Sediment nicht mehr transportiert werden kann und sich wieder ablagert.

Sind bereits Sedimente im strömenden Fluid gelöst, dann verstärkt sich der Abtragungsprozess dadurch, dass die in der Strömung befindlichen Sedimente mit dem festen Gestein stoßen und so abermals Gesteinsmaterial herauslösen. Handelt es sich bei der Strömung um Wind, dann wird der Prozess als Korrasion bezeichnet, was sich mit einem Sandstrahler vergleichen lässt (vgl. Grotzinger & Jordan, 2017, S. 539). Für entsprechende Erosionsprozesse an der Küste, die von der Dynamik des Wassers besonders betroffen ist, existiert ein eigener Terminus: Bei der sogenannten Abrasion ist vor allem das Wechselspiel von brandendem Wasser und dadurch bewegtem Geröll für die stetige Abschabung und Veränderung der Küstenlinie entscheidend (Grotzinger & Jordan, 2017). Wie bereits zu erkennen ist, herrscht in der Geologie eine enorme Begriffsvielfalt, um auch noch leicht unterschiedliche Prozesse der Zerkleinerung und Abtragung unterscheiden zu können. Die Begriffe sind jedoch im vorliegenden Kontext ohne Belang, weil sie eine beschreibende Ebene, nicht jedoch eine erklärende Ebene umfassen. Wichtig ist lediglich die Kernaussage, dass u. a. durch die Wechselwirkung von strömender Luft und strömendem Wasser verwittertes Gestein stetig weiter zerkleinert wird, sodass dann wegen der geringeren Korngröße die Wahrscheinlichkeit steigt, dass Sedimente bei den üblicherweise vorhandenen Strömungsgeschwindigkeiten abtransportiert werden.

Zusätzlich zur Wirkung von bewegtem Wasser und bewegter Luft beschleunigen durch die Erde hervorgerufene Gravitationskräfte die zerkleinerten Sedimente und versetzen sie in Bewegung. Entsprechende Prozesse werden von Zepp (2014) als gravitative Massenbewegungen bezeichnet. Weil das Sediment hauptsächlich Gebirgen entspringt, die sich in großer Höhe befinden, stammt die Bewegungsenergie des Sediments nicht nur aus der

übertragenen Bewegungsenergie von Wasser- und Luftströmungen bei der Erosion, sondern auch aus der potenziellen Energie des Gesteins selbst, die umgewandelt wird, während sich das Sediment hangabwärts bewegt. Daher existieren häufig dort Sedimentansammlungen, wo eine minimale geodätische Höhe erreicht wird. Die Bereiche werden Sedimentbecken genannt (Bahlburg & Breitzkreuz, 2018). Nach Grotzinger und Jordan (2017) handelt es sich vor allem bei den Ozeanen um bedeutende Sedimentationsräume. Dort wird das Sediment weiter in die Tiefe verfrachtet und es finden Prozesse statt, die in den Bereich der endogenen Dynamik fallen. Infolge der unterschiedlichen Bedingungen von Temperatur und Druck im Erdinneren findet eine Diagenese, also der umgekehrte Prozess der Zerkleinerung statt (Zepp, 2014; Grotzinger & Jordan, 2017). Durch tektonische Bewegung kommt es schließlich zu einer Hebung, sodass wieder Gebirge entstehen (Robert & Bousquet, 2018). Diese bilden dann den Ausgangspunkt für eine erneute Verwitterung und Erosion. Damit ist nicht nur in Bezug auf Wasser, sondern auch in Bezug auf Gesteine ein Kreislauf gegeben; der sogenannte Gesteinskreislauf (Grotzinger & Jordan, 2017).

Wann immer das zerkleinerte Sediment durch die Strömungen im Küstenbereich angelangt ist, besitzt es nur noch eine relativ kleine Korngröße. Daher wird von granularer Materie gesprochen. Sie verfügt vor allem im Zusammenspiel mit Wasser- und Windströmungen über bemerkenswerte Eigenschaften, die viele Menschen als faszinierend empfinden: Bewegte granulare Materie bildet Strukturen aus der Strukturlosigkeit heraus. Doch die Strukturen auf der Erde sind nicht nur auf granulare Materie beschränkt; auch die vielgestaltigen Strömungen selbst lassen sich als Strukturen auffassen, wie man anhand der nachfolgend beschriebenen Phänomenologie von Strukturbildungen im Küstenraum gut erkennen kann.

13.3.1 Phänomenologie von Strukturbildungen im Küstenraum

Strukturen und Muster nimmt der Mensch sehr intensiv wahr, weil es sich bei der Mustererkennung gemäß Stadler und Haynes (1999) um einen zentralen Aspekt der menschlichen Wahrnehmung handelt (Anderson, 2013). Anders als auf immerwährende Gleichheit reagieren Menschen auf Regelmäßigkeiten, wiederkehrende Ähnlichkeiten und strukturierte Zustände, die sich durch eine geringere Entropie auszeichnen als unstrukturierte Zustände (Ebeling, Freund & Schweitzer, 1998; Walstra, 2001). Diese sind an der Küste und auf der Erde zuhauf vorhanden; entscheidend für die Bildung von Strukturen ist nach Doelman und van Harten (1995) der Transport von Sedimenten. Granulare Materie ordnet sich im Zusammenspiel mit Wasser- und Luftströmungen oftmals so an, dass Strukturen zu erkennen sind, die sich nach Dronkers (2017) durch regelmäßige Wiederholungen und Muster auszeichnen. Dadurch strahlen sie eine gewisse Faszination aus, denn viele Menschen fragen sich, wer seine Finger bei der Formung jener Strukturen im Spiel hat bzw. welche Naturprinzipien dazu führen, dass aus einer chaotischen Situation aus sich selbst heraus wiederzuerkennende Ähnlichkeiten hervorgebracht werden. Die Vielfalt von Strukturen wird vor allem dann deutlich, wenn der Weg einer Flussströmung ausgehend vom Berg, auf den Wasser niederregnet, bis zum Meer betrachtet wird. Dies

ist grafisch bei Grotzinger und Jordan (vgl. 2017, S. 524f.) sehr eindrücklich dargestellt. Überall sind dort Strukturen zu erkennen: Bereits am Berg fließt das Wasser nicht gleichmäßig ab, es bilden sich dendritische Entwässerungsnetzwerke. Außerdem hinterlassen sowohl Wasser- als auch Luftströmungen ein zerklüftetes Gebirgsnetzwerk mit Canyons und Schluchten. Diese von Rinnen und Furchen geprägten Strukturen werden als Badlands bezeichnet (Grotzinger & Jordan, 2017). Des Weiteren fließt das Wasser auch in Flüssen nicht etwa geradlinig Richtung Meer, sondern in Form von Mäandern. Das sind Flüsse, die sich in Form von aneinandergereihten Schleifen durchs Land ziehen, sie mäandrieren (Bahlburg & Breitzkreuz, 2018). Mit der Zeit werden die Schleifen durch fortlaufende Erosion immer enger, bis es zu einem Durchbruch kommt. Das Wasser fließt dann nicht mehr durch die bisherigen Schleifen, die fortan als Altarm gelten und verlanden (Stølum, 1996), aber deren Form noch immer erkennbar ist und so das Landschaftsbild prägen. Im Küstenbereich angekommen, führt die Wechselwirkung von Strömungen mit granularer Materie ebenfalls zu vielgestaltigen Strukturen. Diesbezüglich sind vor allem Sandrappel und Dünen (Nordmeier, 2006) sowie Priele und Seegatten (Janssen, 2014) auf ganz unterschiedlichen Größenskalen zu nennen. Überdies zeigen sich in Flussmündungen Deltastrukturen, also dendritische Flussnetzwerke (Ahnert, 2009; Schlichting & Nordmeier, 2000).

Blickt man durch die Brille der Strukturen auf die Küste, dann lassen sich solche auch schon in Strömungen allein erkennen – ganz ohne die Beteiligung von granularer Materie. Durch den Wind angeregte Wasserwellen besitzen eine spezifische Struktur, die als Ikone in Form von mehreren geschwungenen Linien Eingang in Logos von Meeresforschungsinstituten wie das ICBM in Oldenburg oder das ZMT in Bremen gefunden hat. Eine besondere Welle wird von einem Tsunami verkörpert, der durch ein Erdbeben hervorgerufen wird. Hierbei wird die gesamte Wassersäule beeinflusst und es bildet sich eine äußerst lange Welle mit geringer Amplitude. Sie wird daher oftmals zunächst nicht bemerkt, entfaltet an der Küste jedoch ihr volles Zerstörungspotenzial (Constantin, 2011; Kundu, 2007), da das Wasser beim Tsunami bis weit ins Landesinnere strömt und dortige Materie anschließend weit ins offene Meer zurückträgt. Daneben zeigen auch Strudel – sog. Eddies (Richards & Gould, 1997) – eine spezifische Struktur, die sich im Wasser selbst organisiert. Auch bezogen auf Luft und Wasser gibt es Strukturen auf sehr unterschiedlichen Größenskalen: Der Golfstrom beispielsweise ist ein Kreislauf und damit ebenfalls eine Struktur. Er ist Teil eines Strömungssystems mit globalen Ausmaßen (Grotzinger & Jordan, 2017). Ebenso wie die verschiedenen Zellen der planetarischen Zirkulation, die in der Darstellung bei Charnock (vgl. 1997, S. 34) jeweils spezifische Namen tragen (z. B. Hadley-Zelle oder Ferrel-Zelle). Solche Strukturphänomene haben deshalb einen Namen, weil es sich nicht um eine willkürliche Anordnung, sondern um spezifische räumliche Anordnungen handelt. Sie verfügen über eine besondere, sich vom Zufall abgrenzende und vor allem wiedererkennbare Struktur.

Doch der Strukturbegriff beschränkt sich nicht nur auf räumliche Anordnungen, sondern umfasst nach Radons, Just und Häussler (2005) zugleich auch zeitliche Abfolgen oder

eine Mischung von beidem: „[...] nonequilibrium systems can allow for the emergence of temporal, spatial and spatio-temporal structures whose properties have to be described in terms of dynamical systems“ (Radons, Just & Häussler, 2005, S. 61). Wie räumliche Strukturen sind zeitliche Strukturen durch ein gewisses Maß an Ähnlichkeiten gekennzeichnet. Sie grenzen sich damit von einer willkürlichen Abfolge ab und sorgen so für Wiedererkennbarkeit und Vorhersagbarkeit. Ebbe und Flut sind ein Paradebeispiel für zeitliche Strukturen, denn sie verfügen nach Müller (2009) über eine etwa zwölfstündige Periodizität. Auch bei den Jahreszeiten und den damit verbundenen Temperaturveränderungen handelt es sich um zeitliche Strukturen, weil sie in einer spezifischen Abfolge auftreten, die – im Vergleich verschiedener Jahre miteinander – ein hohes Maß an Ähnlichkeit aufweisen. Gerade in der Forschung zum Klimawandel wird die Veränderung jener zeitlichen Strukturen über viele Jahre hinweg statistisch analysiert (Storch, & Zwiers, 2009). Dabei geht es um die Beantwortung der Frage, ob Veränderungen klimatischer Strukturen statistischer oder systematischer Natur sind. Letzteres ist ein Indiz für einen klimatischen Wandel. In vielen Fällen besitzen Strukturen sowohl zeitlichen als auch räumlichen Charakter, sie sind eine Mischform. Dazu zählen auch der Gesteins- und Wasserkreislauf. Denn wie anhand der diesbezüglichen Erklärungen von Robert und Bousquet (2018) zu erkennen ist, verfügt die jeweilige Materie (Sediment bzw. Wasser) über einen unterschiedlichen Zustand an verschiedenen Orten: Mit Zustand ist in Bezug auf Wasser beispielsweise der Aggregatzustand gemeint, in Bezug auf die Sedimente u. a. die Korngröße. Das macht sie zu räumlichen Strukturen. Zum anderen treten die Zustandsveränderungen periodisch auf, denn es handelt sich um Kreisläufe. Das macht sie ferner zu zeitlichen Strukturen. Auch Sandrippel stellen eine Mischform dar: Die sichtbare Struktur in einem bestimmten Moment ist zunächst eine räumliche. Allerdings vergehen und entstehen Sandrippel im Rhythmus der Gezeiten. Auf dieser Ebene handelt es sich also um eine zeitliche Struktur. Das Gleiche gilt analog auch für die Priele und Seegatten. Strukturen bilden sich demnach also häufig sowohl räumlich als auch zeitlich aus.

Räumliche und zeitliche Dimensionen sind darüber hinaus entscheidend, ob Phänomene direkt als solche wahrgenommen werden können oder nicht. Die bisher genannten Phänomene liegen auf sehr unterschiedlichen Größen- und Zeitskalen. Manche Erscheinungen existieren nur einige Minuten, Stunden oder Tage. Andere hingegen erstrecken sich über Jahre, Jahrzehnte oder sogar über noch längere Zeiträume. Auch auf einer räumlichen Skala zeigen sich sehr große Unterschiede. So sind Phänomene wie die Rippelstrukturen eher klein, der Golfstrom allerdings verfügt über globale Maßstäbe. Eine Darstellung über die verschiedenen zeitlichen und räumlichen Größenordnungen von Phänomenen im Bereich der Küste liefert Dickey (1990). Diese Darstellung wurde von Carr, Woodson, Cheriton, Malone McMaus und Raimondi (2011) erweitert und neu eingefärbt. Sie wird im Folgenden vorgestellt, wobei für die vorliegende Arbeit in der Darstellung nur die Einordnung der Phänomene in eine räumliche und zeitliche Größenordnung entscheidend ist:

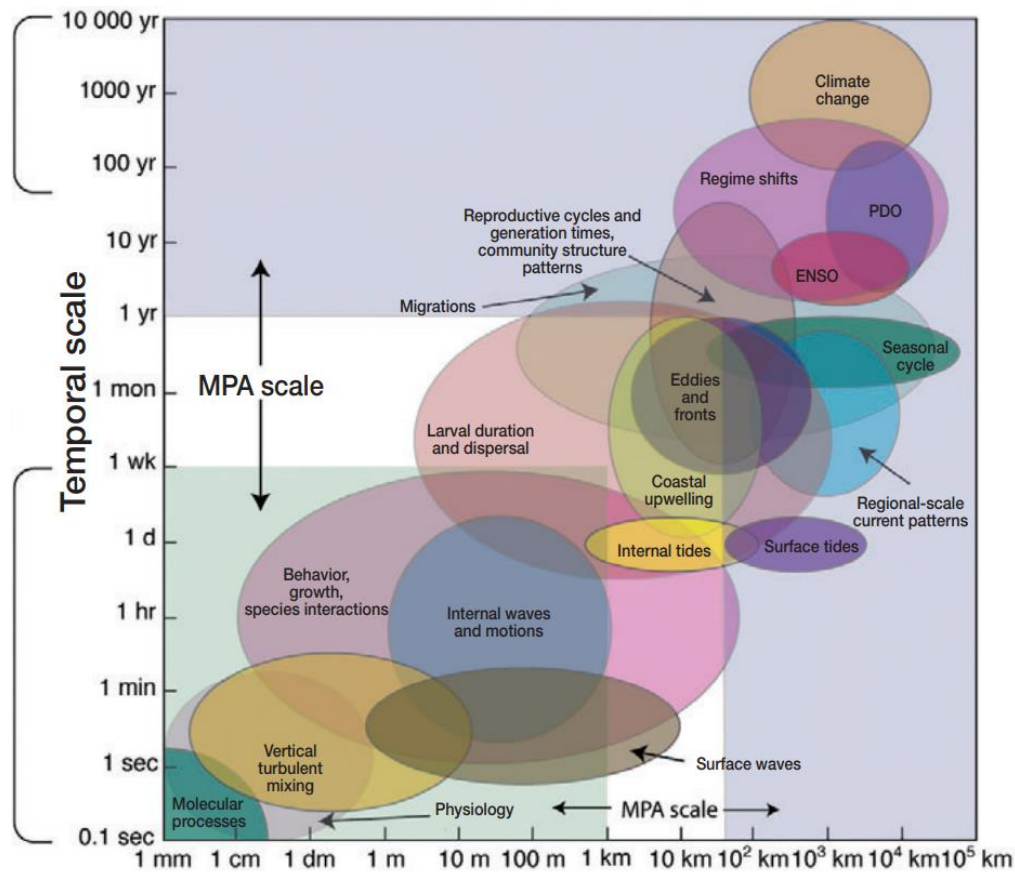


Abb. 5: Vergleich zeitlicher und räumlicher Größenordnungen von Phänomenen mit Fokus auf Atmosphäre und Hydrosphäre (modifiziert nach Carr et al., 2011, S. 347)

Neben den einer Vielzahl von Phänomenen sind in die Darstellung auch noch zeitliche und räumliche Größenordnung angegeben, in der sich üblicherweise die Interaktionen von Lebewesen und deren Verhalten abspielen. Im direkten Vergleich hierzu ist zu erkennen, dass manche Phänomene sehr weit von der üblichen menschlichen Wahrnehmung entfernt liegen; sowohl räumlich als auch zeitlich. Wie Leppäranta und Myrberg (2009) erläutern, zeichnet sich die marine Dynamik dadurch aus, dass verschiedenste Phänomene auf fast allen räumlichen und zeitlichen Größenordnungen auftreten. Menschen sind jedoch nur in der Lage, Strukturphänomene in einem Teilbereich von räumlicher und zeitlicher Ausdehnung direkt wahrzunehmen. Soll heißen: Manche Strukturen sind zu klein und fallen so im Alltag nicht auf. Mitunter werden Hilfsmittel wie Mikroskope benötigt, damit Strukturen, wie z. B. die Zellen von Pflanzen oder die Form von Sandkörnern, visuell erfasst werden können. Manche Phänomene, die sich in molekularen Größenordnungen befinden, sind mit herkömmlichen Hilfsmitteln überhaupt nicht zu beobachten. Es gibt aber auch Strukturen, die sehr groß sind und sich so der direkten Wahrnehmbarkeit entziehen. Hierzu zählt beispielsweise der Golfstrom. Zwar ist er vielen Leuten bekannt, aber niemand kann ihn direkt sehen. Menschen sind aufgrund ihrer beschränkten Wahrnehmung schlicht nicht in der Lage, den Golfstrom in Gänze phänomenologisch erfassen zu können. Sie sind daher auf alternative Repräsentationen angewiesen. Gleiches gilt ebenso für die planetarische Zirkulation; auch deren Zellen lassen sich aufgrund ihrer Größe und natürlich auch wegen der Transparenz der Luft nicht direkt

visuell wahrnehmen. Deshalb sind in Lehrbüchern hierzu grafische Darstellungen abgebildet, wie z. B. bei Charnock (1997). Gleiches gilt analog auch für zeitliche Strukturen. Menschen sind lediglich in der Lage, zeitliche Strukturen mit einer Periodizität wahrzunehmen, die weder zu kurz noch zu lang ist. Die Gezeiten werden besonders gut wahrgenommen, weil sie zum einen große Veränderungen mit sich bringen, zum anderen aber auch in einer zeitlichen Größenordnung liegen, die für Menschen sehr gut wahrnehmbar ist. Die besonders gute Wahrnehmbarkeit der Gezeiten unterstreichen auch Schlichting und Farwig (1977). Ein Wechsel zwischen Ebbe und Flut erfolgt mehrmals am Tag. Urlauberinnen und Urlauber an der Küste nehmen den Unterschied also direkt wahr, während sie sich tagsüber an der Küste befinden. Würde die Dauer zwischen Hoch- und Niedrigwasser Jahre dauern, dann würden Urlauberinnen und Urlauber bei ihrer üblichen Verweildauer in der Größenordnung von Tagen und Wochen keine Veränderungen des Wasserstandes wahrnehmen können. Anders als bei den Gezeiten liegen manche zeitlichen Strukturen hingegen zu weit von der menschlichen Wahrnehmung entfernt, weil sie u. a. die menschliche Lebensspanne weit überschreiten. In diese Kategorie fällt der bereits genannte Gesteinskreislauf. Er verfügt über eine Periodizität im Bereich von Millionen Jahren (Grotzinger & Jordan, 2017). Kein Mensch kann den Gesteinskreislauf also direkt mit seinen Sinnen als erlebbares Phänomen in Gänze wahrnehmen. In der obigen Darstellung ist auch das Phänomen des Klimawandels eingezeichnet. Der Klimawandel liegt in der Abbildung sowohl am Rand der zeitlichen als auch der räumlichen Dimension und damit weit entfernt von der üblichen menschlichen Wahrnehmung und der menschlichen Physiologie. Dies begründet u. a. den hohen Anspruch, den das Phänomen Klimawandel an Lernende und Lehrende stellt. Man ist in diesen Fällen auf fachwissenschaftliche Forschung und alternative Repräsentationen angewiesen, um so langwierige großräumige Phänomene gedanklich fassen zu können. Hierzu ist ein großes Abstraktionsvermögen erforderlich. Auch Hung (vgl. 2014, S. 14) erklärt, dass nicht nur Lernende Probleme mit den schwierigen und komplexen Konzepten haben, die beim Klimawandel eine Rolle spielen, sondern sich sogar manche Lehrende mit den Inhalten schwertun.

Insgesamt wird damit deutlich, dass Phänomene vor allem dann sehr wahrnehmungsaktiv sind, wenn sie in einem Bereich auf der Größen- und Zeitskala liegen, der gut zum menschlichen Wahrnehmungsvermögen passt. Da die Größenskala auf der Abszisse liegt und die Zeitskala auf der Ordinate, ergibt sich gewissermaßen ein Fenster – *spectral window* (Nihoul & Djenidi, 1987) – in dem die menschliche Wahrnehmung Phänomene direkt als solche erfassen kann. Und genau hierin liegt die phänomenologische Stärke von Küstengebieten begründet: Viele dortige Phänomene, z. B. Gezeiten, Rippel, Dünen, Priele etc., sind Strukturen, die in jenem Wahrnehmungsfenster angesiedelt sind. Küstengebiete bieten damit eine Fülle von Phänomenen, die von Besucherinnen und Besuchern als Primärerfahrung sinnlich erfasst und dann intensiv thematisiert werden können, ohne dass zunächst ein hohes Abstraktionsvermögen nötig ist, um das Phänomen abstrakt zu erfassen. Damit verfügen Küstengebiete über viele Möglichkeiten, vielgestaltige Strukturen in der unbelebten Natur niederschwellig behandeln zu können, weil sie direkt sinnlich erfahrbar sind. Ein hohes Abstraktionsvermögen, wie u. a. bei der Behandlung des

Gesteinskreislaufs, ist somit zunächst nicht nötig; kann aber damit schrittweise angebahnt werden.

13.3.2 Physik der Strukturbildungen

Die Bildung von Strukturen in der unbelebten Natur, die durch die an der Küste vorherrschende Dynamik erst ermöglicht wird, scheint bisweilen mysteriös. Irgendwie vermag die Natur Prozesse in Gang zu setzen, die Anordnungen und Abläufe erzeugen, die von Menschen als Strukturen wahrgenommen werden. Diese Prozesse werden im folgenden Kapitel aus physikalischer Sicht unter die Lupe genommen.

13.3.2.1 Komplementarität von Strukturbildung und Ausgleichsprinzip

Die Phänomenologie zeigt, dass es sich bei Strukturen um zeitliche Abfolgen oder räumliche Anordnungen handelt, die dadurch charakterisiert sind, dass keine Willkür und keine Zufälligkeit in den als Struktur wahrgenommenen Abfolgen und Anordnungen herrschen. Dass die Entropie von Strukturen geringer als von chaotischen Zuständen ist (Walstra, 2001), ist vor allem im Hinblick auf die Angaben im Kapitel zu Strömungen bemerkenswert. Denn dort wurde herausgearbeitet, dass die Natur im Sinne des 2. Hauptsatzes der Thermodynamik einem Gleichgewichtszustand entgegenstrebt: Temperaturunterschiede, Druckunterschiede etc. bewirken eine Dynamik, die dazu führt, dass die sie hervorruhenden Unterschiede letztlich egalisiert werden (Niedrig, 1992). Dabei wird die Entropie des betrachteten Systems erhöht. Wie Penzlin (vgl. 2016, S. 190ff.) beschreibt, scheint die Bildung von Strukturen, die eine Verringerung der Entropie bedeutet, daher jenem Prinzip der Entropieerhöhung (und damit des Ausgleichs) zunächst zu widersprechen. Dabei handelt es sich allerdings nur um einen scheinbaren Widerspruch, denn der 2. Hauptsatz gilt zum einen nur für ein von der Umgebung abgeschlossenes System, das keinen Austausch von Energie und Materie mit der Umgebung erlaubt. Zum anderen meint der 2. Hauptsatz, dass die Entropie in Gänze stets ansteigt. Letzteres ist entscheidend. Denn damit sind Entropieverringerungen möglich, solange sie an einer anderen Stelle durch eine Entropieerhöhung mindestens kompensiert oder sogar überkompensiert werden (Penzlin, 2016). Auch offene Systeme sind in dieser Weise zu betrachten: Hier sind Entropieverringerungen möglich, die jedoch dann an einer anderen Stelle (außerhalb des betrachteten offenen Systems) durch Entropieerhöhungen mindestens kompensiert werden müssen. Das Wechselspiel von Entropieverringerungen und -erhöhungen macht deutlich, dass der in der Natur angestrebte Ausgleich also nicht im Widerspruch zur Bildung von Strukturen steht, weil nicht an ausnahmslos jedem Ort x zum Zeitpunkt $t + \Delta t$ die Entropie größer sein muss als zum Zeitpunkt t . Dies wäre eine unzulässige Übergeneralisierung des Prinzips des Ausgleichs bzw. der Entropieerhöhung. Es kommt lediglich auf die Gesamtbilanz an, bei der sich eine „Überkompensation der entropievermindernden Prozesse“ (Schreiter, 2014, S. 182) darstellt.

Dass Ausgleich und Strukturbildung keine gegensätzlichen, sondern viel mehr komplementäre Konzepte darstellen, wird auch durch die Unterscheidung der beiden Zeitskalen deutlich, auf denen Ausgleich und Struktur angesiedelt sind: Der sich einstellende

Ausgleichszustand ist etwas Langfristiges. Denn bis beispielsweise die Erde in ein thermodynamisches Gleichgewicht übergehen kann, müsste zunächst die Einstrahlung der Sonne entfallen, was nach Reichert (2014) allerdings noch etwa vier Milliarden Jahre dauern wird. Kurz- und mittelfristig, in der Zwischenzeit also, kommen und vergehen äußerst vielgestaltige Strukturen in der belebten und unbelebten Natur, von denen sich viele im Alltag phänomenologisch wahrnehmen lassen. Ein weiteres Beispiel für die Komplementarität von Ausgleich und Struktur ist die Rayleigh-Bénard-Konvektion (Getling, 1998). Bei dieser bilden sich durch das Erhitzen einer Flüssigkeit von unten und den dadurch resultierenden Temperaturgradienten Strukturen in Form von Konvektionszellen in der Flüssigkeit aus. Wird die Heizquelle abgeschaltet, dann verschwindet mit der Zeit die Temperaturdifferenz innerhalb der Flüssigkeit. Es findet ein Ausgleichsprozess statt, womit eine Entropieerhöhung einhergeht (Falk & Ruppel, 1976). Während des Ausgleichs sind die Konvektionszellen noch einige Zeit zu beobachten. Sie vergehen erst mit Annäherung an den ausgeglichenen Zustand. Die Konvektionszellen führen dabei zu einem zügigeren Ausgleich der Temperaturen als die reine Wärmeleitung (Konduktion) im Fluid ohne das Vorhandensein der Konvektionszellen (Hassanzadeh, Chini & Doering, 2014). Dies lässt den bemerkenswerten Schluss zu, dass die Entropieverringerung durch die Entstehung der Konvektionszellen (also die Entstehung von Strukturen) letztlich den Temperatúrausgleich und damit eine diesbezügliche Entropieerhöhung fördert. Eine Entropieverringerung in einem Teil eines Systems und eine (über)-kompensierende Entropieerhöhung wirken also komplementär. Beide koexistieren (Penzlin, 2016). Dies zeigt sich auch generell an der Klasse von dissipativen Strukturbildungen. Dabei handelt es sich um Strukturbildungen (also Entropieverringerungen), die zusammen mit einer Dissipation auftreten. Bei der Dissipation werden andere Energieformen in thermische Energie umgewandelt, die schließlich im System verteilt wird, was eine Entropieerhöhung bedeutet. Die Bildung von Strukturen ist damit kein Widerspruch zu Ausgleichsprozessen, sondern sie trägt mitunter zum Erreichen eines ausgeglichenen Zustands bei. Dies ist auch gut an der Darstellung im vorigen Kapitel zu erkennen: Strömungen wurden dort zum einen als Ausgleichsprozesse gedeutet, weil durch Strömungen Temperatur- und Konzentrationsgradienten vermindert werden. Zum anderen handelt es sich bei Strömungen aber auch selbst um Strukturen, wie am Beispiel des globalen Förderbands deutlich wird.

Insgesamt ist festzuhalten, dass sich der langfristig einstellende Ausgleich nicht einfach linear vollzieht und dass die Entropie daher nicht an jedem Ort im System stets zunehmen muss. Die Ausgleichsprozesse sind wesentlich komplexer. Phänomenologischer Ausdruck dieser nichtlinearen Komplexität sind Strukturbildungen, von denen viele an der Küste besonders wahrnehmungsaktiv auftreten: Wellen, Rippel, Dünen usw. Sie sind kein Widerspruch zum Ausgleichsprinzip, weil diesbezügliche Entropieverringerungen mit einer Entropieerhöhung in anderen Teilen des Systems einhergehen, die teilweise erst durch die Strukturbildungen ermöglicht wird und umgekehrt. Damit rückt der Ausgleichszustand insgesamt – nicht nur trotz, sondern teilweise sogar wegen der Strukturen – näher.

13.3.2.2 Komplexe Systeme

Strukturen sind ein Ausdruck nichtlinearer Dynamik und müssen deshalb auch unter Zuhilfenahme von nichtlinearen mathematischen Werkzeugen modelliert werden. Dass Nichtlinearitäten vorherrschen und sich Strukturen bilden, ist der Tatsache geschuldet, dass bei den aufgeführten Strukturphänomenen sehr viele Einzelteile miteinander wechselwirken. Dadurch ist die Dynamik in Gänze sehr komplex. Wird der Systembegriff auf solche Naturphänomene angewendet, wird daher von komplexen Systemen (z. B. Mainzer, 1999; Bar-Yam, 1997) gesprochen, wobei die Einzelteile des komplexen Systems als Agenten bezeichnet werden. Komplexe Systeme sind durch eine große Anzahl von Agenten gekennzeichnet. Wenngleich die Art der Wechselwirkung zwischen zwei Agenten genau bekannt ist, so ist es wegen der sehr großen Anzahl von Agenten schwierig, das Verhalten des komplexen Systems vorherzusagen. Das komplexe System verhält sich mitunter kontraintuitiv und bildet Eigenschaft heraus, über die Teile des Systems nicht verfügen (Bar-Yam, 1997; Schurz, 2006). Werden Teile verändert oder gar entfernt, hat dies Auswirkungen auf das gesamte System. Die Auswirkungen hängen davon ab, wie robust oder sensitiv es auf Veränderungen reagiert. In manchen Bereichen, die als Kippunkte (*tipping points* (Gladwell, 2001)) bezeichnet werden, reagieren komplexe Systeme infinitesimal sensitiv auf Veränderungen. Dass die künftige Entwicklung des Systems von den vorausgegangenen Entwicklungen abhängt, bedeutet, dass gleiche Ursachen im komplexen System nicht immer die gleiche Wirkung entfalten. Und auch umgekehrt kann den gleichen Wirkungen nicht immer die gleiche Ursache zugeordnet werden (Bar-Yam, 1997). Ferner können komplexe Systeme zeitlich verzögert oder räumlich weit entfernt von der Ursache ihre Wirkung entfalten. Sie sind deshalb eine Herausforderung für das menschliche Denken, das in erster Linie auf räumlich und zeitlich unmittelbare sowie lineare Ursache-Wirkungs-Beziehungen angelegt ist, sodass insbesondere *time lags* für Menschen meist nur schwierig nachzuvollziehen sind (Berg, 1999). Das System Erde ist ein Beispiel für ein komplexes System (Hüttl, 2011). Häufig sind nach Clausen (2015) auch Teile von komplexen Systemen wiederum komplexe Systeme. Im System Erde sind dies die Systeme Klima, Plattentektonik oder Geodynamo (Grotzinger & Jordan, 2017).

All die genannten Eigenschaften komplexer Systeme kommen durch das Zusammenwirken der Systembestandteile zustande (Fuchs, 2013). Das Ganze ist somit mehr als die Summe seiner Teile, was als Emergenz bezeichnet wird (vgl. Ebeling, Freund & Schweizer, 1998, S. 21). Bei der Emergenz handelt es sich um ein wesentliches Charakteristikum komplexer Systeme. Dass die bisher betrachteten Strömungs- und Strukturphänomene aus dem komplexen Küstensystem erwachsen, zeigt sich auch an den weiteren Charakteristika komplexer Systeme: Sie sind offene Systeme, sie sind dynamisch und sie lassen sich nur nichtlinear modellieren (Fuchs, 2013). All jene Eigenschaften komplexer Systeme sind nicht neu, sie wurden bereits in den vorigen Kapiteln im Zuge der Beschreibung von Strömungen und Strukturen implizit beschrieben, nur nicht unter dem Label der komplexen Systeme. Das wird im Folgenden nachgeholt, indem die verschiedenen Charakteristika komplexer Systeme für ein besseres Verständnis näher beleuchtet werden.

13.3.2.2.1 Emergenz

Emergenz meint das Entstehen von neuen Eigenschaften infolge des Zusammenwirkens von Agenten, wobei die Agenten selbst nicht über jene Eigenschaften verfügen (Fuchs, 2013). Bei komplexen Systemen entsprechen die Systemeigenschaften also nicht zwingend den Eigenschaften der Einzelteile. Also ist der Ansatz, ein komplexes System zu zerlegen, um dessen Eigenschaften durch das einzelne Studium seiner Einzelteile zu entschlüsseln, zum Scheitern verurteilt; diese nach Clausen (2015) ehemals erfolgreiche mechanistische Technik des Zerlegens müsse überwunden werden. Denn das Zusammenwirken der Agenten ist der Schlüssel für das Verständnis von komplexen Systemen, so dass die Agenten des komplexen Systems stets im Kontext des Gesamtsystems zu betrachten sind (Bar-Yam, 1997). Pfeiler (2016) erklärt dies mit dem fehlenden Superpositionsprinzip, was sich durch die hohe Interdependenz der Systembestandteile begründet. An seine Stelle träten andere Prinzipien wie etwa ein multiplikatives Skalenprinzip, das als Selbstähnlichkeit bekannt ist (vgl. Pfeiler, 2016, S. 126).

Alle in den Kapiteln zur Phänomenologie aufgeführten Struktur- und Strömungsphänomene können als Emergenzen angesehen werden, die aus komplexen Systemen erwachsen. Dabei sind die beteiligten Bestandteile – z. B. granulare Materie, Wasser oder Luft – Agenten eines komplexen Systems der Küste bzw. der Erde. Ein Ausdruck der Emergenz komplexer Systeme ist nach Fuchs (2013) die Bildung von besagten Strukturen in Raum und Zeit, die sich nicht allein aus den Eigenschaften der Agenten erklären lassen. Ein Beispiel: Die Entstehung von Rippeln lässt sich nicht durch das Studium von Sandkörnern und Luft bzw. Wasser allein entschlüsseln. Erst durch das Zusammenwirken vieler Sandkörner mit Wasser bzw. Luft bringt das komplexe System eine neue Eigenschaft hervor: Es vermag eine Rippelstruktur zu bilden.

13.3.2.2.2 Offenheit

Zunächst ist festzuhalten, dass es sich bei komplexen Systemen um gedankliche Konstruktionen handelt, bei denen eine Auswahl der zu betrachteten Agenten getroffen wird, die darauf basiert, welche Agenten für die Entstehung des interessierenden Phänomens von Bedeutung sind (Bar-Yam, 1997). Es werden somit Systemgrenzen gezogen, die aber nicht räumlich gemeint sind, das System daher weder abschließen noch isolieren (Grotzinger & Jordan, 2017). Komplexe Systeme sind offen: „Complex systems, definitively, are “open” – that is, the system has exchange with the environment” (Rzveski & Brebbia, 2017, S. 120). Erneut lässt sich die Entropie heranziehen, um den Unterschied zwischen offenen und isolierten Systemen zu verdeutlichen. Veränderungen in der Entropie können entweder durch einen äußeren Einfluss auf das System erfolgen, beispielsweise, indem ein Entropieaustausch $d_e S$ erfolgt, oder durch eine Entropieproduktion im Inneren $d_i S$ des Systems (Prigogine, 1978; Demirel & Gerbaud, 2019).

$$dS = d_e S + d_i S \quad (66)$$

Befindet sich ein System außerhalb des thermodynamischen Gleichgewichts, wird so lange Entropie produziert, bis ein Gleichgewichtszustand erreicht wird (Blundell & Blundell, 2010). Das Gleichgewicht stellt sich durch einen einsetzenden Fluss von Materie und Energie J_i im System ein. Weil es in isolierten Systemen per Definition keinen Entropieaustausch mit der Umgebung gibt, gilt in Systemen, die sich noch nicht in einem Gleichgewichtszustand befinden (Schurz, 2006):

$$dS > 0, \text{ weil } d_e S = 0 \wedge d_i S > 0 \quad (67)$$

Die Entropieproduktion im Inneren ist beendet, wenn das System das thermodynamische Gleichgewicht erreicht. In diesem Zustand ist die Entropie maximal und die Dynamik kommt zum Erliegen.

$$d_e S = d_i S = 0 \quad (68)$$

Daran ist zu erkennen, dass es sich beim thermodynamischen Gleichgewichtszustand um einen stabilen *Attraktor* für isolierte Systeme handelt (Prigogine, 1978). Denn das isolierte System würde nach jedem Eingriff, der es vom Gleichgewicht entfernt, mit der Zeit unweigerlich zurückkehren; Einflüsse werden quasi gedämpft (Schurz, 2006). In offenen Systemen finden allerdings ständig Zu- und Abflüsse von Materie und Energie J_i statt, sodass offene Systeme kein thermodynamisches Gleichgewicht erreichen können. Dort sind nach Schurz (2006) und Schlichting (2000) allerdings zwei verschiedene Entfernungen vom thermodynamischen Gleichgewicht zu unterscheiden, bei denen sich offene Systeme unterschiedlich verhalten. Beide werden im Folgenden kurz beschrieben.

In die erste Kategorie fallen jene, die sich nahe am thermodynamischen Gleichgewicht und im Zustand eines Fließgleichgewichts befinden. Hier halten sich die Zu- und Abflüsse von Materie und Energie die Waage und das System nimmt einen Zustand ein, in dem sich die Zu- und Abflüsse von Materie und Energie die Waage halten. Ein Fließgleichgewicht entsteht (Schlichting, 2000).

$$\sum_i J_i = 0 \quad (69)$$

Das System wirkt dadurch nach außen hin nicht mehr dynamisch, obwohl durch die Materie- und Energieflüsse noch Dynamik vorherrscht. Ein einfaches Beispiel für ein solches Fließgleichgewicht ist eine Badewanne, deren Stöpsel geöffnet ist und die noch immer mit Wasser gefüllt wird (vgl. Daubenfeld & Zenker, 2017, S. 13): Fließt durch den Abfluss gerade so viel Wasser aus der Wanne, wie vom Hahn wieder hinzukommt, dann ist der Wasserstand im Inneren der Wanne konstant. Der Wasserstand ist also nicht mehr dynamisch, wenngleich nach wie vor ein Zu- und Abfluss vorherrscht. Auch bei chemischen Reaktionen handelt es sich in vielen Fällen um Reaktionen, die auf ein Fließgleichgewicht hinauslaufen: Zwar sind die Stoffmengen von Produkten und Edukten im

Fließgleichgewichtszustand konstant, es finden aber nach wie vor Reaktionen statt – allerdings in beide Richtungen mit gleichem Stoffumsatz pro Zeit (Kurzweil & Scheipers, 2010). Ein solch offenes System, das sich im Fließgleichgewicht befindet, repräsentiert einen Zustand, der einem Minimum der Entropieproduktionsrate entgegenstrebt.

$$d_i S \rightarrow \min \quad (70)$$

Jenes ist gleichbedeutend mit einer Minimierung der Dissipation im System. Das Prinzip der minimalen Entropieproduktionsrate (Prigogine, 1978) lässt sich auf der Grundlage des 2. Hauptsatzes erklären. Im 2. Hauptsatz heißt es, isolierte Systeme streben einer Maximierung der Entropie entgegen. Außerhalb des thermodynamischen Gleichgewichts muss also im System Entropie produziert werden, wodurch die Entropieproduktionsrate größer als null ist. Erst im Gleichgewichtszustand, wenn die Entropie des Systems maximiert ist, wird keine Entropie mehr produziert und die Entropieproduktionsrate erreicht null. Sie nimmt also mit der Annäherung an einen Gleichgewichtszustand ab. In offenen Systemen kann ein solcher Gleichgewichtszustand wegen vorherrschender Materie- und Energieflüsse jedoch nicht erreicht werden, also vermag die Entropieproduktionsrate nicht null zu erreichen. Trotzdem stellt sich das System dann so ein, dass es möglichst nahe an den Gleichgewichtszustand heranreicht. Möglichst nahe bedeutet in diesem Sinne, dass die Entropieproduktionsrate zwar nicht null erreicht, aber dennoch minimal wird. Diesen Zustand repräsentiert das beschriebene Fließgleichgewicht. Die Fließgleichgewichte sind damit stabile Attraktoren für offene Systeme nahe am thermodynamischen Gleichgewicht. Schlichting und Nordmeier (2000) fassen zusammen:

„Da das System trotz der Dissipation von Energie das thermodynamische Gleichgewicht aufgrund der ständigen Zufuhr von Materie und Energie nicht erreichen kann, tut es das Zweitbeste. Es kommt dem thermodynamischen Gleichgewicht so nahe wie möglich, indem es die Energiedissipationsrate als Maß für die Entfernung vom Gleichgewicht so klein wie möglich macht.“ (Schlichting & Nordmeier, 2000, S. 454)

Die zweite Kategorie beinhaltet Systeme fernab vom thermodynamischen Gleichgewicht. Die genannten Prinzipien der Entropiemaximierung oder der Minimierung der Dissipationsrate können auf diese Art von offenen Systemen, also auf Teilsysteme nicht angewendet werden (Schurz, 2006). Denn der 2. Hauptsatz, der eine Entropieerhöhung fordert, gilt nur für geschlossene Systeme. Eine Erhöhung der Entropie findet immer noch statt, sie liegt allerdings bei offenen Systemen außerhalb des Bereichs, der erfasst wird. Darüber hinaus lassen sich nach Paslack (vgl. 1991, S. 179) die systembeschreibenden Gleichungen nur in der Nähe des thermodynamischen Gleichgewichts linearisieren; fernab vom thermodynamischen Gleichgewicht lasse sich eine solche lineare Näherung nicht mehr anwenden. Es herrschen fernab vom thermodynamischen Gleichgewicht also nicht immer stabile Attraktoren vor. Einflüsse auf solche Systeme werden folglich nicht unbedingt gedämpft, sodass sie ein sehr interessantes und kontraintuitives Verhalten zeigen

können (Schurz, 2006). Zu genau dieser Kategorie von offenen Systemen gehören die komplexen Systeme, die in der Lage sind, Strukturen zu bilden.

13.3.2.2.3 Dynamik

Komplexe Systeme befinden sich außerhalb des thermodynamischen Gleichgewichts, so dass Materie- und Energieflüsse J_i in Richtung des Gleichgewichts auftreten (Schurz, 2006). In der Nähe des thermodynamischen Gleichgewichts hängen sie über einen Proportionalitätsfaktor L linear mit sogenannten thermodynamischen Kräften X_i zusammen.

$$J_i = L \cdot X_i \quad (71)$$

Der Begriff thermodynamische Kraft ist eine Sammelbezeichnung für die Auslöser von Materie- und Energieflüssen (Kalitzin, 1968). Zu den thermodynamischen Kräften zählen also auch Temperatur- und Konzentrationsgradienten. In komplexen Systemen ist der Zusammenhang zwischen den thermodynamischen Kräften und den resultierenden Flüssen allerdings komplizierter als der lineare Zusammenhang in obiger Gleichung, die nur für Bereiche nahe am Gleichgewicht gilt (Paslack, 1991). Dennoch bewirken auch in komplexen Systemen thermodynamische Kräfte Materie- und Energieflüsse, die somit die dortige Dynamik charakterisieren. Weil komplexe Systeme sich stets außerhalb des Gleichgewichtszustands befinden, sind auch die Flüsse, und damit auch die Dynamik im System, stets präsent. Dynamik ist damit ein Charakteristikum komplexer Systeme.

In Küstenregionen herrschen Materie- und Energieflüsse in Form von Strömungen der Stoffe Luft und Wasser vor: Luft und Wasser bewegen sich zum einen selbst, durch Stöße transportieren Strömungen zum anderen aber auch granulare Materie an der Küste. Dabei wird die Bewegungsenergie der Strömungen sowohl an andere Objekte übertragen als auch dissipiert. Die Strömungen werden von thermodynamischen Kräften in Form von u. a. Temperatur- und Konzentrationsgradienten erzeugt. Setzen die Strömungen (Materie- und Energieflüsse) ein, verringern sich nach Niedrig (1992) die Gradienten (thermodynamische Kräfte) und das wiederum vermindert die Strömungen selbst, sodass Strömungen in vorliegender Arbeit als Ausgleichsprozesse interpretiert werden. Damit ist ein direkter Zusammenhang zwischen der Dynamik in komplexen Systemen und den Darlegungen über die Physik der Strömungen in Kapitel 13.2.2 hergestellt. Unter der Perspektive komplexer Systeme kann rückblickend festgestellt werden, dass es sich bei den Strömungen gewissermaßen um ein Beispiel für die Dynamik in einem komplexen System der Küste handelt. Die Darstellungen zur Dynamik im komplexen System der Küste entspricht somit den Angaben in Kapitel 13.2.2.

13.3.2.2.4 Nichtlinearität

Da die Materie- und Energieflüsse bei komplexen Systemen fernab vom thermodynamischen Gleichgewicht auftreten, herrscht ein hohes Maß an Dynamik. Darüber hinaus ist eine hohe Anzahl von Agenten an den auftretenden Wechselwirkungen beteiligt. All das führt zu einem sehr komplexen Zusammenhang zwischen den thermodynamischen

Kräften und den resultierenden Materie- und Energieflüssen. Letztere lassen sich deshalb nicht mehr einfach nur linear modellieren wie noch in der Nähe des thermodynamischen Gleichgewichts (Pisack, 1991; Prigogine, 1978), sondern nur noch nichtlinear.

$$J_i = f(X_i) \quad (72)$$

Das Beispiel vom Übergang laminarer Strömungen in turbulente Strömungen zeigt dies deutlich. Zunächst sind Strömungen laminar. Nimmt die Geschwindigkeit der Strömungen zu, dann wird die Strömung irgendwann turbulent, sie bildet Wirbel aus und zeigt eine wesentlich komplexere Bewegung als eine laminare Strömung (Oertel jr., 2012). Generell äußert sich das komplexe Verhalten in den emergenten Systemen anhand von positiven und negativen Rückkopplungen sowie auftretenden Kreisläufen (Bar-Yam, 1997; Mainzer, 1999). Außerdem treten Kippunkte auf, die auch als *tipping points* (Gladwell, 2001) bezeichnet werden. Das Umkippen an einem Kippunkt bedeutet, dass sich das System durch eine geringfügige Veränderung von Bedingungen auf einen neuen Zustand einstellt, der sich deutlich vom vorigen Zustand unterscheidet (Schurz, 2006). In anderen Bereichen fernab vom Kippunkt führt die Veränderung von Bedingungen jedoch nicht dazu, dass sich ein gänzlich neuer Zustand einstellt. Ein Beispiel hierfür ist nach Schurz (2006) das Umkippen eines Gewässers: Hier bedeutet das Umkippen, dass sich das Vitalitätsniveau im Gewässer wegen der Veränderung von Giftstoffkonzentrationen in bestimmten Bereichen schlagartig verändert, in anderen Bereichen außerhalb des Kippunktes Konzentrationsveränderung aber nur geringfügigen Einfluss auf das Vitalitätsniveau haben.

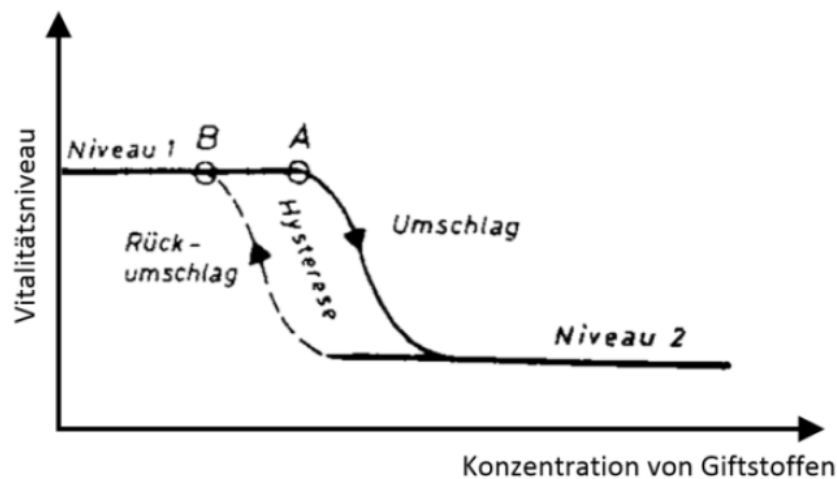


Abb. 6: Vitalitätsniveau in einem Gewässer in Abhängigkeit von der Giftstoffkonzentration (modifiziert nach Schurz, 2006, S. 30)

Wird die Giftstoffkonzentration erhöht, z. B. in der Nähe von Punkt B, dann hat dies zunächst fast keine Auswirkungen auf das Vitalitätsniveau. Beobachtende könnten dann zu der falschen Schlussfolgerung gelangen, das Vitalitätsniveau sei gänzlich unabhängig von hinzugegebenen Giftstoffen. In der Nähe von Punkt A reagiert das Vitalitätsniveau allerdings äußerst sensibel auf die Veränderungen der Giftstoffkonzentrationen: es sinkt

stark ab. Das Gewässer stellt sich auf einen neuen Zustand ein, es kippt um. Erschwerend kommt hinzu, dass sich ein Hystereseverhalten zeigt: Um das ursprüngliche Vitalitätsniveau wiederherzustellen, muss die Giftstoffkonzentration weit unter den Wert gebracht werden, bei dem das Gewässer ursprünglich umgekippt ist. Gleiche Einflüsse auf ein komplexes System bewirken also nicht immer die gleiche Reaktion des Systems, weil das komplexe System in manchen Bereichen robust, in anderen Bereichen sensibel auf Veränderungen reagiert. Schurz (2006) subsumiert diese Eigenart unter dem Begriff des Systemgesetzes. Er unterscheidet Systemgesetze von Naturgesetzen. Zwar basieren laut Schurz alle Systemgesetze auf Naturgesetzen, allerdings besitzen sie nicht deren Strenge, weil bei Systemgesetzen Ursache und Wirkung räumlich oder zeitlich weit voneinander getrennt auftreten können. Der Begriff Systemgesetz meint also, dass komplexe Systeme in gewissen Grenzen robust bzw. sensibel sind sowie zeitlich verzögert und räumlich entfernt ihre Wirkung entfalten können.

Wegen der Eigenheiten komplexer Systeme ist die Voraussagbarkeit des Systemzustands in Abhängigkeit von den Systemparametern eingeschränkt – aber wie Ebeling und Lanius (2000) erklären, lässt sich das Systemverhalten in gewissen Grenzen dennoch vorhersagen. Dies ist bereits an einigen der Phänomene gut zu erkennen, die im vorliegenden Kapitel bereits thematisiert wurden. Zwei Beispiele: Beim Gewässer ist nicht genau bekannt, bei welcher Konzentration das Gewässers umkippt, aber es kann trotzdem vorausgesagt werden, dass es bei fortlaufender Zugabe von Giftstoffen umkippen und das Vitalitätsniveau stark absinken wird. Das gleiche gilt auch für Strukturen an der Küste. Es lässt sich beispielsweise nicht exakt voraussagen, welches Sandkorn sich bei der Bildung von Rippelstrukturen wohin verlagert. Aber es lässt sich vorhersagen, dass bei der Wechselwirkung von ausreichend schnellem Wasser mit granularer Materie geeigneter Korngröße ein Rippelmuster entsteht, das zwar nie genau gleich, aber zumindest ähnlich ist wie Rippelmuster an anderen Orten oder zu anderen Zeiten. Vorhersagen sind also immer noch möglich, nur in einer anderen Qualität.

Die Charakteristika und Gesetzmäßigkeiten komplexer Systeme werden von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern auch eingesetzt, um die Dynamik des Klimas besser zu entschlüsseln und so zukünftige klimatische Veränderungen antizipieren zu können (Jacobeit, 2007). Das Klima ist ein Paradebeispiel für ein komplexes System, denn zwar sind die grundsätzlichen Wechselwirkungen der Agenten bekannt, aber jene sind zu zahlreich, um absolut präzise Vorhersagen formulieren zu können. Auf einer bestimmten Ebene lassen sich durchaus Vorhersagen formulieren, z. B. die Abnahme der Temperatur im Winter, die Zunahme im Sommer oder das Auftreten von Taifunen in einem gewissen Zeitraum im asiatischen Raum. Genaue Vorhersagen über die Temperaturen sind allerdings nicht möglich, weil das Klimasystem zu komplex ist. Es ist von vielen nicht mehr linear zu modellierenden Wechselwirkungen geprägt; allen voran Kreisläufen sowie positiven und negativen Rückkopplungen. Das System Klima muss also in all seiner Komplexität in Gänze studiert werden. Daher wird heute auch interdisziplinär intensiv an den komplexen Wechselwirkungen im System Klima geforscht (Voss, 2010), um die

zukünftige Entwicklung des Klimas, vor allem im Hinblick auf menschliche Einflüsse, präziser vorhersagen zu können.

13.3.2.2.5 Selbstorganisation und Selbstähnlichkeit

Bisher wurde dargelegt, aus welchem Grund eine hohe und häufig kontraintuitive Dynamik in komplexen Systemen vorherrscht und dass sich Zustände einstellen, die in gewissen Grenzen robust gegenüber äußeren Einwirkungen sind. Zu diesen Zuständen zählen auch Strukturbildungen. Strukturen sind Systemzustände. Bisher ist allerdings die Frage unbeantwortet geblieben, wie diese Strukturen bzw. Systemzustände ohne einen gesteuerten Einfluss von außen hervorgebracht werden. Die Strukturbildungen kommen aus dem komplexen System selbst, ohne dass es dazu einen äußeren, steuernden Einfluss braucht. Ein steuernder Einfluss ist in den hier betrachteten Strukturbildungen an der Küste (Rippel, Dünen, Wellen etc.) ohnehin nicht vorhanden, weil es sich dabei um Strukturen in der unbelebten Natur handelt. Diesbezüglich sind keine Intelligenzen an der Erzeugung solcher Strukturen beteiligt. Damit stehen sie in Gegensatz zu jenen Strukturen, die durch tierisches Leben erzeugt werden (z. B. Bioturbationsstrukturen (Das, 2017)) und solchen, die bewusst durch den Menschen geschaffen werden (z. B. Bearbeitung der Küstenlinie zur Errichtung von Häfen).

Strukturen in der unbelebten Natur entstehen, weil es beim Zusammenwirken der Systemagenten zu einem Prozess kommt, der Selbstorganisation genannt wird (Mahnke, Schmelzer & Röpke, 1992; Feistel & Ebeling, 2011; Haken, 1983). Komplexe Systeme organisieren sich spontan aus sich selbst und aus der Strukturlosigkeit heraus und bilden so neue Eigenschaften und Strukturen aus. Damit ist die Emergenz komplexer Systeme auf Prozesse der Selbstorganisation zurückzuführen. Bei den Strukturbildungen handelt es sich um einen Ausdruck von Emergenz. Maßgeblich für Prozesse der Selbstorganisation sind die Charakteristika, die bereits dargelegt wurden – allen voran Dynamik und Nichtlinearität: In komplexen Systemen herrscht angetrieben durch die Ferne vom thermodynamischen Gleichgewicht eine so hohe Dynamik vor, dass Systemagenten immer wieder den Ausgangszustand des Systems verlassen und andere Zustände annehmen. Die Systemparameter fluktuieren. Die bei diesen Fluktuationen tangierten Zustände sind jedoch in den meisten Fällen nicht stabil und die Agenten fallen wieder in den Ausgangszustand zurück. Der Ausgangszustand ist also ein Attraktor, sodass Veränderungen im System gewissermaßen gedämpft werden (Schurz, 2006). Mitunter werden aber durch die hohe Dynamik auch Zustände erreicht, die in der Lage sind, sich selbst zu verstärken, also das Verhalten von anderen Systemagenten beeinflussen können. In diesem Fall werden Veränderungen nicht mehr gedämpft und das System geht in einen neuen Zustand über. Haken (1983) spricht diesbezüglich drastisch von einem Versklavungsprinzip: Die zufällige Parameterveränderung bei bestimmten Agenten bewirkt, dass andere Agenten in dieselbe Parameterveränderung gezwungen werden, sodass sich kollektives Verhalten herausbildet. Prigogine (1978) zeigte, dass sich der Einfluss einer Fluktuation anhand der folgenden Gleichung 2. Ordnung beschreiben lässt:

$$S = S_0 + \delta S + \frac{1}{2} \delta^2 S \quad (73)$$

Hierbei stellt S die momentane Entropie des Systems dar, S_0 steht für die maximale Entropie im thermodynamischen Gleichgewicht. Die Fluktuationen werden mit δ bezeichnet. Im stabilen Zustand ist der Term 1. Ordnung wegen der Maximierung der Entropie gleich null. Damit hängt die Differenz zwischen der momentanen Entropie und der maximalen Entropie nur noch vom Term 2. Ordnung ab. Dabei handelt es sich um die sogenannte Exzessentropie (Prigogine, 1978; Schurz, 2006; Olah, 2011). Die Exzessentropie ist stets negativ und wird im stabilen Zustand maximal null. Sie kann nicht größer als null werden, weil es sich bei der maximalen Entropie um S_0 handelt. Damit lässt sich durch die Betrachtung der zeitlichen Veränderung der Exzessentropie beschreiben, ob es sich beim momentanen Systemzustand um einen stabilen Zustand handelt oder nicht. Sie fungiert als Stabilitätskriterium (Olah, 2011): Wird ein System durch Fluktuationen aus einem Ausgangszustand entfernt und werden die Fluktuationen dabei insofern gedämpft, als das System wieder in den ursprünglichen Zustand zurückfällt, dann ist der Ausgangszustand stabil. Die zugehörige zeitliche Veränderung der Exzessentropie ist in diesem Fall größer als null, weil sie ausgehend von einem negativen Wert anwächst und, wie gefordert, im stabilen Zustand null erreicht. Für stabile Zustände gilt somit nach Schurz (2006):

$$\frac{d(\delta^2 S)}{dt} > 0 \quad (74)$$

Liegt allerdings ein Ausgangszustand vor, bei dem die Fluktuationen nicht ausreichend gedämpft werden, dann wachsen sie immer weiter an und das System kehrt nicht mehr in den ursprünglichen Zustand zurück. Er ist instabil. Folglich ist die zeitliche Veränderung der Exzessentropie kleiner als null. Denn sie wächst ins Negative. Nach Schurz (2006) gilt:

$$\frac{d(\delta^2 S)}{dt} < 0 \quad (75)$$

Diese instabilen Zustände sind Keime für Zustandsveränderungen. Werden sie im Zuge von statistischen Fluktuationen der Systemparameter erreicht, kommt es zur Selbstorganisation und somit zur Bildung von Strukturen, denn es handelt sich um Zustände, die in der Lage sind, sich selbst zu verstärken und somit das Verhalten von anderen Systemagenten zu beeinflussen. Die Selbstverstärkung, die auch als positive Rückkopplung bezeichnet wird, ist für die Selbstorganisation eines komplexen Systems und damit für die Bildung von Strukturen entscheidend (Heylighen, 2001). Ein selbstverstärkender Zustand meint, dass die Einnahme jenes Zustands die Wahrscheinlichkeit dafür vergrößert, dass auch andere Systemagenten diesen Zustand einnehmen. Das ist, was Haken (1983) als Versklavungsprinzip versteht. Weil hierdurch immer mehr Systemagenten den besagten Zustand einnehmen, wird von einer Selbstverstärkung gesprochen. Eine zufällige Dynamik kann also durchaus in einen Zustand münden, der mit der Zufälligkeit im System

bricht. Prigogine (1978) sieht demnach Fluktuationen und die hierdurch ausgelöste Bildung von Strukturen in einem sehr engen Zusammenhang. Es ist also ohne einen äußeren und steuernden Einfluss von Intelligenzen möglich, dass ein komplexes System sich spontan selbst verstärken, kollektiv verhalten und sich somit organisiert vom Ausgangszustand wegbewegen kann.

Selbstverstärkung allein reicht allerdings noch nicht, um Selbstorganisationsprozesse zu entschlüsseln. Denn sie allein würde dazu führen, dass sich am Ende sämtliche Parameter eines Systems in gleicher Weise verhalten. Das ist bei der Bildung von Strukturen allerdings nicht der Fall; es bilden sich Unterschiede heraus, die von einer zeitlichen oder räumlichen Periodizität zeugen. Ab einem bestimmten Grad der Selbstverstärkung wird also wieder ein stabiler Zustand eingenommen. Hierzu ist der Übergang zu einer negativen Rückkopplung nötig (Heylighen, 2001). Selbstverstärkung ist somit eine notwendige, aber keine hinreichende Bedingung für die Strukturbildung. Bei einer Selbstorganisation tritt zur Selbstverstärkung noch der entsprechende Gegenpart, die Hemmung bzw. Dämpfung (negative Rückkopplung), hinzu. Zur Bildung von Strukturen kommt es auf das Zusammenspiel von Verstärkung und Hemmung an, also dem Zusammenspiel von stabilen und instabilen Systemzuständen: Ist ein bestimmter Grad der Selbstverstärkung erreicht, dann hört sie auf und an ihre Stelle tritt eine Hemmung. Sie verhindert, dass weitere Systemagenten den besagten Zustand einnehmen. Dadurch schachtelt sich insgesamt ein ganz bestimmter stabiler Zustand, eine Struktur, ein. Damit hat sich im komplexen System ohne äußere oder gesteuerte Einflüsse durch eine zunächst rein zufällige Dynamik eine Struktur aus der Strukturlosigkeit herausgebildet. Die zeitliche Veränderung der Exzessentropie hilft dabei, diese Teilprozesse der Selbstorganisation – positive und negative Rückkopplungen – zu beschreiben.

Ein experimentelles Beispiel für den Prozess der Selbstorganisation ist ein Aufbau, der von Böhmer (2001) erdacht und von Kittel (2015) erweitert wurde. Ein Zylinder, der oben geöffnet ist, ist auf einer Rüttelmaschine befestigt, deren Rüttelfrequenz sich beliebig einstellen lässt. Im Zylinder befindet sich am Boden eine Y-förmige Trennwand, die im Inneren drei getrennte Bereiche schafft. Wichtig ist, dass die Höhe der Trennwand kleiner ist als die Höhe des Zylinders. In alle drei der durch die Trennwand geschaffenen Bereiche wird die gleiche Anzahl von kleinen Plastikkugeln eingefüllt. Anschließend wird der Zylinder mit einem Deckel geschlossen. Sobald die Rüttelmaschine eine bestimmte Grenzfrequenz überschreitet, beginnen sich sämtliche Kugeln in einem der beiden Behälterteile zu sammeln oder sich auf zwei Bereiche im Zylinder zu verteilen. In welchen Teil sich die Kugeln sammeln, lässt sich nicht vorhersagen. Bevor die Grenzfrequenz erreicht wird, passiert nichts, denn die Kugeln verfügen nicht über genügend Bewegungsenergie die Trennwand zu passieren. Aber auch eine zu hohe Schüttelfrequenz führt nicht zu einer Ansammlung von Kugeln in einem oder in zwei Behälterteilen, weil alle Kugeln über so viel Bewegungsenergie verfügen, dass sie sich im gesamten Behälter aufhalten können. Die Kugeln verhalten sich in dem Fall wie ein granulares Gas. Nur in einem bestimmten

Frequenzbereich beginnen sich die Kugeln in einem oder in zwei Behälterteilen zu sammeln. Nur dann kommt es zu einer Selbstorganisation, die sich wie folgt erklärt.

Stoßen die Kugeln miteinander, so wird Energie dissipiert und ihre durchschnittliche Bewegungsenergie sinkt. Wären in allen Behälterteilen während des Rüttelns stets exakt die gleiche Anzahl von Kugeln, wäre die Dissipation und damit die durchschnittliche Bewegungsenergie der Kugeln in allen Behälterteilen gleich. Allerdings befinden sich bei der Rüttelbewegung durch zufällige statistische Fluktuationen nicht in allen Behälterteilen immer exakt die gleiche Anzahl von Kugeln. Entsprechend ist die Dissipationsrate in den drei Behälterteilen unterschiedlich: Im Behälterteil mit zufälligerweise mehr Kugeln ist die Dissipation größer und die durchschnittliche Bewegungsenergie pro Kugel kleiner. Sinkt die Bewegungsenergie, dann wird auch die Wahrscheinlichkeit kleiner, dass Kugeln die Trennwand passieren können. Die Wahrscheinlichkeit, dass Kugeln aus einem volleren Behälterteil hinauskommen, wird also mit zunehmender Kugelanzahl immer geringer. Umgekehrt ist die Dissipation in einem leereren Behälterteil wegen der geringeren Stoßfrequenz kleiner, die durchschnittliche Bewegungsenergie der dortigen Kugeln also größer. Hier steigt die Wahrscheinlichkeit, dass Kugeln eines leereren Behälterteils die Trennwand passieren und in den volleren übergehen. Der Übergang der Kugeln in einen Behälterteil wird also durch die unterschiedlichen Dissipationsraten ermöglicht, die wiederum immer weiter auseinanderdriften, je mehr Kugeln sich in anderen Behälterteilen sammeln. Darin liegt eine Selbstverstärkung begründet. Der Prozess endet, wenn durch die Ansammlung der Kugeln die Dissipation so groß geworden ist, dass die Kugeln nicht mehr über genügend Bewegungsenergie verfügen, um die Trennwand zu passieren. Die Höhe der Trennwand und der Grad der Dissipation stellen somit hemmende Faktoren dar.

Die statistischen Fluktuationen in Form der Kugelmengenschwankungen sind als der Keim der Selbstorganisation anzusehen, weil dadurch Prozesse der Selbstverstärkung und schließlich der Hemmung induziert werden. Weil es sich um zufällige Fluktuationen handelt, lässt sich deshalb auch nicht vorhersagen, ob sich schließlich alle Kugeln in einem oder in zwei Behälterteilen sammeln werden. Außerdem erklärt sich die Notwendigkeit einer mittleren Schüttelfrequenz für das Auslösen der Selbstorganisation dadurch, dass die Stöße zwischen den Kugeln zu einem Verlust der Bewegungsenergie in einem Maß führen müssen, dass einige Kugeln nicht mehr über genügend Bewegungsenergie verfügen, um die Trennwand zu passieren. Bei einer sehr hohen Schüttelfrequenz ist diese Bedingung nicht gegeben, denn zwar kommt es auch hier zur Dissipation, aber die Bewegungsenergien aller Kugeln liegen bei einer sehr hohen Schüttelfrequenz so hoch, dass auch die nach den Stößen noch verbleibende Bewegungsenergie der Kugeln voll und ganz ausreicht, um die Trennwand in alle Richtungen zu passieren.

Bisweilen zeigt sich noch eine weitere Eigenschaft, die mit der Selbstorganisation einhergeht: Nachdem das Wasser im Wattenmeer bei Ebbe abgeflossen ist, dominieren ausgedehnte Prielnetzwerke. Vor allem jene im Jadebusen lassen sich auf Satellitendaten aus dem Internet sehr gut erkennen. Sie zeigen eine Eigenschaft, die für viele selbstorgani-

sierte Strukturbildungen charakteristisch ist. Zoomt man ausgehend von großem Abstand immer weiter in die Prielstrukturen hinein, so ist zu erkennen, dass von großen Rinnen kleinere abgehen und von diesen wiederum noch kleinere. Auf kleineren Größenskalen sieht die Struktur also so ähnlich aus wie auf höheren Größenskalen. Diese Eigenschaft wird als Skaleninvarianz bezeichnet. Sie führt zu einer sogenannten Selbstähnlichkeit der Strukturen, die als Fraktale bezeichnet werden. Selbstähnlichkeit ist eine Eigenschaft von vielen natürlichen Strukturen. Skaleninvarianz findet sich bei Farnen, Bäumen, Romanescos und sogar bei den Blitzen, die während eines Gewitters zum Boden hindurchschlagen. Alle zeigen auf verschiedenen Größenskalen eine ähnliche Struktur. Li und Xia (vgl. 2003, S. 190) führen Feder (1988), Mandelbrot und Wallis (1995), Malinverno (1995) sowie Shabalova und Können (1995) an und erklären, dass dynamische Prozesse in Flüssen, in der Atmosphäre oder im Meer skaleninvariant seien und damit zur Selbstähnlichkeit tendieren. Für Murray (2007) handelt es sich bei der Selbstähnlichkeit um einen phänomenologischen Ausdruck von Emergenz. Und auch Thurner, Hanel, Klimek (2018) zählen die Selbstähnlichkeit zu einem wesentlichen Charakteristikum von komplexen Systemen.

13.3.2.3 Selbstorganisation und Selbstähnlichkeit in der Küstenregion

Vorliegendes Kapitel knüpft thematisch direkt an das vorige an, verfügt aber insofern über ein Alleinstellungsmerkmal, als die grundsätzlichen Überlegungen zu den Prinzipien der Selbstorganisation nun ganz konkret auf den Kontext der Küstenregion bezogen werden. Es wird anhand von Literatur zu verschiedenen Phänomenen gezeigt, dass sich das Prinzip der Selbstorganisation, das wiederum auf dem Wechselspiel zwischen Selbstverstärkung und Hemmung beruht, zur Entschlüsselung der sehr vielgestaltigen Strukturbildungen im Küsten- und Meeresraum eignet. Das Prinzip der Selbstorganisation stellt auf einer bestimmten Ebene eine Schnittmenge zwischen den unterschiedlichen Phänomenen dar. Es sei angemerkt, dass in den meisten Fällen die generellen Entstehungsmechanismen der nachfolgenden Phänomene auf qualitativer Ebene bekannt sind. Sie sind Grundlage der nachfolgenden Darlegungen. Allerdings wird zu vielen dieser Erscheinungen noch immer intensiv Forschung betrieben, weil noch nicht sämtliche Teilprozesse im Detail verstanden sind und daher noch nicht quantitativ modelliert werden können.

13.3.2.3.1 Bildung von Rippeln

Genau wie beim Versuch mit den Kugeln im Zylinder spielt bei der Bildung von Rippeln ein mittleres Maß an der Entstehung beteiligter Systemparameter – hier: die Sandkorngröße – eine entscheidende Rolle. Deren Größe legt fest, welcher Transportprozess vorherrscht. Sehr kleine Sandkörner unterliegen einer Suspensionsbewegung, denn sie sind leicht, verhalten sich so, als seien sie in der Luft gelöst und bewegen sich daher über weite Strecken. Besonders große Sandkörner werden von der Luft oder vom Wasser nicht mehr angehoben, denn sie haben eine zu große Masse. Sie bewegen sich kriechend über den Boden, was als Reptation (vgl. Zepp, 2014, S. 179) bezeichnet wird. Beide sind für die Entstehung von Rippeln nicht maßgeblich. Sandkörner mittlerer Größe allerdings schon, denn sie bewegen sich springend und daher mit anderen Sandkörnern stoßend über den

Boden (Saltation). Nach Anderson (1990) ist die durch diese Bewegung induzierte Bildung von Rippeln als Selbstorganisation zu deuten.

Wie von Nordmeier (2006) beschrieben, stoßen die springenden Sandkörnern beim Aufschlag auf den Boden andere Sandkörner heraus, die dann wiederum weitergeschleudert werden, was als Splash (Hahn, 2018) bezeichnet wird. Bildet sich hierbei aufgrund statistischer Fluktuationen an einem Ort zufällig eine kleine Erhebung, dann ist die Wahrscheinlichkeit für Stöße mit dieser herausgehobenen Anhäufung höher als mit dem glatten Boden. Entsprechend kommt es durch die höhere Stoßfrequenz zu mehr Dissipation und damit zu einer Verringerung der mittleren Geschwindigkeit dortiger Sandkörner. Sie bleiben also gewissermaßen an der zufällig entstandenen Anhäufung hängen, wodurch jene wächst und die Wahrscheinlichkeit steigt, dass sich dort weitere Körner anlagern (Nordmeier, 2006). Damit wächst die windzugewandte Seite der Rippel (Luvseite) an und der Übergang zur Leeseite wird immer steiler. Dies ist als selbstverstärkender Prozess zu interpretieren (positive Rückkopplung). Die zufälligen Erhebungen aufgrund statistischer Fluktuationen bilden daher den Keim für die Strukturbildung. Wächst die Anhäufung, wird allerdings auch die sie erzeugende Strömung beeinflusst. Sie wird zunehmend turbulent: Wirbel bilden sich hinter den Anhäufungen und bewirken eine dortige Vertiefung (Kampa, 2010; vgl. Ayrton, 1910, S. 289). Sandkörner, die in die Vertiefung gelangen, werden durch den Wirbel wieder fortbewegt. Im Wirbelgebiet kann daher keine erneute Anhäufung entstehen und eine durchgehende Anhäufung wächst nur normal zur Strömungsrichtung. In Strömungsrichtung ist eine erneute Anhäufung erst möglich, wenn Sandkörner in einen Bereich gelangen, der nicht mehr vom Wirbel erfasst wird. Sandkörner müssen hierfür den Bereich hinter dem Wirbel erreichen, was manchen Körnern gelingt, da sie sich ausgehend von den bisher gebildeten Anhäufungen springend fortbewegen. Körner, die hierbei ins Wirbelgebiet gelangen, werden wieder abgetragen; hier passiert nichts. Nur Körner, die beim Sprung hinter den Wirbel gelangen, bilden wieder einen Keim für eine erneute Anhäufung. Das erklärt den definierten Abstand zwischen den einzelnen Anhäufungen eines Rippelmusters.

Und auch in der Höhe ist die Ausdehnung der Sandstruktur beschränkt, denn die Ansammlung von Sandkörnern wird beim Wachsen immer steiler. Ist ein kritischer Winkel erreicht, vermag die Reibung zwischen den Sandkörnern nicht mehr zu verhindern, dass die Körner durch die Erdanziehungskraft hinunterrollen bzw. hinunterrutschen (Dittes, 2012; Schlichting & Nordmeier, 1996). Ist eine maximale Steilheit der Anhäufung überschritten, dann rutschen die Sandkörner lawinenartig die Leeseite herunter. Damit verschiebt sich die Sandanhäufung leicht in Strömungsrichtung. Anschließend beginnt der Prozess des Anwachsens erneut, bis wieder ein kritischer Winkel erreicht ist. Die Anhäufung fluktuiert also durch das Wechselspiel von Anwachsen und Abrutschen um eine definierte Größe. Der erreichbare Winkel ist von der Form der Sandkörner abhängig, weil jene bestimmt, wie stark sich die Körner untereinander verhaken und somit der Schwerkraft trotzen können (Dittes, 2012). Kommt die Strömung stets nur von einer Seite, dann rollen die Sandkörner bei Erreichen des kritischen Winkels immer wieder an derselben

Seite der Anhäufung hinunter. Aus diesem Grund bewegen sich die Rippel ständig in Strömungsrichtung – sie wandern. Im Falle von Oszillationsrippeln, wenn also die Strömung abwechselnd von beiden Seiten kommt, hält sich das Hinunterrollen in beide Richtungen die Waage und die Rippel wandern nicht. In beiden Fällen zeigt sich, dass Rippel dynamische Strukturen sind, weil sie einem ständigen Auf- und Abbau unterworfen sind (Nordmeier, 2006). Das Abrutschen der Sandkörner und auch die sich bildenden Wirbel sind als Hemmungen, also als negative Rückkopplungen zu interpretieren, weil die negativen Rückkopplungen erst durch sich bildende Anhäufungen entstehen und dabei das weitere Anwachsen der Anhäufungen verhindern. Das Zusammenspiel von Selbstverstärkung und Selbstbeschränkung (Hemmung) zeigt hierbei, dass es sich bei Rippeln um Strukturen handelt, die, wie von Anderson (1990) beschrieben, selbstorganisiert sind.

13.3.2.3.2 Bildung von Dünen

Diese Strukturbildung entsteht ähnlich wie die beschriebenen Rippelmuster. Allerdings gibt es einige kleinere Unterschiede, welche die Andersartigkeit der Struktur im Vergleich mit Rippelmustern begründen. Für die Dünenbildung ist die Saltation zwar ebenfalls entscheidend, in diesem Fall müssen allerdings so große Windgeschwindigkeiten vorliegen, dass die Sandkörner bei der Saltation nach einem Splash nicht direkt liegenbleiben und dort zu kleineren Anhäufungen, den Rippeln, anwachsen (Herrmann, 2005). Herrmann (2005) beschreibt, dass sich bei der Dünenbildung das Springen mehrfach kaskadisch fortsetzt: Ein springendes Sandkorn bringt beim Aufschlag seinerseits mehrere Sandkörner zum Springen, die bei ihrem Aufschlag ihrerseits jeweils noch mehr Sandkörner in die Luft schleudern. Es kommt also auch hier zu einem selbstverstärkenden Prozess. Je mehr Sandkörner allerdings von der bewegten Luft springend transportiert werden, desto mehr Bewegungsenergie des Windes wird nach Herrmann (2005) auf die Sandkörner übertragen. Folglich wird die Strömungsgeschwindigkeit des Windes in einem Gebiet mit vielen springenden Sandkörnern geringer. Deshalb schwächt sich die Windgeschwindigkeit an einem solchen Ort irgendwann so weit ab, dass die Bewegungsenergie nicht mehr ausreicht, um eine noch größere Anzahl von Sandkörnern per Saltation zu transportieren. Hier gibt es also eine Beschränkung. An einem solchen Ort ist nach Herrmann (2005) die Aufenthaltswahrscheinlichkeit der Sandkörner am größten. Dieser Prozess ist als Hemmung zu verstehen, sodass sich der Sandfluss durch das Wechselspiel von Verstärkung und Hemmung auf ein bestimmtes Maß einstellt. Beim Rest verhält es sich sehr ähnlich wie bei den Rippeln: Auch hier ist die Steilheit der Dünen durch einen kritischen Winkel der Sandanhäufung (Dittes, 2012) beschränkt. Folglich fluktuieren die Dünen durch das Wechselspiel von Anwachsen und Abrutschen um eine ganz bestimmte Steilheit. Bei gleichbleibender Strömung aus einer Richtung tritt das Abrutschen immer wieder an derselben Seite auf, sodass eine Wanderdüne vorliegt (Nordmeier, 2006). Darüber hinaus führt die Anhäufung zur Beeinflussung des Windes: Es bilden sich hinter der Anhäufung Wirbel aus, die eine Düne zu einer „aus Sand gebaute[n] Falle für Sand“ (Herrmann, 2005, S. 3) machen. Gleichsam sorgt die Windabschattung dafür, dass erst in einem gewissen Abstand von einer Düne eine erneute Anhäufung anwächst. Diese Prozesse der Verstärkung und Hemmung machen insgesamt deutlich, dass es sich auch bei

Dünen um selbstorganisierte Strukturbildungen handelt, sie sich mittels positiver und negativer Rückkopplung entschlüsseln lässt.

Neben statistischen Fluktuationen der Sandkornverteilung entstehen Dünen auch, wenn sich Hindernisse im Sand befinden (Tack & Robin, 2003; Pye & Tsoar, 2009). Diese fungieren dann als Keim für die Strukturbildung, weil Sandkörnern mit höherer Wahrscheinlichkeit mit dem Hindernis stoßen als mit dem glatten Sandboden. Folglich ist die Dissipation um das Hindernis herum größer und die mittlere Bewegungsenergie der Sandkörner kleiner, was die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass sich Sandkörner im Bereich des Hindernisses anlagern. Dadurch kommt es zu einer Selbstverstärkung der Anlagerung und sie wächst (Nordmeier, 2006). In einem kleinen Versuch lässt sich dies sehr gut nachvollziehen. Es ist lediglich eine kleine Muschelschale nötig, die in einem Gefäß in den glatten Sandboden gesteckt wird. Mithilfe eines Föns wird der Sand im Gefäß anschließend in Bewegung versetzt, um Wind zu simulieren. Nach einiger Zeit bildet sich um die Schale der Muschel herum eine Sandanhäufung, die zusehends anwächst. An der Küste bildet häufig der Strandhafer den Keim für eine Dünenbildung, weil Sandkörner mit den Gräsern stoßen, Energie dissipiert und die Körner sich anlagern: „The grass clumps slow the wind and trap blowing sand grains, which build up higher and higher into dunes. Thus *Ammophila breviligulata* not only holds dunes together, but actually gives birth to them as well” (Cullina, 2008, S. 125). Dass es sich bei Dünen und Rippeln ferner um selbstähnliche Strukturen handelt, zeigen viele Bilder aus Wüstengebieten: Dort ist zu erkennen, dass sich auf großen Dünen wiederum Rippel bilden. Die Dünen verfügen daher häufig über eine geriffelte Oberfläche.

13.3.2.3.3 Bildung von Wasserwellen

Das an die Küste heranwogende Wasser vollzieht seine Wellenbewegung wegen der Wechselwirkung mit der Luft, die über das Meer strömt. Vielfach steht beschrieben, die Reibung des Windes sei für die Entstehung von Wasserwellen maßgeblich. Dass es dabei ausgerechnet zu der bekannten Wellenstruktur kommt, ist abermals Resultat einer Selbstorganisation. Besthorn (2006) erklärt, dass bei der Bildung von Wellen zunächst entscheidend sei, dass zwei Schichten fließbarer Medien existieren, die sich durch unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeiten auszeichnen. Dies ist beim Beispiel einer Wasserwelle der Fall, denn die Luft (Schicht 1) bewegt sich mit einer höheren Geschwindigkeit als das Meerwasser (Schicht 2). Der Keim für die Bildung von Wellenstrukturen ist hier ebenfalls eine statistische Fluktuation: Ab und zu gerät zufällig etwas Wasser nach oben und dringt so in die Luftschicht ein. In jener herrscht ein geringerer Druck, weil eine höhere Strömungsgeschwindigkeit nach dem Gesetz von Bernoulli mit einem niedrigeren Druck einhergeht (Besthorn, 2006): Wegen des niedrigeren Drucks bewegt sich das Wasser weiter nach oben in die Luftschicht hinein und zieht zusätzliches Wasser mit sich. Weil in der Luftschicht eine höhere Strömungsgeschwindigkeit herrscht, wird das Wasser zusätzlich horizontal abgelenkt. So entsteht insgesamt die bekannte Bogenform der Wellen. Eine ursprüngliche statistische Fluktuation in Form von etwas Wasser, das in die Luftschicht eindringt, wächst also zu einer Welle an. Wie auch Smyth und Moum (2012)

sowie Hargreaves (2003) erklären, liegt hinsichtlich der Entstehung von Wellen eine Selbstverstärkung vor. Der entstandene Bogen sorgt zudem für eine Windabschattung, sodass statistische Fluktuationen direkt hinter dem entstandenen Wasserbogen keine Selbstverstärkung mehr erfahren und daher nicht anwachsen können. Erst in einem gewissen Abstand ist ein erneutes Anwachsen möglich, was den definierten Abstand zwischen den Wellenkämmen erklärt. Die sich bildende Welle vermag jedoch nicht ins Unermessliche zu wachsen. Ab einer bestimmten Ausdehnung sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung bricht die Welle (Zanke, 2002; Smyth & Moum, 2012). Dies ist als Hemmung zu deuten, die das Wachstum beschränkt und im Zusammenspiel mit der Selbstverstärkung die Selbstorganisation begründet, die zu der bekannten, dynamischen Wellenstruktur im Meer führt. Das Anwachsen der statistischen Fluktuationen bis hin zu den Wellenformen wird als Kelvin-Helmholtz-Instabilität (Besthorn, 2006; Smyth & Moum, 2012) bezeichnet.

13.3.2.3.4 Bildung von wellenhaften Wolkenstrukturen

Bekannt ist der Begriff der Kelvin-Helmholtz-Instabilität vor allem für Strukturen in den Wolken: den Kelvin-Helmholtz-Wolken (Besthorn, 2006; Smyth & Moum, 2012). Hierbei handelt es sich um Wolkengebilde, welche die Form mehrerer, hintereinander angeordneter Wellen besitzen. Sie entstehen nach denselben selbstorganisierenden Prinzipien (Fluktuation, Verstärkung und Hemmung) wie die Wasserwellen im Meer. Es sind jedoch hinsichtlich der Rahmenbedingung einige kleinere Unterschiede zu beachten: In diesem Fall liegt nur ein Medium (Luft) vor. Allerdings sind auch hier zwei verschiedene Schichten vorhanden, die sich durch zwei unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeiten auszeichnen (Besthorn, 2006; Hargreaves, 2003). Der Übergang von der langsameren Luftschicht in die schnellere Schicht entspricht, wie bereits geschildert, einem Übergang von einem Hoch- in ein Tiefdruckgebiet (Besthorn, 2006). Durch die Druckänderung kommt es beim Eindringen der unteren in die obere Luftschicht mitunter zur Kondensation des in der Luft befindlichen Wasserdampfs. Die Kondensation des Wasserdampfs wird in Form einer Wolke sichtbar (Khvorostyanov & Curry, 2014). Erst durch diese Wolkenbildung wird die selbstorganisierte, wellenhafte Struktur wahrnehmbar, die wegen der gut erkennbaren und interessanten Form als Kelvin-Helmholtz-Wolkenformation größere Bekanntheit erlangt hat.

13.3.2.3.5 Bildung von Flussnetzwerken

Läuft das Wasser im Wattenmeer bei Ebbe ab, dann bleibt nicht etwa eine glatte Sandoberfläche zurück, sondern es bildet sich ein zerklüftetes Gebiet, das aus vielen Wasserriegen, den Prielen, besteht (Petersen & Pott, 2005). Diese zeigen eine interessante Hierarchie: Von größeren Wasserarmen gehen seitlich kleinere Nebenarme ab. Von letzteren gehen ebenfalls wiederum noch kleinere Nebenarme ab. Dies setzt sich auf mehreren Ebenen fort (Nordmeier, Zeiger & Schlichting, 1999). Insgesamt verfügt das Wattenmeer nach dem Abfließen des Wassers über die Struktur eines Fraktals; es zeigen sich Selbstähnlichkeiten. Ähnliche fraktale, selbstähnliche Gebilde finden sich in der Natur an sehr vielen Stellen in ganz unterschiedlichen Kontexten: Bäume, die Blitze eines Gewitters,

die Gefäße im Körper, Schneeflocken, manche Wolken sowie ein Romanesco weisen alle fraktale Strukturen auf, die aus dem Alltag bekannt sind (Buchanan, 2017, Schlichting, 1992; Schlichting, Nordmeier & Buttkus, 1993). Sie alle sind das Produkt von Selbstorganisationsprozessen. In Bezug auf die interessierenden Flussnetzwerke bilden sich durch Selbstorganisation sogenannte Deltastrukturen aus. Sehr bekannte Vertreter sind das Amazonas- und das Nildelta. Galloway (1975) unterscheidet, je nachdem welcher Prozess zu ihrer Entstehung entscheidend beiträgt, drei Typen von Deltastrukturen: Das sind Deltastrukturen, die vornehmlich durch Flussströmungen erzeugt werden, jene, die vornehmlich durch Wellengang gebildet werden und schließlich solche, die aufgrund der Gezeitenwirkung entstanden sind. Im Wattenmeer spielt letztere Ursache für die Bildung von Flussnetzwerken die wichtigste Rolle. Fagherazzi (2008) versteht die durch Gezeiten erzeugten Deltastrukturen explizit als Resultat einer Selbstorganisation.

“In tidal deltas the formation of new channels by avulsion (positive feedback) and elimination of channels with low discharge (negative feedback) gives rise to a channel selection that spontaneously increases the organization and complexity of the delta, with more and more branches selectively added to the system, in a self-organized process.” (Fagherazzi, 2008, S. 18692)

Der entscheidende Prozess ist die sogenannte Avulsion. Hierbei handelt es sich um die Bildung eines Nebenarmes, der sich ausgehend vom Hauptarm des Flusses bildet. Jones und Schumm (vgl. 1999, S. 173) führen eine ganze Reihe von Ursachen auf, die zu einer Avulsion führen können: So sei es möglich, dass das Wasser sich wegen der Geomorphologie an einem Ort aufteilt, weil es im neuen Arm einem stärkeren Gefälle ausgesetzt ist als im alten Hauptarm. Ferner vermögen äußere Prozesse wie Stürme, starker Wellengang oder Anomalien in den Gezeitenströmungen (vgl. Fagherazzi, 2008, S. 18692) ebenfalls zu einer Avulsion zu führen. Insgesamt zeigt sich somit, dass bereits kleine Störungen – welche Ursache sie auch immer haben mögen – dazu führen, dass sich ein neuer Nebenarm bildet. Dieses Grundprinzip wird am Beispiel des viskosen Verästelns zweier unterschiedlicher Flüssigkeiten ebenfalls von Schlichting (1993) beschrieben. Er erklärt, dass zwei Flüssigkeiten unterschiedlicher Viskosität ineinander eindringen und eine fraktale Struktur bilden, weil in den Flüssigkeiten immer wieder Störstellen vorhanden sind, in welche die jeweils andere Flüssigkeit durch Bildung eines Nebenarms einzudringen vermag. Genau wie beim Flussnetzwerk liegt also eine Selbstverstärkung vor, denn eine Avulsion führt zur Entstehung eines Nebenarms, von dem mittels weiterer Avulsionen weitere Nebenarme abgehen.

Die Entstehung von immer weiteren Ebenen mit neuen Nebenarmen ist allerdings beschränkt. Denn wie Fagherazzi (2008) erklärt, steigen durch deren Bildung die eingenommene Fläche und damit das Volumen des Wassertransport stark an. Nach dem Kontinuitätsprinzip (Böge, 2006) wird dadurch die Strömungsgeschwindigkeit in den Armen verringert. Bei einer zu geringen Strömungsgeschwindigkeit ist der Arm jedoch nicht mehr in der Lage, das gelöste Sediment zu transportieren (s. Hjulström-Diagramm (Ahnert,

2009)). Er verlandet. Dies ist als Hemmung der Netzbildung zu interpretieren. Ferner können Hindernisse durch Vegetation oder anderweitig erzeugte Hindernisse nach dem gleichen Prinzip dazu führen, dass ein Arm weniger Sediment transportieren kann als vorher und daher verlandet. Letzteres kann auch schon dadurch eintreten, dass eine durch Erosion erzeugte Vertiefung des Hauptarmes zu einer Vergrößerung seines Volumens, damit zu einer Verringerung der Strömungsgeschwindigkeit und damit wiederum zu einer geringeren Transportkapazität für Sediment führt. Durch die Verlandung steigt die Strömung nach dem Kontinuitätsprinzip in den verbliebenen Armen wieder an, sodass der Fluss von Wasser und Sediment weiterhin erfolgt. Der Grad der Verästelung fluktuiert durch das Zusammenspiel der Entstehung neuer Arme und der dadurch induzierten Verlandung um einen definierten Wert. Aus diesem von Fagherazzi (2008) beschriebenen Wechselspiel ist zu erkennen, dass sich das System in einen Zustand selbstorganisierten Zustand einstellt, der dadurch gekennzeichnet ist, dass das Netzwerk kurz davorsteht zu verlanden:

“The 2 opposite mechanisms of channel formation by avulsion and channel abandonment drive the entire delta toward a critical state at which every channel is close to the silting threshold.” (Fagherazzi, 2008, S. 18692)

Die Verlandung des Netzwerks bei der Zunahme der Nebenarme ist im Simulationsmodell von Bak (vgl. 1996, S. 83) gut zu erkennen. Weil sich durch die Zunahme der Nebenarme ein Zustand einstellt, der kurz vor der Verlandung steht, verwendet der Autor zur Beschreibung der Struktur den Begriff selbstorganisierte Kritikalität (vgl. Bak, 1996, S. 31ff.).

13.3.2.3.6 Bildung von mäandrierenden Flüssen

Flüsse bewegen sich auf dem Weg ins Meer in Schleifen durch die Landschaft, was zunächst kontraintuitiv erscheint. Die bemerkenswerte Bewegung wird als mäandrierend bezeichnet, entsprechende Flüsse als Mäander. Auch in Küstennähe vollziehen die Flüsse und sogar Priele solche Schleifenbewegungen. Die Mäanderbewegung ist nach Stølum (1996) als Selbstorganisation zu deuten. Er erklärt die Bildung eines Mäanders wie folgt:

“Meandering is caused by the operation of two opposing processes [...] which are linked by a complex feedback that is partly under local geometrical control: lateral migration acts to increase sinuosity, whereas cutoffs (the formation of oxbow lakes) act to decrease it. Lateral migration results from bend erosion and deposition” (Stølum, 1996, S. 1710)

Zwei gegensätzliche Rückkopplungsprozesse spielen in seiner Erklärung eine Rolle. Seiner Ansicht nach werde von einer Seite des Flussbetts Material abgetragen (Erosion) und an der anderen Seite angelagert (Sedimentation). Dies begründet eine von den Seiten ausgehende Sandbewegung, die zu einer Vergrößerung der Sinuosität (Maß für den Grad der Schleifenkrümmung) (Bahlburg & Breitkreuz, 2018) führt. Weil sich durch die verstärkte

Schleifenbildung mit der Zeit Durchbrüche bilden, die Altarme hinterlassen und dazu führen, dass der Fluss anschließend wieder gerade verläuft, ist der Sinuosität des Mäanders eine Grenze gesetzt.

Die Erklärung von Stølum (1996) begründet jedoch noch nicht, aus welchem Grund in einem Fluss überhaupt eine seitliche Bewegung einsetzt, die das granulare Material von einer Seite des Flussbetts auf die andere transportiert. Außerdem bleibt noch im Dunkeln, weshalb der mäandrierende Fluss Bögen sowohl in die eine als auch in die andere Richtung schlägt. An dieser Stelle liefert Bröking (2006) ergänzende Einsichten. Er führt aus, dass die Strömung in einem Fluss nie vollständig geradlinig erfolgt. Kleinere Unebenheiten am Boden und an den Rändern des Flussbetts führen zu einer Ablenkung der geradlinigen Flussströmung. Aber auch in einem perfekt ebenen Flussbett setze wegen der Corioliskraft eine leichte seitliche Strömungsbewegung ein. Sowohl der Einfluss der Corioliskraft als auch mögliche Unebenheiten im Flussbett sind Keime für einen Selbstorganisationsprozess: Bei der seitlichen Strömungsbewegung werde, wie bei Stølum (1996) beschrieben, granulares Material von der Außenseite zur Innenseite des Flussbetts transportiert. Dieser Transport führe zu einer ersten Krümmung des Flusses. Hierdurch wird die Bewegung des Wassers noch stärker beeinflusst, die seitliche Strömungsbewegung wird noch stärker und es wird demnach noch mehr Material transportiert. Es handelt sich somit um eine Selbstverstärkung, in deren Zuge die Sinuosität des Mäanders zunimmt. Ferner erläutert Bröking (2006) ebenfalls, aus welchem Grund ein Fluss nicht immer weiter in dieselbe Richtung gebogen werde, sondern sich die Bögen abwechseln. Er nennt als Beschränkung die Schwerkraft. Denn wenn der Fluss immer weiter in dieselbe Richtung gebogen werde, so würde er ab einem bestimmten Krümmungsgrad wieder bergauf fließen. Dies sei jedoch wegen der wirkenden Erdanziehungskraft nicht möglich. Die Erklärungen von Bröking (2006) und Stølum (1996) zeigen daher insgesamt, dass es zwei hemmende Faktoren gibt: Zum einen die von Bröking genannte Schwerkraft, die den Grad der Krümmung in eine Richtung beschränkt und dazu führt, dass sich der Mäander abwechselnd in die eine und in die andere Richtung biegt. Zum anderen die von Stølum beschriebenen Durchbrüche, die auch bei der abwechselnden Schleifenbewegung den Grad der Sinuosität beschränkt und dafür sorgt, dass der Fluss nach einem Durchbruch zunächst wieder ein Stück weit gerade verläuft. Durch das Wechselspiel von Krümmung und Durchbrüchen fluktuiert die Sinuosität also um einen definierten Wert. Auch die Mäanderstrukturen lassen sich demnach durch eine Selbstorganisation entschlüsseln, die durch einen Ordnungskeim in Form einer erzwungenen seitlichen Strömungsbewegung einsetzt und schließlich in ein Wechselspiel von selbstverstärkenden und hemmenden dynamischen Prozessen mündet. Hierdurch stellt sich die Schleifenstruktur schließlich ein.

13.3.2.3.7 Bildung von Wolkenstraßen

Die manchmal zu beobachtenden regelmäßigen Wolkenformationen kommen durch eine Selbstorganisation zustande, die zusammen mit einer konvektiven Wärmeübertragung auftritt (Nordmeier & Schlichting, 2003). Ein berühmtes experimentelles Beispiel einer solchen Selbstorganisation ist die sogenannte Rayleigh-Bénard-Konvektion (Getling,

1998), auf die aber wegen der Fülle diesbezüglicher didaktischer Strukturierungen nicht direkt, sondern nur am Beispiel der Entstehung von Wolkenstraßen eingegangen wird. Für die Entstehung solcher Wolkenstrukturen ist die Anziehungskraft der Erde maßgeblich und in der Luft muss ein vertikaler Temperaturgradient vorhanden sein (Oertel jr., 2012). Letzterer entsteht, weil der Erdboden einfallende Sonneneinstrahlung stärker zu absorbieren vermag als die Atmosphäre. Bei der Absorption wird die Strahlungsenergie der Sonne in thermische Energie umgewandelt, sodass die Temperatur am Erdboden zügiger ansteigt als in der Atmosphäre (Nordmeier & Schlichting, 2003). Ein vertikaler Temperaturgradient bildet sich aus und führt zu Wärmetransportprozessen.

Ist der Temperaturgradient klein, dann findet ein konduktiver Wärmetransport statt, sodass die Luft in Ruhe bleibt (Jetschke, 1989). Da sich mit steigender Temperatur die Dichte der Luft zunehmend verringert, geht mit einem Temperaturgradienten auch ein Massendichtegradient einher, was bedeutet, dass die gleichen Volumina kalter und warmer Luft über unterschiedliche Gewichtskraft verfügen. Damit bestehen in der Luft Auftriebskräfte, welche die Luft in eine vertikale Bewegung versetzen (Oertel jr., 2012). Allerdings bleibt die entstandene Schichtung trotz vorherrschender Auftriebskräfte zunächst erhalten. Sie ist jedoch anfällig gegenüber Störungen: Kleinste Störungen, schon in der Form statistischer Fluktuationen in der unablässigen Teilchenbewegung, sorgen für einen Bruch der Schicht (Bodenschatz, Pesch & Ahlers, 2000; Jetschke, 1989). Warme Luft dringt in kältere Schichten ein und bewegt sich nach oben. Der analoge Prozess sorgt umgekehrt dafür, dass kältere Luft in eine wärmere Schicht eindringt und nach unten sinkt. In beiden Fällen hinterlassen die aufsteigende bzw. absteigende Luft am Ort des Bruchs durch ihren Wegtransport einen niedrigeren Druck, sodass Luft aus der Umgebung horizontal auf diesen Ort zuströmt und bei Erreichen ebenfalls eine Aufstiegs- bzw. Abstiegsbewegung ausführt (Oertel jr., 2012). Es handelt sich also um eine Selbstverstärkung, weil die anfänglichen statistischen Fluktuationen bewirken, dass immer mehr Luft aufsteigt bzw. absteigt und so der konduktive Wärmetransport von einem konvektiven überlagert wird: „One can say that the initial convective motion catalyzes more motion, or that the motion is self-amplifying” (DeAngelis, Post & Travis, 1986, S. 30).

Bemerkenswerterweise erfolgt die Konvektionsbewegung in Form von sich ausbildenden Zellen (Velarde & Normand, 1980), die der Luft eine Struktur verleihen. Diese haben meist die Form von Hexagonen oder Rollen. Sie sind das Resultat des Zusammenspiels der beschriebenen Selbstverstärkung mit hemmenden Faktoren (negative Rückkopplungen), die im System auftreten. Zu den negativen Rückkopplungen zählen nach DeAngelis, Post und Travis (1986) sowie Oertel jr. (2012) sowohl die Wärmeleitung als auch Dissipation im Inneren des Fluids. Beiderlei bewirkt, dass die Bewegungsenergie der Luftströmungen in thermische Energie umgewandelt wird.

“Ultimately the convective movement will reach some limiting flux, depending on the amount of energy dissipation caused by internal viscous drag and the energy loss due to radiation processes relative to the energy being supplied to the fluid

column. These negative feedbacks will balance the positive feedback and create a new steady state.” (DeAngelis, Post & Travis, 1986, S. 30)

Durch die Hemmung in Form von Dissipation wird also die Bewegungsintensität der Luftmassen verringert. Jäger (1996) gibt zu Protokoll, dass eine einzige, große Konvektionszelle über eine höhere Reibung verfüge als viele kleine Zellen. Entsprechend sei dort die Dissipation größer und die Bewegungsenergie der Luft würde in einer großen Zelle zügiger abnehmen als in separierten Zellen. Dass bei der Konvektion hexagonale Strukturen auftreten begründet Jäger (1996, S. 8) mit ihrer Form: „Es gewährleistet den gleichmäßigsten Abstand zwischen Mittelpunkt und Rand, bzw. es besitzt die größte Inhalt/Umfang-Relation“. Wegen der durch die Hexagone bedingten verringerten Reibung bleibt eine solche Form länger erhalten als andere. Sie ist demnach stabiler (weniger Dissipation) und folglich schlicht wahrscheinlicher als andere Formen bei der Bewegung und tritt daher dominierend auf. Dies unterstreichen auch Welsch, Schwab und Liebmann (2013), die den hexagonalen Strukturen eine höhere Stabilität zusprechen als anderen Formen.

„Zwar kann durch die chaotischen Teilchenbewegungen lokal zufällig eine hexagonale oder walzenförmige Konvektionszelle entstehen, sie würde jedoch genauso schnell wieder verschwinden, wäre sie nicht stabiler als andere, ebenfalls zufällig entstehende Strukturen. Die Suche nach der Ursache von Ordnung ist also eine Suche nach Bewegungsmuster, die stabiler sind als andere.“ (Welsch, Schwab & Liebmann, 2013, S. 412)

Die Strukturen, die im Zuge der Konvektion auftreten, sind somit als Resultat einer Selbstorganisation zu deuten, denn sie sind das Resultat des Zusammenspiels von negativen und positiven Rückkopplungen. Ferner gehen sie mit einer Minimierung der Dissipation im System einher, sodass ein Optimierungsmechanismus erfüllt ist, denn hierdurch wird ein idealer Wärmetransportmechanismus erreicht; folglich wird die Struktur als dissipative Struktur bezeichnet (Schlichting, 2000; Jetschke, 1989). Es ist allerdings wichtig, diese Optimierung als Resultat der Selbstorganisation zu deuten, nicht als deren Ursache. Andernfalls würde es sich um eine Teleologie handeln, die unterstellt, das System organisiere sich gezielt in einen Zustand, der minimale Dissipation und damit optimalen Wärmetransport realisiert. Nach Penzlin (2016) sei das teleologische Denken keine Seltenheit, denn der Glaube, dass das Wirken der Naturgesetze auf eine ganz bestimmte Absicht gerichtet ist, ziehe sich durch die gesamte Menschheitsgeschichte.

Dass sich die gebildeten Zellen schließlich als Wolkenstraßen erkennen lassen, liegt daran, dass sich im Zuge der Kondensation von Wasserdampf Wolken bilden: Beim Aufstieg feuchter Luft kühlt die Luft ab und der in der Luft gelöste Wasserdampf kondensiert, sodass Wolken entstehen, an denen sich die Wirkung der strukturierten Luftbewegung erkennen lässt (Nordmeier & Schlichting, 2003). Allerdings entstehen nicht immer hexagonale Strukturen, weil bereits kleinste Störungen in den Bedingungen (z. B. zusätzlicher

Wind) ausreichen, um die Struktur zu beeinflussen. Darüber hinaus hängen sie von den Eigenschaften des Fluids ab (z. B. dessen Viskosität). Denn alle veränderten Bedingungen beeinflussen das momentane Zusammenspiel von positiven und negativen Rückkopplungen, sodass mitunter statt Hexagonen beispielsweise Konvektionsrollen gebildet werden. Sie stellen unter den vorherrschenden Bedingungen dann den stabilsten Zustand dar, der sich aus dem Zusammenspiel von positiven und negativen Rückkopplungen konstituiert.

Oertel jr. (2012) weist darauf hin, dass sich durch denselben selbstorganisierenden Konvektionsmechanismus auch andere Strukturen der unbelebten Natur erklären lassen. Er nennt zunächst hexagonale Basaltsäulen. Diese seien einst flüssige Lava gewesen, in der sich ebenfalls Konvektionszellen bildeten. Da die Lava mit der Zeit abkühlte und erstarrte, sei die Struktur ebenfalls erstarrt und somit konserviert worden (vgl. Oertel jr., 2012, S. 379f.). Des Weiteren nennt er ausgetrocknete Salzseen, die ein hexagonales Muster an der Oberfläche aufweisen. In diesem Fall sei die Ursache keine Konvektion infolge von Temperaturgradienten, sondern infolge von Konzentrationsgradienten. Bei der Verdunstung des Oberflächenwassers komme es zu einer Erhöhung der Salzkonzentration, sodass im Vergleich zu anderem Wasser, das weniger stark verdunstet, ein Konzentrationsunterschied bestehe. Hierdurch setze eine Konvektion ein, die nach einem analogen Prinzip ebenfalls Zellen ausbilde. Diese beeinflussen durch ihre charakteristische Bewegung die Sedimente des Erdbodens und strukturieren ihn (vgl. Oertel jr., 2012, S. 379f.). Nach der Verdunstung des gesamten Wassers bleibt die gebildete Struktur am Boden als Fingerabdruck der einstigen Dynamik erhalten.

13.3.2.3.8 Bildung von tropischen Wirbelstürmen

Tropische Wirbelstürme sind zwar beeindruckende Naturphänomene, stellen für Küstengebiete aber auch ein erhebliches Gefahrenpotenzial dar. Entsprechend wird rund um den Globus intensiv Forschung betrieben, um diese Erscheinung besser zu verstehen; in der Hoffnung dazu beitragen zu können, Menschen, Tiere und Besitz vor Zerstörung zu bewahren. Daher gilt es, die Prozesse, die zur Entstehung, Aufrechterhaltung und zum Vergehen von tropischen Wirbelstürmen führen, immer stärker aufzulösen, um präzise Simulationen zur Vorhersage und zur Warnung nutzen zu können. Durch eine stärkere Auflösung der Prozesse lässt sich die Komplexität der zu lösenden Aufgaben allerdings beliebig steigern. Daher sind sie noch nicht alle im Detail verstanden. Das generelle Prinzip der Entstehung ist jedoch bekannt. Denn wie Luo, Zhou und Gao (2006) erklären, existieren zwar verschiedene Theorien zur Entstehung, sie unterscheiden sich jedoch nur in Details voneinander, weil ihnen gemein ist, dass sie stets darauf beruhen, dass bei einer auftretenden Konvektion latente Wärme freigesetzt werde.

“For example, the genesis and development of typhoons over sea surfaces are closely related with disastrous weather, the genesis of typhoon has received much attention, and several theories have been proposed for the genesis. Although the theories differ from each other, yet they depend on the release of convective latent heat.” (Luo, Zhou & Gao, 2006, S. 209f.)

Damit sich ein Wirbelsturm bildet, müssen verschiedene Bedingungen erfüllt sein. Klose und Klose (2016) erläutern, dass sie lediglich über dem Ozean entstehen, falls das Wasser eine Temperatur von etwa 27 °C besitze. Weil die hierzu nötige Sonneneinstrahlung nur in Äquatornähe gegeben ist, entstehen die Wirbelstürme lediglich in tropischen Gebieten. Trotzdem sei es nötig, dass ein gewisser Abstand vom Äquator gewahrt werde, damit die für die Bildung des Wirbels nötige Corioliskraft nicht null sei. Darüber hinaus „muss eine feuchtilabil geschichtete Atmosphäre mit konvergierenden Strömungen in den unteren Luftschichten vorhanden sein“ (Klose & Klose, 2016, S. 434). Da alle Bedingungen zufällig variieren und daher nur selten gemeinsam erfüllt sind, interpretiert Ooyama (1982) die Entstehung der Wirbelstürme als Resultat von zufälligen Fluktuationen, die in einen Zustand münden, der sich schließlich verstärken kann.

“For the reason that is discussed below, it is far more natural to assume that genesis is a series of events, arising by chance from quantitative fluctuations of the normal disturbances, with the probability of further evolution gradually increasing as it proceeds.” (Ooyama, 1982, S. 371)

Verfügt genügend Meerwasser über eine hohe Temperatur, beginnt es so stark zu verdunsten, dass die mit Wasserdampf gesättigten Luftmassen kilometerweit aufsteigen. Dort kühlt die Luft ab, der Wasserdampf beginnt zu kondensieren und es bilden sich Wolken. Dies ist der entscheidende Antriebsmechanismus, weil durch die Kondensation latente Wärme zum Teil in Bewegungsenergie der Luftmassen umgewandelt wird. Die Corioliskraft bewirkt dann eine Ablenkung der in Bewegung versetzten Luftmassen und zwingt sie in eine Rotation. Weil die Luft ausgehend von der warmen Meeresoberfläche im Zentrum des so entstandenen Wirbelsturms aufsteigt, entsteht dort ein Tiefdruckgebiet. Folglich kommt es an der Wasseroberfläche zu starken Winden, die auf das Zentrum des Sturms gerichtet sind (Klose & Klose, 2016; Emanuel, 2003). Da sie ebenfalls mit Wasserdampf gesättigt sind, transportieren sie weiteres gasförmiges Wasser in das Zentrum, das dort ebenfalls aufsteigt, in der Höhe kondensiert und dem System so weitere latente Wärme zuführt, die wieder zum Teil in Bewegungsenergie umgewandelt wird und den Wirbelsturm so verstärkt (Klose & Klose, 2016; Emanuel, 2003). Flohn (1951) interpretiert die Angaben von Kleinschmidt (1951) ferner so, dass der sich gebildete Wirbelsturm die Meeresoberfläche stark in Bewegung versetze und so eine große Menge Spritzwasser erzeuge, das wegen seiner großen Oberfläche zügig verdunstet und stark dazu beiträgt, dass viel gasförmiges Wasser in das Zentrum des Wirbelsturms transportiert wird. Mit einer Verstärkung des Wirbelsturms geht also wegen der Zuführung feuchter Luft eine weitere Zuführung latenter Wärme einher, die den Wirbelsturm noch weiter anwachsen lässt: Es liegt somit eine Selbstverstärkung vor. Auch in diesem Fall vermag der Wirbelsturm jedoch nicht bis ins Unermessliche anzuwachsen. Emanuel (vgl. 2003, S. 83) gibt zu Protokoll, dass mit einer größeren Ausdehnung des Wirbelsturms auch eine höhere Kontaktfläche mit der Meeresoberfläche bestehe. Hierdurch erhöhe sich die Reibung, welche die Dissipation kinetischer Energie bewirke. Folglich sei das Anwachsen des Drehimpulses beschränkt und der Zustand wird ausbalanciert: “In the steady state,

this spin-up is balanced by frictional torque with the underlying surface” (Emanuel, 2003, S. 86). Der Autor interpretiert die Dissipation im Inneren des Sturmzentrums daher als umgekehrte Wärmekraftmaschine, was die zu beobachtende Erwärmung im Zentrum erkläre. Des Weiteren sei das zeitliche Auftreten des Wirbelsturms durch seine eigene Bewegung beschränkt, in deren Verlauf der Sturm irgendwann auf eine Landmasse trifft. Dort herrsche nach Flohn (1951) höhere Bodenreibung und es fehle die für die Aufrechterhaltung nötige Zuführung feuchter Luft in das Zentrum des tropischen Wirbelsturms.

Abermals liegen also sowohl Prozesse einer positiven als auch einer negativen Rückkopplung vor, sodass sich die Bildung eines tropischen Wirbelsturms als Selbstorganisation deuten lässt. Diese Interpretation findet sich auch in der Literatur: Verschiedene Autoren bezeichnen die Genese tropischer Wirbelstürme explizit als Selbstorganisation (z. B. Luo, Zhou & Gao, 2006; Luo & Liu, 2008) oder fokussieren auf die genauere Klärung vorherrschender Rückkopplungsmechanismen (z. B. Ingel, 2014). Corral (2011) sieht tropische Wirbelstürme sogar als eine Form selbstorganisierter Kritikalität an: „In principle, we can guarantee that the broad requirements of self-organized criticality are fulfilled in tropical cyclones“ (Corral, 2011, S. 93) Er stellt sie damit in direktem strukturellen Zusammenhang mit der Entstehung von Erdbeben, Regen und dem Abbruch von Sandanhäufungen (s. auch Peters & Christensen, 2002) In allen Fällen gebe es einen definierten Antrieb, einen Mechanismus der Energiespeicherung und Energieverteilung sowie einen Schwellenwert, ab dem plötzlich hohe Dynamik einsetzt. Die Gegenüberstellung des Autors ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tab. 2: Vergleich zwischen verschiedenen Phänomenen, die das Resultat einer selbstorganisierten Kritikalität sind (modifiziert nach Corral, 2011, S. 93)

	sandpile	earthquakes	rainfall	Tropical cyclones
driving	addition of grains	motion of tectonic plates	solar radiation	solar radiation
storage of energy	gravitational potential energy	elastic potential energy	water in atmosphere	heat of the sea
threshold	friction	friction	saturation	sea surface temperature
spread of energy	toppling of grains	release of stress	nucleation of drops	wind

13.3.2.3.9 Bildung von Wirbelstraßen

Wirbelhafte Bewegungen der Fluiden Luft und Wasser kommen in der Atmosphäre und im Meer sehr häufig vor. Zusammen mit den bereits dargelegten Wolkenstraßen, die durch Konvektion hervorgerufen werden, machen Wolkenwirbel den Großteil der sichtbaren Strukturen in der Atmosphäre aus. Wirbel entstehen, wenn eine laminare Strömung mit ausreichender Geschwindigkeit auf ein Hindernis trifft. Korneck (1998) beschreibt diesbezüglich einen Versuch, bei dem ein Körper (z. B. eine Kugel, ein Zylinder oder

eine Platte) mit einer bestimmten Geschwindigkeit durch eine Flüssigkeit gezogen wird. Hinter dem Körper sind dann Wirbel zu beobachten. Durch die Bewegung des Körpers in der Flüssigkeit liegt eine relative Bewegung zwischen Körper und Flüssigkeit vor. Diese Situation ist demnach äquivalent zu einem ruhenden Körper, der von einer laminaren Strömung umströmt wird. Auch in diesem Fall bilden sich bei ausreichender Geschwindigkeit hinter dem Körper wirbelhafte Strukturen aus. Sie entstehen jedoch auch ohne menschliches Zutun in der Natur, sobald Strömungen mit einer ausreichenden Geschwindigkeit auf einen Körper treffen. Oertel jr. (2012, S. 590) erklärt: „Solche Körper werden in der Atmosphäre durch orographische Hindernisse (Hügel, Berge, Gebirge) realisiert“.

Wie Mahnke, Schmelzer, Röpke (1992) in ihrer Zusammenstellung darlegen, ist für die Entstehung von Wirbeln und Wirbelstraßen eine mittlere Geschwindigkeit der auf ein Hindernis auftreffenden Strömung notwendig. Ist die Geschwindigkeit zu klein, dann wird es laminar umströmt. Ist die Geschwindigkeit sehr groß, entstehen hingegen starke Turbulenzen mit vielen kleinen Wirbeln, die sich teilweise überlappen. Nur bei einer mittleren Anströmgeschwindigkeit lösen sich größere Wirbel einzeln und nacheinander vom umströmten Körper ab, sodass sie besonders gut zu erkennen, also sehr wahrnehmungsaktiv sind. Neben der Geschwindigkeit der Strömung hängt der Drang zur Wirbelbildung darüber hinaus noch von den Ausmaßen des Hindernisses und der Viskosität der Flüssigkeit ab. Die Abhängigkeit der Wirbelbildung von der Geschwindigkeit wird an den nachfolgenden Darlegungen zur Entstehung der wirbelhaften Strukturen am Beispiel eines Zylinders deutlich, dessen Mantel von einem Fluid umströmt wird. Der Zylinder wird wegen seiner Symmetrie gewählt, da so der Übergang von einer laminaren zu einer turbulenten Strömung gut verdeutlicht werden kann.

Sobald eine Strömung direkt auf den Mantel des Zylinders trifft, wird sie zunächst gestaut. Die Strömung teilt sich dann auf und umfließt den Zylinder sowohl um die eine Mantelseite als auch um die andere. Hinter dem Zylinder existiert dann ein weiterer Staupunkt. Dort läuft die Strömung wieder zusammen und setzt ihren Weg unbeirrt fort. Wie Demtröder (2018) und Korneck (1998) erklären, herrscht am Zylinder durch die Stauung vor und hinter dem Zylinder ein symmetrisches Druckprofil: An den Staupunkten ist der Druck vergrößert und genau bei der Hälfte des Weges zwischen den beiden Staupunkten herrscht an der Außenseite des Zylindermantels ein Druckminimum. Wegen dieser Druckdifferenzen wird das Fluid ausgehend vom ersten Staupunkt bis genau zur Hälfte des Weges um den Zylinder beschleunigt. Anschließend wird das Fluid bis zum zweiten Staupunkt wieder auf die ursprüngliche Anströmgeschwindigkeit abgebremst. Ist eine weitgehende Symmetrie dieser Beschleunigungs- und Abbremsvorgänge gegeben, dann erfolgt die Umströmung laminar. Wirbel bilden sich dann nicht. Die Symmetrie existiert allerdings nur, wenn Reibung, die bei der Wechselwirkung des Körpers mit der Strömung zwangsläufig auftritt, vernachlässigt werden kann. Das ist lediglich bei kleinen Anströmgeschwindigkeiten der Fall. Wird die Geschwindigkeit größer, kommt es zu einer Asymmetrie der Beschleunigungs- und Abbremsvorgänge, die sich wie folgt erklären lässt:

Zwar wird das Fluid auch bei einer höheren Anströmgeschwindigkeit während der ersten Hälfte der Umströmung beschleunigt, aber es wird infolge höherer Reibung Bewegungsenergie dissipiert, sodass die maximale Geschwindigkeit (nach einer halben Umströmung) kleiner ist als im reibungsfreien Fall. Beim anschließenden Abbremsvorgang in der zweiten Hälfte der Umströmung wird das Fluid wegen des Reibungsverlusts auf eine Geschwindigkeit unterhalb der ursprünglichen Anströmgeschwindigkeit abgebremst. Ist die Dissipation wegen starker Reibung (bei hohen Anströmgeschwindigkeiten) sehr groß, wird die Strömung beim Abbremsvorgang hinter dem Körper sogar auf die Geschwindigkeit null abgebremst und dann wieder in die entgegengesetzte Richtung beschleunigt. Dann bewegt sich das Fluid hinter dem Körper während der Umströmung wieder auf den Körper zu. Die Strömung dreht also ein und wird in eine erstmalige Drehbewegung gezwungen. Sie wird gekrümmt.

Weil direkt am Körper die Strömungsgeschwindigkeit des Fluids wegen der Reibung verringert wird, definieren Demtröder (2018) und Korneck (1998) im Fluid direkt um den Körper eine sogenannte Grenzschicht, die sich von dem verbliebenen Fluid unterscheidet, das als zweite Schicht interpretiert wird und den Körper in größeren Abstand umströmt. Wie Demtröder (vgl. 2018, S. 230) erläutert, können kleinste Unebenheiten in dieser Grenzschicht in einen instabilen Zustand münden, der zur Wirbelablösung führt. Wie bereits dargelegt, ruft allein die Reibung des Fluids mit dem Körper beim Umströmen eine Initialkrümmung dieser Grenzschicht hinter dem Körper hervor. Diese Initialkrümmung verstärkt sich dann durch den folgenden Prozess: In den durch die Krümmung verursachten schmalen Bereichen der Grenzschicht liegt eine höhere Geschwindigkeit (Kontinuitätsprinzip) und damit ein geringerer statischer Druck vor. Wegen ihres geringeren Drucks wird dieser Bereich der Grenzschicht dann von der anderen Fluidschicht konstanten statischen Drucks noch weiter zusammengepresst. Umgekehrt sind die breiteren Bereiche der Grenzschicht von einer geringeren Strömungsgeschwindigkeit gekennzeichnet, was mit einem höheren statischen Druck einhergeht. In diesem Fall dehnt die Grenzschicht sich weiter in den Raum der anderen Fluidschicht aus. Insgesamt liegt also infolge einer ersten Initialkrümmung ein selbstverstärkender Prozess vor, der dazu führt, dass die schmalen Bereiche der Grenzschicht immer schmaler und die breiteren Bereiche immer breiter werden. Die Grenzschicht mäandriert also. Diese Prozesse sind das Äquivalent zur Entwicklung einer baroklinen Instabilität (Roedel & Wagner, 2011; Ikeda & Apel, 1981), die das großräumige Mäandrieren von Rossby-Wellen begründet; auch dort führen Selbstverstärkungsprozesse zu zunehmenden Druckdifferenzen (vgl. Roedel & Wagner, 2011, S. 160). Die Grenzschicht mäandriert allerdings nur solange, bis in den schmalen Gebieten infolge der Selbstverstärkung ein Durchbruch erfolgt. Die breiteren Bereiche werden somit abgelöst. In dieser abgelösten Grenzschicht befindet sich die hinter dem Körper erstmalig wirbelhaft gekrümmte Strömung, die ihren erlangten Drehimpuls beibehält, dann als eigenständiger Wirbel existiert und von der generell vorherrschenden Strömung mitgerissen wird. Da sich das Fluid zu beiden Seiten um den Zylinder bewegt – einmal im und einmal gegen den Uhrzeigersinn – bilden sich immer abwechselnd Wirbel mit unterschiedlichem Drehsinn aus. So entsteht eine Fülle von sich nacheinander

ablösenden Wirbeln mit alternierendem Drehsinn, was als Wirbelstraße bezeichnet wird. Der Prozess der Ablösung ist nach Banerjee (2005) dem Entstehen von Altarmen in einem mäandrierenden Fluss ähnlich. Für Banerjee (2005) sowie Ikeda und Apel (1981) ist dies daher der entscheidende Prozess für die Entstehung sogenannter meso-skaliger Eddies. Das sind Wirbel bis zu einem Durchmesser von maximal 100 km, die längere Zeit stabil sind und sich im Ozean fortbewegen. Erst wenn die Rotationsenergie des Wirbels hinreichend stark dissipiert ist, verschwindet er wieder.

“Just as the atmosphere develops cyclones, anticyclones and fronts, meso-scale eddies are common in the ocean near all major meandering current systems. Much like river meanders leaving ox bow lakes where they short-circuit the loops, eddies form where meanders pinch off the loops.” (Banerjee, 2005, S. 104)

Den Darlegungen zufolge lassen sich Wirbel, die im Nachgang von Hindernissen entstehen, ebenfalls als selbstorganisierte Strukturen auffassen. Sie entstehen durch einen von Reibung initiierten Krümmungsprozess, der in der Lage ist, sich selbst zu verstärken. Die Grenze der Verstärkung markiert einen Durchbruch in der Grenzschicht, sodass Wirbel abgelöst werden, deren Größe von der Strömungsgeschwindigkeit, der Viskosität und der Ausmaße des Hindernisses abhängig ist. Wie Demtröder (2018) erklärt, lässt sich die Bildung von Rauchringen ebenfalls auf Basis von analogen Prozessen erklären, die durch Reibung initiiert werden. Für Oertel jr. (vgl. 2012, S. 585ff.) sind Verstärkungsmechanismen ein entscheidender Faktor bei der Genese von wirbelhaften Erscheinungen wie Zyklonen, Wirbelstraßen, Tornados und globalen atmosphärischen Zirkulationen. Verstärkung stellt aus seiner Sicht eine Schnittmenge zwischen den vielgestaltigen Phänomenen dar: „Die Ursachen für die Entstehung der aufgeführten Wirbelphänomene ist vielschichtig [...]. Allen gemeinsam ist jedoch ein Wirbelverstärkungsmechanismus [...]“ (Oertel jr., 2012, S. 587).

13.3.3 Zwischenfazit

Mit Blick auf die Strukturbildungen in den Küstenregionen zeigt sich eine sehr enge Verzahnung von Ausgleichs- und Selbstorganisationsprozessen. Strömungen von Luft und Wasser bewirken im Sinne von Ausgleichsprozessen eine sehr hohe Dynamik im Küstenraum, die sich durch Wechselwirkung auch auf granulare Materie überträgt. Die resultierende Dynamik im Küstensystem ist dabei so komplex, dass sie nicht mehr linear modelliert werden kann. Die Küste wird den komplexen Systemen zugeordnet, weil sie viele Charakteristika von komplexen Systemen (Bar-Yam, 1997; Schurz, 2006) aufweist (Emergenz, Offenheit, Dynamik, Nichtlinearität etc.) aufweist. Allerdings bietet die Zuordnung der Küste zu den komplexen Systemen keine neuen Einsichten, welche die Betrachtung von Ausgleichs- und Selbstorganisationsprozessen nicht bereits liefern. Letztere sind entscheidend. Sie stehen für die Erhöhung bzw. Verringerung von Entropie. Zentral ist, dass nicht an jedem Ort die Entropie stets anwachsen muss (Penzlin, 2016): In bestimmten Bereichen ist eine Abnahme möglich (z. B. durch positive und negative Rückkopplungen), wenn diese Abnahme an einer anderen Stelle durch Entropieerhöhung

mindestens kompensiert wird. Das Prinzip der Entropieerhöhung bzw. des Ausgleichs darf also nicht übergeneralisiert werden, denn schließlich sind Entropieverringerungen in Form von vielgestaltigen Strukturbildungen im Küstenraum ständig sichtbar. Insbesondere bei offenen Systemen, die häufig nur mit einer Entropieverringerung assoziiert werden, ist zu berücksichtigen, dass deren Systemgrenzen willkürlich ausgewählt werden. Die Betrachtung von offenen Systemen darf daher nicht verschleiern, dass immer noch eine Entropieerhöhung stattfindet. Sie findet nur außerhalb des Bereichs statt, der vom offenen System betrachtet wird.

Entropieverringerung bzw. Strukturbildung kommt zustande, weil durch die hohe Dynamik und der zugehörigen statistischen Fluktuationen Zustände erreicht werden, die in der Lage sind, sich selbst zu verstärken (Haken, 1983; Schurz, 2006; Heylighen, 2001; DeAngelis, Post & Travis, 1986). Im Gegensatz zu kurzzeitig eingenommenen Zuständen, die nicht zur Selbstverstärkung neigen, erreichen selbstverstärkende Zustände gegenüber den anderen Zuständen daher eine fortlaufend höhere Auftrittswahrscheinlichkeit und damit eine fortlaufend höhere Dominanz. Die Selbstverstärkung erfolgt jedoch nicht bis ins Unermessliche, denn ihr sind in Form von auftretenden hemmenden Faktoren Grenzen gesetzt. Dieses Wechselspiel aus Selbstverstärkung (positive Rückkopplung) und Selbstbeschränkung/Hemmung (negative Rückkopplung) ist als Selbstorganisation zu deuten, aufgrund derer sich für eine gewisse Zeit eine Strukturbildung einregelt (z. B. Fagherazzi, 2008; DeAngelis, Post & Travis, 1986). Auf der Basis von Literaturrecherchen zeigt sich, dass in der Fachliteratur solche Rückkopplungen u. a. bei Rippeln, Dünen, Wasserwellen, Flussnetzwerken, Mäandern, Wirbeln und tropischen Wirbelstürmen beschrieben werden (s. Kapitel 13.3.2.3). Zur genauen Klärung des jeweiligen Strukturphänomens müssen die Prozesse der Selbstverstärkung und Hemmung natürlich individuell aufgeschlüsselt werden; wobei sie allerdings teilweise noch nicht bis ins Detail bekannt sind. Entscheidend ist jedoch, dass Selbstverstärkung und Selbstbeschränkung/Hemmung ein verbindendes Element zwischen den sehr vielgestaltigen Strukturbildungen zu sein scheinen.

Bemerkenswert ist auch, dass die durch Rückkopplungen induzierten Strukturbildungen quasi eine Gegenbewegung zu den Ausgleichsprozessen darstellen. Beides steht jedoch nicht im Widerspruch zueinander, denn es besteht eine Komplementarität: Ausgleich und Strukturbildung sind zwei Seiten einer Medaille. Das zeigt sich vor allem anhand von dissipativen Strukturbildungen (Prigogine, 1978; Fox-Rabinovich & Totten, 2006; Mori & Kuramoto, 1998): Dabei gehen Strukturbildungen, also Entropieverringerungen, mit dissipativen Prozessen einher. Letztere werden als Ausgleichsprozesse interpretiert und bedeuten damit eine Entropieerhöhung. Die Verringerung und Erhöhung von Entropie, also Ausgleich und Strukturbildung, kommen zusammen vor und bedingen einander. Die Strukturbildung und damit das selbstorganisierende Herauspräparieren eines höheren Ordnungsgrades ist immer verknüpft mit einer Erhöhung der Entropie an einer anderen Stelle, meist durch Dissipation. Weil die Erhöhung die Erniedrigung der Entropie mindestens kompensiert (Penzlin, 2016; Schreiter, 2014), tragen die Strukturbildungen zum Ausgleich und damit zu einer Entropieerhöhung bei, obwohl die sich herausbildende

Ordnung für eine Entropieverringerung steht. Der Ausgleich ist daher als einhüllende Dynamik zu verstehen, weil er sich langfristig einstellt. Mittels Selbstorganisation infolge von Verstärkung und Hemmung, die erst infolge der Dynamik des Ausgleichs induziert werden, regeln sich kurz- und mittelfristig vielgestaltige Strukturbildungen an der Küste ein.

13.4 Essenz: Grundideen

Die physikalische Dynamik von Küstenregionen drückt sich in Form von Strömungen sowie durch das Kommen und Gehen vielgestaltiger Strukturbildungen aus. Die diesbezügliche fachliche Sachstruktur, auf deren Basis sich beiderlei Erscheinungen beschreiben lassen, ist im vorliegenden Kapitel eingehend dargestellt worden. Im Folgenden werden im Sinne einer Elementarisierung rückblickend die fachlichen Grundideen/Grundprinzipien herausgeschält, die gewissermaßen das gedankliche Gerüst des bisherigen Kapitels zur physikalischen Dynamik der Küstenregionen darstellen. Darüber hinaus werden die Grundideen mit Blick auf eine Zerlegung in Elemente so angeordnet, dass sie nachfolgend aufeinander aufbauen.

Grundidee I: Energiequellen treiben exogene und endogene Dynamik an

- 1) *Antrieb für Wechselwirkungen:* Sonneneinstrahlung auf die Erde, nukleare Zerfallsprozesse im Erdinneren sowie äußere Kräfte (z. B. die Gravitation des Mondes) sind Beispiele für den Antrieb endogener und exogener Dynamik auf der Erde.
- 2) *Gradienten resultieren:* Die Energiequellen wirken nicht gleichmäßig auf die Erde ein. In Fluiden resultieren durch eine ungleichmäßige Erwärmung Temperaturgradienten. Die dadurch bedingte ungleichmäßige Verdunstung führt zu Konzentrationsgradienten. Ferner bewirken äußere Kräfte, die auf ein Fluid wirken, Impulsdichtegradienten.

Grundidee II: Bewegung von Fluiden hat ungerichtete und gerichtete Anteile

- 1) *Ungerichteter Anteil der Bewegung:* Unabhängig von vorherrschenden Gradienten existiert eine immerwährende, ungerichtete Teilchenbewegung auf Mikroebene.
 - a) *Ungerichtetheit und makroskopische Ruhe:* Teilchen bewegen sich zufällig in alle möglichen Raumrichtungen. Es existiert damit kein Nettoimpuls in eine bestimmte Raumrichtung, sodass das Fluid auf der Makroebene ruht.
 - b) *Verknüpfung mit der Temperatur:* Die ungerichtete Teilchenbewegung ist auf der Makroebene nur anhand der Temperatur wahrzunehmen: Je höher die Schnelligkeit der zugrundeliegenden Teilchen auf Mikroebene ist, desto höher ist die Temperatur der Materie auf Makroebene.
 - c) *Statistische Verteilung:* Für einen bestimmten Temperaturwert der Materie auf Makroebene verfügen nicht alle Teilchen auf Mikroebene über exakt die

gleiche Schnelligkeit. Die Teilchenschnelligkeit ist statistisch um einen Mittelwert verteilt.

- 2) *Gerichteter Anteil der Bewegung*: Abhängig von vorherrschenden Gradienten setzt eine gerichtete Bewegung ein, die die ungerichtete Bewegung überlagert.
 - a) *Freie Konvektion*: Ab einer bestimmten Höhe der Temperatur- oder Konzentrationsunterschiede sind die Massendichteunterschiede so ausgeprägt, dass innere Kräfte im Fluid resultieren, die das Fluid merklich beschleunigen. Der ungerichteten Wärmebewegung ist sodann eine gerichtete Fluidbewegung überlagert, die auf der Makroebene als freie Strömung (freie Konvektion) zu beobachten ist.
 - b) *Erzwungene Konvektion*: Wirken äußere Kräfte auf das Fluid (es entstehen Impulsdichtegradienten), wird das Fluid ebenfalls beschleunigt. Der ungerichteten Wärmebewegung ist sodann eine gerichtete Fluidbewegung überlagert, die auf der Makroebene als erzwungene Strömung (erzwungene Konvektion) zu beobachten ist.

Grundidee III: Energie der Fluide wird auf granulare Materie übertragen

- 1) *Energie wird übertragen*: Die Bewegungsenergie der Strömungsbewegung wird auf weitere Materie in der Küstenregion übertragen, die sich dann ggf. ihrerseits in Bewegung versetzt.
- 2) *Korngröße und Strömungsgeschwindigkeit entscheidend*: Je höher die Strömungsgeschwindigkeit des Fluids und je kleiner die Korngröße der granularen Materie ist, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Strömung die granulare Materie in Bewegung zu versetzen vermag.

Grundidee IV: WW sind durch Ausgleich und Strukturbildung charakterisierbar

- 1) *Die Wechselwirkungen bewirken einen Ausgleich*: Die aufkommenden Bewegungen bewirken einen Ausgleich der Unterschiede (Temperatur, Konzentration, Impuls) und einen Übergang von einer gerichteten zu einer stärker ungerichteten Bewegung.
 - a) *Konduktion und Diffusion als Ausgleichsprozesse*: In Bezug auf den ungerichteten Bewegungsanteil setzen molekulare Wärmetransport- bzw. Massentransportprozesse in Form von Konduktion bzw. Diffusion ein. Die Transportprozesse bewirken, dass die Temperatur- und Konzentrationsgradienten mit der Zeit verringert werden.
 - b) *Freie und erzwungene Konvektion als Ausgleichsprozesse*: In Bezug auf den gerichteten Bewegungsanteil setzen makroskopische Wärmetransport- bzw. Massentransportprozesse sowie molekulare und makroskopische

Impulstransportprozesse in Form von freier und erzwungener Konvektion ein. Die Transportprozesse bewirken, dass die Temperatur-, Konzentrations- und Impulsdichtegradienten mit der Zeit verringert werden.

- c) *Dissipation als Ausgleichsprozess:* Bei der gerichteten Bewegung des Fluids wird dessen Bewegungsenergie durch Reibung mit der Zeit in thermische Energie umgewandelt. Das Gleiche gilt für granulare Materie, die miteinander stößt, sodass Energie dissipiert. Eine vormals gerichtete, makroskopische Bewegung geht also in eine ungerichtete, mikroskopische Bewegung über, sodass das Fluid bzw. die granulare Materie schließlich auf Makroebene ruht. Dieser Übergang ist als Ausgleich der verschiedenen Richtungen der zugrundeliegenden Teilchen zu deuten.
 - d) *Ausgleich ist wahrscheinlicher:* Die Dynamik entwickelt sich in Richtung eines ausgeglichenen Zustands, weil es statistisch schlicht mehr Möglichkeiten gibt, um einen ausgeglichenen Zustand zu realisieren als einen unausgeglichenen. Auch in Anbetracht der sehr hohen Teilchenzahlen verfügt der ausgeglichene Zustand deshalb über eine wesentliche höhere Realisierungswahrscheinlichkeit. Die Entropie des ausgeglichenen Zustands ist folglich höher als von nicht ausgeglichen Zuständen. Der ausgeglichene Zustand ist somit ein Attraktor.
- 2) *Die Wechselwirkungen bewirken eine Strukturbildung:* In Teilen kommt es im Zuge der Dynamik zu einer Überlagerung der Ausgleichsprozesse durch Prozesse der Selbstorganisation, die wiederum in Strukturbildungen münden.
- a) *Fluktuationen:* Es findet im Zuge der Dynamik eine ständige Veränderung von Parametern statt; zum einen wegen der Entwicklung der Dynamik in Richtung Ausgleich und zum anderen wegen statistischer Fluktuationen. Dadurch werden im Zuge der Dynamik sehr viele unterschiedliche Zustände eingenommen.
 - b) *Positive Rückkopplung:* Die meisten Zustände werden nur kurz eingenommen und zügig wieder verlassen. Manche hingegen sind in der Lage, sich selbst zu verstärken. Das heißt, die Einnahme eines sich selbst verstärkenden Zustands erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass jener Zustand zukünftig erneut eingenommen wird.
 - c) *Negative Rückkopplung:* Ab einem bestimmten Grad der Selbstverstärkung setzen konkurrierende Prozesse ein, die verhindern, dass sich die Selbstverstärkung fortsetzt. Durch diese Prozesse der Selbstbeschränkung/Hemmung sind der Selbstverstärkung Grenzen gesetzt.

- d) *Selbstorganisation*: Das Zusammenspiel von positiver Rückkopplung (Selbstverstärkung) und negativer Rückkopplung (Selbstbeschränkung) ist als Selbstorganisation zu deuten, im Zuge derer sich bestimmte Zustände, Strukturen, außerhalb des ausgeglichenen Zustands einstellen. Die Dynamik ist also teilweise auch auf solche Strukturzustände gerichtet. Sie sind ebenfalls Attraktoren. Die strukturierten Zustände verfügen über geringere Entropie als nicht strukturierte Zustände.

Grundidee V: Ausgleich und Strukturbildung sind komplementär

- 1) *Ausgleich und Strukturbildung sind kein Widerspruch*: Prozesse des Ausgleichs und der Strukturbildung (durch Selbstorganisation) gehen Hand in Hand. Der Ausgleich stellt sich auf lange Sicht ein; er ist etwas Einhüllendes. Strukturbildungen stellen sich durch das Wechselspiel von positiven und negativen Rückkopplungen in Teilen des Systems kurz- und mittelfristig ein.
- 2) *Prinzip der Entropieerhöhung darf nicht übergeneralisiert werden*: Entropieverringerungen (z. B. durch höhere Strukturierung) sind durchaus möglich, solange sie an einer anderen Stelle mindestens kompensiert werden (z. B. durch höheren Ausgleich). Dadurch steigt die Entropie in Gänze an – der Ausgleichsgrad nimmt also in Gänze zu – obwohl die Entropie in Teilen absinkt.
- 3) *Komplementarität von Entropieerhöhung und -verringierung*: Ausgleich (Entropieerhöhung) und Strukturierung (Entropieverringierung) bedingen einander. So werden erst durch die Dynamik infolge des Ausgleichs Zustände erreicht, die als Keime für Selbstorganisation und Strukturen fungieren. Ferner ist Dissipation – ein Ausgleichsprozess – notwendige Bedingung dafür, dass sich dissipative Strukturen bilden. Umgekehrt sorgen Strukturen wie die Konvektionszellen bei der Bénard-Konvektion für einen optimierten Wärmetransport und damit einen effektiven Prozess des Temperatenausgleichs.

14 Empirische Aufgabe

Werden neue Inhalte fachdidaktisch aufbereitet, dann ist die Analyse der fachlichen Perspektive auf den interessierenden Themenbereich ein notwendiger Vorgang. Hinreichend für die Aufarbeitung ist er indessen nicht, denn in jedweder Lehr-Lern-Situation interpretieren die Adressaten die nach bestem Wissen und Gewissen gestalteten Lernangebote durch die Brille ihrer individuellen Erfahrungen und ihrer Erlebnisse (z. B. Duit, 2007b; Posner, Strike, Hewson & Gertzog, 1982; Feige, Rutsch, Dörfler & Rehm, 2017). Sie sind es, aus denen sogenannte Lernendenvorstellungen davon erwachsen sind, wie etwas funktioniert, was es bedeutet oder wie sich etwas erklären lässt. Wenn von Vorwissen die Rede ist, dann sind meist sozial geteilte Vorstellungen gemeint. Lernendenvorstellungen hingegen meinen hingegen Individuelles (Komorek, Fischer & Moschner, 2013). Häufig werden in der Literatur hierzu synonym die Begriffe Schülervorstellungen, Fehlvorstellungen und noch weitere Formulierungen eingesetzt (Schecker & Duit, 2018).

Von der Verwendung dieser Begriffe soll jedoch in der vorliegenden Arbeit abgesehen werden. Schülervorstellungen implizieren, dass es beim Lehren und Lernen um eine bestimmte Altersgruppe und um die Rolle als Schüler*in einer speziellen Institution geht. Einen außerschulischen Lernstandort besuchen Kinder und Jugendliche außerhalb ihres Schulunterrichts jedoch nicht als Schülerinnen und Schüler, sondern schlicht als Lernende. Darüber hinaus umfasst der Begriff der Lernenden auch Erwachsene und Senioren, allgemein interessierte Laien, also jede Person, die sich entschließt, ein Lehr-Lern-Angebot anzunehmen. Niemand wird begrifflich ausgeschlossen.

Fehlvorstellungen wiederum drücken aus, dass sich bei Lernenden solche Vorstellungen nachzeichnen lassen, die von den fachwissenschaftlichen Vorstellungen abweichen. Dieser Begriff ist jedoch insofern irreführend, als er bereits einen Vergleich mit der fachwissenschaftlichen Perspektive beinhaltet (Schecker & Duit, 2018). Um eine Lernendenvorstellung als Fehlvorstellung zu identifizieren, muss bereits ein Vergleich zwischen der Lernendensicht und der fachlichen Sicht erfolgt sein. Wird das nicht betont, dann ist der Begriff Fehlvorstellung missverständlich, da es so klingt, als seien sich Lernende eines Fehlers innerhalb ihrer Vorstellungen bewusst. Das ist jedoch nur sehr selten der Fall, da die Vorstellungen unter Alltagsbedingungen aus der Sicht der Lernenden eine mehr oder weniger konsistente Beschreibung der Mitwelt erlauben. Außerdem stellt sich die Frage, wie weit und unter welchem Blickwinkel die Vorstellungen der Lernenden von den wissenschaftlichen Vorstellungen abweichen müssen, um als Fehlvorstellungen bezeichnet werden zu dürfen. Nicht zu vergessen, dass der Fehlvorstellung eine Abwertung der Vorstellung von Lernenden konnotiert, eine Geringschätzung ihre individuellen Bedeutung und eine Defizitorientierung, die der hohen Bedeutung individueller Vorstellungen insbesondere für das fachliche Lernen nicht gerecht wird (Schecker & Duit, 2018). Wegen dieser Unklarheiten und negativen Konnotationen anderer Begriffe wird in der vorliegenden Arbeit demnach der neutrale Begriff der Lernendenvorstellungen bevorzugt.

Lernendenvorstellungen haben einen großen Einfluss auf die Wahrnehmung eines Lernangebots: Je nach Perspektive des Individuums treten im Angebot bestimmte Merkmale sowie fachliche Wissensangebote eher in den Hintergrund, andere werden hingegen akzentuiert wahrgenommen. Lernende verarbeiten stets mit dem Ziel, eine Verknüpfung bzw. ein Gleichgewicht zwischen ihren Vorstellungen und dem Lerngegenstand herzustellen (Duit, 1995). Wissen wird von der Lehrkraft oder etwa dem Lernangebot in einer Ausstellung demnach nicht einfach auf Lernende übertragen. Dies würde einer lernpsychologisch überholten *transmissiven* Vorstellung vom Lernen (vgl. Kunter & Pohlmann, 2009, S. 272) entsprechen. Allgemein durchgesetzt hat sich in der Lernpsychologie und den Fachdidaktiken eine Sicht, wonach Lernende neues Wissen aktiv mithilfe ihres Vorwissens bzw. ihrer Vorstellungen aufbauen (Widodo & Duit, 2004). Diese werden als *Filterwerkzeug* zur Interpretation der Lernangebote herangezogen. Das aufgebaute Wissen entspricht wegen der individuellen Konstruktionsbiografie nicht vollständig dem Wissen der Lehrkraft bzw. der Lernstation – z.B. in einem Museum – und auch nicht dem Wissen der Mitlernenden. Man sagt, es sei individualisiert, wobei es in der Auseinandersetzung mit der materialen und sozialen Lernumgebung bestehen muss; es muss viabel, also geeignet und funktional sein (s. auch Gerstenmaier & Mandl, 1995). Diese Sichtweise auf das Lernen wird als gemäßigt *konstruktivistisch* bezeichnet (Anderson, 2013; Bereiter, 1994; Terhart, 1999). Es unterscheidet sich grundlegend von der transmissiven Sicht auf das Lernen, weil die konstruktivistische Sicht das Individuum nicht als ein passives, aufnehmendes, sondern aktives und interpretierendes Subjekt ansieht (Neubert, Reich & Voß, 2001).

Damit wird deutlich, weshalb im Anschluss an eine Lehr-Lern-Situation die Adressaten im Vergleich miteinander im Detail oft unterschiedliches Wissen aufgebaut haben, das aber häufig den Kriterien der Viabilität und der Intersubjektivität genügt. In vielen Fällen bleiben die Vorstellungen der Lernenden, die aus wissenschaftlicher Sicht unzureichend erscheinen, nach Lehr-Lern-Situationen bestehen oder verändern sich nur leicht. Studien haben gezeigt, dass Lernendenvorstellungen häufig über eine beachtliche Stabilität verfügen (z. B. Posner, Strike, Hewson & Gertzog, 1982; Hopf & Wilhelm, 2018). Das ist nicht verwunderlich, denn sie entwickeln sich aus den Erfahrungen des Alltags heraus und bewähren sich dort jeden Tag aufs Neue (Duit, 2007b). Oft bestehen dann gar keine Bedarfe, neue Vorstellungen bzw. neues Wissen aufzubauen, wenn man mit den bisherigen Vorstellungen als Denkwerkzeugen zufrieden ist. An Grenzen stoßen Lernendenvorstellungen meist erst in (natur)wissenschaftlichen Lehr-Lern-Situationen, da sich jene durch einen gedanklichen Tiefgang und eine starke Abstraktion auszeichnen, die im Alltag tendenziell unüblich sind; oder aber Konzepte umfassen, die zunächst kontraintuitiv erscheinen (Beispiel: Kraft als Wechselwirkung zwischen Körpern, wodurch eine im Alltag unübliche Symmetrie entsteht). In der Folge können Lernschwierigkeiten auftreten, wenn die Adressaten mit ihren Vorstellungen nicht an Informationen im Lernangebot anknüpfen können oder wenn ihre Vorstellungen mit den Inhalten konfliktieren (Alltagskonzept: Kraft wirkt asymmetrisch von einem aktiven Part auf ein passives Objekt). Da die Berücksichtigung von Vorstellungen der Adressaten für den Erfolg eines Lernangebotes

von entscheidender Wichtigkeit ist, ist eine Kernaufgabe fachdidaktischer Forschung deren empirische Untersuchung, um Unterschiede und Gemeinsamkeiten der fachlichen Vorstellungen sowie der Lernendenvorstellungen erkennen zu können (Kattmann, Duit, Gropengießer & Komorek, 1997).

Ermöglicht werden gewinnbringende Forschungen in diesem Bereich aber erst durch die Tatsache, dass die Anzahl von Vorstellungen kleiner ist als die Anzahl von Menschen – denn aus diesem Grund lassen sich überhaupt Literaturwerke zu Schülervorstellungen entwickeln (z. B. Schecker, Wilhelm, Hopf & Duit, 2018), die typische Vorstellungen beinhalten, mit denen in Lehr-Lern-Situationen zu rechnen ist. Die Vorstellungen einzelner Menschen sind nicht so idiosynkratisch, dass sie nicht mehr miteinander kommunizieren können. Dies scheint ein evolutionsbiologischer Effekt zu sein, der soziale Gemeinschaften ermöglicht. Duit (vgl. 2007b, S. 584) berichtet beispielsweise mit Blick auf Schülervorstellungen in der Elektrizitätslehre, dass bestimmte Vorstellungen von Lernenden immer wieder auftreten, und zwar in allen Ländern. Wären alle Lernendenvorstellungen vollständig individuell, wäre eine diesbezügliche Nutzung von Forschungsergebnissen aus zwei Gründen nicht praktikabel:

- Zum einen wären die erhobenen und nachgezeichneten Vorstellungen für eine Lehr-Lern-Situation wenig nutzbar, weil die Lehrenden untereinander über zu unterschiedliche Vorstellungen verfügten, sodass miteinander lernen nicht mehr möglich wäre.
- Zum anderen wären Lehrende damit überfordert, in einer Lehr-Lern-Situation (mit z. B. zwanzig Personen) einer ebenso großen Anzahl von Lernendenvorstellungen gerecht zu werden bzw. angemessen darauf zu reagieren.

Erfreulicherweise ist dem nicht so und in einer Lerngruppe treten meist wenige typische und wiederkehrende Lernendenvorstellungen zu einem Themengebiet auf (s. o.). Das mag damit zusammenhängen, dass Menschen im Detail zwar sehr individuelle Erfahrungen machen, sie alle jedoch in derselben Welt leben. Unter einem etwas größeren Blickwinkel machen sie zumindest recht ähnliche Erlebnisse. Darüber hinaus tauschen sie sich mit ihren Mitmenschen aus, sodass sich auch dadurch ihre Vorstellungen verändern und einander annähern. Weil die Anzahl der Vorstellungen also endlich und beherrschbar ist, ergibt es Sinn, empirisch tätig zu werden. Lehrende können sich über die empirisch erhobenen Vorstellungen informieren und einen Nutzen daraus ziehen: Sie wissen, welche Vorstellungen zu erwarten sind und sie können durch eine Berücksichtigung der Perspektiven ihrer Adressaten die Wahrscheinlichkeit für eine erfolgreiche und erwünschte Wissenskonstruktion erhöhen.

Sind die Vorstellungen der Lernenden von einem Themengebiet bekannt, lassen sich Lernschwierigkeiten und auch Lernmöglichkeiten – *pathways* (Scott, Asoko & Driver, 1992) – antizipieren. Das dient nicht nur dem Zweck, sie zu vermeiden. Es geht auch insofern darüber hinaus, als die Perspektiven der Adressaten zum Ausgangspunkt einer didaktischen Strukturierung gemacht werden können (Kattmann, Duit, Gropengießer &

Komorek, 1997). Durch eine empirische Untersuchung der Vorstellungen von Lernenden lässt sich aufklären, wie mit aufzubereitenden Inhalten an ihre Perspektive angeknüpft werden kann und welche Vorstellungen zur Entwicklung einer wissenschaftlichen Perspektive umgedeutet oder ausgeschärft werden müssen. Das ist immer dann möglich, wenn die fachliche Sicht und die der Lernenden recht nah beieinander liegen (Duit, 2007b). Andernfalls lassen sich Lernschwierigkeiten bewusst in Form von kognitiven Konflikten provozieren und zum Lernen nutzen. Kognitive Konflikte (Duit, 2007b) dienen dazu, die Lernenden mit den Grenzen der Erklärungsmächtigkeit ihrer Vorstellungen zu konfrontieren. Dabei ist zu berücksichtigen, dass ein vom Lehrenden angestrebter kognitiver Konflikt nicht notwendigerweise vom Lernenden gespürt wird, sodass kein Bedarf nach neuen Konzepten oder Erklärungen entsteht. Erst wenn beim Adressaten des Lernangebots eine Unzufriedenheit mit den vorhandenen Vorstellungen erzeugt wird, ist ein fruchtbaren Boden für den Aufbau von erwünschten, fachgerechten Vorstellungen geschaffen (vgl. Nerdel, 2017, S. 82 f.; vgl. Posner, Strike, Hewson & Gertzog, 1982, S. 223f.).

Fachgerecht ist ein wichtiges Stichwort, denn damit wird in der fachdidaktischen Literatur eine Abgrenzung von der eng gedachten fachlichen Richtigkeit hergestellt (Bleichroth, 1991; Jung, 1984). Im Sinne des Konstruktivismus verfügen selbst fachliche Sachstrukturen nicht über unbegrenzte Objektivität. Es ist zu berücksichtigen, dass auch Forschende und Lehrende Wissen auf der Grundlage ihrer Vorstellungen und ihres – in der Wissenschaftscommunity – sozial geteilten Vorwissens aufbauen. Wissen ist damit in jedem Fall eine vom Menschen erzeugte Konstruktion, ohne die Aktivitäten des Menschen gäbe es keine fachlichen Sachstrukturen. Physikalisches Wissen ist im Einklang mit experimentellen Ergebnissen durch die Aktivitäten von Expertinnen und Experten entstanden und dort sozial ausgehandelt worden. Im Besonderen zeichnet es sich durch seinen sehr hohen Abstraktionsgrad oder eine hohe Spezialisierung aus. Das ist zunächst eine bedeutende Leistung der Menschheit, weil sehr unterschiedliche Erscheinungen wie das Brennen eines Feuers oder die Verformung eines Autos beim Aufprall auf ein gemeinsames Konzept – Energie – zurückgeführt werden. Für Lernende ist dieser hohe Abstraktionsgrad jedoch eine Krux, denn für sie erscheinen physikalische Inhalte losgelöst von der Realität und damit unverständlich, sodass dafür plädiert wird, physikalische Inhalte in lebensnahe Kontexte einzubetten (Nawrath, 2010). Für die Lernenden ist es andernfalls schwierig, mit ihren Vorstellungen und ihrem Vorwissen an abstrakte physikalische Inhalte ankoppeln zu können, um den Inhalten Bedeutung zu verleihen und sie als Anlass zur Konstruktion neuen Wissens zu nutzen. Eine hohe Spezialisierung von Wissen führt zwar auch auf Kontexte, die aber zu unvertraut sein können, sodass keine Hilfe beim Lernen darstellen. Es bedarf lebensweltlicher Kontexte, in denen Menschen Primärerfahrungen machen können.

Aus diesem Grund werden im Zuge fachdidaktischer Aufbereitungen auch fachliche Sachstrukturen verändert, sie werden rekonstruiert. Hierdurch erklärt sich der Name der Didaktischen *Rekonstruktion* (Duit et al., 2012). In seiner Entwicklungsperspektive wird

mit dem Modell das Ziel verfolgt, fachliche Sachstrukturen zu zerlegen, zu analysieren, neu zusammenzusetzen und dabei so anzureichern, dass eine rekonstruierte Sachstruktur gebildet wird, die für Vermittlungszwecke geeignet erscheint (und nach empirischer Überprüfung und erneuter Veränderung dann geeignet ist). Hierbei ist eine Balance zu wahren: Darstellungen von Sachstrukturen dürfen lediglich insoweit verändert werden, als sie noch fachgerecht sind. Zugleich dienen die Veränderungen dem Zweck, die rekonstruierten Sachstrukturen adressatengerecht zu modifizieren. Es handelt sich also um einen Optimierungsprozess, damit sie im besten Fall sowohl fachgerecht als auch adressatengerecht sind (Bleichroth, 1991; Jung, 1984; Duit et al., 2012). Weder die fachlich geklärten Konzepte noch die empirische erhobenen Lernendenvorstellungen allein sind Ausgangspunkt für die Konstruktion von Unterricht, von Ausstellungskonzepten oder Lernmaterialien.

Bisher wurde in der vorliegenden Arbeit lediglich der Blick auf die fachlichen Sachstrukturen gelegt und jene elementarisiert. Deshalb muss nun die empirische Aufgabe umgesetzt werden, um die Sicht der Lernenden auf das interessierende Themengebiet zu beforschen.

14.1 Formulierung der Forschungsfragen

Um die empirische Untersuchung stärker auf ein zu beforschendes Konstrukt fokussieren zu können, ist es nötig, mehr darüber in Erfahrung zu bringen, wie sich der Aufbau von Vorstellungen im Detail vollzieht. Zu diesem Zweck wird eine lernpsychologische Perspektive auf den Aufbau von Wissen eingenommen. Diesbezüglich sei angemerkt, dass der Fokus in der vorliegenden Studie auf dem deklarativen Wissen der Lernenden liegt, also auf Faktenwissen und nicht auf prozeduralem Wissen.

Den Lernpsychologen Edelmann und Wittmann (2012) zufolge, werden bei der Auseinandersetzung der Lernenden mit ihrer Umwelt Kognitionen angeregt. Kognitionen ermöglichen Menschen, Kenntnis von ihrer Mitwelt zu erlangen, wodurch sich kognitive Strukturen ausbilden (Edelmann & Wittmann, 2012). Diese Strukturen sind dem deklarativen Wissen gleichbedeutend. Zentral sei, dass es sich beim Aufbau von Wissen um einen aktiven, kognitiven Strukturierungsprozess handelt (Edelmann & Wittmann, 2012). Die Strukturierung des Wahrgenommenen sei entscheidend, um sich den Eindrücken der Mitwelt ohne Überforderung aussetzen zu können und keiner Überreizung anheimzufallen. Die Reize, die auf die Sinnesorgane des Menschen einwirken, sind äußerst komplex. Kein Reiz gleicht dem anderen: Es existiert beispielsweise eine praktisch unendliche Vielfalt verschiedenartiger Objekte; und selbst ähnliche Objekte sehen im Detail doch unterschiedlich aus. Alles Wahrzunehmende in hoher Detailtiefe gleichzeitig wahrzunehmen und gedanklich zu repräsentieren, würde Menschen handlungsunfähig machen. Die Informationsdichte lässt sich aber bewältigen, indem ähnliche oder gemeinsam auftretende Reize in Kategorien zusammengefasst, also strukturiert werden. Die Kategorisierung drückt gemäß Edelmann und Wittmann (2012) aus, dass von den Besonderheiten des Einzelfalls abgesehen und auf gemeinsame Eigenschaften abstrahiert werde.

Wenngleich also beispielsweise ein Efeugewächs im Detail nicht dem anderen gleicht, so sehr unterscheidet es sich doch von einer Sonnenblume. Dadurch lassen sich zwei unterschiedliche Gewächse als zueinander ähnlich erkennen und in einer Kategorie <<Efeu>> zusammenfassen. Das macht auch die Identifikation von neuen Pflanzen als Efeu effizienter, denn es ist nicht die Größe, Form und Ausrichtung jedes einzelnen Blatts zu analysieren. Der Terminus Efeu wird als Kategoriensystem zusammen mit charakteristischen Merkmalen/Attributen repräsentiert: Die generelle Form der Blätter, die Zeichnung auf den Blättern und die Art des Wuchses machen zügig deutlich, dass eine erstmals gesehene Pflanze zur Kategorie der Efeugewächse gehört oder nicht. Die Kategorie, in der ein Terminus mit charakteristischen Merkmalen/Attributen verknüpft ist, macht aus dem Terminus einen Begriff. Daher wird bei der Erzeugung eines Kategoriensystems durch die Auseinandersetzung mit der Umwelt von Begriffsbildung (Edelmann & Wittmann, 2012; Eckes, 1991) gesprochen. Beim umgekehrten Prozess, dem Erkennen von Zugehörigkeit von etwas Wahrgenommenem zu einem bereits gebildeten begrifflichen Kategoriensystem, handelt es sich um Begriffsidentifikation (Edelmann & Wittmann, 2012). Durch das Wechselspiel von Begriffsbildung und -identifikation differenzieren sich die begrifflichen Kategoriensysteme stetig weiter aus. In der Lernpsychologie wird diese Modellierung als klassische Theorie der Begriffsbildung (Eckes, 1991; Edelmann & Wittmann, 2012) bezeichnet.

Für den Grad der Ausdifferenzierung spielt Praktikabilität im Alltag eine große Rolle. Ein Tischler wird über ein viel ausdifferenzierteres Kategoriensystem vom Begriff Holz verfügen als ein Laie. Für Tischler sind die gemeinsam mit dem Terminus repräsentierten Merkmale/Attribute für ihre Arbeit von entscheidender Bedeutung. Denn sie müssen über unterschiedliche Sorten von Holz und ihre Eigenschaften Bescheid wissen, um für den jeweiligen Einsatzzweck das geeignete Material auswählen zu können. Für einen Laien ist dies im Alltag nicht nötig, in der Regel reicht die Unterscheidung von wenigen Sorten und eine Handvoll von Merkmalen. Es wird also der Grad an Ausdifferenzierung des begrifflichen Kategoriensystems angestrebt, der genügend Differenzierungsmöglichkeiten für die Bewältigung des Alltags bietet, zugleich das Individuum aber nicht überfordert. Nützlichkeit ist hierbei das wichtigste Kriterium für den Grad der Ausdifferenzierung. Neben der klassischen Theorie der Begriffsbildung existiert noch eine weitere theoretische Modellierung, weil sich manche Begriffe durch große Vagheit auszeichnen und sich demnach nur schwierig an konkreten Merkmalen/Attributen festmachen lassen. Die sogenannte Prototypentheorie geht davon aus, dass Menschen für bestimmte Begriffe einen typischen Vertreter (Prototyp) gedanklich repräsentieren (Eckes, 1991; Edelmann & Wittmann, 2012). Bei der Auseinandersetzung mit der Umwelt werden neue Reize interpretiert, indem sie mit den gedanklich repräsentierten Prototypen verglichen werden. Sind Ähnlichkeiten zum Prototyp vorhanden, dann fällt neu Wahrgenommenes ebenfalls unter den bereits gedanklich repräsentierten und durch den Prototyp vertretenden Begriff.

Die Theorien der Begriffsbildung verdeutlichen die Notwendigkeit, zwischen Terminus und Begriff zu unterscheiden. Diese Unterscheidung erklärt viele auftretende Lern-

schwierigkeiten: Auch wenn zwei Personen vom gleichen Terminus sprechen, können sie damit verschiedene Begriffe, also sehr Unterschiedliches meinen. Ein gutes Beispiel aus physikalischen Lehr-Lern-Situationen ist der Terminus Kraft. Im physikalischen Sinne ist der Terminus mit eindeutigen Merkmalen/Attributen verknüpft, z. B. dem Aspekt der Wechselwirkung. Durch diese Verknüpfung ist ein physikalischer Kraftbegriff gebildet worden. Klare definierte Begriffe ermöglichen es Forschenden, untereinander konstruktiv kommunizieren zu können. Auch wenn es selbst bei Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern nicht immer der Fall ist, so wird doch in einer Diskussion über den Terminus Kraft angenommen, dass alle Beteiligten mit dem Terminus die gleichen Merkmale verbinden und somit den physikalischen Kraftbegriff meinen. Für Lernende ist in diesem Zusammenhang problematisch, dass der Terminus Kraft häufig auch im Alltag eingesetzt wird. Hier soll er meist eine Asymmetrie ausdrücken: Jemand ist stärker und lässt aktiv eine Kraft auf einen passiven Gegenpart einwirken. Dadurch bildet sich bei den Lernenden noch vor dem ersten Kontakt mit dem physikalischen Kraftbegriff ein alltäglicher Kraftbegriff. Da dieser Kraftbegriff im Alltag gebildet worden ist, bewährt er sich dort zusehends und gewinnt mit der Zeit an Stabilität. In naturwissenschaftlichen Lehr-Lern-Situationen werden die Lernenden jedoch mit dem wissenschaftlichen Kraftbegriff konfrontiert. Sie erleben, dass sich dessen Merkmale von denen des bereits gebildeten Kraftbegriffs unterscheiden oder sogar konfliktieren. Das ist die Ursache für viele Lernschwierigkeiten, weil die Adressaten nicht in der Lage sind, Informationen im Lernangebot für sich aufzuschließen, an ihr Vorwissen anzukoppeln und das Angebot somit als Anlass für das Lernen zu nutzen (Duit, 1995). Im schlimmsten Fall kommen Lernende dann zu dem Fehlschluss, dass sie kognitiv nicht in der Lage seien, erfolgreich an einem physikalischen Lernangebot teilzunehmen und wenden sich schließlich ab. In der Physik existieren viele Termini wie Energie, Leistung, Strom etc., die auch im Alltag eingesetzt werden. Dort sind sie allerdings andere Begriffe als in der Wissenschaft. Wenngleich der Terminus Desoxyribonukleinsäure wegen seiner Fremdartigkeit zunächst komplexer erscheint als die genannten (kurzen) Termini in der Physik, so ist der Terminus begrifflich gesehen doch einfacher, weil er im Alltag nicht häufig gebraucht wird und somit nicht mit konfliktierenden Merkmalen (im Vergleich zwischen Alltagsbegriff und wissenschaftlichem Begriff) belegt ist. In allen physikalischen Lehr-Lern-Situationen kommt der Bildung von wissenschaftlichen Begriffen eine zentrale Bedeutung zu, sie ist ein wichtiges Lernziel. Gut zu erkennen ist die herausgehobene Stellung der Begriffsbildung anhand der Basismodelle des Lernens von Oser und Baeriswyl (2001). Hierbei handelt es sich um eine Modellierung von Lernprozessen. Es wurden zwölf Basismodelle herausgearbeitet, von denen laut Krabbe, Zander und Fischer (2015) im Wesentlichen nur drei in physikalischen Lehr-Lern-Situationen vorkommen: (1) Lernen durch Eigenerfahrung, (2) Problemlösen sowie die (3) Begriffs- und Konzeptbildung. Mit der Konzeptbildung sind hierbei komplexere Begriffssysteme gemeint, die demnach auch durch die dargelegten Theorien zur Begriffsbildung beschrieben werden.

Im vorliegenden Entwicklungsprojekt werden Phänomene im Bereich von Strömungen und Strukturbildungen aufbereitet. Hierbei handelt es sich um zwei Termini, die sowohl

in der Wissenschaft als auch im Alltag vielfältig verwendet werden. Auch hier kann es in Vermittlungssituationen also durchaus zu den beschriebenen Lernschwierigkeiten kommen, weil die Termini im Alltag andere Begriffe sind als in der Wissenschaft: Im Alltag wird im Verkehrsbericht zur Urlaubssaison von zähfließenden und langsam strömenden Autos gesprochen. Beim großen Weihnachtsverkauf ist von strömenden Menschenmassen die Rede, derentwegen es im Stadtzentrum kein Durchkommen mehr gibt. Und auch im Wirtschafts- und Finanzwesen werden Transaktionen verdeutlicht, indem die Bewegung von Waren und Finanzmitteln mithilfe von Strömungen und Strömen beschrieben werden. In vielen Situationen des Alltags macht man sich die fließende Bewegung von Fluiden also zunutze, um ähnliche Bewegungen oder gedankliche Konstrukte verdeutlichen zu können. Hierdurch wird dem Adressaten beim Verstehen geholfen; aber das hat seinen Preis, weil hierdurch Lernschwierigkeiten in anderen Lehr-Lern-Situationen begünstigt werden. Ähnlich ist es auch beim Terminus Struktur. Er wird im Alltag in vielfältigen Kombinationen meist dort eingesetzt, wo eine gewisse innere Gliederung oder Ordnung ausgedrückt werden soll. Entsprechend ist von der Struktur eines Gebäudes, eines Kleidungsstücks, eines Bücherregals oder aber von einem strukturierten Tagesablauf die Rede. In jedem Fall werden also mit den Termini Strömung und Struktur ganz bestimmte Merkmale verbunden. Auf die möglichen Begriffsbildungen der Adressaten müssen die Gestalterinnen und Gestalter von Lernangeboten vorbereitet sein, weil beim Nennen der Termini in einer Ausstellung die mit ihnen verbundenen Merkmale bei Lernenden aktiviert werden können. Unter Umständen sind diese Merkmale aus naturwissenschaftlicher Sicht unzureichend und irreführend. Oder umgekehrt: Die im Zuge des Lernangebots verdeutlichten Merkmale von Strömungen und Strukturen werden von den Adressaten abgelehnt, weil sie mit ihren Begriffsbildungen konfliktieren. In diesem Fall werden Adressaten ggf. abgehängt, ohne dass Lehrende dies wahrnehmen. Entsprechend benötigen sie Kenntnis von den möglichen Begriffsbildungen ihrer Adressaten, um das Lernangebot darauf abstimmen und Lernschwierigkeiten antizipieren zu können. Das garantiert zwar nicht, dass die Adressaten das Angebot zum Lernen nutzen können, es vergrößert allerdings die Wahrscheinlichkeit hierzu.

Aus diesem Grund werden in der vorliegenden empirischen Studie die Begriffsbildungen von Lernenden nachgezeichnet. Hierzu werden die Merkmale erforscht, die sie mit den Termini Strömungen bzw. Strukturen verknüpfen. Es wird demnach die folgende Forschungsfrage, untergliedert in zwei Teile, formuliert:

Forschungsfrage Nr. 1a: Welche Vorstellungen von den Merkmalen/Prototypen des Begriffs Strömung lassen sich bei Lernenden nachzeichnen?

Forschungsfrage Nr. 1b: Welche Vorstellungen von den Merkmalen/Prototypen des Begriffs Strukturbildung lassen sich bei Lernenden nachzeichnen?

Begriffsbildung beschränkt sich nicht ausschließlich auf Merkmale und Prototypen. Hiermit ist lediglich ein Teil der Begriffsbildung hinreichend beschrieben: die sogenannten

Eigenschaftsbegriffe. Naturwissenschaftliche Begriffe gehen jedoch über jene hinaus, denn bei ihnen handelt es sich um Erklärungs-begriffe (Edelmann & Wittmann, 2012). Diese umfassen Eigenschaftsbegriffe, aber es kommt noch eine erklärende Theorie hinzu, die an den Begriff gekoppelt ist. Erklärungs-begriffe sind also Eigenschaftsbegriffe plus erklärende Theorie. Bei einem Geysir handelt es sich beispielsweise um einen solchen Erklärungs-begriff. Denn zum einen sind mit dem Terminus Merkmale verknüpft, die ihn von anderen Fontänen unterscheiden (Eigenschaftsbegriffsteil). Zum anderen steht hinter dem Begriff aber noch eine Theorie, welche die Entstehung des Phänomens erklärt. Damit ist der Geysir mehr als nur ein Eigenschaftsbegriff. Er ist ein Erklärungs-begriff.

Analoges gilt auch bei Strömungen und Strukturen im Küstenbereich. Neben den Merkmalen der beiden Termini, existieren erklärende Theorien, welche die Entstehung von Strömungen und die Bildung von Strukturen erklären. Deshalb muss an einer bestimmten Stelle in der empirischen Untersuchung von Lernendenvorstellungen über die Merkmale der Termini hinausgegangen werden. Es ist ebenfalls zu erforschen, welche Theorien Lernende einsetzen, um die Entstehung von Strömungen und Strukturen zu erklären. Da es sich bei der Erklärung von Phänomenen durch Lernende um ein Kernanliegen beinahe jeder physikalischen Lehr-Lern-Situation handelt, existiert vielfältige Literatur, in der eruiert wird, was genau mit solchen Theorien gemeint ist. In Arbeiten zum Erklären im Physikunterricht (Kulgemeyer, 2016), zur Didaktischen Rekonstruktion (Duit et al., 2012) und auch zur Elementarisierung (Bleichroth, 1991; Kircher, 2015b) ist beschrieben, dass damit von Phänomenen abstrahierte Grundprinzipien, Grundideen bzw. Grundgesetze gemeint sind.

Es gibt eine beinahe unbegrenzte Anzahl von zu beobachtenden Phänomenen, die auf einer viel kleineren Anzahl von naturwissenschaftlichen Grundideen basieren. Die Fachwissenschaft schließt deshalb entweder von neuen Beobachtungen auf neue Grundideen (Induktion) oder erklärt, und entschlüsselt damit, auf Basis bereits herausgearbeiteter Theorien/Grundideen, neue Phänomene (Deduktion). Je mehr Phänomene auf Basis derselben Grundideen erklärt werden können, desto erklärungs-mächtiger sind letztere. Deshalb ist es das Ziel der Fachwissenschaft, möglichst viele Phänomene mit möglichst wenigen Grundideen zu entschlüsseln (vgl. Demtröder, 2018, S. 2). In physikalischen Lehr-Lern-Situationen wird in ähnlicher Weise vorgegangen: In einem kontextualisierten Lernangebot (Leisen, 2016) setzen sich Lernende mit einem speziellen Phänomen auseinander und arbeiten mithilfe von unterstützenden Lernmaterialien naturwissenschaftliche Grundideen heraus. Jene setzen sie im weiteren Verlauf ein, um Phänomene in neuen Kontexten entschlüsseln zu können. Hierdurch werden die Grundideen vom einführenden Kontext gelöst – sie werden dekontextualisiert (Leisen, 2016) – und im Idealfall als erklärungs-mächtig anerkannt, da wenige Grundideen eine Vielzahl von Phänomenen entschlüsseln können. Lernende werden hierdurch befähigt, nicht nur gemachte Beobachtungen konsistent beschreiben, sondern auch Beobachtungen sowie den Ausgang von Versuchen vorhersagen zu können. Durch das Wechselspiel von Induktion und Deduktion bauen die

Adressaten des Lernangebots Wissen in Form von Vorstellungen von physikalischen Grundideen auf, die sie zur Entschlüsselung von Phänomenen einsetzen.

Weil sich Wissen im konstruktivistischen Sinn nicht einfach vom Lehrenden auf Lernende übertragen lässt, verfügen die Adressaten bisweilen über recht unterschiedliche Vorstellungen wie sich ein Phänomen entschlüsseln lässt – sowohl vor als auch nach dem Lernangebot. Daraus können aus verschiedenen Gründen Lernschwierigkeiten erwachsen. Beispielsweise ist es möglich, dass die von den Lernenden verwendeten Erklärungen:

- ... nicht fachgerecht sind.
- ... fachgerecht sind, aber für die Entschlüsselung des Phänomens keine Rolle spielen.
- ... einzeln fachgerecht sind, aber unangemessen miteinander kombiniert werden.
- ... zu oberflächlich repräsentiert sind, als sie das Phänomen entschlüsseln könnten.

Der zweitletzte Aspekt soll ausdrücken, dass zur Entschlüsselung eines Phänomens häufig mehr als eine einzelne Grundidee gebraucht wird. Obwohl die jeweiligen Erklärungen für sich genommen fachlich angemessenen sein können, kann die Lernschwierigkeit darin liegen, dass Erklärungen so miteinander kombiniert werden, dass sie in Gänze nicht in der Lage sind, das Phänomen zu entschlüsseln. Der letzte Punkt der Auflistung meint, dass Erklärungen auf unterschiedlichen Komplexitätsebenen gedacht werden können. Die Grundidee, warmes Wasser steige gegenüber kaltem Wasser auf, fällt in dieselbe Kategorie wie die Grundidee, dass sich die Dichte von Wasser mit dessen Temperatur verändert und zwischen Wasser unterschiedlicher Temperaturen infolge der Dichteunterschiede Auftriebskräfte wirken. Trotz gleicher Kategorie ist letztere Grundidee fachlich komplexer und liefert eine anspruchsvollere Erklärung für die Dynamik beim Aufeinandertreffen von kaltem und warmem Wasser.

Wie in den Arbeiten zum Erklären im Physikunterricht (Kulgemeyer, 2016), zur Didaktischen Rekonstruktion (Duit et al., 2012) und zur Elementarisierung (Bleichroth, 1991; Kircher, 2015b) deutlich wird, muss zwischen den wissenschaftlichen Erklärungen und den Erklärungen im Unterricht bzw. zwischen den wissenschaftlichen Sachstrukturen und den rekonstruierten Sachstrukturen unterschieden werden. Die Grundideen innerhalb von wissenschaftlichen Sachstrukturen sind zwar fachgerecht, meist jedoch nicht adressatengerecht, weil sie die Lernenden überfordern und damit für sie nicht verständlich sind. Hier ist in jedem Lernangebot ein Balanceakt zu bewältigen: Erklärungen bzw. Sachstrukturen sollen im Idealfall sowohl fachgerecht als auch adressatengerecht sein. Dieses Ziel verdeutlicht die Notwendigkeit, neben dem Herausarbeiten von Grundideen durch die Analyse von wissenschaftlichen Sachstrukturen auch zu erforschen, welche Erklärungen Lernende beim Entschlüsseln von Phänomenen heranziehen. Welche Erklärungen setzen sie ein? Wie passend sind diese zur Entschlüsselung von Phänomenen ausgewählt? Wie kombinieren sie die Erklärungen miteinander? Welchen fachlichen Tiefgang haben die nachgezeichneten Erklärungen? Das sind Fragen, die beantwortet werden müssen, um die wissenschaftlichen Sachstrukturen so rekonstruieren zu können, dass diese adressaten-

gerecht sind. Abermals geht es darum, Lernschwierigkeiten in den erzeugenden Lernangeboten antizipieren zu können, um gezielt an die Vorstellungen der Lernenden anknüpfen oder jene konfrontieren zu können.

Aus diesem Anspruch heraus werden in der empirischen Untersuchung auch Vorstellungen von der Entstehung von Strömungs- und Strukturphänomenen an der Küste erforscht. Der Fokus liegt hierbei auf den Erklärungen, die Lernende einsetzen, um solche Phänomene für sich zu entschlüsseln. Es wird deshalb die folgende Forschungsfrage, untergliedert in zwei Teile, formuliert:

Forschungsfrage Nr. 2a: Welche Vorstellungen von der Entstehung von Strömungen lassen sich bei Lernenden nachzeichnen?

Forschungsfrage Nr. 2b: Welche Vorstellungen von der Entstehung von Strukturen lassen sich bei Lernenden nachzeichnen?

14.2 Methodologie

In diesem Kapitel ist auf Grundlage des Forschungsinteresses – kondensiert in Form der Forschungsfragen – zu entscheiden, welches methodische Vorgehen am besten geeignet ist, um gehaltvolle Daten generieren, auswerten und die Forschungsfragen beantworten zu können. Leitgedanke für die Beschreibung des Forschungsgegenstands ist eine konstruktivistische Perspektive (Anderson, 2013; Bereiter, 1994; Terhart, 1999) auf das Lernen. Demnach ist es nur konsequent, diese konstruktivistische Position auch auf die folgenden methodologischen Überlegungen zu beziehen. Die Vorstellungen der Lernenden von den Merkmalen von Strömungen und Strukturen sowie deren Entstehung werden nicht nur durch die Auseinandersetzung mit der Umwelt aufgebaut, sie manifestieren sich auch erst wieder durch die Auseinandersetzung mit einem Gegenstand, der die Vorstellungen anregt/aktiviert. Soll heißen, dass es sich bei einer Vorstellung nicht um etwas handelt, das die Lernenden in einem – metaphorischen – Schrank auf Abruf parat halten und immer in gleicher Weise einsetzen. Sie sind gewissermaßen eine Virtualität und existieren nicht unabhängig vom Lerngegenstand, mit dem sich die Lernenden auseinandersetzen. Dabei entwickeln sie sich kontinuierlich weiter. Für die Forschung folgt daraus, dass Situationen mit Lernanlässen geschaffen werden müssen, welche die Anregung von Vorstellungen im interessierenden Themengebiet begünstigen und die Lernenden zugleich auffordern, ihre Gedanken zu verbalisieren oder eine Handlung auszuführen. Diese Verbalisierungen und Handlungen sind die interessierenden Forschungsdaten. Es reicht dabei nicht, die Probandinnen und Probanden direkt nach ihren Vorstellungen zu befragen, zumal sie sich derer meist nicht bewusst sind oder Schwierigkeiten bei der Ausformulierung haben. Wichtig ist, sich klarzumachen, dass kein starres, sondern ein formbares Konstrukt untersucht werden soll, das sich auch während der Studie noch weiterentwickelt. Denn auch in einer Untersuchung wird gelernt und Wissen aufgebaut. Hier braucht es „pragmatische[e] Gelassenheit“ (Arnold & Siebert, 1999, S. 21), die sich aus der Erkenntnis speist, dass hier lediglich Momentaufnahmen von Vorstellungen untersucht werden.

Für die Datenaufnahme sind somit Methoden angezeigt, in der die Beteiligten in eine intensive Wechselwirkung treten. Hierzu zählen Interviews, Fokusgruppen, Gruppendiskussionen, *teaching experiments* (Komorek & Duit, 2004; Misoch, 2019) etc. Diese sind zur Anregung von Vorstellungen angereichert mit Bildern, Videos, Exponaten, Versuchen o. Ä., durch die Probandinnen und Probanden kognitiv aktiviert werden. Solche interaktiven Methoden ermöglichen Forschenden, sich auf die individuellen Eigenarten der Vorstellungen von Lernenden einzustellen, indem sie Fragen an die Lernenden zu adaptieren erlauben und die Forschenden spontan entscheiden können, genauer nachzufragen. Nur durch diese permanente Nachjustierung kann das Ziel erreicht werden, maximale Informationen über die Sichtweise der Lernenden im Umfeld des Forschungsinteresses zu generieren. Das ist beispielsweise bei einem Fragebogen nicht möglich, denn er ist in der Regel für alle gleich: Zum einen lassen sich die Fragen dann nicht nachjustieren und an den individuellen Ablauf der Untersuchung anpassen. Zum anderen fehlt die Möglichkeit nachzufragen, falls etwas unverständlich ist oder die Intuition des Forschenden darauf hindeutet, dass hinter der Aussage des Gegenübers mehr steckt, sodass sie sich noch aufbohren lässt. Unbenommen davon stellt ein Fragebogen in einem anderen Forschungskontext sicherlich die geeignete Wahl dar. Aber es gilt das Primat der Forschungsfrage (Vogt, 2015) und in diesem Fall eignen sich Methoden mit einer gewissen Flexibilität eher, um die Fragen beantworten zu können.

Eine prinzipielle Offenheit der Datenaufnahmemethode muss also zur Verfolgung des vorliegenden Forschungsinteresses gegeben sein. Dabei befindet sich der Forschende in einem Spannungsfeld – ähnlich wie auch schon bei der Elementarisierung – in dem zwischen fachgerecht und adressatengerecht ausbalanciert werden muss. Hier ist eine Balance zwischen dem Theoriebezug zu wahren und dem, was die Lernenden erzählen und tun. Denn das Forschungsinteresse liegt auf der Perspektive der Lernenden; aber eben nur im Umfeld der Theorie zu Strömungs- und Strukturphänomenen. Es ist also während der Datenaufnahme immer wieder neu zu entscheiden, wie lange man den Probandinnen und Probanden bei ihren Erzählungen folgt und wann sie dabei so weit vom eigentlichen Forschungsinteresse abgekommen sind, dass der Forschende eingreifen und das Gespräch lenken muss (Witzel, 1985). Wenn sich das Gespräch also dahingehend entwickelt, dass Urlaubserlebnisse geschildert werden, dann muss entschieden werden, hier durch Nachfragen weiterzugehen oder nicht. Gerade im vorliegenden Themenbereich können Erzählungen von Urlauben am Meer durchaus wichtige Aspekte für die Beantwortung der Forschungsfragen bergen, falls von Strukturen im Sand oder von am eigenen Leib erlebten Meeresströmungen berichtet wird. Sollte sich das Gespräch hingegen um die Qualität des Hotels drehen, dann ist keine Nachfrage mehr zu stellen, sondern das Gespräch zu lenken. Damit eine solche Balance hergestellt werden kann, muss eine sanfte Vermischung von Datenaufnahme und -auswertung stattfinden: Schon während die Probandinnen und Probanden erklären und handeln, muss entschieden werden, ob sich die generierten Daten auf das Forschungsinteresse beziehen lassen und dazu beitragen können, die Forschungsfragen zu beantworten. Das hat schon Auswertungscharakter. Die Entscheidung bestimmt

dann, ob das Gespräch in dieselbe Richtung oder durch Lenkung in eine andere Richtung weiterlaufen wird.

Vollstandardisierte Methoden der Datenaufnahme eignen sich also nicht, weil den Probandinnen und Probanden hier stets die gleichen Fragen nach festgelegtem Muster gestellt werden. Gerechtfertigt werden dem Balanceakt vielmehr teilstandardisierte Verfahren, z. B. teilstandardisierte Interviews (Hopf, 2015). Letztere gehen meist mit einem Leitfaden einher, die Interviews sind dann leitfadengestützt. Gestützt meint, dass der Leitfaden dem Forschenden einen Orientierungsrahmen bietet und ihm ermöglicht, sich stark auf die Gesprächsinhalte zu konzentrieren und trotzdem sein Erkenntnisinteresse im Blick zu behalten, um interessierende Bereiche abzudecken. Durch Zuhilfenahme des Leitfadens kann er mit den niedergeschriebenen Fragen das Gespräch zu Zeiten lenken, in denen er dies für notwendig hält. Im Optimalfall deckt er viele Bereiche im Leitfaden ab, hält sich allerdings nicht dogmatisch an die dort formulierten Fragen, sondern hakt regelmäßig nach und lässt häufig auch die Probandinnen und Probanden das Gespräch entwickeln. Metaphorisch lässt sich das Umfeld des Forschungsinteresses als ein unbekanntes Gewässer beschreiben, das der Interviewende erforscht. Damit er nicht allzu stark vom Kurs abkommen kann und sich nicht verirrt, helfen ihm Leuchttürme bei der Orientierung auf hoher See. Das sind die Fragen im Leitfaden. Aber auf keinen Fall soll sich der Forschende von einem Leuchtturm schnurstracks auf den Weg zum anderen machen. Dann entdeckt er nicht viel Neues. Zwischen den Türmen soll er umherfahren und das Gebiet erkunden. Deshalb wird die vorliegende Forschung als Erkundung der Denk- und Erfahrungswelt von Lernenden interpretiert.

Die bisherigen Darlegungen sind aus konstruktivistischen Annahmen erwachsen, die sich vornehmlich auf die Adressaten der Lernangebote bzw. auf die Probandinnen und Probanden (im Forschungskontext) beziehen. Berücksichtigt man die konstruktivistische Sichtweise auf die Erzeugung von Wissen aber konsequent, dann ist auch der Forschende unter diesem Blickwinkel zu betrachten: Er ist in diesem Sinne kein unabhängiger, passiver Beobachter ohne Einfluss. Und das gilt nicht nur, weil er im Rahmen seiner Forschung eine künstliche Situation erzeugt, die im Idealfall die Vorstellungen von Lernenden anregt, sondern auch weil er die Äußerungen und Handlungen von Lernenden aktiv interpretieren muss. Er verleiht ihren Äußerungen und Handlungen eine forschersische Bedeutung, weil er sie durch seinen eigenen interpretativen Akt auf das Forschungsinteresse bezieht. Die interessierenden Merkmale von Strömungen und Strukturen sowie Grundideen zu deren Entstehung können nicht einfach von den Probandinnen und Probanden auf den Forschenden übertragen werden. Der Forschende konstruiert stattdessen auf Basis der Äußerungen und Handlungen von Lernenden, die er mit seinem eigenen Vorwissen interpretiert, aktiv Wissen. Dieses Wissen fungiert dann als Grundlage für die Beantwortung der Forschungsfragen. Es sei angemerkt, dass hier eine starke Wechselwirkung zwischen Forschendem und dem generierten Datenmaterial besteht: Das Material interpretiert er auf Grundlage seines Vorwissens. Dadurch generiert der Forschende wiederum neues Wissen, das er abermals zur Interpretation einsetzt, usw. Von Kuckartz

(2018) wird dieser Prozess als hermeneutische Spirale bezeichnet. Auch im rein fachwissenschaftlichen Bereich wird ein Beobachter übrigens nicht mehr als unabhängig und passiv angesehen. Seit der Entwicklung der Quantenmechanik wird – verdeutlicht im Gedankenexperiment zu Schrödingers Katze – unterstrichen, dass die Beobachtung an sich das zu Beobachtende beeinflusst. Damit ist festzuhalten, dass Forschung in diesem Bereich bedeutet, Wissen über die Wissenskonstruktion der Lernenden zu konstruieren. Es handelt sich also um eine Rekonstruktion. Genau deshalb wird in den Formulierungen der beiden Forschungsfragen das hierzu synonyme Verb *nachzeichnen* verwendet.

Dass der Forschende die Daten schon während der Aufnahme und dann im Anschluss in der Auswertung interpretieren muss, bedeutet keine Willkürlichkeit: Es handelt sich zwar stets um ein Fremdverstehen, aber es ist ein methodisch kontrolliertes. Das methodologische Fundament der vorliegenden Forschungsbestrebungen ist die Hermeneutik, was ausdrückt, dass in allem, was Menschen produzieren, ein Sinn enthalten ist (Vogt, 2015; Kuckartz, 2018). Diesen Sinn gilt es in den generierten Daten nachzuzeichnen. Um eine systematische, nachvollziehbare Interpretation zu gewährleisten, wurde die qualitative Inhaltsanalyse (z. B. Kuckartz, 2018; Lamnek, 2005; Mayring, 2015) entwickelt. Diese grenzt sich von der klassischen Inhaltsanalyse mit starkem quantitativem Einschlag ab, in der u. a. Wörter gezählt werden, um dann deren Auftreten mit deskriptiver Statistik zu beschreiben (Kuckartz, 2018). Ganz im Sinne der Hermeneutik geht die qualitative Inhaltsanalyse davon aus, dass eine Äußerung aus mehr besteht als nur den Wörtern, mit deren Hilfe sie formuliert wird. Auch wenn das Auftreten von Wörtern statistisch beschrieben wird, ist damit der Sinn einer Aussage noch nicht erfasst. Die Qualität der hierzu nötigen Interpretation kann dabei nicht sinnvoll auf einer Skala zwischen richtig und falsch eingeschätzt werden. Passung sowie innere Konsistenz und der Grad an Übereinstimmung mit der Interpretation von anderen Forschenden liefern hingegen wertvolle Hinweise auf die Qualität einer qualitativen Inhaltsanalyse (Kuckartz, 2018).

Damit die Qualitätsmerkmale angewendet werden können, müssen die Äußerungen der Probandinnen und Probanden systematisch und nachvollziehbar ausgewertet werden. Der erste Schritt hierzu ist die Anfertigung eines Transkripts, das, je nach Bedarf und Forschungsinteresse, neben Äußerungen auch non-verbale Aspekte umfassen kann. Das Transkript stellt die maximale Breite der Daten dar, die es darauffolgend zu kondensieren gilt. In der Theorie zur qualitativen Inhaltsanalyse werden Auswahlseinheiten, Analyseseinheiten und Codiereinheiten unterschieden (Kuckartz, 2018). Da im vorliegenden Fall Daten eigenständig generiert und nicht aus einem bestehenden Pool ausgewählt werden, sind Auswahlseinheiten und Analyseseinheiten gleichbedeutend: Nur das generierte Material eignet sich wegen seiner Spezifität zur Beantwortung der Forschungsfragen. Deshalb sollen alle generierten Daten analysiert werden. Im nächsten Schritt werden Redundanzen und überflüssige Informationen, die sich nicht auf das Forschungsinteresse beziehen lassen, vom Transkript gelöst. Das verbleibende Material stellt die Codiereinheiten dar, auf deren Basis sogenannte Kategorien gebildet werden. Das sind kompakte Texteinheiten, die den interpretierten Sinn von Abschnitten im Transkript repräsentieren.

Laut Kuckartz (2018) gibt es keine standardisierte Form, in der Kategorien auftreten. Daher ist ihre Bandbreite recht groß. Sie reicht von einzelnen Wörtern über ganze Aussagesätze bis hin zu verbalisierten Skalenzuweisungen. Kategorien können hierbei mit Termini formuliert werden, die direkt aus dem Transkript stammen (In-vivo-Kategorien) oder der Forschende formuliert eine Kategorie mit eigenen Worten und versucht damit, den Sinn hinter den Termini zu interpretieren, die von den Interviewten verwendet werden (analytische Kategorien) (Kuckartz, 2018). Durch das Bilden von Kategorien wird der Text mit dem Blick auf das Forschungsinteresse verdichtet. Hierdurch gehen viele Informationen verloren, was allerdings kein Manko darstellt, solange viele Informationen, die sich auf das Forschungsinteresse beziehen, erhalten bleiben. Der Informationsverlust ist zwingend nötig, um den Text zunehmend kondensieren zu können und damit handhabbar zu machen.

Durch die fortlaufende Auswertung der Daten wird Stück für Stück ein System von Kategorien aufgebaut, das auch deren Beziehung zueinander ausdrückt. Hierfür gibt es mehrere Möglichkeiten, z. B. ein Netzwerk von Kategorien oder eine Hierarchisierung. Letzteres ist weit verbreitet, wobei Kategorien in Haupt- und Subkategorien untergliedert werden. Das lässt sich auf weiteren Ebenen fortsetzen, sodass auch Subkategorien von Subkategorien konstruiert werden können. Ziel ist es, das Kategoriensystem bis auf ein praktikables Maß ausdifferenzieren, das eine Beantwortung der Forschungsfragen ermöglicht. Ein zu schwach ausdifferenziertes Kategoriensystem leistet dies nicht, aber auch ein zu stark ausdifferenziertes System bereitet insofern Probleme, als es nicht mehr praktikabel, also nützlich ist, weil es den Blick auf wesentliche Muster in den Äußerungen der Befragten versperrt. Ein mittleres Maß der Ausdifferenzierung eines Kategoriensystems ist anzuzielen, das sowohl den Text des Transkripts kondensiert und so den Umfang reduziert als auch Muster/Sinneinheiten in den Äußerungen der Probandinnen und Probanden widerspiegelt. Das Erkennen von Mustern verdeutlicht hierbei, dass Einzelaussagen von Probandinnen und Probanden weitestgehend ohne Wert sind. Erst wenn bestimmte Äußerungen an mehreren Stellen im Material vorkommen und des Öfteren zur Verdeutlichung und Umschreibung eines Sachverhalts herangezogen werden, kann mit einer gewissen Sicherheit eine Kategorie gebildet werden. Hierdurch ist also auch ein Bogen zur Qualitätssicherung, der Prüfung auf das Vorhandensein einer inneren Konsistenz, gespannt.

Die zentrale Leistung der qualitativen Inhaltsanalyse ist es, ein solches Kategoriensystem nachvollziehbar und systematisch zu konstruieren, um es abermals zu interpretieren und mit dessen Hilfe im Anschluss die Forschungsfragen zu beantworten. Das ist ein kreativer Akt, für den es kein Rezept gibt. Kategorien liegen nicht einfach im Datenmaterial verborgen und müssen lediglich hervorgeholt werden. Deshalb wird von Formulierungen abgesehen, die unschwellig Anderslautendes implizieren. Hierzu zählt z. B. der Terminus Fundstelle, der die Textpassagen verdeutlichen soll, auf deren Grundlage eine Kategorie erzeugt wurde. Zwar müssen der Nachvollziehbarkeit wegen Textpassagen durchaus angegeben werden, allerdings haben sie mit einer Fundstelle wenig zu tun. Denn ohne

das Zutun des Forschenden existieren sie nicht. Er muss sie durch seinen Interpretationsleistung erst bilden/konstruieren/erzeugen. Das gilt im Übrigen auch für die angesprochenen In-vivo-Kategorien. Hier sind zwar die Termini bereits im Datenmaterial vorhanden, allerdings entscheidet der Forschende selbst, welchen Termini er den Status einer Kategorie verleiht und welche anderen Textpassagen er zu dieser Kategorie hinzuzählt. Dieser hohe Grad an Wechselwirkung zwischen Material und Forschendem geht über das generierte Datenmaterial hinaus und erstreckt sich auf den gesamten Forschungsprozess. So können während der Auswertung mithilfe des generierten Materials auch die Forschungsfragen präzisiert und ausdifferenziert werden. Denn in erster Linie kommt es im gesamten Forschungsprozess, von der Forschungsfrage über die Generierung von Daten bis hin zur Auswertung und Beantwortung der Forschungsfragen, auf eine gute Passung und innere Konsistenz an. Um diese herzustellen, ist es permanent nötig, an vielen Stellschrauben zu drehen und diese somit nachzujustieren.

Bei der Auswertung des Datenmaterials, in dessen Zuge Kategorien gebildet werden, wird zur Qualitätssicherung eine kommunikative Validierung eingesetzt: Die durch den Forschenden induktiv gebildeten Kategorien werden regelmäßig mit dem Projektleitenden diskutiert und am Datenmaterial begründet. Aus der Diskussion heraus werden Anpassungen vorgenommen. Darüber hinaus werden die induktiv gebildeten Kategorien wiederum deduktiv an das Material herangetragen. Durch dieses Wechselspiel zwischen Induktivität und Deduktivität wird hinsichtlich einer gebildeten Kategorie innere Konsistenz erzeugt, denn inkonsistente Kategorien werden spätestens beim deduktiven Durchgang durch das Datenmaterial wieder verworfen.

Im Hinblick auf die Qualitätssicherung wird häufig auch die sogenannte Inter-Coder-Übereinstimmung herangezogen. Hierbei werden von zwei oder mehreren Forschenden bestehende Kategoriensysteme auf dieselben empirischen Daten angewendet und der Grad an Übereinstimmung der Kategorienzuordnungen zum Datenmaterial geprüft. Um eine solche Prüfung vornehmen zu können, muss allerdings zunächst ein Kategoriensystem aus dem Datenmaterial heraus aufgestellt worden sein. Gemäß Kuckartz (vgl. 2016, S. 83) gehört zur Entwicklung von Kategorien sowohl deren Explikation als auch Operationalisierung. Zur Explikation gehört die Benennung einer Kategorie sowie eine Beschreibung ihres Inhalts (Kategorieumfang). Die Operationalisierung umfasst Hinweise und Anweisungen (z. B. Schlagwörter, Begriffe etc. auf die man im Material zu achten hat), wann eine bestimmte Kategorie kodiert wird bzw. wann sie nicht kodiert werden soll. Ferner lassen sich im Zuge der Operationalisierung auch Ankerbeispiele aufführen, die weiteren Kodierern bei der Zuordnung des Datenmaterials zu den jeweiligen Kategorien helfen. Da in der vorliegenden Arbeit eine solche Explikation und Operationalisierung von Kategorien vorgenommen wird, wird in der Auswertung des Datenmaterials für jede Kategorie eine eigene Tabelle erstellt. Die Tabelle umfasst den Namen und die Beschreibung der Kategorie sowie Hinweise zur Kodierung, Ankerbeispiele und die jeweiligen Textstellen, auf denen die gebildete Kategorie beruht. Bei Kuckartz (vgl. 2016, S. 206) wird explizit zwischen der Entwicklung von Kategorien und ihrer Anwendung

zwecks Inter-Coder-Übereinstimmung unterschieden. Denn das Bilden von Kategorien sei ein aktiver Konstruktionsprozess, der vom Vorwissen des Forschenden abhängig ist.

"Kategorienbildung am Material ist ein aktiver Konstruktionsprozess, der theoretische Sensibilität und Kreativität erfordert. Hier gelten nicht die Maßstäbe der Übereinstimmung von Codierenden und der Anspruch der Intracoder- oder Intercoder-Übereinstimmung" (Kuckartz, 2016, S. 73).

Ferner argumentiert Kuckartz (2016, S. 206), dass „ein Koeffizient der Übereinstimmung [...] hier wenig über die Güte des Kategoriensystems besagen [würde], stattdessen würde vermutlich etwas gemessen, was gar nicht zu messen beabsichtigt war.“. Deshalb ist das Infragestellen von Kategorien und die Diskussion, ob andere Kategorien zur Charakterisierung des Datenmaterials besser geeignet sind, nicht mit der Inter-Coder-Übereinstimmung zu verwechseln. In der vorliegenden Studie werden Kategorien gebildet, um die jeweiligen Begriffsbildungen und Erklärungskonzepte der Interviewten fallbasiert nachzeichnen und schließlich über alle Fälle hinweg generalisieren zu können. Die Kategorien haben hier dienende Funktion, das recht ausgeprägte Datenmaterial nachvollziehbar zu kondensieren. Die Kategorien werden hier nicht eingesetzt, damit zwei Forschende das Material eben jenen gebildeten Kategorien zuordnen können sollen. Das Ergebnis der Fallbeschreibungen und Generalisierungen werden dem Lesenden nachvollziehbar dargestellt und zur Diskussion gestellt. Damit wird dem Lesenden die Möglichkeit eröffnet, durch Rückgriff auf das zur Kategorienbildung herangezogene Datenmaterial zu eigenen Schlussfolgerungen zu gelangen, die durchaus von den Schlussfolgerungen in der vorliegenden Arbeit abweichen können. Dieses Vorgehen scheint Studien dieser Art angemessen zu sein, weil sie explorativ und damit Kategorien-generierend angelegt sind.

14.3 Forschungsdesign

Für die Beantwortung jeder Forschungsfrage wird jeweils eine Interviewreihe durchgeführt. Beide Interviewreihen erfolgen teilstandardisiert und leitfadengestützt. Im Folgenden werden die Planungen vorgestellt und beschrieben.

14.3.1 Planung des Interviews A

Die erste Interviewreihe fokussiert auf einer Nachzeichnung der Begriffsbildung (Edelmann & Wittmann, 2012; Eckes, 1991) von Lernenden. Nachfolgend wird der für dieses Interview entwickelte Leitfaden vorgestellt, der auf den theoretischen Grundlagen basiert, die im Kapitel zur Methodologie niedergeschrieben sind. In allen Teilen des Leitfadens stehen insgesamt 24 fotografische Abbildungen von vielgestaltigen Strömungs- und Strukturphänomenen im Zentrum, die als Anlass dienen, sich mit den Merkmalen von Strömungen und Strukturen an der Küste auseinanderzusetzen. Die folgende Auflistung gibt anhand einer kurzen Beschreibung einen Überblick über die verwendeten Bilder, die aus urheberrechtlichen Gründen in dieser Arbeit nicht direkt dargestellt werden können.

Bild 1: Brechende Welle im Ozean.

Bild 2: Wolke vom Flugzeug aus fotografiert.

Bild 3: Gullideckel.

Bild 4: Gerste, die durch Wind abgeknickt wird.

Bild 5: Rippelstrukturen im Watt.

Bild 6: Aufgewirbelter Sand.

Bild 7: Wirbelstraße in den Wolken, vom All aus fotografiert.

Bild 8: Rennendes Zebra.

Bild 9: Kelvin-Helmholtz-Instabilitäten

Bild 10: Mehre Windkrafträder, die sich in der Ferne auf dem Land befinden.

Bild 11: Geordnete Farbtöpfe mit geöffneten Deckeln, von oben fotografiert.

Bild 12: Sandburgen.

Bild 13: Vogelschwarm.

Bild 14: Ein tropischer Wirbelsturm, vom All aus fotografiert.

Bild 15: Windhose.

Bild 16: Wirbelstraße im Wasser.

Bild 17: Ein Eddy im Meer.

Bild 18: Ein sich drehender Kreisel auf einem Holztisch.

Bild 19: Wasser, das einmal von einem Ast herunterläuft und einmal heruntertropft.

Bild 20: Kleine Priele im Watt mit einer Größe im Meterbereich.

Bild 21: Mäanderstruktur eines Flusses, vom Flugzeug aus fotografiert.

Bild 22: Fliesenmuster.

Bild 23: Romanesco.

Bild 24: Der Messeturm in Frankfurt, von unten nach oben in den Himmel gesehen.

Da es sich in der Regel um dynamische Phänomene handelt, werden zur besseren Verdeutlichung die Abbildungen #1, #2, #4, #7, #13, #15, #17 zusätzlich durch Videos ergänzt, die im Interview vom Forschenden mit einem Laptop abgespielt werden können. Gerade zu Beginn des Gesprächs ist die Verwendung von Fotos und Videos wichtig, weil bei den Lernenden durchaus auch vorsprachliche Begriffe gebildet worden sein können. Ist dies der Fall, dann sollen Merkmale geäußert werden, die von den Befragten bisher nicht sprachlich, sondern z. B. nur bildlich repräsentiert wurden. Demnach benötigen die Lernenden Raum und Zeit, solche Merkmale erstmals mithilfe von Sprache auszudrücken. Im ersten Teil werden die Bilder deshalb zuerst ausgehändigt und die Befragten sollen beschreiben, was sie erkennen und wo sie etwas Vergleichbares schon einmal gesehen haben. Im Anschluss werden sie aufgefordert, die Bilder in Gruppen anzuordnen und ihre Zuordnung zu begründen. Die Termini Strömung und Struktur werden in diesem ersten Teil vom Interviewenden noch nicht genannt.

Interviewleitfaden 1a: Allgemeiner Teil

<i>Frage/Aufgabe/Handlung</i>	<i>Begründung</i>
Ich habe dir hier einige Bilder mitgebracht. Was siehst du darin? Beschreibe bitte, was du siehst/erkennst? Hast du sowas sonst schon gesehen? Wo? Womit ist das vergleichbar?	Aktivierung von Vorwissen und vorsprachlichen Begriffen
Bitte versuche, die Bilder zu ordnen. Bilde Gruppen von Bildern, die jeweils zusammengehören. Welche gehören deiner Meinung nach zusammen? Warum ist das so?	Nachzeichnen von Merkmalen durch die Begründung von Gruppenzuordnungen

Sollte der Terminus Strömung von den Lernenden bei der Zuordnung der Bilder nicht genannt werden, wird das Gespräch gelenkt. Hierzu wählt der Interviewende ganz bestimmte Bilder aus (sie sind im Leitfaden vermerkt) und bittet die Lernenden zu überlegen, aus welchem Grund diese Bilder für den Interviewenden eine Gruppe bilden könnten. Sollte auch hier der Terminus nicht fallen, wird er vom Forschenden genannt und im Folgenden fokussiert. Zunächst werden im Rahmen der vorliegenden Bilder Merkmale nachgezeichnet, welche die Probandinnen und Probanden mit dem Terminus Strömung verbinden. Im Anschluss sollen sie auch weitere Strömungsphänomene nennen, die ihnen bekannt, aber nicht auf den vorliegenden Fotografien dargestellt sind. Es folgt ein Schwenk zur Prototypentheorie, indem die Lernenden aufgefordert werden, ein Logo für den Terminus zu zeichnen. Zum Schluss werden abermals Merkmale fokussiert. In diesem Fall allerdings wird dazu nicht direkt über den Terminus, sondern über die Merkmale von Synonymen und Antonymen gesprochen. Die komplexeste Aufgabe, sich eine Definition für den Terminus zu überlegen, schließt die Untersuchungen zur Begriffsbildung ab. Die letzte Zeile des nachfolgenden Leitfadens dient als Übergang zum zweiten Interview, in dem die Erklärungen zur Entstehung von Strömungen im Zentrum stehen.

Interviewleitfaden 1b: Fokus auf Strömungen

<i>Frage/Aufgabe/Handlung</i>	<i>Begründung</i>
Ich wähle mal diese Bilder hier aus, die gehören für mich zusammen. (Der Interviewende sucht sich Bilder aus, die zur Strömung passen, nämlich diese: #1, #2, #4, #7, #15, #17). Warum gehören die für mich zusammen? Was meinst du?	Erste Lenkung: Eine Zuordnung muss vorgegeben werden.
Ich gebe nun mal einen Begriff vor: Strömung . Was verbindest du damit? Wie klingt das für dich? Was findest du daran interessant?	Zweite Lenkung: Der Terminus wird vom Forschenden genannt. Konnotative und denotative Bedeutung des Terminus.

Welche Bilder würdest du dem Begriff Strömung noch zuordnen? Warum? Wo sind Gemeinsamkeiten, was muss erfüllt sein/gegeben sein/vorhanden sein? Was ist mit den anderen Bildern? Warum gehören die deiner Meinung nach nicht dazu? Was muss erfüllt sein, damit man von einer Strömung sprechen kann?	Fokus auf die Merkmale, die aus Sicht der Lernenden mit dem Terminus Strömung verknüpft sind.
Sind dir sonst schon mal Strömungen begegnet, die nicht auf den Bildern sind? Wie sahen sie aus? Wo gibt es die noch? Hast du schon selbst mal Strömungen erzeugt? Wie?	Lösen von den Bildern, hin zu weiteren Strömungsphänomenen
Stellt euch vor, ihr arbeitet in einer Werbeagentur. Ihr sollt ein Symbol/ein Logo für Strömungen erfinden. Wie würde es aussehen? Mal es bitte auf. Was ist für dich die(!) Strömung schlechthin?	Nachzeichnung von Begriffsprototypen. Bildlichen Ausdruck von Strömungen anfertigen.
Was wäre für dich das Gegenteil von Strömung? Was wäre ein/e Synonym/Umschreibung für Strömungen? Wie würdest du jemand anderem erklären, was eine Strömung ist? Überlege dir bitte eine Definition für Strömungen.	Fokus auf die Merkmale von Strömungen durch Thematisierung von Synonymen und Antonymen.
Du hast heute im Interview viele Strömungen benannt, z. B. die auf den Bildern hier. Wie kommt es überhaupt zu diesen Strömungen? Was ist der Grund/die Ursache für Strömungen? Wie kann man Strömungen aufhalten? Wie kann man/kann die Natur die Stärke von Strömungen beeinflussen? Woher weißt du das? Wie kommst du darauf?	Übergang zum zweiten Interview: Erklärungen der Entstehung von Strömungen thematisieren.

Der zweite Teil des Leitfadens wiederholt sich im Anschluss analog für den Terminus der Strukturbildung. Auch hier lenkt der Forschende das Gespräch ggf. auf den Terminus hin, sodass dessen Merkmale zunächst im Rahmen der Fotografien, dann darüber hinaus thematisiert werden. Auch dieses Terminus wird sich mittels Synonymen und Antonymen angenähert. Die Anfertigung eines Logos und diesbezügliche Fragen dienen der Rekonstruktion von Begriffsprototypen, bevor auch hier wegen des Übergangs zum zweiten Interviews Erklärungen diskutiert werden.

Interviewleitfaden 1c: Fokus auf Strukturbildungen

<i>Frage/Aufgabe /Handlung</i>	<i>Begründung</i>
Ich wähle mal diese Bilder hier aus (Der Interviewer sucht sich Bilder aus, die zur Strukturbildung passen, nämlich diese: #5, #9, #12, #14, #22, #23. Warum gehören die für mich zusammen? Was meinst du?	Erste Lenkung: Eine Zuordnung muss vorgegeben werden.

Ich gebe nun mal einen Begriff vor: Strukturbildung . Was verbindest du damit? Wie klingt das für dich? Was findest du daran interessant?	Zweite Lenkung: Der Terminus wird vom Forschenden genannt. Konnotative und denotative Bedeutung des Terminus.
Welche Bilder würdest du noch dem Begriff Struktur/Strukturbildung zuordnen? Warum? Wo sind Gemeinsamkeiten, was muss erfüllt sein/gegeben sein/vorhanden sein? Was ist mit den anderen Bildern? Warum gehören die deiner Meinung nach nicht dazu? Was muss erfüllt sein, damit man von einer Struktur sprechen kann?	Fokus auf die Merkmale, die aus Sicht der Lernenden mit dem Terminus Struktur verknüpft sind.
Sind dir sonst schon mal Strukturen/Strukturbildungen begegnet, die nicht auf den Bildern sind? Wie sahen sie aus? Wo gibt es die noch? Hast du schon selbst mal Strukturen erzeugt? Wie?	Lösen von den Bildern, hin zu weiteren Strukturphänomenen
Stellt euch vor, ihr arbeitet in einer Werbeagentur. Ihr sollt ein Symbol/ein Logo für Strukturbildungen/Strukturen erfinden. Wie würde es aussehen? Mal es bitte auf. Was ist für dich die(!) Struktur schlechthin?	Nachzeichnung von Begriffsprototypen. Bildlichen Ausdruck von Strömungen anfertigen.
Was wäre für dich das Gegenteil von Strukturbildung/Struktur? Was wäre ein/e Synonym/Umschreibung für Strukturbildung/Struktur? Wie würdest du jemand anderem erklären, was eine Strukturbildung ist? Überlege dir bitte eine Definition für Strukturbildung/Strukturen.	Fokus auf die Merkmale von Strukturen durch Thematisierung von Synonymen und Antonymen.
Du hast heute im Interview viele Strukturbildungen benannt, z. B. die auf den Bildern hier. Wie kommt es überhaupt dazu? Was ist der Grund/die Ursache für eine Strukturbildung? Wie kann man sie aufhalten? Wie kann man/kann die Natur die Stärke von Strukturbildungen beeinflussen? Woher weißt du das? Wie kommst du darauf?	Übergang zum zweiten Interview: Erklärungen der Entstehung von Strukturen thematisieren.

An dieser Stelle sei angemerkt, dass alle Fragen im Leitfaden in der späteren Auswertung durchaus eigene Hauptkategorien darstellen können. So ist es möglich, dass bezüglich der Fragen zu den Gegenteilen von Strömungen bzw. Strukturen eine Hauptkategorie gebildet wird und die genannten Gegenteile den Status einer Subkategorie erhalten. Das ist jedoch nicht das Ziel der vorliegenden Forschung. Es geht nicht darum herauszufinden, welche Gegenteile und Synonyme benannt werden und es soll auch nicht dokumentiert werden, welche Fotografien die Lernenden zu einer Gruppe zuordnen. Alle Fragen und Aufgaben sind nur ein Mittel zum Zweck, über Strömungen und Strukturen ins Gespräch zu kommen und sie intensiv zu diskutieren, um in den Gesprächsinhalten nach Begriffs-

prototypen und Begriffsmerkmalen zu suchen. Die Fragen und Aufgaben sind somit als vielgestaltige gesprächsgenerierende Impulse zu verstehen, um die Probandinnen und Probanden durch verschiedene Reize zu aktivieren. In diesem Sinne wird dann auch das generierte Datenmaterial stets unter der Brille der Forschungsfragen betrachtet.

14.3.2 Planung des Interviews B

In der zweiten Interviewreihe liegt der Fokus ganz und gar auf der Nachzeichnung von Erklärungen, mit denen die Lernenden versuchen, Strömungs- und Strukturphänomene zu entschlüsseln. In Ergänzung zum Abschluss des ersten Interviews, in dem die Entstehung von Strömungen und Strukturen im Allgemeinen diskutiert wurde, und um in die Tiefe gehen zu können, werden im zweiten Interview zwei Versuche durchgeführt und besprochen, mit denen sich spezielle Strömungs- bzw. Strukturbildungsphänomene erzeugen lassen.

Beim ersten Versuch handelt es sich um ein kleines Aquarium, das über eine geringe räumliche Tiefe verfügt. Dadurch ist ein Großteil des enthaltenen Wassers beim Blick von der Seite auf das Gefäß gut sichtbar. Im Inneren ist an einer Seite eine Aquarienheizung angebracht. Am anderen Ende befindet sich ein Plastikbecher, der mit Eiswürfeln befüllt wird. Der Behälter dient dazu, das Eis beisammen zu halten. Andernfalls bewegt es sich beim Schmelzen im Wasser davon. Nach dem Einfüllen der Eiswürfel und dem Einschalten der Heizung, wird an beiden Seiten des Wassergefäßes eine kleine Menge Tinte eingetropft. Wegen des unterschiedlich temperierten Wassers bildet das Wasser im Inneren eine Konvektionszelle aus, die durch die Tinte im Wasser sichtbar gemacht wird. Das warme Wasser steigt an der Aquarienheizung auf und bewegt sich knapp unterhalb der Wasseroberfläche zum Eis. Dort angekommen sinkt es auf den Boden des Gefäßes und bewegt sich von dort am Boden entlang zurück zur Heizseite. Dann beginnt der Kreislauf von Neuem. Die folgende Abbildung zeigt den Aufbau des Versuchs. Dort ist ebenfalls ein Infrarotthermometer zu sehen. Es wird verwendet, um die Wassertemperaturen auf beiden Seiten des Gefäßes bestimmen und so eine Temperaturdifferenz ausmachen zu können.

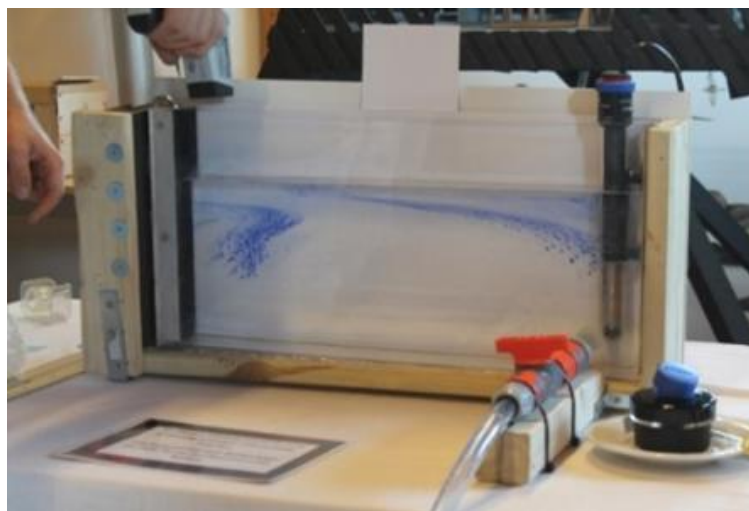


Abb. 7: Fotografie des Versuchs zum Strömungsphänomen

Der zweite Versuch thematisiert ein Strukturbildungsphänomen. Verwendet werden lediglich eine flache Schale, feiner Sand und Wasser. Entscheidend für das Gelingen des Versuchs ist das Verhältnis von Wasser und Sand. In der verwendeten Schale ist das Ergebnis überzeugend, wenn so viel Wasser verwendet wird, dass sich der Wasserspiegel etwa zwei Millimeter über dem Sand befindet. Um die Strukturen zu bilden, wird die Schale in beide Hände genommen und in einem gleichmäßigen Rhythmus bestimmt hin- und herbewegt. Dabei bewegt sich das Wasser nach unten durch den Sand. Nach kurzer Zeit beginnt sich die Oberfläche des Sands zu verändern: Die ehemals glatte Oberfläche bildet Furchen aus, es entstehen Anhäufungen sowie Strömungsrinnen. Wird das Gefäß nicht mehr bewegt und abgestellt, dann gelangt das Wasser wieder an die Oberfläche des Sands. Trotzdem bleiben größere Anhäufungen erhalten, sodass Teile der Strukturbildung weiterhin sichtbar sind. Die folgende fotografische Abbildung zeigt genau diesen Zustand.



Abb. 8: Fotografie des Versuchs zum Strukturbildungsphänomen

Beide Versuche stehen im Zentrum des zweiten Interviews an ihnen sollen sich die Lernenden unter Anleitung des Forschenden abarbeiten. Um die Wahrscheinlichkeit zu vergrößern, dass eine solche Auseinandersetzung intensiv und strukturiert erfolgt, wird die sogenannte POE-Methode (White & Gunstone, 1992) eingesetzt. Die drei Buchstaben stehen für **P**redict, **O**bserve und **E**xplain. Nach Liew und Treagust (1995) hat sie sich als geeignete Methode erwiesen, um die Vorstellungen von Lernenden untersuchen zu können. In vorliegendem Fall wird die Methode jedoch angepasst und eine weitere Phase der Erklärung eingefügt, sodass sie als PEOE-Methode durchgeführt wird. Es wird folgender Ablauf angestrebt: Beim Einsatz dieser Methode wird den Probandinnen und Probanden zunächst der Versuch vorgestellt. Es wird sowohl erklärt wie der Versuch aufgebaut ist als auch verdeutlicht, wie er durchgeführt wird. Auf Basis dieser Erläuterungen sollen die Lernenden Vermutungen anstellen, was zu beobachten sein wird, wenn die beschriebenen Handlungen in die Tat umgesetzt werden (Predict). Im Anschluss werden die Probandinnen und Probanden aufgefordert, ihre Vermutungen zu begründen (Explain). Bei der Durchführung des Versuchs werden sie gebeten, laut zu beobachten, also zu verbalisieren, was sie wahrnehmen (Observe). Die Methode schließt damit, die Vermutungen der Befragten und das von ihnen Beobachtete gegenüberzustellen. Ihre Erklärungen zu Beo-

bachtungen, die sich nicht erwartet haben oder Beobachtungen, die mit ihren Erwartungen konfliktieren, bieten einen Anlass, intensiv über die Erklärungen zu diskutieren, mit denen sich die Phänomene entschlüsseln lassen (Explain).

Wegen des Einsatzes der PEOE-Methode ist auch der Leitfaden für jeden Versuch in einer entsprechenden Weise strukturiert. Er besteht aus drei Teilen. Im ersten findet eine kurze Einführung statt. Sie dient als *Advance Organizer* (Ausubel, 1960). Nach einer Begrüßung und der Bitte um Aufzeichnung werden beide kurz gezeigt, nicht jedoch näher erläutert. Die Befragten sollen lediglich wissen, mit welchen Objekten sie im Laufe des Interviews zu tun haben werden und sie sollen darüber in Kenntnis gesetzt werden, wie im Interview verfahren wird. Deshalb werden im Einleitungsteil auch die vier Schritte der PEOE-Methode vorgestellt. Das zweite Interview ist relativ frei, da nicht vorausgesehen werden kann, wie die Lernenden mit den jeweiligen Versuchen arbeiten. Deshalb sind im Leitfaden zwei Spalten vermerkt. Die linke Spalte umfasst zentrale Schritte, an denen sich der Forschende zügig orientieren kann. Die rechte Spalte bietet konkrete Vorschläge für Fragen und Erläuterungen, die als Ideenpool für Nachfragen verwendet werden.

Interviewleitfaden 2a: Einleitung

Zentrale Schritte	Äußerungen
Begrüße die Probanden.	Herzlich willkommen beim 2. Interview. Schön, dass ihr auch dieses Mal wieder mitmacht... etc.
Bitte um Erlaubnis, das Gesprochene aufzeichnen zu dürfen.	Zunächst möchte ich auch dieses Mal darum bitten, unser Gespräch aufzeichnen zu dürfen, um es später in Ruhe anhören zu können. Ist das in Ordnung?
Zeige ihnen die beiden Versuche.	Für unser Gespräch haben wir zwei Versuche vorbereitet. Diese seht ihr hier. Wir werden sie nacheinander durchführen und besprechen.
Erläutere kurz den Ablauf mittels PEOEo (Advance Organizer).	P) Bei jedem Versuch werden wir darüber sprechen, was ihr meint, was im Versuch passieren wird. Ep) Und wir werden darüber sprechen, wieso das wohl passieren wird. O) Dann führen wir den Versuch durch und ihr sollt genau beobachten, was passiert. Ihr sollt dann von euren Beobachtungen berichten. Eo) Danach sollt ihr erklären, was passiert ist und warum es wohl passiert ist. Ganz zum Schluss können wir überlegen, ob eure Erwartungen zu Beginn und das, was ihr gesehen habt, übereinstimmen oder ganz anders sind.

Der Einsatz der Methode beginnt im nun folgenden zweiten Teil des Interviewleitfadens. Zunächst steht der Versuch zur Erzeugung einer Strömung im Vordergrund. Dabei werden die einzelnen Komponenten des Versuchs Schritt für Schritt genau beschrieben und ihre jeweilige Funktion erläutert. Danach beschreibt der Interviewende die Durchführung möglichst kleinschrittig und strukturiert. Die Lernenden werden aufgefordert, sich die Durchführung gedanklich vorzustellen und Vermutungen anzustellen, was zu beobachten sein wird. Ebenfalls liegen Stift und Papier bereit, sodass die Interviewten etwas aufmalen können, falls sie ihre Erwartungen nicht richtig verbalisieren können oder etwas unklar ist. Sollten die Befragten ihre Vermutungen noch nicht begründet haben, dient der nächste Schritt im Leitfaden dazu, die Lernenden anzuregen, ihre Vermutungen eingehend zu erklären. Hierbei wird vor allem auf physikalische Erklärungen fokussiert, die sie zur Begründung ihrer Vermutungen heranziehen. Kurz vor der Durchführung werden die Befragten aufgefordert, das von ihnen Beobachtete laut auszusprechen. In dieser Phase wird ihnen Zeit gelassen, um eigenständig wahrzunehmen. Hier greift der Interviewende noch nicht ein. Erst wenn die Befragten keine Beobachtungen mehr verbalisieren, fordert er sie ggf. auf, verschiedene Aspekte – wie die Bewegung der Tinte, das Schmelzen der Eiswürfel etc. – eingehender zu betrachten und zu beschreiben. Im letzten Abschnitt des Leitfadens geht es als erstes darum, die Lernenden aufzufordern, ihre Beobachtungen zu erklären. Zum Schluss allerdings muss der Forschende die Erwartungen der Interviewten erneut zum Thema machen und sie ihren Beobachtungen sowie diesbezüglichen Erklärungen gegenüberstellen. Etwaige Unterschiede fungieren als Anlass, dass Lernende herangezogene Erklärungen überdenken oder aber stärker ausdifferenzieren müssen. Gerade dies birgt großes Potenzial für die Rekonstruktion von Lernendenvorstellungen. Der Leitfaden schließt mit der Aufgabe, dem beobachteten Phänomen einen Namen zu geben. Durch diese Aufgabe wird deutlich, welche Aspekte im Versuch aus der Sicht der Lernenden besonders wahrnehmungsaktiv sind.

Leitfaden 2b: Versuch zur Erzeugung einer Strömung

<i>Zentrale Schritte</i>	<i>Äußerungen</i>
Einführung	
Erläutere ihnen alle Komponenten des Versuchs.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Wir nutzen in diesem Versuch einen Kunststoffkasten. ○ In dem Kasten ist ganz normales Leitungswasser. ○ Die Kunststoffplatten wurden miteinander verklebt. Deshalb seht ihr hier auf den Verbindungsflächen eine weiße Paste. ○ Das Holz außen nutzen wir, um den Kasten zu stabilisieren, wenn man später Wasser einfüllt. So bleiben alle Platten zusammen. ○ Das Gestell auf der rechten Seite ist eine Heizung, die man normalerweise in Aquarien nutzt. Ihr seht innen einen Draht. Wenn man das Gerät mit Elektrizität versorgt, wird der Draht warm und erwärmt so das Wasser.

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Die Styroporbox gehört auch zum Versuch. Hier bewahren wir Eis auf. Auch das werden wir später für unseren Versuch nutzen. ○ Zuletzt werden wir auch ein paar Tropfen Tinte brauchen. Die steht hier. Eine kleine Pipette ist dabei, um die Tinte einfüllen zu können.
Prediction	
Erläutere ihnen den Ablauf des Versuchs.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Stelle dir bitte mal folgenden Ablauf vor: Ich werde gleich auf der linken Seite viel Eis in das Wasser einfüllen. Dann versorge ich die Heizung auf der rechten Seite mit Elektrizität und schalte sie ein. Nachdem wir einige Sekunden gewartet haben, werde ich einige Tropfen Tinte an bestimmten Stellen eintropfen.
Lasse die Probanden vorhersagen machen. (Haltet Papier und Stifte bereit).	<ul style="list-style-type: none"> ○ Wenn ich die Tinte direkt in die Nähe der Heizung – etwa hier – eintropfe, was wirst du beobachten/sehen/wahrnehmen können? Was wird passieren? ○ Wenn ich die Tinte direkt beim Eis – etwa hier – eintropfe, was wirst du beobachten/sehen/wahrnehmen können? Was wird passieren? ○ Wird es noch etwas geben, das du erwartest? Wenn ja, was? ○ Bitte beschreibe mir das näher. Das kann ich mir noch nicht so ganz vorstellen. Bitte male das mal auf.
Explanation	
Lasst sie ihre Vorhersagen erklären. Jeweils nach dem Besprechen der einzelnen Stellen, an denen man einträufelt. P und Ep gehen hier ineinander über.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Wie kommst du da drauf, dass sowas passiert bzw. dass du so etwas wahrnimmst/siehst? Hast du da eine Erklärung parat? Gibt es andere Situationen, die du erlebt hast, in denen das genauso abgelaufen ist? ○ Du hast eben zu mir gesagt, dass [Bezug zu vorher] passieren wird. Du hast dies [Bezug zu vorher] hier eben aufgemalt. Wie kommst du darauf? Erkläre mir das bitte. Ist das immer so? Kennst du andere Situationen, die vergleichbar sind? Wo hast du schon mal davon gehört? Woher weißt du das?
Observation	
Informiere die Probanden.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ich werde jetzt gleich den Versuch durchführen. Du sollst ganz genau beobachten. Je genauer, desto besser. Während du beobachtest, sag einfach, was du siehst. Erzähl mir einfach alles, was dir auffällt. Nimm dir ruhig Zeit. Geh richtig nahe ran, sodass du alles gut im Blick hast. ○ Ich fülle auf die linke Seite nun viel Eis ein. Auf der anderen Seite stecke ich die Heizung ein (auch jetzt schon

Starte den Versuch.	mal beobachten und beschreiben lassen! Was passiert mit dem Eis?). Nun werde ich hier bei der Heizung die Tinte einfüllen.
Lasse die Probanden erzählen Frage ggf. nach.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Schaue dir alles ganz genau an. Was kannst du beobachten? Erzähle es mir. ○ Was passiert mit der Tinte? Wie bewegt sie sich? Was passiert mit dem Eis? ... etc.

Explanation

Lasse sie erst erklären, was zu beobachten ist.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Erkläre, was passiert. Wie ist es dazu gekommen? Kannst du dir das erklären, was du beobachtet hast (die konkrete Beobachtung erklären lassen). Wie kommst du darauf das so zu erklären? Ist das immer so? Kennst du andere Situationen, wo das ähnlich abläuft? Wo hast du schon mal davon gehört? ○ Bitte male auf, wie du dir das erklärst.
Lasse die vorn gemachten Vorhersagen und deren Erklärung mit den Beobachtungen und deren Erklärung vergleichen, evtl. Diskrepanzen erklären lassen.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Wenn wir das genauso noch einmal durchführen, was wird dann passieren? ○ Gibt es noch andere Möglichkeiten, die Tinte und das Wasser auch ohne Eis und Heizung in Bewegung zu versetzen? Welche? ○ Vergleiche das, was du beobachtet hast, mit dem, was du vorhin erwartet hast (u. a. Bezug zur Zeichnung). Gibt es Unterschiede? Was hast du nicht erwartet? Was hat dich überrascht? An welcher Stelle gibt es Abweichungen? Was war neu? ○ Wenn du einen Namen für dieses Phänomen finden müsstest, wie würde der lauten?

Das erläuterte Verfahren im zweiten Leitfaden wiederholt sich analog auch für den Versuch, in dem ein Phänomen der Strukturbildung im Zentrum steht.

Leitfaden 2c: Versuch zur Erzeugung einer Struktur

<i>Zentrale Schritte</i>	<i>Äußerungen</i>
--------------------------	-------------------

Einleitung

Erläutert ihnen alle Komponenten des Versuchs.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Wir nutzen in diesem Versuch eine einfache Kunststoffschale. ○ In der Kunststoffschale befindet sich etwas Sand. Das ist ganz normaler Sand. Den hier haben wir aus dem Baumarkt.
--	--

	<ul style="list-style-type: none"> ○ In die Schale habe ich ein bisschen Leitungswasser reinlaufen lassen. Der Sand ist also recht feucht, wie ihr sehen und auch fühlen könnt.
Prediction	
Erläutere ihnen den Ablauf des Versuchs.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Stelle dir bitte mal folgenden Ablauf vor: Ich werde gleich die Schale in die Hand nehmen und dann ruckartig einige Zeit hin- und herbewegen; immer von links nach rechts.
Lasse die Probanden vorhersagen machen. (Haltet Papier und Stifte bereit).	<ul style="list-style-type: none"> ○ Was wirst du beobachten/sehen/wahrnehmen können? Was passiert mit dem Sand? Was passiert mit dem Wasser? ○ Wird es noch etwas geben, das du erwartest? Wenn ja, was? ○ Bitte beschreibe mir das näher. Das kann ich mir noch nicht so ganz vorstellen. Bitte male auf, wie du dir das vorstellst.
Explanation	
Lasse sie ihre Vorhersagen erklären.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Wie kommst du da drauf, dass sowas passiert bzw. dass du so etwas wahrnimmst/siehst? Hast du da eine Erklärung parat? Gibt es andere Situationen, die du erlebt hast, in denen sowas Ähnliches abgelaufen ist? Erkläre. ○ Du hast eben zu mir gesagt, dass [Bezug zu vorher] passieren wird. Du hast dies [Bezug zu vorher] hier eben aufgemalt. Wie kommst du darauf? Erkläre mir das bitte. Ist das immer so? Kennst du andere Situationen, die vergleichbar sind? Wo hast du schon mal davon gehört? Woher weißt du das?
Observation	
Informiere die Probanden.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ich werde jetzt gleich den Versuch durchführen. Du sollst ganz genau beobachten. Je genauer, desto besser. Während du beobachtest, sollst du deine Beobachtungen aussprechen. Erzähl mir einfach alles, was dir auffällt und du sehen kannst. Nimm dir ruhig viel Zeit. Komme richtig nahe ran, sodass du alles gut im Blick hast.
Starte den Versuch.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ich bewege die Schale jetzt einige Zeit hin und her. Du darfst es gerne auch mal versuchen.
Lasse die Probanden erzählen.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Schaue dir alles ganz genau an. Was kannst du beobachten? Erzähle es mir.
Frage ggf. nach.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Was passiert mit dem Sand? Was passiert mit dem Wasser? ... etc.

Explanation

Lasse sie erst erklären, was zu beobachten ist.

Lasse die vorn gemachten Vorhersagen und deren Erklärung mit den Beobachtungen und deren Erklärung vergleichen, evtl. Diskrepanzen erklären lassen.

- Erkläre, was passiert ist. Wie ist es dazu gekommen? Kannst du dir das erklären, was du beobachtet hast (die konkrete Beobachtung erklären lassen). Wie kommst du darauf das so zu erklären? Ist das immer so? Kennst du andere Situationen, wo das ähnlich abläuft? Wo hast du schon mal davon gehört?
 - Bitte male auf, wie du dir das erklärst...
 - Wenn wir das genauso noch einmal durchführen, was wird dann passieren?
 - Gibt es noch andere Möglichkeiten, so eine Struktur im Sand zu erzeugen? Welche?
 - Vergleiche das, was du beobachtet hast, mit dem, was du vorhin erwartet hast (u. a. Bezug zur Zeichnung). Gibt es Unterschiede? Was hast du nicht erwartet? Was hat dich überrascht? An welcher Stelle gibt es Abweichungen? Was war neu?
 - Wenn du einen Namen für dieses Phänomen finden müsstest, wie würde der lauten?
-

Genau wie bei der Beschreibung des ersten Interviews soll an dieser Stelle betont werden, dass alle Fragen im zweiten Interview, abgebildet durch die PEOE-Methode, stets dazu dienen, maximale Informationen über die Sichtweise der Lernenden auf die Entstehung von Strömungen bzw. Strukturen zu generieren. Es ist momentan nicht von Interesse aufzuklären, inwiefern die geäußerten Vermutungen und diesbezügliche Erklärungen der Probandinnen und Probanden von den tatsächlichen Beobachtungen samt Erklärungen abweichen. Dazu wäre die verwendete PEOE-Methode zwar auch prädestiniert, es wären aber damit ein anderes Forschungsinteresse und andere Forschungsfragen verbunden. Die Methode eignet sich für das vorliegende Forschungsinteresse sehr gut, weil sie eine intensive Auseinandersetzung mit dem Versuch und dessen physikalische Grundlagen forciert. Hierdurch kommen die Interviewenden und Interviewten immer wieder auf den Versuch zu sprechen, was die Wahrscheinlichkeit erhöht, gehaltvolle Daten zu generieren, aus denen sich physikalische Erklärungen der Lernenden nachzeichnen lassen. Fragen aus unterschiedlichen Richtungen sind hierfür unabdingbar. Denn nicht jede Frage regt Interviewte gleichermaßen an: Manch eine Frage wird nicht richtig verstanden, anders interpretiert und führt demnach nicht zu einer Verbalisierung der kognitiv repräsentierten Erklärungen. Falls der Forschende dies bemerkt, kann er natürlich nachfragen. Oftmals allerdings bemerkt er aber nicht, dass Lernende durchaus noch über Erklärungen nachdenken, die sie aber nicht verbalisieren. Dann fehlt die Veranlassung durch Nachfragen nachzuhaken. Deshalb ist es so wichtig, dass bereits im Leitfaden konkrete Fragebereiche vorgesehen sind, die unterschiedliche Aspekte der Versuche in den Blick nehmen

und auf jeden Fall thematisiert werden. Genau das begründet die Eignung der verwendeten Methode.

14.3.3 Teilnehmende

Das vorliegende Forschungs- und Entwicklungsprojekt dient zur Didaktischen Rekonstruktion der physikalischen Dynamik in Küstengebieten für Ausstellungen. Anders als der Unterricht in der Schule stehen die Ausstellungen jedem Interessierten offen. Sie sind nicht auf eine bestimmte Altersgruppe begrenzt. Das soll auch bei der Auswahl von Teilnehmenden für die vorliegende empirische Untersuchung berücksichtigt werden. Es werden daher Interviews mit Personen durchgeführt, die aus drei verschiedenen Altersgruppen stammen. Hierzu zählen:

- Jugendliche (15-18 Jahre)
- Erwachsene (30-50 Jahre)
- Seniorinnen und Senioren (60-80 Jahre)

Über mehrere Verteiler werden mögliche Probandinnen und Probanden mit einer Einladung angeschrieben. Wichtige Bedingung ist neben der Zugehörigkeit zu einer der beschriebenen Altersgruppen, dass sich Personen bereiterklären, nacheinander an beiden Interviews teilzunehmen, da das erste Interview durch den finalen Abschnitt im Leitfaden mit dem zweiten Interview verknüpft ist. Zwischen der Durchführung der Interviews soll hierbei ein Zeitraum von etwa einer Woche liegen. Außerdem wurde beschlossen, dass Erwachsene sowie Seniorinnen und Senioren stets allein, die Jugendlichen jedoch als Paare interviewt werden. Letzteres stellte sich bereits in anderen Studien als positiv heraus, weil Jugendliche dazu tendieren, in einem Einzelinterview eher passiv zu sein. Nimmt eine weitere Person am Interview teil, fördert dies den gegenseitigen Austausch und Diskussionen untereinander, die für den Interviewenden von großem Forschungsinteresse sind. Insgesamt erklären sich drei Seniorinnen und Senioren, drei Erwachsene und zehn Jugendliche (fünf Gruppen) zur Teilnahme an beiden Interviews bereit. Es handelt sich also um eine Stichprobengröße von 16 Personen, die sich auf 11 Interviewsitzungen zur Begriffsbildung und 11 Interviewsitzungen zur Rekonstruktion von Erklärungen verteilen. Jede Person nimmt somit zwei Interviews wahr. Insgesamt werden also 22 Interviews mit 16 Probandinnen und Probanden geführt.

Die Übersicht auf der nächsten Seite (Abb. 9) verdeutlicht die Darlegungen. Dort wird ferner eine Kodierung der Gruppen deutlich, die auch bei der künftigen Zuordnung von Textpassagen zu gebildeten Kategorien eingesetzt wird. Zunächst wird mit den Buchstaben S, E und J deutlich gemacht, um welche Altersgruppe es sich handelt. Eine nachfolgende Ziffer verweist auf die konkreten Teilnehmenden innerhalb der Altersgruppe. So steht S2 für die zweite interviewte Person aus der Gruppe der Senioren. J4 steht beispielsweise für das vierte interviewte Paar aus der Gruppe der Jugendlichen. Zuletzt macht ein Buchstabe deutlich, um welches der beiden Interviews es sich handelt. Der Buchstabe A steht für das erste Interview, das auf die Begriffsbildungen der Befragten fokussiert, B

steht für das zweite Interview, in dem physikalische Erklärungen diskutiert werden. Wann immer eine Textpassage angegeben ist, wird diese also z. B. mit Verweis auf das Interview J5B gekennzeichnet; dieser Verweis kennzeichnet eine Aussage, die das fünfte Paar aus der Gruppe der Jugendlichen im zweiten Interview gemacht hat. Bei der Kategorienbildung wird später außerdem zwischen Aussagen über Strömungen (SG) und Strukturen (SR) unterschieden. Zusätzlich erfolgt im Sinne der Forschungsfragen eine Unterteilung in Merkmale (M) und Prototypen (P) sowie allgemeine Erklärungen (A) und spezielle Erklärungen zum Versuch. So kommt es, dass eine spätere Kategorie beispielsweise mit J3B-SR-A3 bezeichnet wird. Es bedeutet, dass es sich um die 3. Gruppe der Jugendlichen im zweiten Interview handelt und dass es in der Kategorie um ihre dritte allgemeine Erklärung zu Strukturen geht. Nach diesem Bezeichnungsmuster werden alle Kategorien abgekürzt. Dieses Bezeichnungsmuster soll direkt auf den ersten Blick Orientierung bieten und Nachvollziehbarkeit sicherstellen.

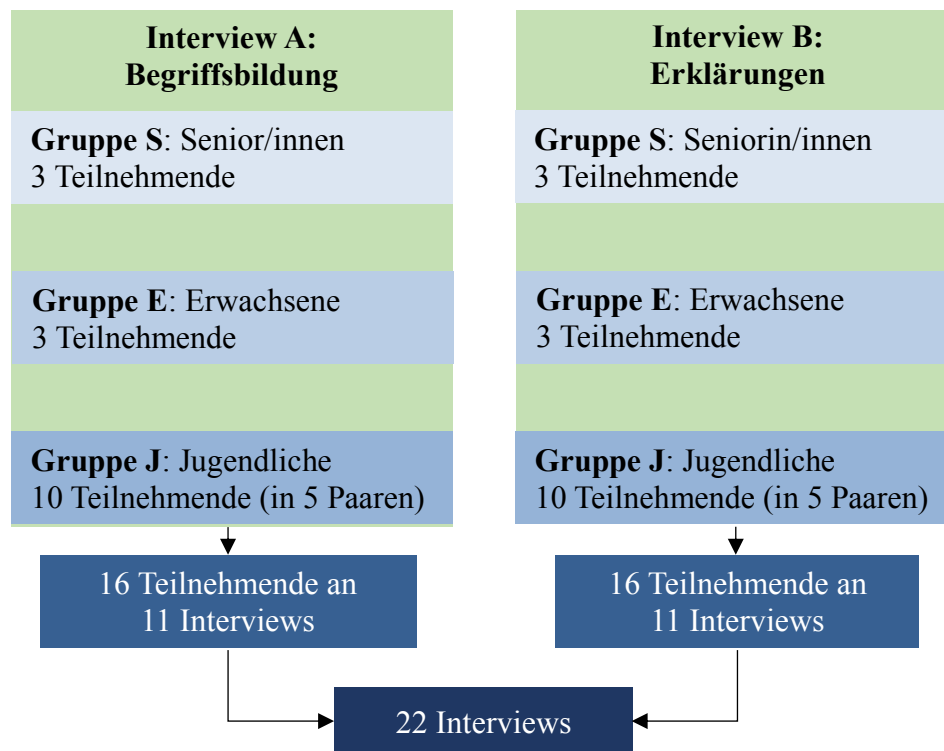


Abb. 9: Verteilung der Personen, die an der Interviewstudie teilnehmen.

Die Interviewdaten wurden im Rahmen ihrer Abschlussarbeiten unter der Mithilfe von Ruhland (2019), Wilken (2019) und Schoemaker (2019) aufgezeichnet. Allen Personen wird freigestellt, ob sie das Interview an einem von ihnen gewählten Ort oder in den Räumlichkeiten der Universität durchführen möchten. Alle Seniorinnen und Senioren entscheiden sich für das häusliche Umfeld. Mit drei der fünf Jugendgruppen werden beide Interviews in den Räumlichkeiten ihres Sportvereins durchgeführt. Alle restlichen Personen entscheiden sich dazu, eigenständig die Universität aufzusuchen. Hier erfolgt das erste Interview in einem Büroraum. Das zweite Interview findet wegen der beiden Versuche in einem Laborraum statt. Unabhängig vom tatsächlichen Ort werden alle Inter-

views mit den gleichen Materialien umgesetzt. Auch die beiden Versuche sind so kompakt, dass sie problemlos verstaut, mitgenommen und an einem anderen Ort eingesetzt werden können. Sämtliche Interviews werden im Zeitraum von Juli bis September im Jahr 2018 durchgeführt.

14.3.4 Technische Hilfsmittel

Die Erlaubnis der Befragten vorausgesetzt, werden alle Gespräche mit einem Diktiergerät (Sony ICD-PX240) aufgezeichnet. Es speichert das Gesprochene als Audiodatei in einem mp3-Format ab. Die erzeugten Audiodateien werden von dort auf einen Rechner übertragen und weiterverarbeitet.

14.3.5 Datenaufbereitung

Die als Audiodateien gespeicherten Interviewdaten werden durch eine Transkription verschriftlicht, sodass textbasierte Auswertungs- und Interpretationsverfahren eingesetzt werden können. Damit die Authentizität der Interviewsituation bei der Übertragung der Audiodaten erhalten bleibt, erfolgt deren Transkription nach gewissen Regeln, die im Folgenden anhand von imaginären Beispielen verdeutlicht werden. Dabei sind die jeweiligen Aussagen der Sprecher durch eine Textpassagennummer gekennzeichnet. Wechselt ein Sprecher, dann schreitet die Passagennummer voran. Die Kennzeichnung ermöglicht später eine präzise Zuordnung der Passage im Transkript zu einer gebildeten Kategorie. Im Transkript wird zwischen dem Interviewenden (I) und den Befragten (B) unterschieden. Bei Paarinterviews wird zwischen Befragtem 1 (B1) und Befragtem 2 (B2) unterschieden.

Im Gespräch bilden Menschen nicht immer vollständige Sätze. Durch neue Ideen oder bei langen Sätzen treten Brüche in der Syntax auf. Im Gespräch sind diese Brüche einfach zu identifizieren. Beim Lesen eines Textes führen sie jedoch meist zur Verwirrung. Aus diesem Grund werden solche Brüche in der Satzstruktur mithilfe von Auslassungszeichen deutlich gemacht. Dadurch wird ersichtlich, dass ein neuer Gedanke geäußert wird. Im Folgenden Beispiel sind diese Stellen in fetter Schrift markiert.

Tab. 3: Beispiel Nr. 1 zu den Regeln der Transkription von Audiodateien.

3	I: Woran denkst du, wenn ich von Strömungen spreche?
4	B1: Strömungen, also naja, die sind sehr interessant ja... also wir leben ja so ziemlich nah am Meer und wenn man da so... wenn ich mit meinen Kindern David und Hannes an den Strand gehe, dann sehe ich Wellen. Da denk ich meistens dran, wenn jemand Strömung sagt.
5	B2: Und auch die Muster... also Wellen gehen ja am Strand so drüber, wenn das Wasser kommt. Und wenn das Wasser weg ist, dann haben die so Muster im Sand gemacht. Daran denke ich.

Darüber hinaus werden zur Wahrung der Authentizität sämtliche Äußerungen der Befragten transkribiert. Hierzu zählen Wortdoppelungen, Kontraktionen sowie Laute.

Tab. 4: Beispiel Nr. 2 zu den Regeln der Transkription von Audiodateien.

3	I: Woran denkst du, wenn ich von Strömungen spreche?
4	B1: Strömungen (pustet), also naja, die sind sehr äh interessant ja... also wir... wir leben ja so ziemlich nah am Meer und wenn man da so... ähm , wenn ich mit meinen Kindern David und Hannes an den Strand gehe, dann sehe ich Wellen. Da denk ich meistens dran, wenn jemand Strömung sagt. Joa .
5	B2: Hm (bejahend) und auch die Muster... also Wellen gehen ja am Strand so drüber, wenn das Wasser kommt, ne . Und wenn das Wasser weg ist, dann haben die so joa Muster im Sand gemacht. Daran denke ich.

Außerdem wird allen Probandinnen und Probanden im Interview Anonymität zugesichert, da in der vorliegenden Studie kein Interesse an den Vorstellungen ganz bestimmter Personen besteht. Personenbezogene Daten sind demnach unbedeutend. Es geht lediglich um Äußerungen von beliebigen Befragten, die sich mit dem Themengebiet Strömungen und Strukturen auseinandersetzen. Demnach werden von den Befragten genannte Namen und sonstige Informationen, die Rückschlüsse auf konkrete Personen geben, gelöscht.

Tab. 5: Beispiel Nr. 3 zu den Regeln der Transkription von Audiodateien.

3	I: Woran denkst du, wenn ich von Strömungen spreche?
4	B1: Strömungen (pustet), also naja, die sind sehr äh interessant ja... also wir... wir leben ja so ziemlich nah am Meer und wenn man da so... ähm, wenn ich mit meinen Kindern (Namen) an den Strand gehe, dann sehe ich Wellen. Da denk ich meistens dran, wenn jemand Strömung sagt. Joa.
5	B2: Hm (bejahend) und auch die Muster... also Wellen gehen ja am Strand so drüber, wenn das Wasser kommt, ne. Und wenn das Wasser weg ist, dann haben die so joa Muster im Sand gemacht. Daran denke ich.

Alle Transkripte werden auf Basis dieser Regeln erzeugt. Sie sind mit den jeweiligen Gruppennummern versehen und befinden sich im Anhang. Die Transkripte sind jedoch nicht die eigentlichen Textquellen für die Erzeugung von Kategorien. In einem weiteren Prozess der Textaufbereitung werden die Transkripte redigiert. Wie die Redigierung vorgenommen wird, richtet sich auch nach dem Forschungsinteresse. In diesem Fall stehen einzig die Aussagen der Befragten im Vordergrund, um hieraus Vorstellungen von Merkmalen der Termini sowie Erklärungen zu rekonstruieren. Insofern sind Wortdoppelungen, Laute, aber auch das Vorhandensein von Brüchen in den Satzstrukturen für die Interpretation nicht von Belang. Also werden sie entfernt, um die Lesbarkeit der Texte zu verbessern und den Umfang des Datenmaterials zu verringern. Dabei gilt die Prämisse, dass so wenig zu verändern ist wie möglich, um ganze Sätze zu formulieren. Der ursprüngliche

Charakter, also die Eigenarten der Formulierungen von Befragten, sollen weitestgehend erhalten bleiben. Zusätzlich werden Nebensächlichkeiten und Ausschweifungen entfernt, die Textpassagen im Transkript werden also auch selektiert. Stets vorhanden bleiben hierbei die Textpassagennummern, sodass immer ein Rückbezug auf die Originaldaten möglich ist.

Tab. 6: Beispiel zu den Regeln der Redigierung von Transkripten.

3	I: Woran denkst du, wenn ich von Strömungen spreche?
4	B1: Strömungen sind sehr interessant. Wir leben ziemlich nah am Meer und wenn ich mit meinen Kindern (Namen) an den Strand gehe, dann sehe ich Wellen. Da denke ich meistens dran, wenn jemand Strömung sagt.
5	B2: Hm (bejahend), ich denke auch an die Muster. Wenn das Wasser kommt, gehen die Wellen am Strand so drüber. Und wenn das Wasser weg ist, dann haben die so Muster im Sand gemacht.

Alle Redigierungen der Transkripte sind dem Anhang beigelegt. Die Redigierungen dienen als Grundlage, um die Vorstellungen der Lernenden nachzuzeichnen.

14.4 Datenauswertung

Die Daten werden stets unter dem Blickwinkel des Forschungsinteresses ausgewertet. Deshalb gliedert sich die folgende Auswertung in vier Teilbereiche: Zwei Forschungsfragen, die jeweils getrennt für Strömungen und für Strukturen beantwortet werden.

14.4.1 Begriffsbildungen von Strömungen

Der erste Schritt der Auswertung besteht darin, die redigierten Fassungen des ersten Interviews zum Teil über Strömungen intensiv zu lesen, und zwar über alle Gruppen hinweg. Das erste Ziel der Untersuchung besteht darin, Muster in den Aussagen der Befragten zu erkennen, die in allen Interviews auftreten und die dazu beitragen können, anstehende Einzelanalysen zu strukturieren und ggf. auch die Forschungsfrage zu präzisieren. Relativ zügig wird bei der Durchsicht der Daten die Notwendigkeit erkannt, dass unter der Berücksichtigung des vorliegenden Forschungsinteresses Kategorien als Aussagen formuliert werden müssen. Einzelne Termini reichen nicht, weil ihnen die Eindeutigkeit fehlt. Merkmale von Strömungen, die nachzuzeichnen sind, lassen sich nur fassen, wenn die Merkmale durch die Formulierung einer Aussage expliziert werden.

Bereits bei der eingehenden Durchsicht aller Interviews wird ein Muster in den Gesprächen deutlich, das sich über ausnahmslos sämtliche Interviews erstreckt: Strömungen haben aus der Sicht der Befragten eine sehr enge Beziehung zur Bewegung. Alle Befragten kommen darin überein, dass eine Strömung stets auch eine Bewegung bedeutet. Es gelingt keinen Probandinnen und Probanden, den Terminus Strömung ohne den Terminus Bewegung zu beschreiben. Dies soll an einem Interview (J5A) beispielhaft gezeigt werden.

Eine analoge Analyse der anderen Interviews ist dem Anhang beigelegt, weil sie an dieser Stelle unverhältnismäßig viel Platz einnehmen würde.

In allen Bereichen des Gesprächs J5A mit Bernd und Annette (Codennamen) ist das Merkmal der Bewegung untrennbar mit einer Strömung verknüpft.

373	I: Fortlaufende Bewegung. Ich gebe mal einen Begriff rein, mit dem wir uns dann ein bisschen näher auseinandersetzen wollen. Für mich sind das alles Strömungen. Was meint ihr?
374	B2: Aber warum hat denn die Gerste in Bild 4 was mit einer Strömung zu tun? (...) Ja, ok, man kann sagen Luftströmung, aber...
375	B1: Ich glaube, das ist auch darauf bezogen. Wenn man genauer hinsieht, sieht man, dass die Mohnblumen ziemlich vom Wind geknickt sind. Also, dass das schon eine... Wie war der Begriff jetzt?
376	I: Strömung.
379 381	B1: Der Windstrom ist da schon stark. Das man den schon erkennt. Deswegen finde ich schon, dass das passt.
382	B2: Eine Strömung ist ja auch eine fortlaufende Bewegung . Die endet ja nicht abrupt.

Die Probandin verdeutlicht, dass der Strömungsbegriff häufig metaphorisch benutzt wird, weil er stellvertretend für etwas stehe, das mit Bewegung zu tun habe.

474,	I: Ich möchte das aber nochmal vergleichen, mit dem, was du gerade gesagt hast.
476	Einer von euch hat eben gesagt, wenn man ganz viele Menschen hat, die sich bewegen, dann würde man das Menschenstrom nennen.
478	B2: Aber, das ist ja metaphorisch oder nicht?
479	B1: Ne, ich glaube, das kann man schon so sagen.
480	B2: Das ist jetzt Literatur, das weiß ich nicht.
483	I: Kannst du das ein bisschen erklären? Was meinst du damit, dass das metaphorisch ist.
484	B2: Naja, es wird ja ein Begriff benutzt, der in den meisten Fällen mit einer Bewegung zu tun hat , die fortführend ist, also Dinge oder Sachen mit sich zieht – und auch nicht nur eine, also eine Kleinigkeit. Beim Beispiel mit dem Wasser fängt alles ja meistens klein an und wird dann größer und zieht immer mehr mit sich und benutzt das. Und bei dem Menschenstrom: Ja gut, es kann auch klein anfangen und die Menschen mit sich ziehen, aber das ist dann... (unterbrochen).

Auch die Umschreibungen für den Begriff beziehen sich grundsätzlich auf Bewegung. Beide Befragten betonen dieses Merkmal von Strömungen intensiv.

643 I: Versucht doch mal nach den Gedanken eine Definition für Strömungen zu finden. Wie könnte die lauten?

647 B1: **Auf jeden Fall was mit Bewegung**, weil wir Geschwindigkeit... (überlegt) nein, Geschwindigkeit ist egal.

648 B2: **Bewegung**, schnell, auf jeden Fall nicht langsam.

662, I: Sammelt euch nochmal. Ihr seid die Lehrerinnen und da ist ein Schüler, der
665 zeigt auf bei euch im Unterricht und sagt: "Können Sie mir erklären, was eine Strömung ist?" Was würdet ihr dann sagen?

666 B1: Die **Bewegung** eines... och, was ist es denn? Das ist ja kein Gegenstand, Masse... nein...

667 B2: Eines Dings (lacht).

668 B1: ... zumindest die **Bewegung** in eine bestimmte Richtung. Und jetzt müssen wir noch eine Definition für das alles finden. Beispielsweise die für (unv.) Wasser, der Wind.

669 B2: Ja, letztlich ist es ja eine fortlaufende **Bewegung**, die angestoßen wird durch Energie.

679 I: Das ist ja auch eine schwierige Aufgabe so eine Definition. Tasten wir uns doch erstmal ran: Was wäre denn eine Umschreibung für Strömung.

682 B1: Darf man in einer Umschreibung Beispiele nehmen?

683 I: Na klar.

684 B1: Oh super. Ich glaube, dann ist tatsächlich am einfachsten, das mit Wasser zu erklären, denn das können sich die meisten am bildlichsten vorstellen. Wenn man jetzt ganz klassisch meinetwegen den Golfstrom hat oder so, dass das Wasser konsequent in eine Richtung fließt. Wobei das ja auch...

685 B2: Es ist ja letztlich immer eine fortlaufende **Bewegung**.

703 I: Hier bei Bild 17 ist es ja immer im Kreis. Wäre das auch eine Strömung?

704 B1: Ja, klar, aber das... (unterbrochen).

705, B2: Das ist ja eine einheitliche **Bewegung** im Kreis. Die laufen ja im Kreis und
707 das ganze Wasser bleibt ja so.

737, B1: Strömung ist halt auch ein Vorgang, also nicht durch eine Handlung oder
 739, eine **Bewegung** abgeschlossen. Es ist was Weiterlaufendes, Fortgehendes. Und
 741 dass man daran halt eine Strömung festmacht an der Masse letztendlich. Man
 könnte auch sagen, dass drei Menschen hintereinander aus dem Laden gehen,
 aber, ich glaube, die Strömung wird erst klar, indem eine große Masse dieser
Bewegung folgt.

Der Befragte malt als Logo das Wort Strömung und führt die Striche der Buchstaben sehr weit über das Papier. Er begründet dies u. a. damit, dass eine Bewegung erkennbar sein solle, die weiter ausgeführt werde.

906 B1: Ich hatte mir gedacht, dass die Buchstaben..., dass man ja irgendwo auch
 eine **Bewegung** sieht und wir haben ja gesagt, eine Strömung läuft weiter bzw.
 hat eine Richtung. Und dann dachte ich mir, male ich die Buchstaben und führe
 die Richtung, die **Bewegung** weiter aus. Dass es strömt praktisch. Der Hinter-
 grund sollte ein Meer, ggf. mit Sand, darstellen, weil man Strömungen oft auf
 Wasser bezieht.

Die Darstellungen der Befragten zum Gegenteil zeigen, dass beide Strömungen mit Bewegung verbinden. Die Probandin bezieht gar das Gegenteil direkt auf den Bewegungsaspekt und konstatiert, das Gegenteil einer Strömung sei etwas, das abrupt aufhört.

914 I: Was wäre für euch das Gegenteil von Strömung? Was wäre da ein Begriff?

915 B1: **Bewegung** von Elementen mit unterschiedlichen Richtungen und Geschwindigkeiten. Also nichts Einheitliches. Denn Strömung hat für mich was Einheitliches, mehr oder weniger. Das hatten wir ja mit der Richtung und der **Bewegung**.

917 I: Und was wäre für dich das Gegenteil von Strömung?

918, B2: **Abrupt aufhörende, einzelne – also nicht im Kollektiv – Elemente**. Wenn
 920 z. B. Wasser einfach **abrupt aufhört**, also kann ja nicht, aber wenn irgendwas
 abrupt aufhört und das nicht im Kollektiv, also jeder individuell so seine Richtung bestimmt. Wenn man sich das jetzt anhand einer Menschengruppe anschaut: dass jeder so in seine eigene Richtung läuft und keiner sich behindert oder größere Gruppen die gleiche Richtung einschlagen und jeder so seinen Weg nimmt.

921, B1: Ich würde auch sagen, fast unabhängig so voneinander? Also nicht so Gruppenzwang.
 923

924 B2: Also eine unabhängige, eine individuelle, unabhängige...

925 B1: ...**Bewegung**, Richtung eines Gegenstands, Elementes wie auch immer.

Auf der Grundlage der vorgelegten Textpassagen wird die Kategorie H-SG <<Strömung bedeutet Bewegung>> gebildet. In der folgenden Tabelle ist diese Kategorie umschrieben und mit Ankerbeispielen versehen. Die letzte Zeile verweist auf alle Textpassagen, die ebenfalls als Kategorie H1 kodiert sind. Dazu zählen neben dem Interview J5A alle weiteren untersuchten Interviews. Deren Analysen sind im Anhang nachzulesen.

Tab. 7: Kategorie H-SG zu den Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Strömung bedeutet Bewegung.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn Befragte Strömungen mit dem Terminus Bewegung oder dem korrespondierenden Verb beschreiben. Sie wird auch kodiert, wenn die Interviewten mit anderen Termini deutlich machen, dass sich für das Vorhandensein einer Strömung Materie im Ort fortbewegt oder mit Blick auf das Gegenteil erläutern, dass es sich hierbei um etwas Statisches handelt.
Ankerbeispiele	„Ja, letztlich ist es ja eine fortlaufende Bewegung, die angestoßen wird durch Energie.“ (J5A, P. 669) „Es ist ja letztlich immer eine fortlaufende Bewegung.“ (J5A, P. 685).
Kodierte Textpassagen	E1A, P. 32, 60, 62 E2A, P. 39, 84, 86, 90 E3A, P. 38, 40, 50, 56, 70, 72, 176, 182 S1A, P. 38, 94, 96, 98 S2A, P. 234, 324, 326 S3A, P. 104, 106, 110, 114, 120, 122, 154, 216, 228 J1A, P. 269, 320, 400, 404, 415, 416, 419 J2A, P. 126, 136, 267, 270, 277, 279, 280, 283, 285, 311 J3A, P. 157, 175, 178, 180, 182, 186 J4A, P. 64, 101, 114, 116, 117, 127, 128, 130, 131, 132, 133 J5A, P. 382, 484, 647, 648, 666, 669, 685, 705, 707, 737, 739, 741, 906, 915, 918, 920, 925

Bemerkenswert ist bei dieser Kategorie, dass die sie repräsentierende Aussage nicht umgekehrt werden kann: Zwar bedeutet eine Strömung Bewegung, aber Bewegung bedeutet nicht zwangsläufig Strömung. Damit lässt sich die Auswertung des Datenmaterials neu strukturieren, was eine Präzisierung der Forschungsfrage ermöglicht. Im vorliegenden Datenmaterial ist gemäß der ersten gebildeten Kategorie zu erforschen, welche Merkmale eine Bewegung erfüllen muss, damit sie als Strömung begriffen werden kann. Die Kategorie H-SG ist demnach als eine strukturierende Hauptkategorie zu verstehen. Deshalb ist eine weitergehende, strukturierende qualitative Inhaltsanalyse angezeigt, deren Ziel es ist, diesbezügliche Subkategorien zu konstruieren. Bei diesen Subkategorien handelt es sich um Aussagen über die Merkmale, die Bewegungen erfüllen müssen, damit sie als Strömung gelten. Entsprechend wird die erste Forschungsfrage wie folgt angepasst.

Forschungsfrage Nr. 1a: Welche Prototypen bei Lernenden zum Terminus Strömung lassen sich nachzeichnen und über welche Merkmale muss eine Bewegung verfügen, um als Strömung zu gelten?

14.4.1.1 Fallanalysen

Auf der Grundlage des präzisierten Forschungsinteresses werden die Interviews nacheinander – fallbasiert – jeweils hinsichtlich der Merkmale und Prototypen des Terminus Strömung ausgewertet. Das nachfolgende Kapitel zeigt beispielhaft die schrittweise Auswertung und den Aufbau eines Kategoriensystems des Interviews J5A zur Begriffsbildung des Terminus Strömung. Der Länge dieser Auswertung wegen sind die weiteren fallbasierten Analysen der anderen Interviews dem Anhang beigelegt. Nach dem Beispiel J5A werden also nur noch die erzeugten Kategoriensysteme (die Essenz der Auswertung) dargestellt.

14.4.1.1.1 Interview J5A: Beispielhafte Analyse.

a) Merkmale

Für die Befragten in Interview J5A ist nicht jede Bewegung gleichbedeutend mit einer Strömung. Sie muss spezielle Merkmale erfüllen. Ein Merkmal ist der Aspekt der Richtung, der von den Befragten ausgesprochen häufig genannt wird. Die Probanden sprechen von einer klaren Richtung, von einer Bewegung in einer bestimmten Richtung, von einer einheitlichen Richtung oder betonen, dass sich bei einer Strömung etwas konsequent in eine Richtung bewege.

404 I: Die Strömung für dich schlechthin wäre was?

405, B2: Die Strömung **zieht** ja einen **mit**. Aber die **Richtung** ist ja in dem Moment
407 noch nicht voraussehbar. Auf jeden Fall ist das eher negativ konnotiert, denn sie **zieht** einen ja **mit**. Ich weiß nicht, ich habe noch nie eine positive Strömung gesehen, wo man gesagt hat, das ist eine Strömung, die jetzt gut ist, weil sie da was bringt. Vielleicht für Fischer...

514, B1: Wobei, es kommt drauf an, also wenn ich Strömung höre, denk ich auch
516 daran, dass eine **klare Richtung** vorgegeben ist. Und beim Vogelschwarm kann es ja auch sein, dass die nicht in eine **klare Richtung**, sondern mal hoch, mal runter gehen. Deswegen bin ich mir auch nicht sicher, ob sich das darauf übertragen lässt.

653, B1: "Etwas mehr", das klingt auch komisch. Wenn man so drüber nachdenkt,
655, kommt das in der Natur erstaunlich häufig vor: eine Strömung und Tiere/Lebe-
657, wesen, die sich die Strömung zunutze machen, wenn wir uns jetzt Bild 13 noch-
659 mal angucken. Also, dass **Strömung etwas ist, dass eine bestimmte Bewe-**
gung... in eine bestimmte Richtung, finde ich. Denn **wenn die Vögel alle**
kreuz und quer und nicht einheitlich fliegen würden, stellt es für mich per-
sönlich jetzt auch nicht so einen Strom dar oder eine Strömung.

662, I: Sammelt euch nochmal. Ihr seid die Lehrerinnen und da ist ein Schüler, der
665 zeigt auf bei euch im Unterricht und sagt: "Können Sie mir erklären, was eine Strömung ist?" Was würdet ihr dann sagen?

666 B1: Die Bewegung eines... och, was ist es denn? Das ist ja kein Gegenstand, Masse... nein...

667 B2: Eines Dings (lacht).

668 B1: ... zumindest die **Bewegung in eine bestimmte Richtung**. Und jetzt müssen wir noch eine Definition für das alles finden. Beispielsweise die für (unv.)

Wasser, der Wind.

- 679 I: Das ist ja auch eine schwierige Aufgabe so eine Definition. Tasten wir uns doch erstmal ran: Was wäre denn eine Umschreibung für Strömung.
- 682 B1: Darf man in einer Umschreibung Beispiele nehmen?
- 683 I: Na klar.
- 684 B1: Oh super. Ich glaube, dann ist tatsächlich am einfachsten, das mit Wasser zu erklären, denn das können sich die meisten am bildlichsten vorstellen. Wenn man jetzt ganz klassisch meinetwegen den Golfstrom hat oder so, dass das Wasser **konsequent in eine Richtung** fließt. Wobei das ja auch...
- 685 B2: Es ist ja letztlich immer eine fortlaufende Bewegung.
- 686 B1: Wobei der Golfstrom irgendwann ja auch links und rechts aufhört.
- 687, B2: Aber da endet er. So ein Bachverlauf wird ja auch als Strömung betitelt. Der
689, läuft ja auch in einer **einheitlichen Richtung**. Die ganze Masse des Wassers
691 läuft in eine **einheitliche Richtung**.
- 690, B1: Ich glaube, das mit der Richtung würde ich lassen. Eine Bewegung **in eine**
693 **einheitliche Richtung**, halt, dass es mehr sein muss, dass ein Wassertropfen jetzt auch nicht strömt oder ein Mensch.

Mit ihren Angaben ist offenbar nicht gemeint, dass eine Bewegung über die gesamte Zeit ausschließlich in eine bestimmte Richtung erfolgen muss. Es dominiert eher das Kollektive an der Bewegung. Materie strömt, wenn sie sich kollektiv bewegt. Denn auch die Bewegung in einem Kreis wird als eine Strömung anerkannt, da es sich um eine einheitliche Bewegung handelt. Die Richtung dürfe sich ändern, so die Befragten, aber es müsse sich dabei aber alles ändern.

- 699 I: Das muss also bei euch eine gerichtete Bewegung sein. Habe ich das richtig verstanden?
- 700 B1: **Die darf sich auch ändern, aber dann muss sich alles ändern, also nicht der eine geht nach links und der andere rechts.**
- 701 B2: Die Masse muss einheitlich **dieser Bewegung folgen**.
- 702 B1: hm (bejahend), dann kann sich die Richtung natürlich auch ändern oder variieren.
- 703 I: Hier bei Bild 17 ist es ja immer im Kreis. Wäre das auch eine Strömung?
- 704 B1: Ja, klar, aber das... (unterbrochen).

705, B2: Das ist ja eine **einheitliche Bewegung im Kreis**. Die laufen ja im Kreis und
707 das ganze Wasser bleibt ja so.

Die Interpretation, dass eine Strömung für die Befragten eine kollektive Bewegung ausdrückt, wird auch bei der Aufgabe deutlich, ein Gegenteil für Strömungen zu formulieren. Eine unabhängige, individuelle Bewegung/Richtung eines Gegenstands bzw. Elements wird als Gegenteil einer Strömung aufgefasst. Hier sprechen die Befragten vom Gruppenzwang und Einheitlichkeit.

914 I: Was wäre für euch das Gegenteil von Strömung? Was wäre da ein Begriff?

915 B1: **Bewegung von Elementen mit unterschiedlichen Richtungen und Geschwindigkeiten. Also nichts Einheitliches. Denn Strömung hat für mich was Einheitliches, mehr oder weniger.** Das hatten wir ja mit der Richtung und der Bewegung.

917 I: Und was wäre für dich das Gegenteil von Strömung?

918, B2: Abrupt aufhörende, einzelne – also nicht im Kollektiv – Elemente. Wenn z.
920 B. Wasser einfach abrupt aufhört, also kann ja nicht, aber wenn irgendwas abrupt aufhört und das nicht im Kollektiv, also **jeder individuell so seine Richtung bestimmt**. Wenn man sich das jetzt anhand einer Menschengruppe anschaut: dass jeder so in seine eigene Richtung läuft und keiner sich behindert oder größere Gruppen die gleiche Richtung einschlagen und jeder so seinen Weg nimmt.

921, B1: Ich würde auch sagen, **fast unabhängig so voneinander?** Also **nicht so**
923 **Gruppenzwang**.

924 B2: Also eine **unabhängige, eine individuelle, unabhängige...**

925 B1: **...Bewegung, Richtung eines Gegenstands, Elementes wie auch immer.**

926 B2: Eines! Aber nicht mehrere.

Tab. 8: Kategorie J5A-SG-M1 zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Bei einer Strömung handelt es sich um eine kollektive Bewegung.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn Befragte davon sprechen, dass sich bei einer Strömung alles in eine bestimmte Richtung bewegt oder das Wassermassen sich gemeinsam und einheitlich bewegen. Sie wird ebenfalls kodiert, wenn mit Blick auf das Gegenteil einer Strömung eine individuelle, unabhängige Bewegung verdeutlicht wird.
Ankerbeispiele	„So ein Bachverlauf wird ja auch als Strömung betitelt. Der läuft ja auch in einer einheitlichen Richtung. Die ganze Masse des Wassers läuft in eine einheitliche Richtung.“ (J5A, P. 687, 689, 691) „Bewegung von Elementen mit unterschiedlichen Richtungen und Geschwindigkeiten. Also nichts Einheitliches. Denn Strömung hat für mich was Einheitliches, mehr oder weniger.“ (J5A, P. 915) (Gegenteil)

Kodierte Textpassagen	J5A, P. 514, 516, 653, 655, 657, 659, 668, 684, 687, 689, 691, 690, 693, 700, 701, 705, 707, 915, 918, 920, 921, 923, 924, 925
------------------------------	--

Darüber hinaus beschreiben die Befragten eine fortlaufende Bewegung. Damit meinen sie offenbar eine Bewegung, die gleichmäßig erfolgt, ohne Unterlass abläuft und nicht abrupt endet.

379, 381	B1: Der Windstrom ist da schon stark. Das man den schon erkennt. Deswegen finde ich schon, dass das passt.
382	B2: Eine Strömung ist ja auch eine fortlaufende Bewegung . Die endet ja nicht abrupt .

Unterstützt wird diese Interpretation durch den weiteren Gesprächsverlauf. Bei der Auseinandersetzung mit fließendem und tropfendem Wasser beschreiben sie, dass es sich bei einer Strömung um etwas Durchgehendes handle. Daher klassifizieren sie das fließende Wasser zügig als Strömung. Das tropfende Wasser stellt für sie allerdings eine Schwierigkeit dar. Dort fluktuiert ihre Auffassung davon, ob es sich um eine Strömung handelt oder aber nicht. Das mag auch daran liegen, dass selbst ein Wassertropfen eine beträchtliche Menge Wasser darstellt und in sich eine kollektive, fortlaufende Bewegung ausführt.

523, 526	I: Ok, ich habe noch was anderes, was dazu ganz gut passt: Bild 19. Ist das hier eine Strömung? Könnt ihr das überhaupt erkennen, was das ist? Das (zeigt) ist oben bei Bild 19, dieser Ast, da fließt Wasser.
528	B2: Na, aber es strömt ja den Ast hinunter.
529	B1: Ich würde auch sagen, dass man das als Strömung bezeichnen kann.
530	I: Was ist hiermit (zeigt auf das tropfende Wasser im Bild)?
531	B2: Das tröpfelt runter.
532, 534, 536, 538	B1: Ich glaube, man könnte fast auch Strömung (zögerlich) dazu sagen. Ich glaube, bei Strömung denkt man auch direkt immer an etwas Durchgehendes , wenn man das jetzt vergleicht. Oder an etwas mit einer großen Masse oder halt ziemlich viel. Und da es hier ja tröpfchenweise strömt... Kann man das sagen? Würde man wahrscheinlich erst anders betiteln, aber wenn man darüber nachdenkt, würde ich sagen, dass es strömt.
539	I: Tröpfchenweise so?
541	B1: Ja, tröpfchenweise strömt.

Bei der Vorstellung, dass tropfendes Wasser eine Strömung darstellt, handelt es sich offenbar um eine ad hoc Vorstellung, da im weiteren Gesprächsverlauf eher die fließende, fortlaufende Bewegung als Strömung klassifiziert wird.

669 B2: Ja, letztlich ist es ja eine **fortlaufende Bewegung**, die angestoßen wird durch Energie.

679 I: Das ist ja auch eine schwierige Aufgabe so eine Definition. Tasten wir uns doch erstmal ran: Was wäre denn eine Umschreibung für Strömung.

682 B1: Darf man in einer Umschreibung Beispiele nehmen?

683 I: Na klar.

684 B1: Oh super. Ich glaube, dann ist tatsächlich am einfachsten, das mit Wasser zu erklären, denn das können sich die meisten am bildlichsten vorstellen. Wenn man jetzt ganz klassisch meinetwegen den Golfstrom hat oder so, dass das Wasser konsequent in eine Richtung fließt. Wobei das ja auch...

685 B2: Es ist ja letztlich immer eine **fortlaufende Bewegung**.

Im Gespräch stellt sich somit heraus, dass die Befragten eine Strömung als einen Vorgang ansehen, bei dem eine weiterlaufende, fortgehende Bewegung ohne Lücken erfolgt.

737, B1: **Strömung ist halt auch ein Vorgang, also nicht durch eine Handlung**
739, **oder eine Bewegung abgeschlossen. Es ist was Weiterlaufendes, Fortgehen-**
741 **des.** Und dass man daran halt eine Strömung festmacht an der Masse letztendlich. Man könnte auch sagen, dass drei Menschen hintereinander aus dem Laden gehen, aber, ich glaube, die Strömung wird erst klar, indem eine große Masse dieser Bewegung folgt.

Tab. 9: Kategorie J5A-SG-M2 zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Bei einer Strömung handelt es sich um eine kontinuierliche, lückenlose Bewegung.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn mit Blick auf Strömungen von einer fortlaufenden, lückenlosen Bewegung die Rede ist. Sie wird auch kodiert, wenn die Befragten aussagen, dass es sich dabei um eine durchgehende Bewegung handelt, die nicht abrupt endet.
Ankerbeispiele	„Eine Strömung ist ja auch eine fortlaufende Bewegung. Die endet ja nicht abrupt.“ (J5A, P. 382). „Strömung ist halt auch ein Vorgang, also nicht durch eine Handlung oder eine Bewegung abgeschlossen. Es ist was Weiterlaufendes, Fortgehendes.“ (J5A, P. 737, 739, 741)
Kodierte Textpassagen	J5A, P. 532, 534, 536, 538, 669, 685, 737, 739, 741

Im Gespräch mit den Probanden zeigt sich noch ein weiteres Merkmal, das sie einer Strömung zuschreiben. Es wird an vielen Stellen deutlich, dass eine bestimmte Menge bzw. eine bestimmte Geschwindigkeit erreicht werden muss, die sich gerichtet und fortlaufend bewegt, um als Strömung zu gelten.

632	B1: Das muss schon etwas mehr sein , wenn ein einzelner Mensch aus einem Laden geht, strömt er ja auch nicht hinaus.
633	B2: Er strömt einzeln hinaus.
634	B1: Nein, ich glaube, das kann man nicht sagen.
635	B2: Das ist wieder die Auslegung des Begriffes.
636	B1: Ich glaube, das kann man nicht sagen.
637	I: Und da wären wir wieder beim Anfangsproblem: Was ist, wenn ganz viele aus dem Laden rauskommen?
638	B2: Ja, dann strömen sie aus dem Laden raus.
639, 641	B1: Ich finde, es hat aber auch was mit Geschwindigkeit oder sowas zu tun. Ich finde, wenn mehrere Menschen so hintereinander so aus dem Laden rausgehen, strömen die jetzt nicht so.
643	I: Versucht doch mal nach den Gedanken eine Definition für Strömungen zu finden Wie könnte die lauten?
647	B1: Auf jeden Fall was mit Bewegung, weil wir Geschwindigkeit... (überlegt) nein, Geschwindigkeit ist egal.
648	B2: Bewegung, schnell, auf jeden Fall nicht langsam.
649, 651	B1: Dass es eine bestimmte Masse (langgezogen) benötigt? Masse jetzt nicht im Sinne von Aggregatzustand, sondern Masse im Sinne von: dass ein Mensch nicht die Straße entlang strömt.
652	B2: Es muss immer etwas mehr sein.

Dieses Merkmal wird erneut an einer anderen Stelle im Gespräch deutlich, als über das mögliche Strömen von Sand diskutiert wird. So gibt die Probandin an, dass es sich nicht um eine Strömung des Sandes handle, wenn lediglich einzelne Teile des Sandes von einer Sandburg abgetragen werden. Etwas anderes sei es, wenn alles abgetragen werde. Der Proband pflichtet ihr bei und verweist auf eine Sandburg, die zerstört werde, sodass der Sand hinunter ströme. Er stellt damit eine Verbindung zu Dünen her und gibt an, dass Sand dort strömen könne.

745,	B2: Ja gut, Menschen bestehen ja auch aus Molekülen. Also, ich weiß nicht,
750,	irgendwie fehlt so ein bestehender Begriff, mit dem man das Ganze irgendwie
752,	betitelt. Weil auch, wenn wir jetzt sagen: "Element" oder "Substanz"... hat ja
754,	immer noch..., weil zum Beispiel die Sandburg da hinten, die steht ja, die steht
757	einfach, da bewegt sich nichts.
758	B1: ... da strömt nichts.
759	B2: Selbst, wenn jetzt Luft, also wenn Wind kommen würde, nimmt der nur einzelne Teilchen des Sandes mit und nicht den Ganzen. Wenn er das Ganze mitnehmen würde, wäre es nochmal was anderes. Aber er nimmt ja nur so ein, zwei Dinger mit.
760	I: Und das wäre dann keine Strömung?
761	B2: Nö?
762	I: Warum?
763	B2: Das wäre ja ein Luftstrom, aber nicht Strömung des Sandes.
764,	B1: Wobei, wenn man jetzt mal so gegen die Sandburg hauen würde, würde
766	die ja zerbrechen und wenn der Sand nicht fest wäre, würde er ja auch hin-
	unter strömen. Und wenn man das jetzt mal auf Dünen oder so bezieht, dass
	der Sand da auch strömen kann.
765,	B2: Es kommt immer drauf an. Da ist es ja auch nicht nur ein kleines Sand-
767	körnchen.
768	B1: Aber jetzt in dem Bild ist es nicht dargestellt.
769	B2: Ne.

Und auch beim Malen des Logos wird betont, dass ein einzelner Wassertropfen keine Strömung darstellt.

908	B1: Ja genau, hier jetzt bei dem "S" hat das schon eine Richtung und da soll jetzt nicht auf einmal ein Strich noch so oder so abgehen.
910	I: Dann wäre das keine mehr?
911	B1: Ne. hm (überlegend)... oder würde von der Hauptströmung abgehen oder wie auch immer, wenn das nur ein Wassertropfen ist...
912	B2: Ja gut, es kann ja was weggehen, kann passieren. Aber der Einzelne ist keine einzelne Strömung.

Damit lässt sich ein weiteres Merkmal von Strömungen in der Begriffsstruktur der Befragten ausmachen:

Tab. 10: Kategorie J5A-SG-M3 zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Bei Strömungen bewegt sich Materie mit einem Mindestmaß von Masse und Schnelligkeit.
Beschreibung	Die Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten deutlich machen, dass man erst dann von einer Strömung sprechen kann, wenn ein bestimmtes Mindestmaß einer Masse bzw. Objektanzahl erreicht ist, die sich bewegen oder die Bewegung mit einer Mindestdschnelligkeit erfolgen muss.
Ankerbeispiele	„Dass es eine bestimmte Masse (langgezogen) benötigt? Masse jetzt nicht im Sinne von Aggregatzustand, sondern Masse im Sinne von: dass ein Mensch nicht die Straße entlang strömt. Es muss immer etwas mehr sein.“ (J5A, P. 649, 651, 652) „Bewegung, schnell, auf jeden Fall nicht langsam“. (J5A, P. 648)
Kodierte Textpassagen	J5A, P. 632, 639, 641, 647, 648, 649, 651, 652, 759, 764, 765, 766, 767, 911, 912

Des Weiteren verbinden beide Befragten eine Strömung mit einer Wirkung. Eine Strömung übe auf einzelne Objekte einen Zwang aus. Strömung ziehe mit sich und es sei schwierig auszubrechen. Daher wird anscheinend im Gespräch der Unterschied zwischen der belebten und unbelebten Natur herangezogen: Erstere habe ein Gehirn, also ein Bewusstsein, und könne bewusst aus einer Strömung ausbrechen. Diese Unterscheidung dient im Gespräch aber nicht dazu, um zwischen Strömungen und anderen Bewegungen zu unterscheiden. Im gesamten Gespräch werden sowohl Beispiele der belebten als auch der unbelebten Materie als Beispiele für strömende Bewegungen herangezogen.

483 I: Kannst du das ein bisschen erklären? Was meinst du damit, dass das metaphorisch ist.

484 B2: Naja, es wird ja ein Begriff benutzt, der in den meisten Fällen mit einer Bewegung zu tun hat, die fortführend ist, also **Dinge oder Sachen mit sich zieht** – und auch nicht nur eine, also eine Kleinigkeit. Beim Beispiel mit dem Wasser fängt alles ja meistens klein an und wird dann größer und **zieht immer mehr mit sich und benutzt das**. Und bei dem Menschenstrom: Ja gut, es kann auch klein anfangen und die Menschen mit sich ziehen, aber das ist dann... (unterbrochen).

485, B1: Ich glaub, **das ist das Schwierige bei einer Strömung daraus zu kommen**
487 und das kann man auf den Menschenstrom übertragen.

542 I: Hier bei dem Vogelschwarm, ne?

543 B2: Das strömt nicht tröpfchenweise (lacht).

545, I: Nicht? Aber da sind ja auch so schwarze Einzelteile [Vögel].
547

548, B2: Ja, das ist ja aber alles etwas mit Gehirn. So ein Wassertropfen hat ja kein

550 eigenes Leben oder kein eigenes Gehirn. Und jeder Vogel hat ein eigenes und könnte eigentlich **aus diesem Schwarm ausbrechen**.

Durch den Zwang, den eine Strömung ausübt, ergeben sich für die Befragten auch gefährliche Situationen, sodass sie Strömungen stark mit Gefahr assoziieren. Sie sprechen von einer unberechenbaren Kraft, Naturkraft und Naturgewalt.

390 I: Bleiben wir mal ein bisschen beim Begriff Strömung. Wie klingt der Begriff für euch? Was verbindet ihr damit?

391 B1: In erster Linie Wasser und kein Wind.

392, B2: Und es ist eher **negativ konnotiert**. Weil man immer hört: "**Unterströmung**" und "**geht von den Strömungen weg!**" und "**die Strömungen ziehen euch mit**" oder "**ziehen euch mit runter**".
394

395, B1: Eine **unberechenbare Kraft**. Also **nicht direkt Kraft, aber etwas, das**
397, **man schlecht einschätzen kann. Eine Naturgewalt**. Oder eine **Naturkraft**, die
399 man schlecht einschätzen, bzw. gar nicht beeinflussen kann.

404 I: Die Strömung für dich schlechthin wäre was?

405, B2: **Die Strömung zieht ja einen mit**. Aber die Richtung ist ja in dem Moment
407 noch nicht voraussehbar. Auf jeden Fall ist das eher **negativ konnotiert, denn sie zieht einen ja mit**. Ich weiß nicht, ich habe **noch nie eine positive Strömung gesehen**, wo man gesagt hat, das ist eine Strömung, die jetzt gut ist, weil sie da was bringt. Vielleicht für Fischer...

408, B1: Ich glaube, das ist Ansichtssache. Aber im Großen und Ganzen könnte ich
410, da zustimmen, dass **oft eine Strömung eher negativ** (...) wobei, wenn man bei-
412, spielsweise mal den Golfstrom nimmt oder so: dass Ströme etwas Natürliches
414 aber auch sehr Wichtiges für die Umwelt darstellen können.

415, B2: Aber sie können auch **sehr gefährlich sein für Menschen und Tiere**. Also
417, für jegliches Leben, was daran nicht gewöhnt ist.
419

In Verbindung auch mit einer einheitlichen, gerichteten Bewegung nutzt die Probandin im Gespräch den Begriff des Gruppenzwangs. Das Gegenteil einer Strömung sei Unabhängigkeit, Individualität, also kein Gruppenzwang wie bei einer Strömung.

917 I: Und was wäre für dich das Gegenteil von Strömung?

918, B2: Abrupt aufhörende, einzelne – also nicht im Kollektiv – Elemente. Wenn z.
920 B. Wasser einfach abrupt aufhört, also kann ja nicht, aber wenn irgendwas abrupt aufhört und das nicht im Kollektiv, also jeder individuell so seine Richtung

	bestimmt. Wenn man sich das jetzt anhand einer Menschengruppe anschaut: dass jeder so in seine eigene Richtung läuft und keiner sich behindert oder größere Gruppen die gleiche Richtung einschlagen und jeder so seinen Weg nimmt.
921, 923	B1: Ich würde auch sagen, fast unabhängig so voneinander? Also nicht so Gruppenzwang .
924	B2: Also eine unabhängige, eine individuelle , unabhängige...
925	B1: ...Bewegung, Richtung eines Gegenstands, Elementes wie auch immer.

Aus den Darlegungen der Befragten lässt sich ein weiteres Merkmal einer Strömung nachzeichnen. Strömungen üben einen Zwang aus und sind der Lage, ihre eigene Bewegung anderen, sich individuell bewegendem Objekten aufzuzwingen. Durch die Wechselwirkung einer Strömung mit Objekten verlieren letztere ihre Bewegungsindividualität.

Tab. 11: Kategorie J5A-SG-M4 zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Strömungen sind gefährliche, unberechenbare Naturgewalten und sie zwingen anderen Objekten ihre Bewegung auf.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten eine Strömung als Bewegung bezeichnen, die sich auf andere Objekte übertragen kann – z. B., dass ein Objekt von einer Strömung mitgezogen wird. Sie wird auch kodiert, wenn die Befragten eine Strömung als Gefahr bezeichnen oder als unberechenbare Naturgewalt.
Ankerbeispiele	„Eine unberechenbare Kraft. Also nicht direkt Kraft, aber etwas, das man schlecht einschätzen kann. Eine Naturgewalt. Oder eine Naturkraft, die man schlecht einschätzen, bzw. gar nicht beeinflussen kann.“ (J5A, P. 395, 397, 399) „Beim Beispiel mit dem Wasser fängt alles ja meistens klein an und wird dann größer und zieht immer mehr mit sich und benutzt das.“ (J5A, P. 484)
Kodierte Textpassagen	J5A, P. 392, 394, 395, 397, 399, 405, 407, 408, 410, 412, 414, 415, 417, 419 484, 485, 487, 548, 550, 921, 923, 924

Bezüglich der Materie, die zu strömen in der Lage ist, sind sich die Probanden häufig uneins. Ihre Zuordnung variiert während des Gesprächs. Nur die Bewegung von Wasser, teilweise auch von Luft, wird einer Strömung zugeordnet.

390	I: Bleiben wir mal ein bisschen beim Begriff Strömung. Wie klingt der Begriff für euch? Was verbindet ihr damit?
391	B1: In erster Linie Wasser und kein Wind .
400	I: Und warum ist Wind für dich keine Strömung?
401, 403	B1: Doch, ist es! Aber ich denke, wenn ich das Wort Strömung höre, als erstes an einen Wasserstrom. Danach vielleicht an einen Windstrom. Und zum

Schluss auch an eine Menschenströmung: in einer großen Straße, wenn da viele Menschen aus einer Eingangstür, wenn die dann da rausströmen. Das kann man ja auch sagen. Aber **in erster Linie denke ich da an Wasser.**

Anhand der Definition sind sich die Befragten bewusst, dass sie etwas benötigen, auf das sich die Strömung auswirkt. Während des gesamten Gesprächs versuchen sie entsprechende Materie zu benennen.

662,	I: Sammelt euch nochmal. Ihr seid die Lehrerinnen und da ist ein Schüler, der
665	zeigt auf bei euch im Unterricht und sagt: "Können Sie mir erklären, was eine Strömung ist?" Was würdet ihr dann sagen?
666	B1: Die Bewegung eines... och, was ist es denn? Das ist ja kein Gegenstand, Masse... nein...
667	B2: Eines Dings (lacht).
668	B1: ... zumindest die Bewegung in eine bestimmte Richtung. Und jetzt müssen wir noch eine Definition für das alles finden. Beispielsweise die für (unv.) Wasser, der Wind.
669	B2: Ja, letztlich ist es ja eine fortlaufende Bewegung, die angestoßen wird durch Energie.
670	B1: Gibt es da irgendeinen schönen Begriff für alles, was wir hier gerade hatten: Wind, Wasser?
671	I: Ja, Strömung halt (lacht). Das ist ja umgekehrt jetzt.
673	B2: Die Gegenstände, nicht die Strömung.
674	B1: Das kann man ja nicht als Masse oder Gegenstände...
675	B2: Wir brauchen irgendwas, worauf sich das jetzt auswirkt.
676	B1: Ich glaub, das mit dem Satz wird nichts mehr. Ich glaub, da hat der Schüler leider...
677	B2: ...muss der Schüler im Internet googeln.

Neben Wasser und Luft werden häufig auch gesammelte Bewegungen von Menschen, Sand, Autos oder Vögeln einer Strömung zugeordnet.

474,	I: Ich möchte das aber nochmal vergleichen, mit dem, was du gerade gesagt hast.
476	Einer von euch hat eben gesagt, wenn man ganz viele Menschen hat, die sich bewegen, dann würde man das Menschenstrom nennen.
478	B2: Aber, das ist ja metaphorisch oder nicht?

479	B1: Ne, ich glaube, das kann man schon so sagen.
480	B2: Das ist jetzt Literatur, das weiß ich nicht.
483	I: Kannst du das ein bisschen erklären? Was meinst du damit, dass das metaphorisch ist.
484	B2: Naja, es wird ja ein Begriff benutzt, der in den meisten Fällen mit einer Bewegung zu tun hat, die fortführend ist, also Dinge oder Sachen mit sich zieht – und auch nicht nur eine, also eine Kleinigkeit. Beim Beispiel mit dem Wasser fängt alles ja meistens klein an und wird dann größer und zieht immer mehr mit sich und benutzt das. Und bei dem Menschenstrom: Ja gut, es kann auch klein anfangen und die Menschen mit sich ziehen, aber das ist dann... (unterbrochen).
485, 487	B1: Ich glaub, das ist das Schwierige bei einer Strömung daraus zu kommen und das kann man auf den Menschenstrom übertragen.

Beim Vogelschwarm beziehen sich die Befragten zunächst nur auf die Strömung der Luft um den Schwarm herum und sind der Meinung, beim Schwarm handele es sich nicht um eine Strömung.

461	I: Ich möchte mal gerne auf Bild 13 zu sprechen kommen. Da wart ihr euch so leicht uneins.
464	I: Das ist ja das Bild mit dem Vogelschwarm. Und du sagtest, es sei eine Strömung.
465, 467, 469, 471	B2: Ja, also meistens fliegen die nicht gegen den Wind, sondern die nutzen ja die Luftströmung , um weiterzukommen. Und deshalb fliegen die auch so seltsam in Schleifen oder so unförmig. Die fliegen ja nicht direkt so schnurstracks.
472	I: Du bezeichnest diesen Schwarm als Strömung wegen der Windströmung, ist das richtig?
473	B2: Nein, ich bezeichne nicht den Schwarm als Strömung, sondern sie nutzen die Strömung, um weiterzukommen.

Erst als die Befragten mit einem Vergleich, der sich bewegenden Menschen und des Vogelschwarms, konfrontiert werden, wird die Schwarmbewegung ebenfalls einer Strömung zugeordnet. Wenngleich angemerkt wird, dass dies komisch klinge.

492	I: Ok, was unterscheidet denn dann diese beiden? Warum darf ich da bei dem Schwarm nicht von Strömung sprechen und da schon?
-----	--

493	B1: Ich würde sagen, wenn man sucht, findet man in allen Bildern hier eine Strömung. Also das Bild zeigt ja in erster Linie den Vogelschwarm und nicht die Luftströmung.
505	I: Ok, wenn wir mal davon absehen, dass die Vögel hier jetzt den Wind nutzen und uns nur auf den Schwarm konzentrieren: Darf ich da von einer Strömung sprechen?
506	B2: Ist eine Masse und ein Schwarm. Und das wird ja schon als Masse betitelt.
507	I: Was meinst du mit Masse, kannst du das ein bisschen erklären?
508, 510	B2: Die Vögel sind ja eine gewisse Masse. Die sind ja viele und somit bilden sie einen Schwarm und für uns ist das in der deutschen Sprache so klar oder so üblich, dass man von einem Vogelschwarm und nicht von einer Vogelströmung spricht.
512	B1: Ich glaub auch, wenn man wollte, könnte man das sagen, aber ob das so umgangssprachlich ist, da bin ich mir jetzt nicht so sicher. Ich glaub schon, dass man da von einer Vogelströmung sprechen kann.
513, 515	B2: Ich glaub, das ist eher das Gehirn, was uns sagt: Das klingt komisch oder klingt ungewohnt.

Die Befragten werden in diesem Sinne noch mit einem weiteren Beispiel konfrontiert. Auch bei der Bewegung einer Zebraherde könne man prinzipiell von einer Strömung sprechen. Allerdings sei dies ungewohnt und man brauche den Begriff daher dort nicht.

517	I: Stellen wir uns mal in Bild 8 vor, das Zebra ist in einer Herde unterwegs. Man sieht das so aus einem Flugzeug mit ganz vielen anderen Zebras und alle zusammen laufen zielgerichtet zu einer Trinkstelle.
518	B2: Ja, das ist aber immer noch eine Herde von Zebras.
519	I: Keine Strömung?
520, 522	B2: Es ist schon anders betitelt und das gibt ja schon eine Bezeichnung dafür. Wäre aber uns von Anfang an immer gesagt worden, es ist ein Zebraström, wäre das jetzt was anderes fürs Gehirn. Es ist einfach diese Denkweise vom Gehirn jetzt.

Beim Vogelschwarm beziehen sich die Befragten im Anschluss auf das Bewusstsein der Vögel, um zu begründen, dass es sich nicht um eine Strömung handelt, wenngleich sie das bei der Herde Zebras vorher nicht taten.

542	I: Hier bei dem Vogelschwarm, ne?
-----	-----------------------------------

543	B2: Das strömt nicht tröpfchenweise (lacht).
545, 547	I: Nicht? Aber da sind ja auch so schwarze Einzelteile [Vögel].
548, 550	B2: Ja, das ist ja aber alles etwas mit Gehirn. So ein Wassertropfen hat ja kein eigenes Leben oder kein eigenes Gehirn. Und jeder Vogel hat ein eigenes und könnte eigentlich aus diesem Schwarm ausbrechen.

Das Konfetti-Beispiel wird daher bewusst gewählt, weil es über kein Bewusstsein verfügt. Auch hier sagen sie, dass es eher keine Strömung sei. Das machen sie explizit nicht an den Merkmalen fest, sondern viel mehr an der Gewohnheit. Sie formulieren den Begriff der Konfettiströmung und stellen fest, dass dies ungewohnt ist und sich komisch anhört. Basierend auf dieser Überlegung verneinen sie die Zugehörigkeit zum Begriff.

551, 553, 555, 558	I: Ok, dann stelle ich mir mal vor, ich habe auf dem Tisch eine Schachtel mit Konfetti liegen und die fällt jetzt um. Das Konfetti fällt nach unten. Es hat ja kein Gehirn, wäre das dann sowas wie eine Strömung von Konfetti?
559, 561	B1: Ich würde fast sagen: wieder nicht. Wenn man eine genaue Definition von Strömungen hier vorliegen hätte, könnte man es bestimmt darauf übertragen. Aber auf gut deutsch sagt man ja nicht, das ist eine Konfettiströmung.
562	B2: Ich glaube, das ist wieder so dieses Lernen des Gehirns. Also man weiß von Anfang an, dass es nicht betitelt wird als Strömung und jetzt soll man sich das darunter vorstellen. Ich glaube, das funktioniert nicht.

Die Vorstellung, eine Strömung ließe sich anhand der Unterscheidung von belebter und unbelebter Materie unterscheiden, trägt nicht lange. Später im Gespräch zählen sie Autos auf der Autobahn zum Begriff hinzu.

621	I: Habt ihr denn sonst noch Beispiele für Strömungen, die ihr kennt? Was würdet ihr sonst noch als Strömung bezeichnen?
622	B2: Ein Bachlauf wird ja auch als Strömung bezeichnet.
625	B2: Sagt man nicht auch Autostrom? Also nicht der Strom des Autos, sondern sagt man das nicht auf der Autobahn, dass da so ein... (unterbrochen)

Die Befragten sind nicht in der Lage, eine Strömung auf bestimmte Materiesorten zu beschränken. Sie versuchen es häufig, ihnen gelingt es durch die Gegenbeispiele des Interviewenden jedoch nicht. Sie quittieren ihre Versuche entsprechend damit, dass die Beschränkung auf bestimmte Materiesorten schwierig sei.

563, 565	I: Das heißt, auf welche Stoffe würdet ihr den Begriff Strömungen beschränken?
567	B1: Kann man sagen etwas Lebendiges?
572, 574 576	B2: Ich würde gerade sagen, dass es sich nicht auf Feststoffe bezieht. Weil auch die Sandkörner sind ja... also der Sand in sich nicht so ganz... ha (angestrengt) das ist schwierig.

Letztlich konstatieren, sie dass sie weder Aggregatzustände noch eine chemische Einteilung nutzen können, um den Strömungsbegriff einzuschachteln.

588	I: Wie ist das denn genau mit dem Sand hier?
589, 591, 594	B2: Naja, eigentlich ist er ja fest. Er ist ja klein und fest. Aber er ist schon wieder so (langgezogen), dass man ihn leichter als irgendwas Schweres mit einer Strömung mit einem Luftstrom versetzen könnte.
595, 597	B1: Ich glaub, das Wort Strömung kann man gar nicht auf einen bestimmten Aggregatzustand beziehen. Wenn man jetzt einen Menschenstrom hat, können die Menschen ja auch entlang strömen, aus dem Laden herausströmen. Das ist ja auch definitiv ein fester Zustand.
598	B2: Obwohl einiges im Körper flüssig ist.
599	B1: Naja, komm.
600, 602, 604	I: Ok, also die Aggregatzustände können wir sozusagen nicht heranziehen als Unterscheidungsmerkmal. Was dann? Also gucken wir mal: Die Vögel oder auch Konfetti strömen nicht, wenn sie fallen oder wenn sie fliegen. Beim Sand sagte jemand gerade, dass, wenn es irgendwann so klein ist, dann kann man von einer Strömung sprechen.
605, 607	B2: Ja, mit Luftstrom. Die beiden beziehen sich ja wieder auf einen Luftstrom, also Bild 6 und 13.
608, 610	I: Ok, dann beziehen wir das mal nicht mehr auf die Luftströmung, sondern auf die Schwarmbewegung und hier auf die Bewegung des Sandes.
611	B2: Ja, der würde sich ja nicht von allein bewegen.
612, 614	B1: Ja, das ist ja wieder, dass Energie hinzugefügt wird, benötigt wird.
615	B2: Das ist wie mit dem Konfetti.
616, 618	B1: Ich weiß gar nicht, ob man das da chemisch so festlegen könnte, sollte. Also mir würde jetzt grad spontan nichts einfallen. Man kann dieses Wort Strömung auf viel übertragen oder auf vieles anwenden, wie wir gerade festgestellt

haben.

Sie betonen, dass es sich auf alles beziehen lasse, dessen Bewegung den bereits beschriebenen Merkmalen einer Strömung gehorcht.

626 B1: Ich glaub, **eigentlich kann man das auf fast alles beziehen**, wenn man mal unterscheidet zwischen dem Nomen die Strömung und dem Verb das Strömen. Denn im Prinzip kann ja fast alles strömen und würde somit eine Strömung darstellen.

Letztendlich fällt auch die Unterscheidung zwischen Lebendigem und Unbelebtem. Die Befragten dringen bis auf die Mikroebene vor und argumentieren auf der Basis der Bewegung von Molekülen. Sie stellen fest, dass die Zuordnung zu bestimmten Elementen/Substanzen nicht ausreiche, um den Strömungsbegriff zu erfassen.

743 I: Das heißt, jetzt ist es auch wieder ok, wenn die ein Gehirn haben?

745, B2: Ja gut, Menschen bestehen ja auch aus Molekülen. Also, ich weiß nicht,
750, irgendwie **fehlt so ein bestehender Begriff, mit dem man das Ganze irgend-**
752, **wie betitelt**. Weil auch, wenn wir jetzt sagen: "Element" oder "Substanz"... hat
754, ja immer noch..., weil zum Beispiel die Sandburg da hinten, die steht ja, die steht
757 einfach, da bewegt sich nichts.

Letztendlich benutzen die Befragten sehr offene Begriffe wie Substanz oder Element. Sie gelangen durch das Gespräch ferner auf eine mikroskopische Ebene und konstatieren, dass letztlich alles aus Molekülen bestehe.

726 I: Dann habt ihr noch gesagt, das muss ja irgendwie mehr sein als eins. Was meint ihr damit?

729, B2: Der Rest ist ja letztlich alles irgendwie mehr als nur ein **Element** oder als
731 nur eine **Substanz** oder als nur ein Teil. Denn es sind immer mehr.

732 B1: Ich glaub, um eine strömende Bewegung festzumachen, muss man auch einen Vorgang beobachten, der aus mehreren... oh, was sind es denn? **Elemente?**

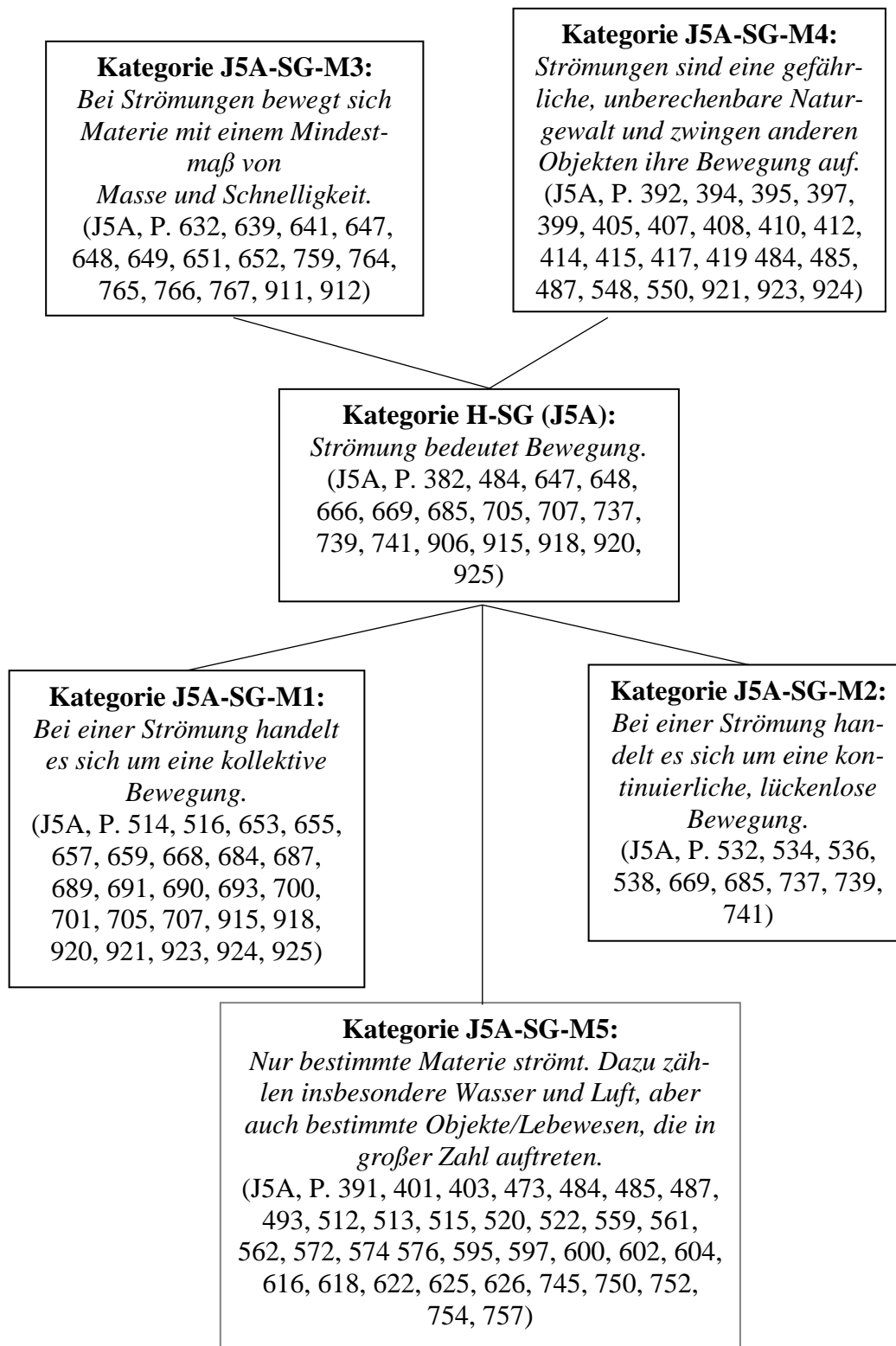
733 B2: Es sind ja alles Substanzen. **Es besteht ja alles aus Molekülen.**

Es lässt anhand der Äußerungen festhalten, dass die Bewegung von Wasser und Luft, die auch die anderen Merkmale erfüllen, von beiden Befragten als Strömungen anerkannt werden. Die Bewegung anderer Materie wird bisweilen als Strömung akzeptiert, allerdings nicht stabil.

Tab. 12: Kategorie J5A-SG-M5 zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Nur bestimmte Materie strömt. Dazu zählen insbesondere Wasser und Luft, aber auch bestimmte Objekte/Lebewesen, die in großer Zahl auftreten.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten versuchen, eine Strömung an der Materiesorte festzumachen, die sich bewegt. Sie wird auch kodiert, wenn Beispiele herangezogen werden, die sich auf bestimmte Materie beziehen, z. B. ein Bachlauf für Wasser.
Ankerbeispiele	„Aber ich denke, wenn ich das Wort Strömung höre, als erstes an einen Wasserstrom. Danach vielleicht an einen Windstrom. Und zum Schluss auch an eine Menschenströmung: in einer großen Straße, wenn da viele Menschen aus einer Eingangstür, wenn die dann da rausströmen. Das kann man ja auch sagen. Aber in erster Linie denke ich da an Wasser.“ (J5A, P. 401, 403) „Ich glaub schon, dass man da von einer Vogelströmung sprechen kann.“ (J5A, P. 512)
Kodierte Textpassagen	J5A, P. 391, 401, 403, 473, 484, 485, 487, 493, 512, 513, 515, 520, 522, 559, 561, 562, 572, 574 576, 595, 597, 600, 602, 604, 616, 618, 622, 625, 626, 745, 750, 752, 754, 757

Als Zusammenfassung dieser Analyse werden die gebildeten Kategorien in einem Netzwerk um die Hauptkategorie angeordnet. Dadurch entsteht das folgende Merkmalnetzwerk des Strömungsbegriffs im Interview J5A.



b) Prototypen

Die Befragten beziehen sich im Gespräch konkret auf sehr unterschiedliche Strömungen. Dominant und wiederkehrend sind dabei jedoch Strömungen, die in Wasser und Luft auftreten. Sie ziehen sich durch das gesamte Gespräch, wobei Wasser jedoch häufiger genannt wird. Am Rande kommen aus ihrer Sicht auch andere Strömungen, wie beispielsweise von Menschen, vor.

400 I: Und warum ist Wind für dich keine Strömung?

401, B1: Doch, ist es! Aber ich denke, wenn ich das Wort Strömung höre, als erstes
403 an einen Wasserstrom. Danach vielleicht an einen **Windstrom**. Und zum Schluss auch an eine **Menschenströmung: in einer großen Straße, wenn da viele Menschen aus einer Eingangstür, wenn die dann da rausströmen**. Das kann man ja auch sagen. Aber in erster Linie denke ich da an Wasser.

404 I: Die Strömung für dich schlechthin wäre was?

405, B2: Die Strömung zieht ja einen mit. Aber die Richtung ist ja in dem Moment
407 noch nicht voraussehbar. Auf jeden Fall ist das eher negativ konnotiert, denn sie zieht einen ja mit. Ich weiß nicht, ich habe noch nie eine positive Strömung gesehen, wo man gesagt hat, das ist eine Strömung, die jetzt gut ist, weil sie da was bringt. Vielleicht für Fischer...

408, B1: Ich glaube, das ist Ansichtssache. Aber im Großen und Ganzen könnte ich
410, da zustimmen, dass oft eine Strömung eher negativ (...) wobei, wenn man bei-
412, spielsweise mal den **Golfstrom** nimmt oder so: dass Ströme etwas Natürliches
414 aber auch sehr Wichtiges für die Umwelt darstellen können.

Als Beispiele für bekannte Strömungen wird ein Bachlauf genannt. Ansonsten wird noch von einem Autostrom auf einer Autobahn berichtet.

621 I: Habt ihr denn sonst noch Beispiele für Strömungen, die ihr kennt? Was würdet ihr sonst noch als Strömung bezeichnen?

622 B2: Ein **Bachlauf** wird ja auch als Strömung bezeichnet.

625 B2: Sagt man nicht auch **Autostrom**? Also nicht der Strom des Autos, sondern sagt man das nicht **auf der Autobahn**, dass da so ein... (unterbrochen)

626 B1: Ich glaub, eigentlich kann man das auf fast alles beziehen, wenn man mal unterscheidet zwischen dem Nomen die Strömung und dem Verb das Strömen. Denn im Prinzip kann ja fast alles strömen und würde somit eine Strömung darstellen.

Ferner ist ihnen in Bezug auf eine Strömung wichtig, dass eine einheitliche Bewegung stattfindet. Sie vergleichen hierzu die Bewegung eines Vogelschwarms mit der Bewegung von Wasser, das einheitlich in eine Richtung läuft. Für sie zählt die Bewegung eines Vogelschwarms, solange sich alle Vögel gemeinsam in eine Richtung bewegen, als Strömung.

643	I: Versucht doch mal nach den Gedanken eine Definition für Strömungen zu finden Wie könnte die lauten?
647	B1: Auf jeden Fall was mit Bewegung, weil wir Geschwindigkeit... (überlegt) nein, Geschwindigkeit ist egal.
648	B2: Bewegung, schnell, auf jeden Fall nicht langsam.
649, 651	B1: Das es eine bestimmte Masse (langgezogen) benötigt? Masse jetzt nicht im Sinne von Aggregatzustand, sondern Masse im Sinne von: dass ein Mensch nicht die Straße entlang strömt.
652	B2: Es muss immer etwas mehr sein.
653, 655, 657, 659	B1: "Etwas mehr", das klingt auch komisch. Wenn man so drüber nachdenkt, kommt das in der Natur erstaunlich häufig vor: eine Strömung und Tiere/Lebewesen, die sich die Strömung zunutze machen, wenn wir uns jetzt Bild 13 nochmal angucken. Also, dass Strömung etwas ist, dass eine bestimmte Bewegung... in eine bestimmte Richtung, finde ich. Denn wenn die Vögel alle kreuz und quer und nicht einheitlich fliegen würden, stellt es für mich persönlich jetzt auch nicht so einen Strom dar oder eine Strömung.

Bei der Aufgabe, eine Strömung zu erklären, beziehen sie sich auf den Richtungsaspekt und zugleich auf Stoffe, die strömen können. Diesbezüglich werden explizit Wasser und Wind als Beispiele herangezogen. Beide Lernende fokussieren sich anschließend auf die Bewegung von Wasser, um die ihnen gestellte Aufgabe zu bewältigen, eine Strömung zu umschreiben. Konkret benennen sie den Golfstrom und einen Bachlauf.

682	B1: Darf man in einer Umschreibung Beispiele nehmen?
683	I: Na klar.
684	B1: Oh super. Ich glaube, dann ist tatsächlich am einfachsten, das mit Wasser zu erklären, denn das können sich die meisten am bildlichsten vorstellen. Wenn man jetzt ganz klassisch meinetwegen den Golfstrom hat oder so, dass das Wasser konsequent in eine Richtung fließt. Wobei das ja auch...
685	B2: Es ist ja letztlich immer eine fortlaufende Bewegung.
686	B1: Wobei der Golfstrom irgendwann ja auch links und rechts aufhört.

687, 689, 691 B2: Aber da endet er. So ein **Bachverlauf** wird ja auch als Strömung betitelt. Der läuft ja auch in einer einheitlichen Richtung. Die ganze Masse des Wassers läuft in eine einheitliche Richtung.

Als die Befragten die Entstehung einer Strömung erklären sollen, sprechen sie wiederum von Strömungen in der Luft und geben Wind sowie einen Wirbelsturm an.

928 I: Alles klar. Und jetzt kommen wir zum letzten Bereich, zum Thema Strömungen. Wie kommt es überhaupt zu diesen ganzen Strömungen, die wir hier sehen: die Bewegung der Wolken, die Bewegung des Wassers, diese kreisförmigen Bewegungen. Habt ihr dafür eine Erklärung?

929, 931 B1: Ich würde eigentlich sagen, dass es dafür unterschiedliche Begründungen gibt, bzw. dass Strömungen aus sehr unterschiedlichen Gründen entstehen können. Sollen wir jetzt Beispiele nennen?

932 I: Ja, mach mal ruhig. Da bin ich sehr dran interessiert.

935, 937 B1: Das hier ist ja ein Luftstrom auf Bild 15. Dieser **Wirbelsturm** hat seinen Ursprung ja durch **Wind**. Ist ja starker **Wind** und das entsteht ja dadurch, dass heiße und kalte Luft aufeinandertrifft. Das würde jetzt den Ursprung auf der Entstehung des **Windes** haben.

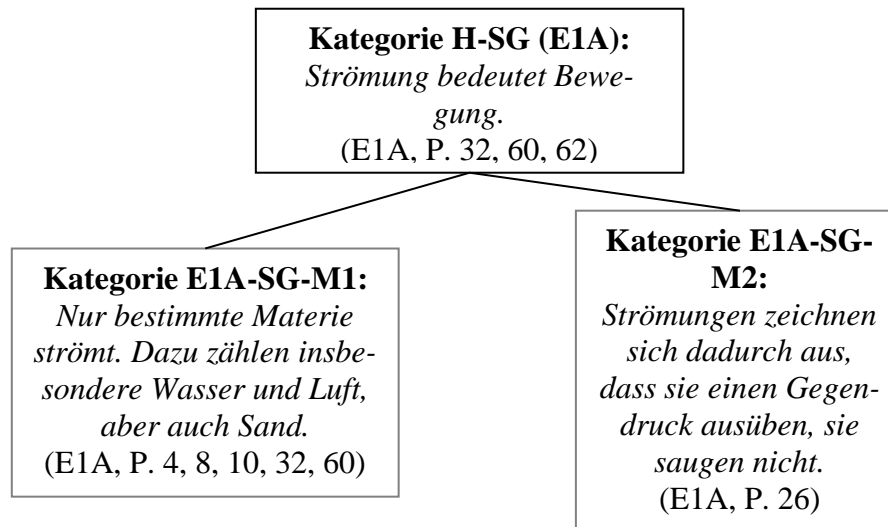
Auf Basis der dargelegten Textpassagen lassen sich die folgenden Prototypen im Interview J5A kategorisieren.

Tab. 13: Kategorie J5-SG-P zu Prototypen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strömungen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strömungen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strömungen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Ein Bachlauf wird ja auch als Strömung bezeichnet.“ (J5A, P. 622)		
Kodierte Subkategorien	J5A-SG-P1	Wind	J5A, P. 401, 403, 935, 937
	J5A-SG-P2	Wirbelsturm	J5A, P. 935, 937
	J5A-SG-P3	Bach	J5A, P. 622, 687, 689, 691
	J5A-SG-P4	Golfstrom	J5A, P. 408, 410, 412, 414, 684, 686
	J5A-SG-P5	Vogelschwarm	J5A, P. 653, 655, 657, 659
	J5A-SG-P6	Bewegung von vielen Menschen	S1A, P. 401, 403
	J5A-SG-P7	Autobewegung auf der Autobahn	S1A, P. 625

14.4.1.1.2 Interview E1A: Analyseergebnisse.

a) Merkmale



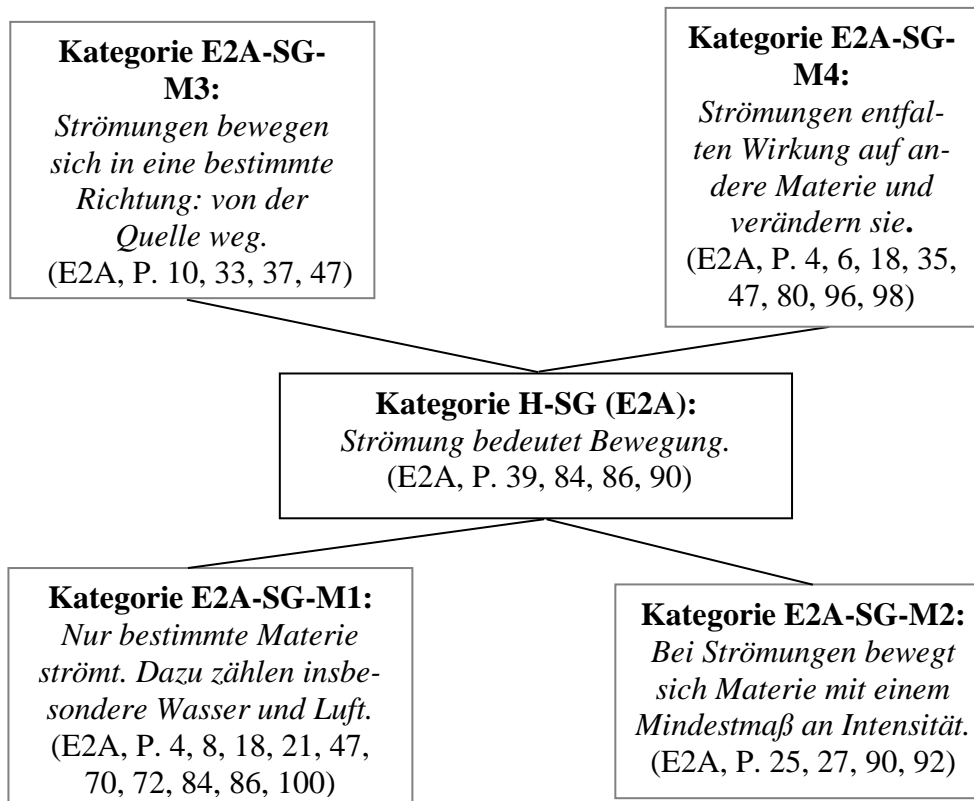
b) Prototypen

Tab. 14: Kategorie E1A-SG-P zu Prototypen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strömungen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strömungen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strömungen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Ja, also ein Logo für Strömung. Würde ich jetzt zuerst an eine Welle denken.“ (E1A, P. 70, 72)		
Kodierte Subkategorien	E1A-SG-P1	Kanal	E1A, P. 8, 10
	E1A-SG-P2	Welle	E1A, P. 8, 10, 70, 72, 74
	E1A-SG-P3	Badewanne	E1A, P. 22
	E1A-SG-P4	Strömungskanal	E1A, P. 24
	E1A-SG-P5	Windkanal	E1A, P. 24
	E1A-SG-P6	Fluss	E1A, P. 12
	E1A-SG-P7	Meer	E1A, P. 12

14.4.1.1.3 Interview E2A: Analyseergebnisse.

a) Merkmale



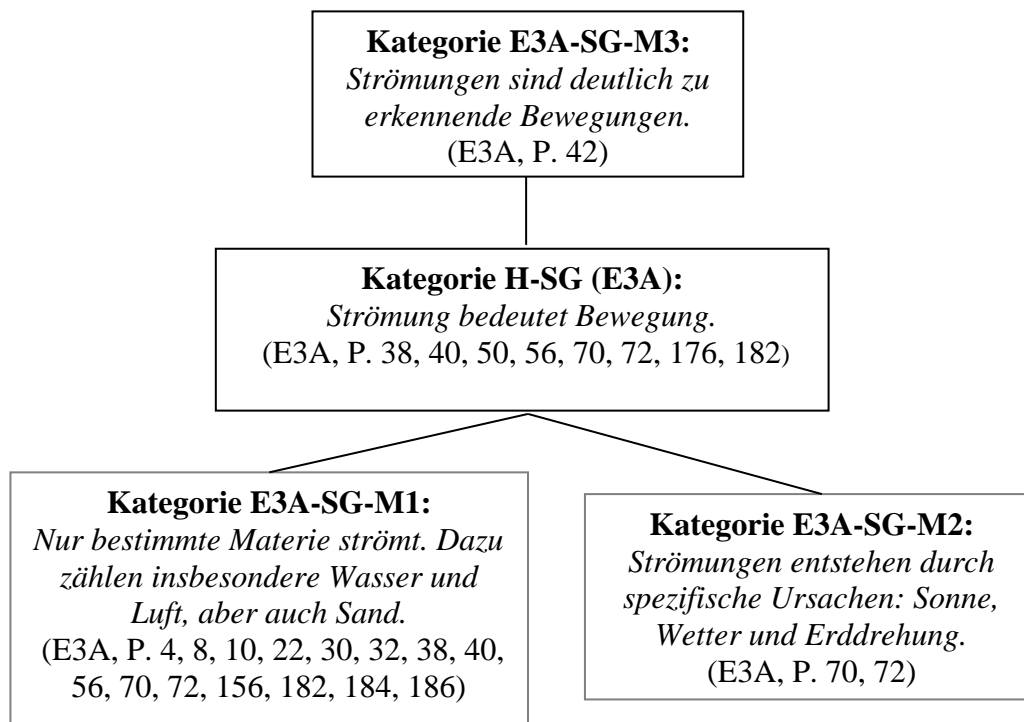
b) Prototypen

Tab. 15: Kategorie E2A-SG-P zu Prototypen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strömungen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strömungen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strömungen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Gerade Ebbe und Flut finde ich total spannend [...]“. (E2A, P. 6)		
Kodierte Subkategorien	E2A-SG-P1	Fluss	E2A, P. 4, 8, 10
	E2A-SG-P2	Nordsee	E2A, P. 4
	E2A-SG-P3	Gezeiten	E2A, P. 4, 6, 10, 100
	E2A-SG-P4	Meer	E2A, P. 8

14.4.1.1.4 Interview E3A: Analyseergebnisse.

a) Merkmale



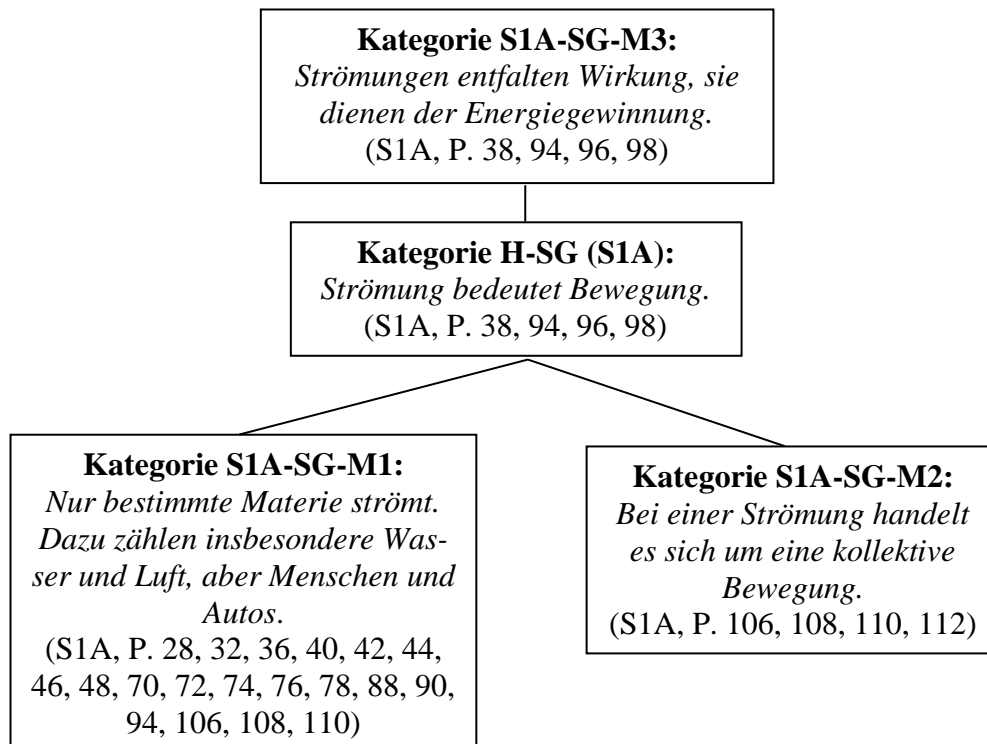
b) Prototypen

Tab. 16: Kategorie E3A-SG-P zu Prototypen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strömungen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strömungen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strömungen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Dann würde ich eine Welle in dem Logo unterbringen.“ (E3A, P. 196, 198)		
Kodierte Subkategorien	E3A-SG-P1	Brandung/ am Ufer ankommendes Wasser	E3A, P. 8, 184, 186
	E3A-SG-P2	Meer	E3A, P. 8, 10
	E3A-SG-P3	Welle	E3A, P. 50, 196, 198
	E3A-SG-P4	Wind	E3A, P. 8, 196, 198

14.4.1.1.5 Interview S1A: Analyseergebnisse.

a) Merkmale



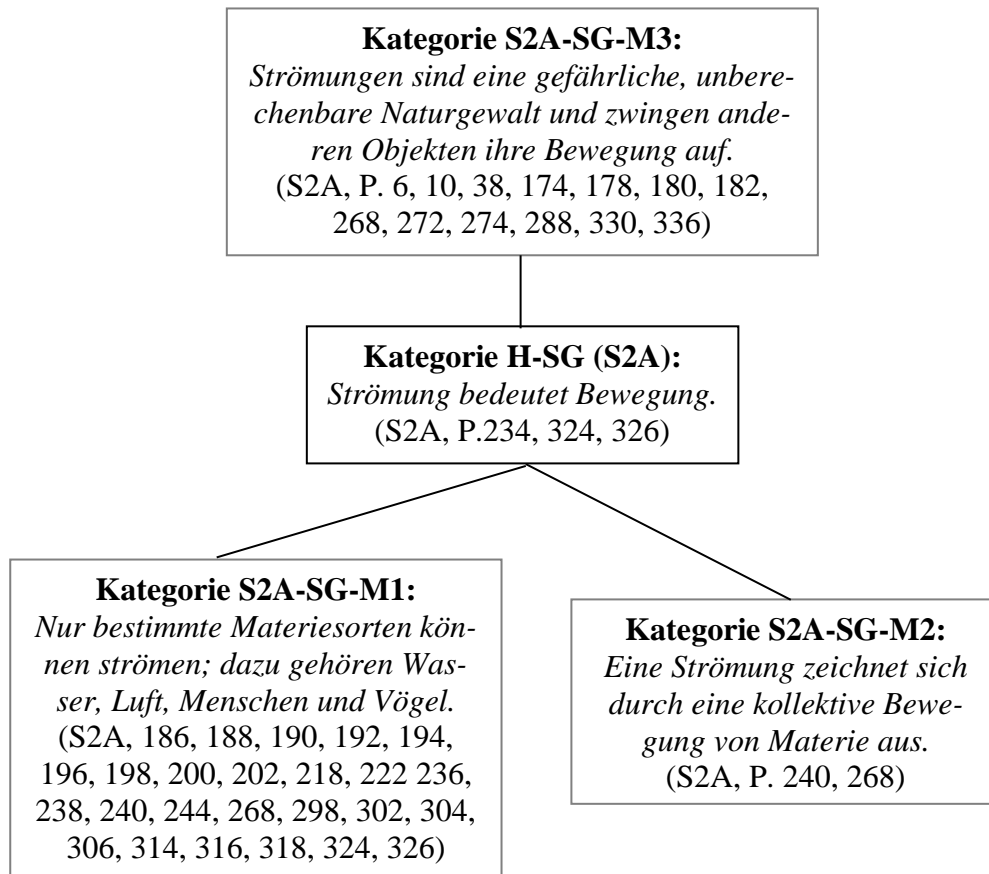
b) Prototypen

Tab. 17: Kategorie S1A-SG-P zu Prototypen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strömungen		
Beschrei- bung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strömungen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strömungen repräsentieren.		
Ankerbei- spiele	„Ja, Meeresströmungen. Jeder ist mal im Meer schwimmen gewesen und kennt die Wellen, die einem dann entgegenschlagen.“ (S1A, P. 70, 72)		
Kodierte Subkatego- rien	S1A-SG-P1	Wind	S1A, P. 28, 32, 34, 40, 42, 44, 46, 48, 70, 72
	S1A-SG-P2	Meer	S1A, P. 29, 31, 70, 72
	S1A-SG-P3	Passatwind	S1A, P. 40, 42, 44, 46, 48
	S1A-SG-P4	Scirocco	S1A, P. 40, 42, 44, 46, 48
	S1A-SG-P5	Golfstrom	S1A, P. 40, 42, 44, 46, 48
	S1A-SG-P6	Wellenbad	S1A, P. 70, 72
	S1A-SG-P7	Welle	S1A, P. 88, 90

14.4.1.1.6 Interview S2A: Analyseergebnisse.

a) Merkmale



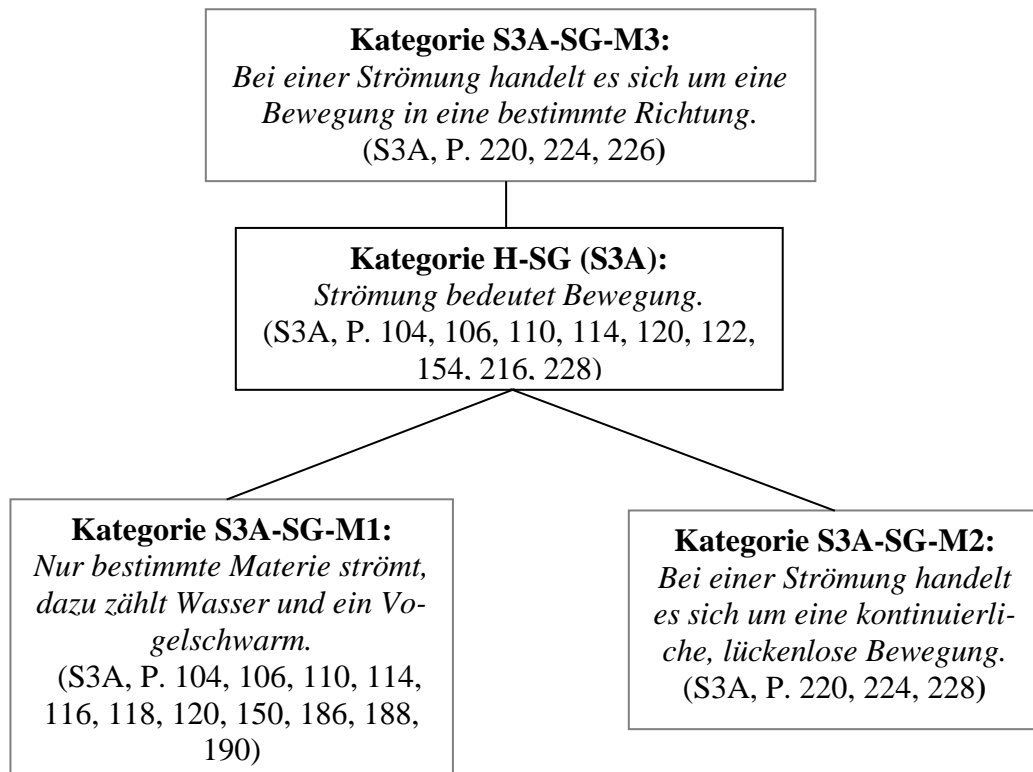
b) Prototypen

Tab. 18: Kategorie S2A-SG-P zu Prototypen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strömungen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strömungen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strömungen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Strömung entsteht durch das Wetter. Durch Wind. Einen Fluss durchfließen.“ (S2A, P. 235, 238)		
Kodierte	S2A-SG-P1	Atlantik	S2A, P. 272, 274
Subkategorien	S2A-SG-P2	Wirbel	S2A, P. 298
	S2A-SG-P3	Welle	S2A, P. 302
	S2A-SG-P4	Fluss	S2A, P. 236, 238, 314, 316, 318

14.4.1.1.7 Interview S3A: Analyseergebnisse.

a) Merkmale



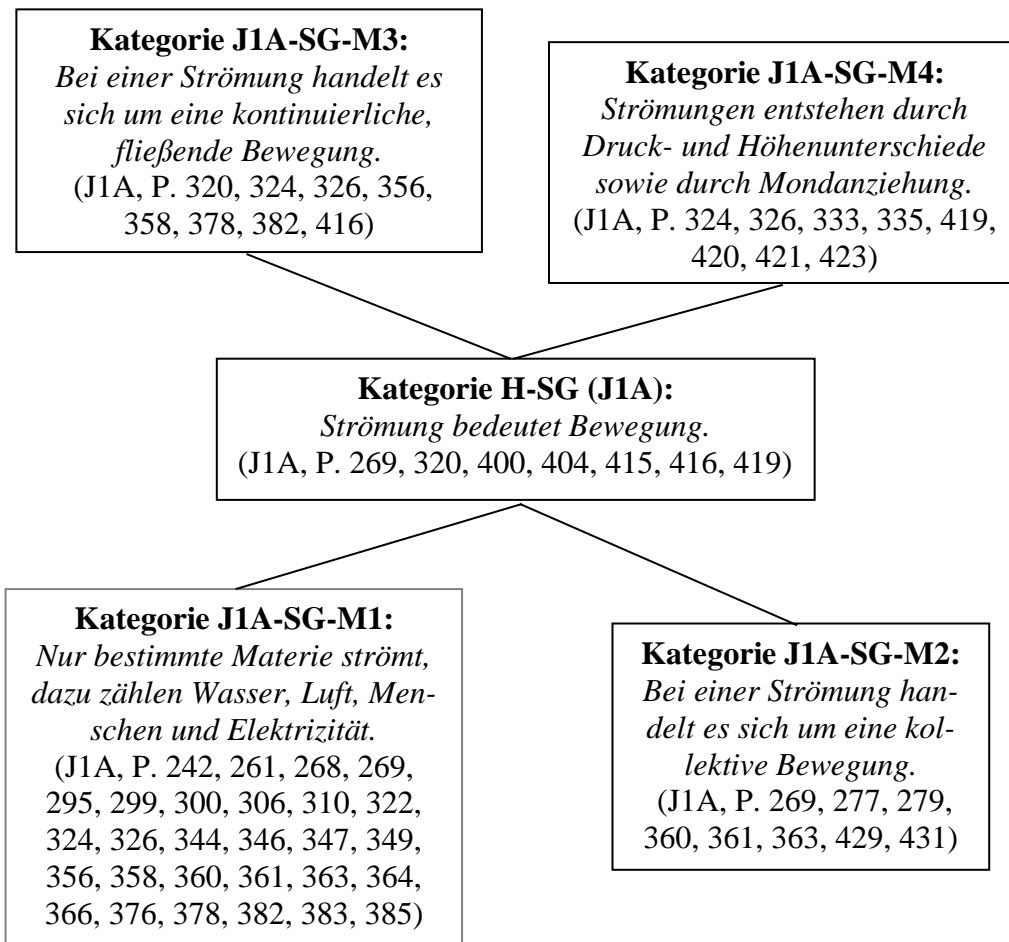
b) Prototypen

Tab. 19: Kategorie S3A-SG-P zu Prototypen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strömungen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strömungen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strömungen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Ein Fluss bewegt sich, hat also eine Strömung.“ (S3A, P. 106, 110, 114)		
Kodierte Subkategorien	S3A-SG-P1	Fluss	S3A, P. 106, 110, 114, 228
	S3A-SG-P2	Wirbel	S3A, P. 209, 210

14.4.1.1.8 Interview J1A: Analyseergebnisse.

a) Merkmale



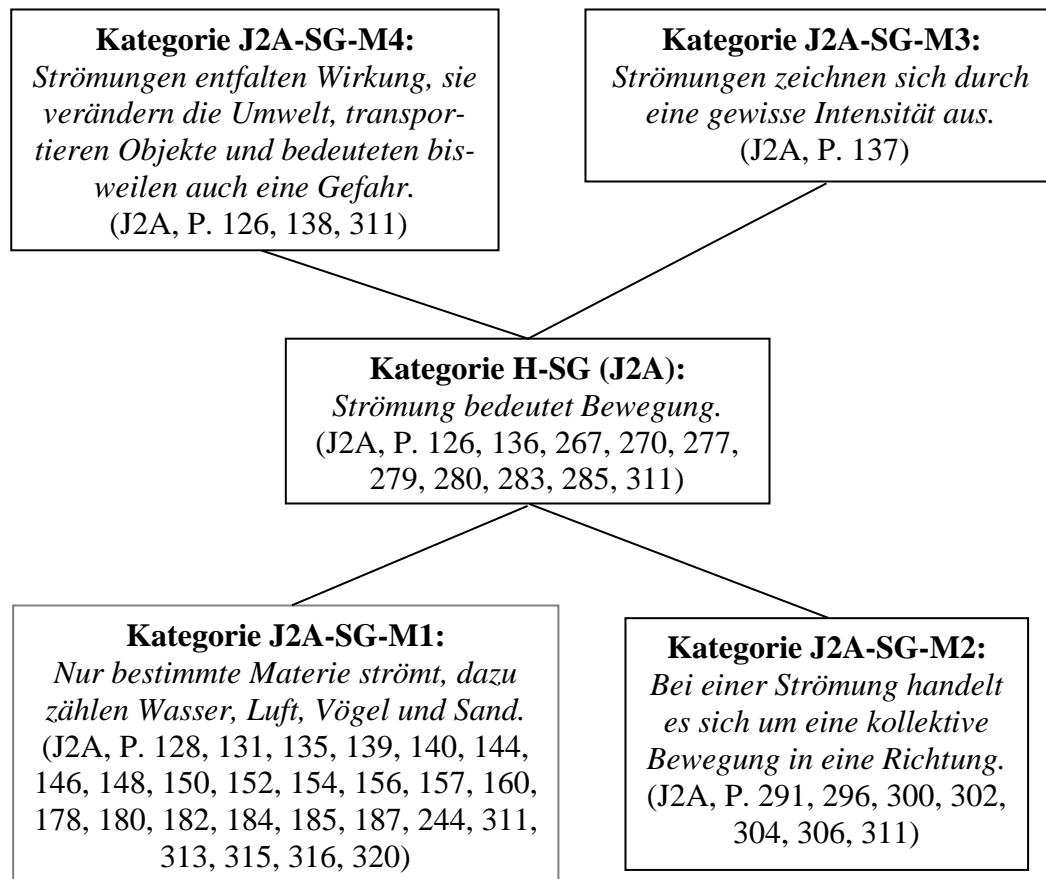
b) Prototypen

Tab. 20: Kategorie J1A-SG-P zu Prototypen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strömungen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strömungen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strömungen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Ich verbinde mit einer Strömung halt Meer.“ (J1A, P. 268)		
Kodierte Subkategorien	J1A-SG-P1	Meer	J1A, P. 268, 269
	J1A-SG-P2	Fluss	J1A, P. 300
	J1A-SG-P3	Schwimmbad	J1A, P. 360, 361, 363
	J1A-SG-P4	Wind	J1A, P. 269, 434, 437
	J1A-SG-P5	Strudel	J1A, P. 364, 366, 383, 385, 434
	J1A-SG-P6	Tsunami	J1A, P. 438, 440
	J1A-SG-P7	Welle	J1A, P. 361, 363, 376, 435, 436, 438, 440, 441
	J1A-SG-P8	Brandung	J1A, P. 373

14.4.1.1.9 Interview J2A: Analyseergebnisse.

a) Merkmale



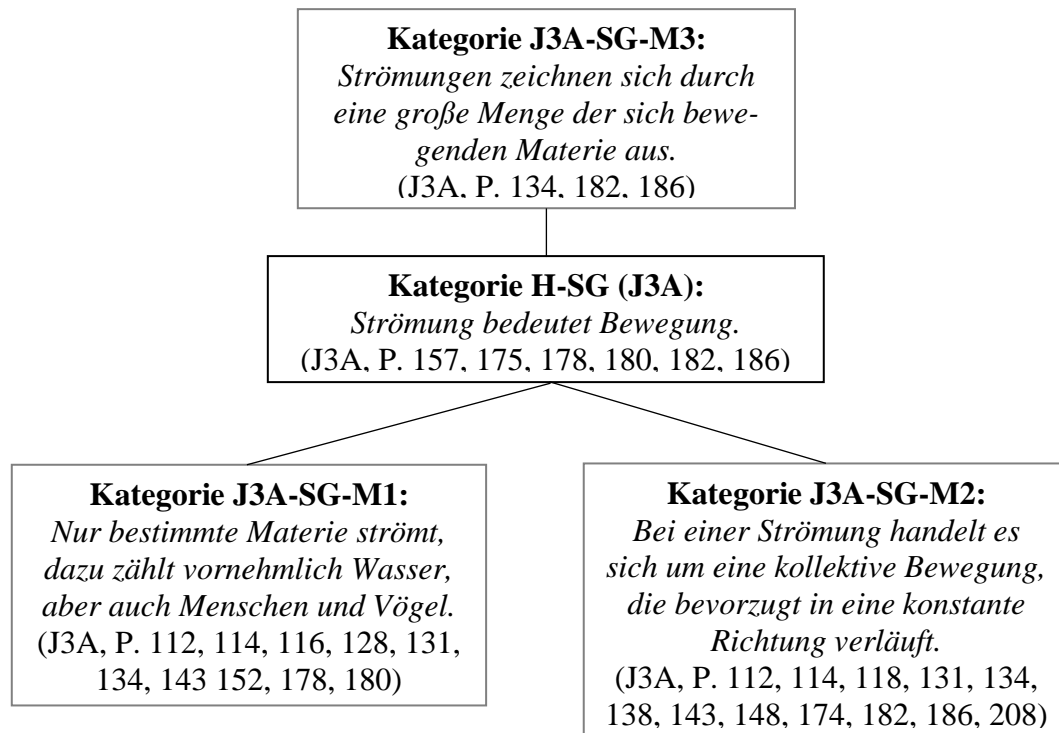
b) Prototypen

Tab. 21: Kategorie J2A-SG-P zu Prototypen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strömungen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strömungen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strömungen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Strömung findet man in Flüssen.“ (J2A, P. 302, 304, 306)		
Kodierte Subkategorien	J2A-SG-P1	Meer	J2A, P. 131, 311
	J2A-SG-P2	Fluss	J2A, P. 128, 283, 302, 304, 306, 311
	J2A-SG-P3	Wind	J2A, P. 139, 140, 311
	J2A-SG-P4	Sog im Waschbecken	J2A, P. 150
	J2A-SG-P5	Strudel	J2A, P. 270

14.4.1.1.10 Interview J3A: Analyseergebnisse.

a) Merkmale



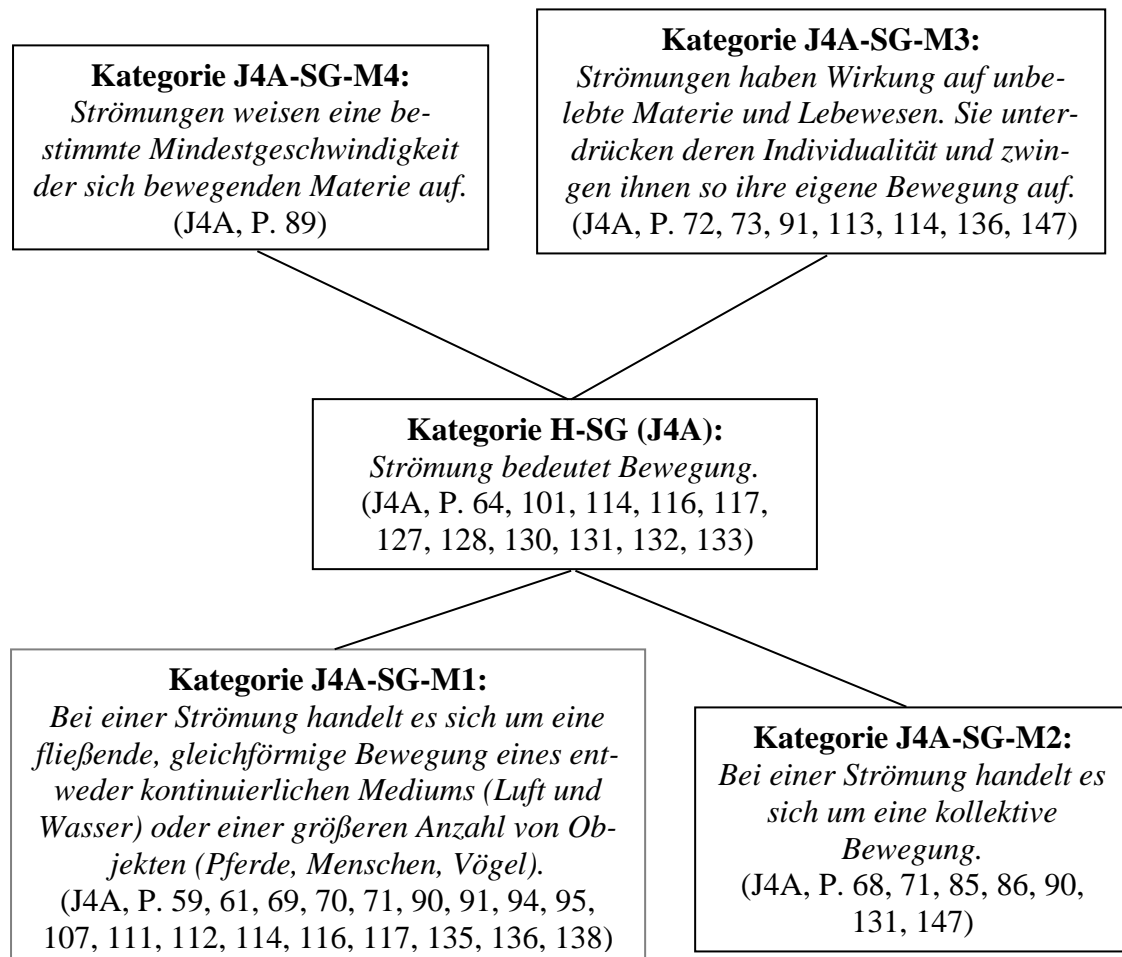
b) Prototypen

Tab. 22: Kategorie J3A-SG-P zu Prototypen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strömungen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strömungen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strömungen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Dann habe ich an so eine Anlage im Pool gedacht. Die hat auch so eine Strömung, damit man auch im Pool schwimmen kann.“ (J3A, P. 114)		
Kodierte Subkategorien	J3A-SG-P1	Fluss	J3A, P. 114, 116, 120, 152, 158, 206, 208
	J3A-SG-P2	Pool	J3A, P. 145, 146
	J3A-SG-P3	Gegenstromanlage	J3A, P. 114
	J3A-SG-P4	Welle	J3A, P. 195, 210, 212

14.4.1.1.11 Interview J4A: Analyseergebnisse.

a) Merkmale



b) Prototypen

Tab. 23: Kategorie J4A-SG-P zu Prototypen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strömungen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strömungen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strömungen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Ja, dann würde ich im Wasserglas umrühren. Die Bewegung, das ist eine Strömung.“ (J4A, P. 64)		
Kodierte Subkategorien	J4A-SG-P1	Wind	J4A, P. 59, 139
	J4A-SG-P2	Welle	J4A, P. 47
	J4A-SG-P3	Meeresströmung	J4A, P. 59
	J4A-SG-P4	Flut	J4A, P. 61
	J4A-SG-P5	Strudel	J4A, P. 64, 120, 121
	J4A-SG-P6	Fluss	J4A, P. 135
	J4A-SG-P7	Tsunami	J4A, P. 141, 159
	J4A-SG-P8	Gerichtete Menschenmassen	J4A, P. 114
	J4A-SG-P9	Sich bewegende Tierherde	J4A, P. 116, 117

14.4.1.2 Generalisierungen

a) Merkmale

Eine jede Äußerung von Befragten ist im Wortlaut zwar individuell, aber dennoch lassen sich anhand ihrer Äußerungen bestimmte Konzepte und Vorstellungen von Strömungen ausmachen, die sich in mehreren Interviews in ähnlicher Weise nachzeichnen lassen.

Für die Hälfte der Befragten ist von Bedeutung, dass bei einer Strömung ein gewisses Mindestmaß der Intensität einer Bewegung erreicht wird. Damit sind teilweise sowohl die Schnelligkeit als auch die Menge der Materie gemeint, die sich bewegt. Aus der Sicht der Probanden müsse die Bewegung offensichtlich, deutlich zu erkennen oder messbar sein, damit man von einer Strömung sprechen könne. Diese Vorstellung ist konsistent zu den aus den Gesprächsinhalten nachgezeichneten Prototypen. Hier dominiert Wasser in Form von Alltagserfahrungen am Meer, in Flüssen oder im Schwimmbad. Die Maßstäbe des Alltags dienen offensichtlich als Referenzrahmen für die Beschreibung von Strömungen. Da die Bewegung des Meeres, das fließende Wasser im Fluss oder die Wellen im Schwimmbad deutlich wahrzunehmen sind, wird eine ähnliche Intensität offenbar für Strömungen im Allgemeinen gefordert. Bei den entsprechenden Kategorien handelt es sich um:

- **E2A-SG-M2:** Bei Strömungen bewegt sich Materie mit einem Mindestmaß an Intensität.
- **E3A-SG-M3:** Strömungen sind deutlich zu erkennende Bewegungen.
- **J2A-SG-M3:** Strömungen zeichnen sich durch eine gewisse Intensität aus.
- **J3A-SG-M3:** Strömungen zeichnen sich durch eine große Menge der sich bewegenden Materie aus.
- **J4A-SG-M4:** Strömungen weisen eine bestimmte Mindestgeschwindigkeit der sich bewegenden Materie auf.
- **J5A-SG-M3:** Bei Strömungen bewegt sich Materie mit einem Mindestmaß von Masse und Schnelligkeit.

Zu diesem Merkmal ist konsistent, dass die Probandinnen und Probanden einer Strömung eine hohe Wirkung zuschreiben. Sie charakterisieren Strömungen als Antrieb für Veränderungen an der Küste und als Energiequelle. Ferner sprechen sie von einem Zwang, den eine Strömung ausübt. Die Äußerungen der Befragten verdeutlichen, dass eine Strömung in der Lage ist, die individuelle Bewegung von Objekten, auf die sie trifft, zu unterbinden. Eine Strömung zwingt Objekten, mit denen sie wechselwirkt, ihre eigene Bewegung auf und kann daher gefährlich sein. Bei den entsprechenden Kategorien handelt es sich um:

- **E2A-SG-M4:** Strömungen entfalten Wirkung auf andere Materie und verändern sie.
- **S1A-SG-M3:** Strömungen entfalten Wirkung, sie dienen der Energiegewinnung.

- **S2A-SG-M3:** Strömungen sind eine gefährliche, unberechenbare Naturgewalt und zwingen anderen Objekten ihre Bewegung auf.
- **J2A-SG-M4:** Strömungen entfalten Wirkung, sie verändern die Umwelt, transportieren Objekte und bedeuteten bisweilen auch eine Gefahr.
- **J4A-SG-M3:** Strömungen haben Wirkung auf unbelebte Materie und Lebewesen. Sie unterdrücken deren Individualität und zwingen ihnen so ihre eigene Bewegung auf.
- **J5A-SG-M4:** Strömungen sind eine gefährliche, unberechenbare Naturgewalt und zwingen anderen Objekten ihre Bewegung auf.

Dass eine Strömung mit Blick auf die Menge und/oder die Schnelligkeit sich bewegender Materie über das Merkmal *Intensität* verfügt, ist eine Bedingung für die ausgeprägten Wirkungen und das Gefahrenpotenzial, die einer Strömung zugesprochen werden. Hier beschreiben die Befragten eine Strömung ausgehend von einem Referenzrahmen, der durch ihren Alltag gebildet wird, in dem ihnen Strömungen prototypisch als spezielle Bewegung von Wasser im Meer oder im Wellenbad bekannt sind, die sich fühlbar auf ihren eigenen Körper auswirken können. Es wird demnach folgende generalisierte Kategorie gebildet:

Tab. 24: Kategorie G1-SG zu generalisierten Merkmalen von Strömungen

Kategorie	<i>Intensität:</i> Strömungen sind Bewegungen, die über ein Mindestmaß an Schnelligkeit/Menge verfügen, deshalb ihre Umgebung beeinflussen/verändern und auch gefährlich sein können.
Beschreibung	Diese generalisierte Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten beschreiben, dass eine Strömung sich durch ein gewisses Mindestmaß von Intensität/Schnelligkeit/Menge auszeichnet und dass man erst bei Erreichen dieses Mindestmaßes von einer Strömung sprechen kann. Sie wird auch kodiert, wenn die Befragten verdeutlichen, dass Strömungen mit ihrer Umgebung wechselwirken, sie verändern und wegen ihrer Intensität auch sehr gefährlich sein können.
Ankerbeispiele	„Eine unberechenbare Kraft. Also nicht direkt Kraft, aber etwas, das man schlecht einschätzen kann. Eine Naturgewalt. Oder eine Naturkraft, die man schlecht einschätzen, bzw. gar nicht beeinflussen kann.“ (J5A, P. 395, 397, 399) „Wenn jetzt nur einer oder ein bisschen Wasser in eine Richtung fließt, würde ich nicht direkt von einer Strömung reden.“ (J3A, P. 134)
Zusammengeführte Merkmal-Kategorien	E2A-SG-M2, E2A-SG-M4, E3A-SG-M3, S1A-SG-M3, S2A-SG-M3, J2A-SG-M3, J3A-SG-M3, J5A-SG-M3, J2A-SG-M4, J4A-SG-M3, J4A-SG-M4, J5A-SG-M4

Darüber hinaus betrifft ein vielgenanntes Merkmal einer Strömung die Bewegungsrichtung. Viele der Befragten geben an, dass sich bei einer Strömung die Materie in eine ganz bestimmte Richtung bewegen müsse. Einige sagen aus, dass sich die Richtung durchaus ändern dürfe, solange die sich bewegende Materie die Richtungsänderung in Gänze vollzieht. Die Einzelanalysen der Interviews deuten darauf hin, dass die Befragten mit einer Strömung generell eine kollektive Bewegung der Materie verbinden. Die Bewegung in

eine ganz bestimmte Richtung ist ein Spezialfall einer kollektiven Bewegung. Denn eine Bewegung der gesamten Materie in eine bestimmte Richtung ist stets eine kollektive Bewegung. Eine kollektive Bewegung ist umgekehrt jedoch nicht immer eine Bewegung in eine bestimmte Richtung. Auch ein ständiger Richtungswechsel, wie bei einer Kreisbewegung, ist als kollektive Bewegung klassifizierbar, solange die Materie die Kreisbewegung als (weitgehend) Ganzes ausführt. Allerdings wird eine kollektive Bewegung eher als Strömung angesehen, wenn sie ohne häufige Richtungswechsel erfolgt. Dabei ist die Bewegung eher aktiv und wird als drückende Bewegung beschrieben, die von einer Quelle wegführt. Viele Befragte unterscheiden Strömungen daher von einem Sog, der eher als passiv wahrgenommen wird, an Objekten zu ziehen scheint und somit die Materie zur Quelle der Bewegung hinführt. Bei den entsprechenden Kategorien handelt es sich um:

- **E1A-SG-M2:** Strömungen zeichnen sich dadurch aus, dass sie einen Gegen-
druck ausüben, sie saugen nicht.
- **E2A-SG-M3:** Strömungen bewegen sich in eine bestimmte Richtung: von der
Quelle weg.
- **S1A-SG-M2:** Bei einer Strömung handelt es sich um eine kollektive Bewe-
gung.
- **S2A-SG-M2:** Eine Strömung zeichnet sich durch eine kollektive Bewegung
von Materie aus.
- **S3A-SG-M3:** Bei einer Strömung handelt es sich um eine Bewegung in eine
bestimmte Richtung.
- **J1A-SG-M2:** Bei einer Strömung handelt es sich um eine kollektive Bewe-
gung.
- **J2A-SG-M2:** Bei einer Strömung handelt es sich um eine kollektive Bewe-
gung in eine Richtung.
- **J3A-SG-M2:** Bei einer Strömung handelt es sich um eine kollektive Bewe-
gung, die bevorzugt in eine konstante Richtung verläuft.
- **J4A-SG-M2:** Bei einer Strömung handelt es sich um eine kollektive Bewe-
gung.
- **J5A-SG-M1:** Bei einer Strömung handelt es sich um eine kollektive Bewe-
gung.

Das Merkmal *Kollektivität* bezieht sowohl Bewegungen in eine bestimmte, konstante Richtung mit ein als auch Bewegungen, die im Kreis laufen oder deren Richtung sich anderweitig verändern. Entscheidend ist lediglich, dass die Bewegung bei einer Strömung gemeinsam erfolgt, dass also alle Bestandteile der fraglichen Strömung ihre Bewegung in gleicher Weise beschreiten. Es wird die folgende generalisierte Kategorie gebildet:

Tab. 25: Kategorie G2-SG zu generalisierten Merkmalen von Strömungen

Kategorie	<i>Kollektivität:</i> Strömungen sind Bewegungen, bei denen sich die konstituierende Materie gemeinsam bewegt und sich Veränderungen der Bewegung an einem bestimmten Ort in gleicher Weise auswirken.
Beschreibung	Diese generalisierte Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten eine Strömung als Bewegung beschreiben, bei der sich Materie gemeinsam bewegt. Sie wird auch kodiert, wenn von einer konstanten, einheitlichen Richtung oder einer Bewegung im Kreis gesprochen wird.
Ankerbeispiele	„Strömung beschreibt die Bewegung von Massen in eine gerichtete Richtung.“ (J2A, P. 311) „So ein Bachverlauf wird ja auch als Strömung betitelt. Der läuft ja auch in einer einheitlichen Richtung. Die ganze Masse des Wassers läuft in eine einheitliche Richtung.“ (J5A, P. 687, 689, 691)
Zusammengeführte Merkmal-Kategorien	E1A-SG-M2, E2A-SG-M3, S1A-SG-M2, S2A-SG-M2, S3A-SG-M3, J1A-SG-M2, J2A-SG-M2, J3A-SG-M2, J4A-SG-M2, J5A-SG-M1

In diesem Zusammenhang ist für die Befragten von Bedeutung, dass die Bewegung lückenlos, also ununterbrochen erfolgt. Sie berichten von einem immerwährenden Nachschub, der gegeben sein müsse, sodass die Bewegung nicht abrupt ende. Dies ist als Kontinuität der Bewegung zu deuten. In Bezug auf die Kontinuität lässt sich im Gespräch mit den Befragten noch ein weiteres Merkmal einer Strömung herausarbeiten: Die Probandinnen und Probanden nennen stets bestimmte Materie, deren Bewegung vornehmlich an eine Strömung erinnert. Wasser ist diesbezüglich am prominentesten, Luft kommt in neun von zehn Fällen vor. Häufig werden auch Sand sowie eine große Anzahl von Menschen, Tieren und Autos genannt. Auffällig ist, dass meist Materie gewählt wird, deren Teile klein sind gegenüber dem Ausmaß der Gesamtheit sich bewegender Teile. Im Falle von Wasser und Luft existieren einzelne Teilchen lediglich auf der mikroskopischen Ebene. Auf der makroskopischen Ebene stellen sich die beiden Materiesorten als kontinuierlich dar. Bei einer großen Zahl von Sandkörnern, von Menschen oder von Tieren, sodass die Ausmaße der Einzelteile klein sind gegenüber dem Ausmaß der Gesamtbewegung, verschmieren die Einzelteile zu einem quasi-kontinuierlichen Ganzen. Solche Materie, die durch ihre quasi-Kontinuität an kontinuierliche Medien wie Luft und Wasser erinnert, scheint mit Strömungen assoziiert zu werden, da sie durch ihren hohen Zerteilungsgrad Fließeigenschaften aufweist. Dies ist wiederum konsistent zur Dominanz von bewegtem Wasser als Prototyp von Strömungen. Aus den Angaben der Befragten zu den Materiesorten, die strömen, lässt sich herausarbeiten, dass es sich bei einer Strömung um eine Bewegung von Materie handelt, die entweder kontinuierlich ist oder sich durch einen hohen Zerteilungsgrad quasi-kontinuierlich darstellt. Es handelt sich also um eine zweite Ebene der Kontinuität, die sich nicht auf die Bewegung, sondern auf die Verteilung der Materie bezieht. Bei den entsprechenden Kategorien handelt es sich um:

- **E1A-SG-M1:** Nur bestimmte Materie strömt. Dazu zählen insbesondere Wasser und Luft, aber auch Sand

- **E2A-SG-M1:** Nur bestimmte Materie strömt. Dazu zählen insbesondere Wasser und Luft.
- **E3A-SG-M1:** Nur bestimmte Materie strömt. Dazu zählen insbesondere Wasser und Luft, aber auch Sand.
- **S1A-SG-M1:** Nur bestimmte Materie strömt. Dazu zählen insbesondere Wasser und Luft, aber Menschen und Autos.
- **S2A-SG-M2:** Nur bestimmte Materiesorten können strömen; dazu gehören Wasser, Luft, Menschen und Vögel.
- **S3A-SG-M1:** Nur bestimmte Materie strömt, dazu zählt Wasser und ein Vogelschwarm.
- **S3A-SG-M2:** Bei einer Strömung handelt es sich um eine kontinuierliche, lückenlose Bewegung.
- **J1A-SG-M1:** Nur bestimmte Materie strömt, dazu zählen Wasser, Luft, Menschen und Elektrizität.
- **J1A-SG-M3:** Bei einer Strömung handelt es sich um eine kontinuierliche, fließende Bewegung.
- **J2A-SG-M1:** Nur bestimmte Materie strömt, dazu zählen Wasser, Luft, Vögel und Sand.
- **J3A-SG-M1:** Nur bestimmte Materie strömt, dazu zählt vornehmlich Wasser, aber auch Menschen und Vögel.
- **J4A-SG-M1:** Bei einer Strömung handelt es sich um eine fließende, gleichförmige Bewegung eines entweder kontinuierlichen Mediums (Luft und Wasser) oder einer größeren Anzahl von Objekten (Pferde, Menschen, Vögel).
- **J5A-SG-M2:** Bei einer Strömung handelt es sich um eine kontinuierliche, lückenlose Bewegung.
- **J5A-SG-M5:** Nur bestimmte Materie strömt. Dazu zählen insbesondere Wasser und Luft, aber auch bestimmte Objekte/Lebewesen, die in großer Zahl auftreten.

Als weiteres Merkmal lässt sich daher die *Kontinuität* der Strömungsbewegung festhalten, wobei zwischen zwei Ebenen zu unterscheiden ist: Zum einen bezieht sich das Merkmal auf die Kontinuität der Bewegung und bedeutet eine ununterbrochene, lückenlose Bewegung ohne abruptes Ende. Zum anderen bezieht sich die Kontinuität auf die Verteilung der Materie, die sich bewegt, und bedeutet, dass die Einzelteile der sich bewegenden Materie klein sind gegenüber dem Gesamtausmaß der Bewegung. Ist dies gegeben, lassen sich zwischen den Einzelteilen keine Lücken mehr ausmachen, sodass die Materie als quasi-kontinuierlich gilt und somit der prototypischen Materiesorte einer Strömung ähnlich ist: dem Wasser. Es wird die folgende generalisierte Kategorie gebildet:

Tab. 26: Kategorie G3-SG zu generalisierten Merkmalen von Strömungen

Kategorie	<i>Kontinuität:</i> Strömungen sind Bewegungen von kontinuierlicher und quasi-kontinuierlicher Materie, die sich fließend/lückenlos bewegt.
Beschreibung	Diese generalisierte Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten Strömungen anhand von Materie festmachen, die entweder kontinuierlich ist oder quasi-kontinuierlich wirkt, weil die Ausdehnung der Strömungsbewegung größer ist als die Ausdehnung konstituierender Materieteilchen. Sie wird ebenfalls kodiert, wenn die Befragten Strömungen als fließende, lückenlose, nicht abrupt endende Bewegungen beschreiben.
Ankerbeispiele	„Eine Strömung ist ja auch eine fortlaufende Bewegung. Die endet ja nicht abrupt.“ (J5A, P. 382) „Es gibt ja Menschenströmungen. Wenn es eine riesige Menschenmasse ist, sagt man ja auch.“ (J1A, P. 349)
Zusammengeführte Merkmal-Kategorien	E1A-SG-M1, E2A-SG-M1, E3A-SG-M1, S1A-SG-M1, S2A-SG-M2, S3A-SG-M1, S3A-SG-M2, J1A-SG-M1, J1A-SG-M3, J2A-SG-M1, J3A-SG-M1, J4A-SG-M1, J5A-SG-M2, J5A-SG-M5

b) Prototypen

In diesem Kapitel werden die in den jeweiligen Fallanalysen herausgearbeiteten Begriffsprototypen zusammengeführt. Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Übersicht aller Begriffsprototypen, die in mindestens zwei der Interviews genannt werden. Die Prototypen sind nach Häufigkeit von oben nach unten aufgeführt.

Tab. 27: Kategorie P-SG zu generalisierten Prototypen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie		Prototypen für Strömungen (mindestens zwei Nennungen)		
Kodierte Prototypen	Beschreibung	Prototypen werden kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strömungen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und, ihrer Meinung zufolge, die charakteristischen Merkmale von Strömungen repräsentieren.		
	P1-SG	Fluss	E1A-SG-P6, E2A-SG-P1, S2A-SG-P4, S3A-SG-P1, J1A-SG-P2, J2A-SG-P2, J3A-SG-P1, J4A-SG-P6	8-mal
	P2-SG	Welle	E1A-SG-P2, E3A-SG-P3, S1A-SG-P7, S2A-SG-P3, J1A-SG-P7, J3A-SG-P4, J4A-SG-P2	7-mal
	P3-SG	Meer	E1A-SG-P7, E2A-SG-P4, E3A-SG-P2, S1A-SG-P2, J1A-SG-P1, J2A-SG-P1	6-mal
	P4-SG	Wind	E3A-SG-P4, S1A-SG-P1, J1A-SG-P4, J2A-SG-P3, J4A-SG-P1, J5A-SG-P1	6-mal
	P5-SG	Wirbel/Strudel	S2A-SG-P2, S3A-SG-P2, J1A-SG-P5, J2A-SG-P5, J4A-SG-P5	5-mal
	P6-SG	Wellenbad/ Schwimmbad/ Pool/Badewanne	S1A-SG-P6, J1A-SG-P3, J3A-SG-P2, E1A-SG-P3	4-mal
	P7-SG	Golfstrom/Meeresströmung	S1A-SG-P5, J4A-SG-P3, J5A-SG-P4	3-mal
	P8-SG	Brandung	E3A-SG-P1, J1A-SG-P8	2-mal

Die Angaben in der Tabelle zeigen eine Dominanz von sich bewegendem Wasser, das den Befragten in vielerlei Gestalt als Prototyp für Strömungen dient. Hierbei dominiert die Vorstellung von einem Fluss. Dies ist mit den herausgearbeiteten Merkmalen konsistent, denn ein Fluss vermittelt ein klares Gefühl für eine Richtung, in die sich das Wasser kollektiv und unablässig bewegt. Außerdem verfügt ein Fluss meist über eine deutliche Strömung, die auch eine Gefahr für menschliches Leben bedeuten kann. Neben dem Fluss werden auch viele, an der Küste vorkommende Wasserbewegungen genannt: Das Meer, dortige Wellen, die zugehörige Brandung, wirbelhafte Erscheinungen und der Golfstrom. Viele an der Küste vorkommende Phänomene stehen in den Augen der Interviewten somit prototypisch für Strömungen.

14.4.2 Begriffsbildungen von Strukturen

Die Auswertung zur Begriffsbildung von Strukturen ähnelt derjenigen von Strömungen in großen Teilen. Auch in diesem Fall besteht der erste Schritt der Auswertung darin, alle Interviews durchzusehen, um in den Äußerungen der Befragten nach auffälligen Mustern zu suchen, die dazu beitragen, nachfolgende Fallanalysen zu strukturieren und ggf. die Forschungsfrage zu präzisieren. Eine solche anfängliche Analyse zeigt, dass Strukturen von allen Befragten entweder als besonderer räumlicher Aufbau oder aber zeitlicher Ablauf angesehen werden. Bei einigen Befragten ist eher der räumliche Charakter von Strukturen dominant, bei anderen der zeitliche und bei wieder anderen ist es eine Mischung von beidem. Dies wird im Folgenden an zwei Interviewbeispielen verdeutlicht. Des Umfangs wegen werden nur diese zwei dargestellt. Alle anderen Analysen sind im Anhang aufgeführt und können dort eingesehen werden.

Im Interview E3A über Strukturen bringt Martina (Codename) den Begriff der Form ins Spiel. Sie verwendet ihn während des gesamten Interviews, um Strukturen zu verdeutlichen. Für sie sei eine Struktur gegeben, wenn sich Formen erkennen lassen. Als Beispiel führt sie eine nordfriesische Kuh auf.

241 I: Was würdest du jetzt damit verbinden? Wenn wir jetzt diese zwei Bilder hier haben, hättest du dann noch Ideen, wo es sonst noch irgendwie Strukturen gibt?

242 B: Im Augenblick nicht, aber ich weiß jetzt, was du meinst: Strukturen, die es auf der Erde gibt. Also ein Zebra hat einen gestreiften Rücken, eine nordfriesische **Kuh** hat **schwarz-weiße Flecken**. Das wäre für mich jetzt auch eine Struktur. Also irgendwo, wo man **Formen** erkennen kann.

262 B: Eine Struktur ist halt eine einmalig, natürliche, durch Bewegung entstandene **Form**. Bei Tieren ist es natürlich durch Vererbung übertragen.

267 I: Wie würdest du das dann jemandem erklären?

268 B: Ich würde wahrscheinlich mit irgendjemandem vielleicht an das Wasser, Strand oder Watt gehen und ihm dann, genauso wie du das hier gemacht hast, mit einem Bild eine Struktur zeigen, damit man ein Bild im Kopf hat, was mit einer Struktur gemeint ist. Und dann demjenigen das erklären in dem Sinne, dass diese **Form** einmalig im Sand entstanden ist und er das auf andere Strukturen, die durch Wind oder Wolken entstandenen Bilder, dann übertragen kann. Aber das ist ganz schwierig zu erklären.

An einer Stelle wird Martina konkreter und erklärt mit Blick auf Dünenlandschaften, dass diese wie Wellen seien, also deren Form besäßen.

- 250, B: Es gibt einmal die Dünenlandschaften, die **wie Wellen** sind. Auf einigen In-
252 seln sind das auch wie so... oder wenn man jetzt an Norwegen denkt: diese
Fjorde, die dann einander ähnlich, von außen betrachtet, aussehen.

Doch nicht nur erkennbare Formen deuten für Martina auf Strukturen hin, auch Formationen, also bestimmte Anordnungen von Objekten, können eine Struktur bilden. Diesbezüglich nennt sie eine Wolkenformation und erklärt, dass es sich um eine Struktur handle, wenn sie aufgereiht seien wie eine Perlenkette.

- 306, B: Also, das Bild wäre jetzt viergeteilt. Das wäre jetzt ein größeres Logo. Ich
308 würde wahrscheinlich ein Zebra oder irgendein anderes Tier nehmen, was eine
einmalige Körperstruktur hat. Dann eine Wolken**formation**, die auch einmalig
wäre. Dann ein Wattbild, also Sand mit irgendeiner Struktur drin und wiederum
irgendwie Wasser. Vielleicht wären das natürliche Bilder oder so.

- 247 I: Sind dir irgendwo schon mal Strukturen begegnet? Schon mal selbst irgendwo
welche gesehen?

- 248 B: Ja, wenn du jetzt ein witziges Wolkenbild siehst oder eines, das nur in **Strei-**
fenform am Himmel ist oder man sieht irgendwelche Wolken, die aussehen **wie**
kleine Wattebäuschchen und in einer Reihe **aufgereiht** ist. Das wäre jetzt für
mich nicht nur eine fette, große Wolke, sondern viele kleine. Das ist für mich
eine Struktur, also wenn die **aufgereiht sind wie eine Perlenkette** oder so.

Hieran ist zu erkennen, dass Martina eine Struktur in erster Linie als einen räumlichen Aufbau begreift. Das gilt sowohl im Zweidimensionalen (Formen) als auch im Dreidimensionalen (Formationen).

Ein Beispiel für eine Struktur als zeitlichen Ablauf findet sich im Interview S2A mit Probandin Mimi (Codename). In erster Linie verbindet Mimi mit dem Begriff Struktur einen zeitlichen Ablauf. Dies zeigt sich an äußerst vielen Stellen im Gespräch. Ihr Strukturverständnis im Sinne eines zeitlichen Ablaufs hat gegenüber anderen Merkmalen höchste Dominanz. Direkt zu Beginn macht Mimi deutlich, dass sie einen Alltagstrott mit Strukturen verbindet. Sie behauptet zunächst scherzhaft, sie sei ein strukturierter Mensch. Dann gibt sie an, dass sie ein unstrukturierter Mensch sei. Im Anschluss nennt sie als Beispiel für eine Struktur, dass sie jeden Morgen aufsteht und arbeiten geht.

- 433 I: Was verbindest du mit Strukturen?

- 434 B: Regelmäßigkeit, **Alltagstrott**.

- 435 I: Hast du irgendwie eine Struktur schlechthin?

436	B: Ich bin ein ganz strukturierter Mensch .
437	I: Deine Struktur? Deine Alltagsstruktur?
438	B: Ich bin unstrukturiert . Kreative Leute sind doch unstrukturiert.
439	I: Hast du irgendwie so eine Struktur, wo du sagst, da denk ich sofort dran, wenn ich an Struktur denke?
440	B: Jeden Morgen aufstehen und arbeiten gehen .

Strukturen im Sinne zeitlicher Abläufe werden auch zur Definition herangezogen: Dort spricht Mimi von Abläufen und Tätigkeiten.

545,	I: Ja.
551	Jetzt noch einmal, dass du mir so eine Definition für eine Struktur aufschreibst. Hier irgendwie daneben, was für dich Struktur ist.
552	B: Da reicht eigentlich: Alltag . Oder musst du noch mehr haben? Wiederholung. Noch mehr?
553	I: Kannst du daraus noch einen Satz bilden irgendwie?
556, 560, 562	B: Immer wiederkehrende... ich schreib mal wiederkehrend. Tätigkeiten und feste Strukturen, feste Abläufe . Ne, das sind ja immer wiederkehrende Tätigkeiten .

Ein weiteres Beispiel, das von Mimi angeführt wird, sind Abläufe an einem bestimmten Wochentag. Immer donnerstags ginge sie zum Sport und anschließend trinke sie Sekt.

503	I: Sind dir sonst Strukturen begegnet, außer jetzt zum Beispiel hier auf den Bildern?
504	B: Ja, donnerstagsabends Sport mit anschließendem Sekttrinken (lacht). Das ist auch so ein fester Bestandteil und das ist auch 'ne Struktur.

Auch führt sie an, dass Menschen und insbesondere Kinder Strukturen bedürfen, die beispielsweise durch frühzeitiges Aufstehen zu gewährleisten sei.

575	I: Hast du noch ein Synonym vielleicht oder irgendwie so eine Umschreibung von Struktur?
576, 578	B: Das hält einen gefangen, gefesselt. Persönlich. Aber die Menschen brauchen Strukturen, Kinder ganz besonders . Das weißt du ja. Frühzeitig aufstehen . Was die nicht schaffen.

Neben dem zeitlichen Aspekt von Strukturen kommen auch räumliche Strukturen vor, die von Mimi benannt und beschrieben werden – allerdings nur am Rande. Dabei lässt sich die Befragte vor allem von den Darstellungen auf den Bildern inspirieren. Von Mimi wird zum Beispiel das Wasser auf einem der Bilder als Struktur bezeichnet, dass sich einmal fließend und einmal tropfend nach unten bewegt.

461 I: Ist das hier für dich eine Struktur, Bild 19?

462 B: Eigentlich ja. **Wasser fließt, tröpfelt.**

Und auch die Oberfläche eines Gullydeckels wird als Struktur aufgefasst.

500 B: **Das ist eine Struktur, dieser Gullydeckel.** Der hat immer so und so viele kleine Löcher.

Weiterhin wird auch das Fell des Zebras als Struktur benannt, ebenso wie ein auf dem Bild abgebildetes Hochhaus mit einem symmetrischen Aufbau von Etagen und Fenstern.

473 I: Was muss für dich erfüllt sein, damit du sagst: Das ist eine Struktur?

474 B: Das **Zebra hat immer wieder das gleiche Fell.**

475 I: Also eine Wiederholung irgendwie.

476 B: Das erfüllt die Kriterien einer Struktur.

477 I: Was sind denn für dich die Kriterien?

478 B: Immer wiederkehrend. Das ist eine Struktur für mich. **Auf jeder Seite vom Lift sind drei Fenster, Etage für Etage. Ist für mich eine Struktur.** Die sind garantiert auch so aufgebaut worden, dass man sagt: in diese Richtung muss das gebaut werden.

Das unterliegt auch wahrscheinlich einer Struktur. Geh ich mal von aus, weiß ich aber nicht, warum dieser Aufbau. Da finde ich, dass diese Strukturen bei Bild 14, 15, 1, 6... Nein, Bild 6 ist keine Struktur.

Besonders deutlich wird die Wichtigkeit des zeitlichen Ablaufs gegenüber dem räumlichen Aufbau bei der Frage nach der Struktur eines Gartens. Während der Interviewer vornehmlich auf die räumliche Struktur der Pflanzen im Garten fokussieren möchte, wird bei der Befragten abermals der Aspekt des zeitlichen Ablaufs aktiviert. Sie gibt daher an, dass hinsichtlich der Struktur im Garten bspw. jeden Samstag der Rasen gemäht werden müsse oder freitags die Beete sauberzumachen seien.

517 I: Oder wenn du überlegst, wie der Garten zum Beispiel angepflanzt ist. Da

	ist ja auch eine Struktur drin.
518	B: Ja, das machst du auch nach einem Muster. Gartenarbeit machst du auch nach einer Struktur oder nach einem Muster.
519	I: Könnte man auch so sagen, oder?
520	B: Ja, Jein.
521	I: Warum nicht?
522	B: Gehen wir mal jetzt zum Thema Gartenarbeit: Dann müsste ich ja jeden Samstag Rasen mähen und jeden Freitag die Beete saubermachen . Das tue ich ja nicht.

Am Ende macht sie explizit deutlich, dass aus ihrer Sicht eine Struktur vornehmlich mit Abläufen zu tun habe, nicht mit einem Aufbau. Dies ist konsistent zu den bisher dargestellten Befunden im Interview.

523	I: Für mich ist es eine Struktur, wenn du sagst: hier vorne baue ich immer meine Tomaten hin und hier hab ich meine Blumen und da ist mein Rasen.
524	B: Ja sicher, aber das ist eine festgegebene Struktur, die ich einmal festgelegt habe.
525	I: Ja, aber das ist doch eine Struktur oder nicht?
526	B: Ja, aber da denkst du gar nicht mal drüber nach.
527	I: Das hat jetzt nichts mit Ablauf zu tun, sondern eher mit Aufbau.
528	B: Stimmt, Struktur ist bei mir viel immer Ablauf, nicht Aufbau . Ich habe da auch noch nie drüber nachgedacht.

Hieraus und aus den Analysen sämtlicher Interviews lässt sich eine Hauptkategorie H-SR festlegen, die sich auf das erste Merkmal einer Struktur bezieht.

Tab. 28: Kategorie H-SR zu Merkmalen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Struktur bedeutet Aufbau und/oder Ablauf.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, falls die Befragten verdeutlichen, dass es sich bei einer Struktur um einen räumlichen Aufbau und/oder um einen zeitlichen Ablauf handelt. Sie wird ebenfalls kodiert, wenn entsprechende Beispiele für Strukturen angeführt werden (z. B. eine Perlenkette für einen Aufbau).
Ankerbeispiele	„Das ist für mich eine Struktur, also wenn die aufgereiht sind wie eine Perlenkette oder so.“ (E3A, P. 248) „[...] Struktur ist bei mir viel immer Ablauf, nicht Aufbau.“ (S2A, P. 528)

Kodierte Textpassagen	E1A, P. 96, 104, 106, 108, 118
	E2A, P. 139, 141, 143, 149, 163, 165, 167, 179
	E3A, P. 242, 248, 262, 268, 250, 252, 306, 308
	S1A, P. 142, 144, 148, 150, 152, 154, 156, 158, 160, 176, 178, 180, 182, 184, 192, 204, 206, 214, 216, 228
	S2A, P. 434, 436, 438, 440, 462, 474, 478, 480, 482, 500, 504, 522, 528, 552, 556, 560, 562, 576, 578
	S3A, P. 274, 276, 278, 308, 336, 377, 379
	J1A, P. 476, 477, 482, 484, 485, 489, 537, 584, 587, 590
	J2A, P. 355, 357, 360, 410, 412, 417, 419, 420, 422, 425, 428, 461, 463, 465, 467, 520, 523
	J3A, P. 217, 219, 223, 239, 249, 251, 252, 253, 271, 273, 274, 275, 278, 283, 284, 287, 288, 290
	J4A, P. 172, 174, 177, 183, 185, 189, 230, 240
	J5A, P. 1206, 1207, 1296, 1300, 1444, 1507, 1509, 1522, 1533, 1534, 1547 1560, 1757, 1759, 1761, 1763, 1765

Bemerkenswert ist auch hier, dass die von der Kategorie repräsentierte Aussage nicht umgekehrt werden kann: Zwar handelt es sich bei jeder Struktur um einen räumlichen Aufbau oder einen zeitlichen Ablauf, aber nicht bei jedem Ablauf und nicht bei jedem Aufbau handelt es sich um eine Struktur. Dies ermöglicht eine Präzisierung der Suchrichtung, die bei den jeweiligen Fallanalysen angezeigt ist. Entsprechend lässt sich die Forschungsfrage folgendermaßen präzisieren:

Forschungsfrage Nr. 1b: Welche Prototypen bei Lernenden zum Terminus Struktur lassen sich nachzeichnen und über welche Merkmale muss eine Bewegung verfügen, um als Struktur zu gelten?

14.4.2.1 Fallanalysen

Auf der Grundlage des präzisierten Forschungsinteresses werden die Interviews nacheinander, fallbasiert, jeweils zu den Merkmalen und Prototypen ausgewertet. Das nachfolgende Kapitel zeigt beispielhaft die schrittweise Auswertung und den Aufbau eines Kategoriensystems für das Interview J5A zur Begriffsbildung des Terminus Struktur. Der Länge der Auswertung wegen sind die weiteren fallbasierten Analysen der anderen Interviews dem Anhang beigelegt. Nach dem Beispiel J5A werden also nur noch die erzeugten Kategoriensysteme (als Essenz der Auswertung) dargestellt.

14.4.2.1.1 Interview J5A: Beispielhafte Analyse.

a) Merkmale

Anhand von Auszügen aus dem Transkript des Interviews J5A wird im Folgenden die Begriffsbildung zum Terminus Struktur von den Personen Bernd und Annette (Code-name) rekonstruiert. Im Zuge der Auseinandersetzung mit Strukturen sprechen beide an vielen Stellen im Gespräch von Mustern und Formen.

1206	B2: Ja, das hat alles ein Muster .
1207, 1209	B1: Ja. Oder eine Form .
1208	B2: Das hat auch ein Muster .
1211	I: Das verstehe ich auch gut. Das habt ihr ja auch schon gesagt: fliesenmuster-artig.
1212, 1214	B2: Naja, das hat ja auch letztlich so ein Muster . Die gehen alle so die Wolken. Obwohl, das ist nicht gewollt, oder? Und das hat ja auch ein Muster . Und das hat ja eine Struktur.
1215	B1: Struktur ist gut. Ich find Struktur klingt besser.
1244	I: Spannend. Und das?
1245	B2: Das wird ja auch letztlich ein Muster . Das sind alles nur Sandklötze.
1246	B1: Ja, ich würde nicht direkt Muster sagen, aber es hat halt schon eine Struktur .
1295	I: Für welche Kategorie würdet ihr euch hier entscheiden? Wie könnte man das nennen?
1296	B1: Muster, Struktur, Form .
1297, 1299	B2: Ja. Die haben alle 'ne gewisse Struktur in sich, aber nicht zusammenhängend zwischen den Bildern, sondern jedes Bild hat in sich eine eigene Struktur.
1300	B1: Ich würde das vielleicht Muster/Struktur/Form... (unterbrochen)
1425	B2: Wenn man jetzt das Holz nimmt oder den komischen Kreisel?
1426	B1: Kreisel (unv.).
1427	B2: Also der Kreisel ist ja auch gewollt. Hat bestimmt auch eine gleiche Musterung da drauf . Das sieht man ja nicht.
1582	I: Wenn ich Struktur sage, was kommt euch als Erstes in den Sinn? Was ist für euch die Struktur schlechthin?
1583	B1: Eigentlich denk ich da zuerst an so drei Sachen. Einmal an eine strukturierte Arbeitsweise, ein strukturiertes Buch, also irgendwas auf Literatur oder Ähnliches bezogen. Dann tatsächlich auch strukturierten Verkehr oder so, Struktur hat vielleicht auch was mit Regeln zu tun. Und als Drittes an ein

Muster, das auch irgendwie eine schöne Struktur hat.

Sie machen auch deutlich, dass sie Strukturen und Muster in etwa gleichsetzen. Zu Beginn des Gesprächs wird noch ein leichter Unterschied zwischen Strukturen und Mustern gesehen. Bei der Erzeugung des Logos werden sie vom Interviewenden daher explizit nach den Unterschieden zwischen Mustern und Strukturen befragt. Zunächst sind die Befragten der Meinung, es gäbe einen gewissen Unterschied. Als der Interviewende sie auffordert, konkrete Unterschiede zu benennen, kommen sie jedoch zu dem Schluss, dass Muster und Strukturen identisch seien.

1660, 1662, 1664	I: Du wolltest Muster malen, hast das aber nicht gemacht. Was ist denn der Unterschied zwischen einem Muster und einer Struktur?
1665	B1: Eigentlich würde ich sagen, dass es fast dasselbe ist. Dass man etwas wiedererkennt, hatten wir ja gerade schon definiert... oder ggf. eine Regelmäßigkeit.
1666, 1668	I: Also würdest du sagen, es gibt doch keinen Unterschied zwischen Muster und Struktur? Oder gibt es einen?
1669	B1: Das Wort Muster lässt sich ja einmal im Sinne von einem Mandala auffassen, dass da irgendwie ein Muster hat und einmal das Wort Muster, das da eine Art... ja, doch... halt im Sinne von Struktur, dass man halt eine klare Linie hat.
1670	I: Wäre das Muster von einem Mandala für dich keine Struktur?
1671	B1: Doch, aber ich finde das Wort lässt sich auf zwei Weisen so ein bisschen interpretieren.
1672, 1674	I: Und auf welcher Weise unterscheidet es sich von Strukturen? Du sagst: auf zwei Weisen. Und auf einer scheint es sich von Struktur zu unterscheiden.
1675	B1: Ne, eigentlich gar nicht mal. Ich finde, eigentlich unterscheidet es sich gar nicht, wenn man drüber nachdenkt so.

Konsistent zu dieser Einsicht wird Muster im Gesprächsverlauf als ein Synonym für eine Struktur angesehen.

1737	I: Und Synonyme, die euch einfallen für Struktur?
1738	B1: Halt Muster .

Aus diesem Grund bietet die Festlegung von Mustern als Merkmal einer Struktur keinen Mehrwert, da sie aus der Sicht der Befragten auf der gleichen Ebene stehen. Bei Mustern handelt es sich also ebenso um einen Terminus, dessen Merkmale im Rahmen der

vorliegenden Analyse zu rekonstruieren sind. Daher müssen weitere Merkmale herausgearbeitet werden oder aber genauere Spezifizierungen von Mustern. Diesbezüglich finden sich im Transkript einige Indizien: Konkret nennen sie die Musterung des Holzes, die sie als eine Faserung bzw. als Jahresringe beschreiben. Allgemein sprechen sie von einem Aufbau, einer Anordnung bzw. den korrespondierenden Verben.

1514	I: Ja. Wie ist das denn hier mit den Linien hier auf dem Tisch. Was ist das?
1515	B2: Das ist Holz (lacht).
1516	I: Ist das eine Struktur?
1522	B2: Es ist eine Struktur, weil es ja für uns so im Gehirn auch schon wieder eingetragen ist, dass Holz eine Struktur hat. Und somit ist das eine Musterung des Holzes .
1523	B1: Wenn man sich ein bisschen mit Holz auskennt, weiß man ja das Holz halt...
1524	B2: ... immer so 'ne Struktur hat.
1525	B1: Ja, bzw. die Faserung . Heißt das bei Holz Faserung? Wissen Sie, was wir meinen?
1526	I: Du meinst Maserung?
1528	B2: Nicht ganz. Maserung ist das doch von einem Wurm oder nicht? Wenn der Wurm sich so durchfrisst.
1529	B1: Nein, ich meinte schon die einzelnen Fasern .
1532	I: Ach, du meinst, wenn man Holz schlägt?
1533	B2: Die Ringe, diese Jahresringe (überlappend)
1534	B1: Ich weiß gar nicht genau, was ich meine. Aber, dass allgemein Holz ja schon..., man könnte ja auch im Prinzip sagen, dass jedes Lebewesen irgendwie strukturiert aufgebaut bzw. angeordnet ist. Und ein Baum ist ja auch eine Pflanze und somit ein Lebewesen und so auch strukturiert. Ob man die Struktur jetzt hier auf den ersten Blick erkennt, bzw. hinterfragt, was die Struktur ist... auf der einen Seite, würde ich sagen: Ja! Weil es natürlich wieder eine bestimmte Anordnung hat, wie es aufgebaut ist. Aber auf der anderen Seite würde ich sagen: Nein! Weil hier keine Regelmäßigkeit oder kein genaues Muster auf dem Tisch zu erkennen ist. Also, das ist halt wieder so die Frage, wie man es sehen möchte.

Diese Spezifizierung von Mustern durchzieht sich durch das gesamte Gespräch. Strukturen werden als Anordnungen wahrgenommen und als Aufbau von Objekten. So machen

sich die Befragten bewusst, dass der Begriff Anordnung Teil ihrer Erklärungen zu Strukturen sein müsse.

1559 I: Zusammenfassend: Was muss gegeben sein, damit man sagen kann, dass das eine Struktur ist?

1560 B1: Ich finde, man kann das wieder unterscheiden, einmal ins Regelmäßige und einmal ins Unregelmäßige. Und wir sollten das Wort "Gleichmäßigkeit" und "**Anordnung**" irgendwie verwenden. Dass eine Struktur, entweder etwas Regelmäßiges oder etwas Unregelmäßiges sein kann, das man selbst auch interpretieren kann, wenn etwas strukturiert ist: Wiederkennbar, das ist ganz gut vielleicht.

1507,1509 B1: Vielleicht kann man auch das Wort **Anordnung** wieder darauf beziehen. Dass eine Struktur was mit einer **Anordnung** auch zu tun hat.

Entsprechend nutzen sie den Terminus zur Erklärung von Strukturen, indem sie Muster näher spezifizieren.

1546 I: Und was ist jetzt der Unterschied zwischen diesem Bild und der Maserung hier vom Tisch?

1547 B1: Ich würde sagen, dass auf dem Bild noch eine genauere **Anordnung** bzw. eine regelmäßiger Wiederholung oder eine **Anordnung des Musters** ist.

Darüber hinaus verwenden die Befragten ebenfalls Aufbau und das korrespondierende Verb als Termini und nutzen ihn im Anschluss in Kombination mit Anordnung, um Strukturen zu beschreiben.

1757 B1: Ich würde deswegen das Wort **Aufbau** vielleicht mit reinwerfen.

1758 I: Kannst du das noch ein bisschen näher ausführen?

1759 B1: Wenn man das hinterfragt, dass irgendwo eine Wiedererkennung ist, von der ggf. **Anordnung** oder von einer Ähnlichkeit. Welches Wort hatte ich jetzt?

1760 I: Aufbau.

1761, B1: **Aufbau**, ja richtig (lacht). Das ist ja bei diesem Gemüse ähnlich **aufge-**
1763, **baut**, also dass da halt schon Unterschiede sind, dass es unregelmäßig ist. Dass
1765 ja kein Huggel so aussieht wie der andere. Aber er ist trotzdem ähnlich aufge-
baut. Dass die im Prinzip schon alle hervorstechen dadurch, dass es halt Huggel
sind und solche kleinen Punkte noch hatten. Und dadurch sind sie ja schon
ähnlich **aufgebaut**.

1439	B1: Ja, eigentlich kann man da überall eine Struktur finden.
1440	I: Überall Strukturen, auf jedem Bild?
1441	B2: Ja.
1442	B1: Wenn man sucht.
1444	B2: Ne, jedes Bild hat eine bestimmte Struktur und ist ja so aufgebaut .

Damit lässt sich als erstes Merkmal einer Struktur festhalten, dass es sich aus der Sicht der Befragten um eine räumliche Anordnung bzw. einen Aufbau handelt. Dazu zählen auch Oberflächenzeichnungen und Formen.

Tab. 29: Kategorie H-SR (J5A) zu Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Struktur bedeutet Aufbau und/oder Ablauf.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, falls die Befragten verdeutlichen, dass es sich bei einer Struktur um einen räumlichen Aufbau und/oder um einen zeitlichen Ablauf handelt. Sie wird ebenfalls kodiert, wenn entsprechende Beispiele für Strukturen angeführt werden (z. B. eine Perlenkette für einen Aufbau).
Ankerbeispiele	„Das ist für mich eine Struktur, also wenn die aufgereiht sind wie eine Perlenkette oder so.“ (E3A, P. 248) „[...] Struktur ist bei mir viel immer Ablauf, nicht Aufbau.“ (S2A, P. 528)
Kodierte Textpassagen	J5A, P. 1206, 1207, 1296, 1300, 1444, 1507, 1509, 1522, 1533, 1534, 1547 1560, 1757, 1759, 1761, 1763, 1765

Doch für die Befragten handelt es sich nicht bei jedem Aufbau um eine Struktur. Zunächst versuchen die Probanden zwei Teilbereiche zu unterscheiden: regelmäßige und unregelmäßige Strukturen. Synonym zu diesen beiden Termini nutzen sie auch Gleichmäßigkeit und Ungleichmäßigkeit. Zu den regelmäßigen Strukturen bringt Bernd das Beispiel von Sandburgen vor. Mit Blick auf unregelmäßige Strukturen werden die Sandrippel auf Bild 5 angeführt.

1318, 1322	I: Ich würde auch mal einen Begriff vorgeben und ich habe mir tatsächlich Strukturbildung überlegt. Wie klingt das für euch?
1327, 1329	B1: Ich finde, das kann man in zwei Bereiche unterteilen. Einmal etwas Regelmäßiges und einmal in etwas Unregelmäßiges . Bei dem Bild Nr. 12 hat sich ja jemand was gesagt, also es ist immer ein großer Sandhaufen, dann drei kleine sind zu erkennen und dann wieder ein Größerer. Das ist ja eine Regelmäßigkeit . Das nenn ich jetzt eine regelmäßige Struktur .
1332	B1: Und wenn wir jetzt aber beispielsweise Bild 5 haben, das ist ja nichts Gleichmäßiges . Aber es hat trotzdem eine Struktur bzw. ich nenne es in dem Fall jetzt mal Muster, ein festes Muster. Aber halt nichts Regelmäßiges .

1559	I: Zusammenfassend: Was muss gegeben sein, damit man sagen kann, dass das eine Struktur ist?
1560	B1: Ich finde, man kann das wieder unterscheiden, einmal ins Regelmäßige und einmal ins Unregelmäßige . Und wir sollten das Wort " Gleichmäßigkeit " und "Anordnung" irgendwie verwenden. Dass eine Struktur, entweder etwas Regelmäßiges oder etwas Unregelmäßiges sein kann, das man selbst auch interpretieren kann, wenn etwas strukturiert ist: Wiedererkennbar, das ist ganz gut vielleicht.

Im Gespräch zeigt sich jedoch, dass die beiden Begriffe Regelmäßigkeit und Unregelmäßigkeit nicht trennscharf auf die verschiedenen Strukturen, die auf den Bildern dargestellt sind, abgebildet werden können. Bei einer stärkeren Auseinandersetzung mit den Sandburgen auf Bild 12 schwenkt einer der Befragten um und meint, es handle sich um unregelmäßige Strukturen, während der andere von regelmäßigen Strukturen spricht. Am Ende des Auszugs entscheiden sich beide dafür, dass es sich um unregelmäßige Strukturen handelt. Damit hat sich die ursprüngliche Meinung, dass es sich um regelmäßige Strukturen handle (siehe vorige Textpassage), vollständig geändert.

1366	I: Wie ist das denn hier? Regelmäßig oder unregelmäßig? (Bild 5)
1367	B2: Unregelmäßig.
1368	B1: Ich hätte jetzt fast regelmäßig gesagt.
1369	I: Dann erklärt mal.
1370, 1372	B2: Ja, es fängt ja komisch an und dann... regelmäßig.
1371, 1373, 1375	B1: Obwohl, nein, eigentlich ist auch eher unregelmäßig , weil das Ding ist: Die Natur ist nie exakt oder zu 100 Prozent – also was das jetzt betrifft: so eine Art Muster oder Struktur – regelmäßig. Auch jede Blume sieht anders aus. Und hier sieht auch jeder Huggel anders aus. Dementsprechend ist es schon regelmäßig, das ist ja eine zufällige Regelmäßigkeit , würde ich jetzt fast sagen. Dass die Wolken alle eine ähnliche Form und dadurch dieses Phänomen auftritt.
1376	B2: Und hier ja dann theoretisch auch.
1377	B1: Und hier ja eigentlich auch.
1378	I: Was würdet ihr sagen? Wie würdet ihr euch einigen? Also regelmäßig... (unterbrochen)
1379	B1: unregelmäßig.

1380 B2: **unregelmäßig.**

Eine vollständige Veränderung der Interpretation von regelmäßigen bzw. unregelmäßigen Strukturen ist im Gespräch auch bei den Sandrippeln zu beobachten. Vorher noch als unregelmäßig bezeichnet, werden sie nun als regelmäßige Strukturen wahrgenommen.

1542 I: Also jetzt bei Bild 5?

1544 B1: Das **sieht ganz regelmäßig aus.**

1545 B2: Das ist schon für das Gehirn wieder **regelmäßig**, weil es alles nur Linien sind.

An den Darlegungen der beiden Probanden ist zu erkennen, dass die Klassifizierung von Strukturen mit dem Terminpaar Regelmäßigkeit/Unregelmäßigkeit bzw. dem bedeutungsgleichen Paar Gleichmäßigkeit/Ungleichmäßigkeit nicht richtig gelingt. Um Strukturen einschätzen zu können, sind offenbar graduelle Unterscheidungsmöglichkeiten nötig. Die beiden genannten Terminpaare bilden allerdings nur zwei Möglichkeiten der Einstufung ab, zwei Extreme.

Bemerkenswert ist, dass die Charakteristika Unregelmäßigkeit und Regelmäßigkeit aus der Sicht der Befragten bisweilen verschmelzen. So sprechen sie bei einer Struktur nicht davon, dass sie entweder regelmäßig oder unregelmäßig sein könne, sondern geben an, dass sich eine Struktur durch eine unregelmäßige Regelmäßigkeit auszeichne.

1445 I: Das heißt, was würdet ihr sagen? Was muss eigentlich gegeben sein, dass man von einer Struktur sprechen kann?

1446 B1: Vielleicht eine Art Regelmäßig... nein, eine Art nicht direkt Muster, aber man kann ja auch sagen, dass jemand einen strukturierten Vortrag gehalten hat, also dass man klare Linien hat oder etwas, woran man festhält, woran man diese Struktur erkennt. Ist schwierig.

1447 B2: Wir haben letztlich einen Punkt, an dem man sagt: Daran macht man diese Struktur aus.

1448 B1: Ja, aber wenn wir das Wort "strukturieren" oder "Struktur" definieren sollen?

1449 B2: **Letztlich ist eine Struktur etwas, das eine unregelmäßige Regelmäßigkeit umschließt.**

1450 B1: Ich glaube, Struktur ist eine ganz große Interpretationssache. Und wie [Name] schon gesagt: regelmäßige und oder unregelmäßige Strukturen.

Auch in der Auseinandersetzung mit dem Foto eines Romanescos wird dies deutlich. An dieser Stelle sind sich die beiden Probanden uneins und einer kommt zu dem bemerkenswerten Schluss, dass durch die Unregelmäßigkeit im Romanesco schon wieder eine gewisse Regelmäßigkeit vorhanden sei. Schlussendlich kommen sie auf den Begriff der Ähnlichkeit, der von beiden Probanden akzeptiert wird.

1334	I: Und wie ist es hier mit Bild 23, dem Romanesco?
1335	B2: Ja, das hat eine regelmäßige Höckerung oder so.
1336, 1338	B1: Ne, das würde ich fast auch als unregelmäßig... , weil ja keiner so aussieht wie der andere und unterschiedlich.
1337, 1339	B2: Ja stimmt, das ist eine unregelmäßige Dreieckshöckerung , was-auch-immer-bildung von so kleinen Hügeln, die aber unterschiedlich groß und unterschiedlich angeordnet sind.
1340	I: Da habt ihr euch gerade gestritten, eher unregelmäßig oder eher regelmäßig?
1341	B2: Ja, durch diese Unregelmäßigkeit hat es schon wieder eine Regelmäßigkeit.
1342	B1: Ne, ich würde das unregelmäßig bezeichnen.
1344	B2: Naja, es hat dadurch, dass es so unregelmäßig ist, schon wieder eine Regelmäßigkeit , weil das alles gleich... es ist alles ähnlich , es ist nicht alles gleich.
1345	B1: Ja, ähnlich ist gut.

Ähnlichkeit wird an vielen Stellen von den Probanden genutzt und führt, anders als Regelmäßigkeit und Unregelmäßigkeit, zu keinen Widersprüchen zwischen den beiden Befragten. Das liegt offenbar daran, dass der Begriff Ähnlichkeit weicher ist. So erklären Bernd und Annette, dass sich bei den Sandburgen auf Bild 12 nicht direkt eine Regelmäßigkeit, aber doch eine gewisse Ähnlichkeit erkennen ließe. Ähnlichkeit sei ferner auch bei den Wolken auf Bild 9 zu erkennen.

1234	B2: Zusammenhängend hat ja alles eine gleiche Struktur und Form. Und die Dinger sind auch alle hausartig aufgebaut (Bild 12).
1235, 1237	B1: Und es ist nicht direkt eine Regelmäßigkeit zu erkennen, aber halt eine Ähnlichkeit der einzelnen Dinge.
1236, 1238	B2: Ja, den einzelnen von den Mustern pro Bild.
1239	I: Und warum ist das jetzt hier?

1240 B2: Das hat **auch eine ähnliche Struktur**. Das sind **alles kleine Wolken**.

Am Beispiel der Windräder auf Bild 10 zeigt sich die Stärke des Ähnlichkeitsbegriffs darin, dass er sowohl einen gleichen Aufbau (maximale Ähnlichkeit) als auch gewisse Abweichungen davon (unregelmäßige Struktur) umfasst. Selbst wenn die Befragten über unterschiedliche Meinungen von einer Struktur bezüglich ihrer Regelmäßigkeit bzw. Unregelmäßigkeit verfügen, ist für beide der Begriff Ähnlichkeit akzeptabel.

1399 B2: Man findet **immer eine Ähnlichkeit** oder Struktur. Auch bei dem Zebra findet man eine Struktur: Da sind alles weiße und schwarze Streifen.

1401 B2: Das auch. Das hat auch alles eine Struktur. Die sind **alle gleich aufgebaut**.

1402 I: Ah, bei Bild 10 bei den Windrädern: Warum ist das für euch eine Struktur?

1403 B2: Na, weil die Windräder **alle gleich aufgebaut** sind.

1405 B1: Aber die sind, glaub ich, jetzt nicht irgendwie alle strukturiert angeordnet, also nicht mit demselben Abstand.

1406 B2: Das ist eine **unregelmäßige Struktur**. Aber sie sind trotzdem...

Genauere Nachfragen, was unter Ähnlichkeit zu verstehen ist, zeigen, dass damit eine Ähnlichkeit zwischen Teilen einer Struktur gemeint ist. An zwei Stellen im Gespräch wird erläutert, dass Strukturen in sich ähnlich seien.

1413, I: Und was ist da ähnlich? Was ist die Struktur daran? (Bild 4)
1415

1419, B2: Ja, diese Köpfe, sag ich mal. **Dieses Gras hat ja alles eine ähnliche
1421 Struktur in sich.**

1295 I: Für welche Kategorie würdet ihr euch hier entscheiden? Wie könnte man das nennen?

1296 B1: Muster, Struktur, Form.

1297, B2: Ja. **Die haben alle 'ne gewisse Struktur in sich, aber nicht zusammen-
1299 hängend zwischen den Bildern, sondern jedes Bild hat in sich eine eigene Struktur.**

Explizit wird dies verdeutlicht, als die Befragten bei der Betrachtung der Bilder aussagen, es seien hier ähnliche Strukturen zu beobachten. Der Interviewende merkt daraufhin an, dass auf dem einen Bild doch eine andere Form zu erkennen sei als auf einem anderen

Bild. Daraufhin erklärt der Interviewte, dass er mit seiner Aussage lediglich ein einziges Bild meinte.

1216	I: Erklärt mir doch nochmal Muster oder Struktur. Was legitimiert alle Bilder, dass man Struktur oder Muster sagen kann? Geht nacheinander durch.
1219, 1221	B2: Die haben ja alle diese gleich fortlaufende... die haben alle so komische Hubbel.
1220	B1: Eine ähnliche Form ...
1222	I: Eine ähnliche Form?
1224	I: Die hat doch eine ganz andere Form als der.
1225	B1: Ne, ich habe das jetzt nur auf ein Bild bezogen.

Zwei Ebenen der Ähnlichkeit zeigen sich im nachfolgenden Ausschnitt. Dort betonen die Probanden, dass eine Ähnlichkeit zum Beispiel zwischen zwei Menschen oder aber zwischen zwei Romanescos bestehe. Aber auch wenn nur ein Romanesco vorhanden sei, handele es sich bereits um eine Struktur, denn er sei in sich ähnlich. Darüber hinaus führen beide Befragten den Begriff der Vergleichbarkeit an.

1737	I: Und Synonyme, die euch einfallen für Struktur.
1738	B1: Halt Muster.
1740, 1742	B2: Ich weiß nicht, ob ich sagen würde Ähnlichkeit . Dass ist ähnlich zueinander und somit eine Ähnlich... oder man benutzt ähnlich, um etwas zu beschreiben was eine Vergleichbarkeit hat.
1741	B1: Vielleicht Aufbau?
1743	I: Ähnlich zu wem?
1744	B2: Ähnlich zu dem Gegenüberstehenden, was man vergleicht.
1745	I: Mach mal ein Beispiel.
1746	B2: Zwei Menschen sind ähnlich zueinander , wenn sie zum Beispiel die gleiche Haarfarbe, Augenfarbe und Hautfarbe haben und gleich groß sind.
1747	I: Zwei verschiedene Sachen, die ähnlich zueinander sind. Zum Beispiel zwei von diesem Romanesco?
1748	B2: Ja.
1750	I: Nehme ich mal einen weg, ist immer noch eine Struktur?
1751	B2: Ja, für sich.

1752	I: Wozu ist der denn dann ähnlich?
1754	B1: Das hat eine Wiedererkennung, dass man... (unterbrochen).
1755	B2: Genau, das ist die in sich wiedererkennende Struktur . Der ist ja nicht nur einfach grün.

Als Gegenteil einer Struktur wird zunächst ein Durcheinander aufgeführt. Dies wird allerdings wieder revidiert und erläutert, dass auch ein Durcheinander über eine Struktur verfüge.

1451	I: Jetzt habt ihr ja alle Bilder zugeordnet. Was wäre denn dann für euch keine Struktur? Was fällt euch ein, was ist keine Struktur?
1452, 1454	B1: Vielleicht das Wort " Durcheinander "... wobei, das ist halt wieder die Interpretationssache. Auch dann kann man ja irgendwas, wenn man sucht, meiner Meinung nach, finden.
1453, 1455	B2: Selbst ein Durcheinander hat eine Struktur . Auch Ihr Bücherregal hat eine Struktur.

Offenbar ist ein Durcheinander aus der Sicht der Befragten keine vollständige Willkürlichkeit. Das Durcheinander scheint in ähnlicher Weise wahrgenommen zu werden wie Unregelmäßigkeit: es handelt sich um eine graduelle Abweichung von einer perfekten Regelmäßigkeit, nicht jedoch um ihr Gegenteil. Hierzu konsistent ist die Tatsache, dass die Befragten als mögliches Gegenteil den Zufall aufführen. Zufall einerseits und ein Durcheinander bzw. Unregelmäßigkeit andererseits unterscheiden sich aus der Sicht der Befragten somit.

1702	I: Was wäre denn für euch das Gegenteil einer Strukturbildung?
1703, 1705	B1: Man kann jetzt ja schlecht sagen, was Unregelmäßiges . Vielleicht lässt sich das Wort Zufall da ganz gut mit reinbringen. Denn wir hatten ja gesagt, auch etwas Unregelmäßiges kann ja trotzdem irgendwo eine Struktur haben. Vielleicht ist deswegen das Wort Zufall ganz gut .
1706	B2: Also eine zufällige Anordnung und Zuordnung von zufälligen Gegenständen , irrelevant, ob es unterschiedlich oder gleich ist.

Weiterhin entscheiden sich die Befragten als weiteres Gegenteil für eine Struktur dafür, dass keine Vergleichbarkeit innerhalb einer Anordnung bzw. einem Aufbau besteht. Das ist konsistent zum vorigen Gegenteil, denn bei einer zufälligen Anordnung von Gegenständen herrscht keine Vergleichbarkeit bzw. Ähnlichkeit mehr.

1728,	I: Das ist ja noch ein neuer Gedanke, dass man die Ebenen unterscheidet. Was
1732	würde man als möglichst passendes Gegenteil von Struktur benennen?
1733	B1: Ich würde mal sagen, keine Wiedererkennung oder Vergleichbarkeit .

Die vielgestaltigen Ideen der Befragten von Strukturen lassen auf weitere Merkmale schließen. Im Zentrum ihrer Erklärungen steht das Konzept der Ähnlichkeit. Dieses tritt im Laufe des Gesprächs als Konkurrent zur Einteilung in regelmäßige und unregelmäßige Strukturen auf. Das Begriffspaar Regelmäßigkeit/Unregelmäßigkeit ist anscheinend zu starr, um damit die Strukturen sinnvoll klassifizieren zu können. Dies ist im Gespräch an der oft wechselnden Einteilung gleicher Strukturen sowie der Mischung beider Begriffe deutlich zu erkennen. Das Konzept der Ähnlichkeit bietet hier eine gewisse begriffliche Breite, damit beide Probanden bei der Auseinandersetzung mit einer konkreten Struktur zu einem Konsens gelangen. Regelmäßigkeit ist in diesem Sinne als maximale Ähnlichkeit zu verstehen. Zunehmende Abweichungen von der Regelmäßigkeit bedeuten einen höheren Grad an Unregelmäßigkeit, was wiederum mit einer geringer werdenden Ähnlichkeit einhergeht. Die Probanden sind sehr tolerant, bis zu welchem Grad an schwindender Ähnlichkeit sie noch von einer Struktur sprechen: sogar ein Durcheinander kann für die Befragten noch als Struktur gelten. Bei einer zufälligen Anordnung ist der Grad allerdings überschritten. Entscheidend ist aus einer weiteren Perspektive, dass noch eine gewisse Vergleichbarkeit innerhalb der Strukturen gegeben sein müsse: eine Anordnung oder ein Aufbau innerhalb der Struktur muss in vergleichbarer, also ähnlicher Form innerhalb der Struktur erneut vorkommen. Etwas Wiederholendes bzw. Wiederkehrendes im räumlichen Sinne wird oft erwähnt.

1561	B2: Also letztlich ist das ja eine Struktur – oder für das Gehirn wird gesagt, es ist eine Struktur – wenn etwas wieder auftritt . Und hier tritt letztlich ja überall irgendwas wieder auf.
1562	B1: Ja, oder wenn man einer Musterung erkennt.
1563	B2: Ein Muster, in dem was wieder auftritt . Also es ist immer wieder etwas Wiederholendes .

1598	I: Was wäre denn jetzt hier? Was wären da Leitfäden, Richtlinien?
1599	B2: Die Wolke.
1600	B1: Dass man eine ähnliche Form in allem erkennt und es damit wie eine Art... Wir haben es jetzt als unregelmäßig eingestuft... aber vielleicht trotzdem wie eine Art Wiederholung oder Regelmäßigkeit aussehen lässt.
1601	B2: Ja, eine Wiederholung , also etwas Wiederkehrendes .

1757	B1: Ich würde deswegen das Wort Aufbau vielleicht mit reinwerfen.
1758	I: Kannst du das noch ein bisschen näher ausführen?
1759	B1: Wenn man das hinterfragt, dass irgendwo eine Wiedererkennung ist, von der ggf. Anordnung oder von einer Ähnlichkeit. Welches Wort hatte ich jetzt?
1760	I: Aufbau.
1761, 1763, 1765	B1: Aufbau, ja richtig (lacht). Das ist ja bei diesem Gemüse ähnlich aufgebaut, also dass da halt schon Unterschiede sind, dass es unregelmäßig ist. Dass ja kein Huggel so aussieht wie der andere. Aber er ist trotzdem ähnlich aufgebaut. Dass die im Prinzip schon alle hervorstechen dadurch, dass es halt Huggel sind und solche kleinen Punkte noch hatten. Und dadurch sind sie ja schon ähnlich aufgebaut.
1766	B2: Ein vorkommendes Motiv wird wiederholt.

Daraus lassen sich zwei zusammenhängende Merkmale einer Struktur ableiten: Innerhalb einer Struktur muss ein gewisses Maß an Ähnlichkeit vorzufinden sein. Diese ist gegeben, falls sich die Teile einer Struktur innerhalb derselben mindestens in ähnlicher Weise wiederholen bzw. wiederkehren. Zufälligkeit darf nicht vorherrschen.

Tab. 30: Kategorie J5A-SR-M1 zu den Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Strukturen sind in sich und zu anderen Strukturen derselben Klasse ähnlich, also Teile der Struktur kehren in ähnlicher Form wieder, es herrscht kein zufälliger Aufbau.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten bei Strukturen von Ähnlichkeit in sich und von Ähnlichkeit der Struktur mit denjenigen Strukturen derselben Klasse sprechen. Dazu zählt auch, wenn die Befragten Strukturen als etwas sich Wiederholendes und Wiederkehrendes beschreiben. Sie wird außerdem kodiert, wenn die Befragten mit Blick auf das Gegenteil von Zufälligkeit im Aufbau sprechen.
Ankerbeispiele	„Und es ist nicht direkt eine Regelmäßigkeit zu erkennen, aber halt eine Ähnlichkeit der einzelnen Dinge.“ (J5A, P. 1235, 1237) „Ein Muster, in dem was wieder auftritt. Also es ist immer wieder etwas Wiederholendes.“ (J5A, P. 1563)
Kodierte Textpassagen	J5A, P. 1220, 1235, 1237, 1240, 1344, 1345, 1399, 1419, 1421, 1561, 1563, 1600, 1601, 1703, 1705, 1706, 1740, 1742, 1744, 1746, 1751, 1766

Weil beim Betrachten einer Struktur Ähnlichkeiten erkannt werden müssen, ist das Merkmal der Ähnlichkeit aus der Sicht der Befragten stark mit einer Wiedererkennbarkeit verknüpft. Das Individuum selbst muss die Ähnlichkeit innerhalb einer Struktur wiedererkennen. Die Befragten sprechen diesbezüglich von einem Interpretationsanteil des Individuums, das die fragliche Struktur beurteilt. So sei es das Gehirn, das sage, es handele sich um eine Struktur, wenn etwas wieder auftrete oder sich eine Musterung erkennen ließe.

- 1560 B1: Ich finde, man kann das wieder unterscheiden, einmal ins Regelmäßige und einmal ins Unregelmäßige. Und wir sollten das Wort "Gleichmäßigkeit" und "Anordnung" irgendwie verwenden. Dass eine Struktur, entweder etwas Regelmäßiges oder etwas Unregelmäßiges sein kann, das man selbst auch interpretieren kann, wenn etwas strukturiert ist: **Wiedererkennbar**, das ist ganz gut vielleicht.
- 1561 B2: Also letztlich ist das ja eine Struktur – oder **für das Gehirn wird gesagt**, es ist eine Struktur – wenn etwas wieder auftritt. Und hier **tritt** letztlich ja **überall irgendwas wieder auf**.
- 1562 B1: Ja, oder wenn man eine Musterung **erkennt**.

Auch an anderer Stelle wird im Gespräch unterstrichen, dass dann eine Struktur vorliege, wenn sich etwas wiedererkennen ließe.

- 1721 B1: Ich glaub, **Struktur ist es, wenn man irgendetwas wiedererkennt** und hier **erkennt man ja was wieder**.
- 1722 B2: Genau, also wenn man da jetzt einfach nur ganz stumpf irgendwas nicht Gleiches nebeneinanderstellen würde, aber nur einmal, sodass es nicht wiederkehrend ist.

Konsistent hierzu wird als weiteres Gegenteil für eine Struktur der Zustand ausgewählt, in dem keine Wiedererkennung mehr möglich ist.

- 1728, 1732 I: Das ist ja noch ein neuer Gedanke, dass man die Ebenen unterscheidet. Was würde man als möglichst passendes Gegenteil von Struktur benennen?
- 1733 B1: Ich würde mal sagen, **keine Wiedererkennung** oder Vergleichbarkeit.

Aus den dargelegten Auszügen des Transkripts lässt sich als weiteres Merkmal einer Struktur die Tatsache rekonstruieren, dass eine Struktur im Betrachtenden Individuum – durch ihre Ähnlichkeit infolge wiederkehrender Elemente – einen Prozess der Wiedererkennung auslöst. Das zeigt abermals die Notwendigkeit zwischen einer konkreten Struktur und einer Strukturklasse zu unterscheiden. Sind zwei Strukturen ähnlich zueinander, dann gehören sie zu derselben Klasse. Erst wenn das Individuum die Ähnlichkeit wiedererkennt, wird die Struktur als Stellvertreter für eine Klasse wahrgenommen. Beispielsweise werden verschiedene Formen auf einem Blatt Papier als Mandala erkannt, obwohl andere Mandalas im Detail aus anderen Formen bestehen. Strukturen fungieren daher als Erkennungsmerkmal, denn sie aktivieren im Individuum mehr als nur die bloße Wahrnehmung eines räumlichen Aufbaus.

Tab. 31: Kategorie J5A-SR-M2 zu Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Strukturen fungieren als Erkennungsmerkmal für eine übergeordnete Strukturklasse.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten erläutern, dass Strukturen Menschen anregen, etwas wiederzuerkennen. Sie wird ebenfalls kodiert, wenn mit Blick auf das Gegenteil verdeutlicht wird, dass keine Vergleichbarkeit oder Wiedererkennbarkeit besteht.
Ankerbeispiel	„Ich glaub, Struktur ist es, wenn man irgendetwas wiedererkennt [...]“ (J5A, P. 1721)
Kodierte Textpassagen	J5A, P. 1560, 1561, 1562, 1721, 1733

Besonders bemerkenswert ist, dass im Laufe des Gesprächs von den Befragten deutlich gemacht wird, dass sich Ähnlichkeiten, die in Folge wiederkehrender Teilelemente wiedererkannt werden, auf unterschiedlichen Ebenen zeigen können. Dies machen die Befragten am Beispiel eines Bücherregals deutlich. Als Möglichkeiten für Strukturen im Bücherregal nennen sie die Abfolge der Buchfarben, der Buchthemen und auch der Buchgröße. Ferner werden auch getrennte Bereiche für Bücher und für Zeitschriften als Struktur aufgefasst. Und sogar der Abstand der einzelnen Regalbretter ist für den Probanden bereits eine Struktur.

1460,	I: Ok, reden wir mal kurz über das Bücherregal. Du hast jetzt gerade gelacht.
1462	Warum hast du gelacht?
1463	B1: Ich weiß jetzt nicht genau, was für Bücher das sind, ob die sortiert sind nach irgendetwas.
1464	B2: Nein!
1465	B1: Auf der einen Seite ist die Struktur allein dadurch, dass der Abstand der einzelnen Regalbretter regelmäßig aussieht. Das könnte für mich schon eine Struktur sein.
1466	B2: Genau.
1467,	B1: Aber auf der anderen Seite hätte man die Bücher auch nach Farben strukturieren können. Man könnte sie nach Themen sortieren. Strukturieren ist teilweise auch was mit Sortierung. Und dementsprechend ist das wieder eine Interpretationssache, ob man sagt, das ist strukturiert oder nicht strukturiert. Oder, dass man die nach der Größe anordnet oder irgendetwas macht oder nach Farben sortiert.
1469,	
1471	
1472	B2: Also die Bücher sind definitiv nicht sortiert.
1473	B1: Vielleicht sind sie nach Themen sortiert. Das sieht man von außen jetzt ja nicht. Aber so auf den ersten Blick?
1474,	B2: Nicht wirklich. Also da steht Mathe neben Biologie und Chemie neben

1476	Mathe.
1477	B1: Meine Brille ist leider zu schlecht dafür. Aber von hier sah es ganz gut eigentlich aus.
1480, 1482	B2: Aber, zum Beispiel ganz oben sind ja Magazine bzw. Taschenbücher bzw. nicht fest gebundene.
1483	I: Was ist mit denen?
1484, 1486	B2: Somit ist es schon wieder in sich eine Struktur und da steht kein einzelnes Magazin einzeln. Die habe alle so ihre Dinger da.
1487	I: Behälter?
1488	B2: Ja.
1489	I: Und du meinst, es ist eine Struktur, weil hier die Zeitschriften stehen und hier die Bücher?
1490	B1: Als Beispiel. Das ist wieder die Interpretationssache.
1491	B2: Genau.
1492	I: Was man persönlich als Struktur empfindet oder nicht als Struktur?
1493	B2: Für mich persönlich ist das strukturierter, wenn die Magazine nicht unbedingt in dem gleichen Fach sind wie die Bücher. Obwohl da auch zwei Magazine neben dem Tafelwerk stehen. Das rote Tafelwerk.
1505	B1: Ok, ich glaub es ist nicht strukturiert (lacht).

Die Berücksichtigung unterschiedlicher Ebenen erfolgt auch im späteren Gesprächsverlauf, als die Aufgabe gestellt wird, jemand anderem zu erklären, was eine Strukturbildung ist. Diesbezüglich sprechen sie von einer ähnlichen Anordnung auf verschiedenen Ebenen, z. B. in Form oder Material.

1767	I: Jetzt kommt sozusagen die schwierigste Aufgabe am Ende: Wie würdest du jemandem anderen erklären, was eine Strukturbildung ist? Oder wie würdet ihr eine Strukturbildung definieren?
1768	B2: In sich ist es ja eine ähnliche Anordnung auf verschiedenen Ebenen in Form, Material... also auch wieder in verschiedenen Ebenen zueinander ähnlich in sich und zu anderen.

Hierzu konsistent ist ebenfalls die Formulierung eines ihrer Gegenteile. Diesbezüglich sprechen sie u. a. vom Zufall. Sie ergänzen allerdings, dass der Zufall auf allen Ebenen auftreten müsse. Dies machen sie am Beispiel der Sandrippel in Bild 5 fest. Sie erklären, dass bei den Rippeln nur auf einer bestimmten Ebene Zufall herrsche, auf anderen Ebenen

nicht. Deshalb könne man auf einer bestimmten Ebene vom Zufall sprechen und die Rippel dennoch als Struktur bezeichnen. Daher antworten sie auf die Frage, ob Rippel zufällig seien, mit einer Mischform von ja und nein („jein“). Es sei keine Struktur mehr vorhanden, wenn auf jeder Ebene Zufall herrsche, also bezüglich Farbe etc.

1702	I: Was wäre denn für euch das Gegenteil einer Strukturbildung?
1703, 1705	B1: Man kann jetzt ja schlecht sagen, was Unregelmäßiges. Vielleicht lässt sich das Wort Zufall da ganz gut mit reinbringen. Denn wir hatten ja gesagt, auch etwas Unregelmäßiges kann ja trotzdem irgendwo eine Struktur haben. Vielleicht ist deswegen das Wort Zufall ganz gut.
1706	B2: Also eine zufällige Anordnung und Zuordnung von zufälligen Gegenständen, irrelevant, ob es unterschiedlich oder gleich ist.
1707, 1711	I: Wie ist denn das hier mit dem Bild 5? Ist das zufällig?
1712	B1: Ja, das Wasser hat sich ja da nicht gedacht: So hätte ich es gern, sondern...
1713	I: Das ist zufällig?
1714, 1716	B2: Jein. Das ist eine zufällige Anordnung mit dem gleichen Material. Auf gleicher Ebene.
1717	I: Moment, da ist doch jetzt ein Widerspruch. Gerade eben wurde gesagt, das Gegenteil von einer Struktur ist Zufall. Jetzt sagt man das ist ein Zufall bei Bild 5. Aber wir haben ja gesagt, das ist eine Struktur.
1718	B2: Naja, der Zufall muss auf allen Ebenen sein und nicht nur auf einer.
1719	I: Das versteh ich noch nicht ganz. Kannst du das nochmal genauer erklären?
1720	B2: Letztlich eine zufällige Anordnung oder Zuordnung von Gegenständen, Farbe oder sowieso... egal.

Dass sich eine Struktur auf verschiedenen Ebenen erkennen lässt, wird auch bei der Besprechung des Logos von Annette deutlich. Dort betont der Befragte, dass im Logo Balken zu erkennen seien, die die gleiche Form, die gleiche Größe und die gleiche Farbe besitzen. Als der Interviewende fragt, ob es sich bei der Veränderung der Balkengröße immer noch um eine Struktur handle, wird dies bejaht. Der Befragte verweist auf die dann immer noch bestehende gleichmäßige Farbabfolge, welche die Struktur ausmache.

1679, 1681	B2: Mittendrin ist sozusagen einfach eine bestimmte Struktur. Und außen rum ist das gleiche Muster. Also es sind jeweils links und rechts fünf Balken, die aber mit den gleichen Farben angemalt sind auf beiden Seiten. Und auch in der gleichen Reihenfolge . Und oben und unten ist das einmal eingerahmt mit
---------------	--

	rot, also zwei roten Balken. Und auch darüber einfach weiß. Aber alles ist gleichbleibend, also in der gleichen Struktur, gleiche Größe usw.
1682	I: Ja, aber dieser Strich hier, der ist jetzt etwas länger als der da.
1683, 1685, 1687	B2: Das ist nur angedeutet. Das wäre noch nicht fertig.
1688	I: Ich frag mich grade, bis zu welchem Grad das noch eine Struktur ist?
1689	B2: Ja, es ist letztlich eine Struktur.
1690	B1: Das ist wieder eine Interpretationssache, wie man das hinterfragen möchte.
1691	B2: Wenn man beides jetzt ganz klein machen würde, wäre es immer noch eine Struktur.
1692	I: Und wenn man eins ganz klein macht?
1693	B2: Es ist angedeutet, dass es genau die gleiche Farbe hat.
1694	I: Ah, das heißt, du hast eine gewisse Toleranz, weil du das angedeutet hast?
1695	B2: Joa.
1696	I: Was ist denn, wenn ich jetzt hier die Farben umtausche?
1697	B2: Dann ist es eine unregelmäßige Struktur.
1698, 1700	B1: Wobei man das dann wieder darauf beziehen könnte..., wenn man die Farben weglässt, hat es ja immer noch die Form. Also, das ist wieder, wie man das hinterfragen möchte.
1701	B2: Genau, das ist die Interpretationssache.

Als weiteres Merkmal einer Struktur lässt sich rekonstruieren, dass sich die Teilelemente einer Struktur auf unterschiedlichen Ebenen wiedererkennen lassen. Die Befragten verbinden Strukturen mit einer Sortierung und nennen die Ebenen Farbe, Größe, Form, Material etc. Unterschiede und Abfolgen in eben jenen Ebenen können daher als Strukturen wahrgenommen werden. Solche Sortierungen sind konsistent zu den bisherigen Merkmalen, denn die Sortierungen müssen nicht vollständig perfekt, sondern lediglich ähnlich sein.

Tab. 32: Kategorie J5A-SR-M3 zu Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Strukturen konstituieren sich auf verschiedenen Ebenen: Material, Größe, Form, Farbe etc.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten deutlich machen, dass sich Strukturen auf verschiedenen Ebenen gründen können, dass also ein Aufbau durch eine Abfolge von Farben, Materialsorten, Größe oder auch Formen von Objekten etc. zu einer Struktur wird. Sie wird auch kodiert, wenn mit Blick auf das Gegenteil verdeutlicht wird, dass sich ein zufälliger Aufbau auf eben jenen Ebenen darstellen muss.
Ankerbeispiele	„Aber auf der anderen Seite hätte man die Bücher auch nach Farben strukturieren können. Man könnte sie nach Themen sortieren.“ (J5A, P. 1467, 1469, 1471) „In sich ist es ja eine ähnliche Anordnung auf verschiedenen Ebenen in Form, Material... also auch wieder in verschiedenen Ebenen zueinander ähnlich in sich und zu anderen.“ (J5A, P. 1768)
Kodierte Textpassagen	J5A, P. 1463, 1465, 1467, 1469, 1471, 1473, 1480, 1484, 1486, 1493, 1679, 1681, 1691, 1693, 1698, 1700, 1718, 1720, 1714, 1716, 1768

Dieser Zwischenstand der rekonstruierten Begriffsbildung ist konsistent zu der Erklärung, die die Befragten am Ende des Interviews darlegen. Dort sprechen sie mit Blick auf Strukturen von einer ähnlichen Anordnung auf verschiedenen Ebenen und von einer wiedererkennbaren Ähnlichkeit.

1767	I: Jetzt kommt sozusagen die schwierigste Aufgabe am Ende: Wie würdest du jemandem anderen erklären, was eine Strukturbildung ist? Oder wie würdet ihr eine Strukturbildung definieren?
1768	B2: In sich ist es ja eine ähnliche Anordnung auf verschiedenen Ebenen in Form, Material... also auch wieder in verschiedenen Ebenen zueinander ähnlich in sich und zu anderen.
1770	I: Stimmst du zu oder möchtest du noch etwas hinzufügen?
1771	B1: Ja, wie gesagt, dass es eine Wiedererkennung ja irgendwo ist, wenn man da...
1772	B2: Eine wiedererkennbare Ähnlichkeit.
1773	B1: Ja, das würde ich vielleicht noch mit reinbringen.

Neben diesen Aspekten, die den räumlichen Charakter von Strukturen näher spezifizieren, gibt es noch eine weitere Spezifizierung mit Blick auf die Entstehung solcher Strukturen. Die Befragten unterscheiden zwischen Strukturen, die durch einen direkten menschlichen Einfluss entstanden sind und Strukturen, die durch einen minimalen menschlichen Einfluss entstanden sind. Dies begründen sie damit, dass der Mensch durch sein Wirken auf der Erde, z. B. den CO₂-Ausstoß, auch auf alle natürlichen Strukturen

einen Einfluss ausübt. Die beiden Kategorien unterscheiden sich im Wesentlichen dadurch, dass Strukturen mit einem direkten menschlichen Einfluss gewollt sind, die anderen jedoch nicht.

1256	I: Ich fand spannend, was du gesagt hast. Du meintest grade, da sei bei einigen etwas gewollt und einmal nicht gewollt.
1257	B2: Ja, das ist ja von Menschen gewollt , dass es so ist.
1259	B1: Hier ja natürlich auch.
1260, 1264	B2: Das natürlich auch, aber das hat ja kein Mensch gemacht . Und das ja auch nicht.
1265	I: Du hast dich dran gestoßen zu sagen, dass das eine Struktur ist oder Muster. Macht das für dich einen Unterschied? Kann ein Muster auch von Menschen gemacht sein? Oder von der Natur?
1266	B2: Ja, der Mensch geht nach 'nem bestimmten Muster vor , aber...
1269	I: Welche wären jetzt vom Menschen zum Beispiel gemacht?
1271	B1: Ja, Bild 12 und 22.
1272	I: 12, das sind ja diese kleinen Sandhäufchen. Und 22...
1273	B2: (lacht) die sind mit Eimerchen gemacht.
1279	I: Und die (zeigt auf andere Bilder) ist nicht vom Menschen gemacht.
1280	B2: Indirekt .
1281	I: Wieso indirekt?
1283	B2: Wegen CO2 und so, wenn man das jetzt darauf...
1284	I: Das CO2?
1285, 1287	B2: Nein, aber die Wolken oder generell unser ganzes System hat ja auch damit zu tun, dass wir darin leben. Also ohne uns würde es ja auch laufen natürlich, es hat ja auch schon ohne uns funktioniert, aber wir beeinflussen das Ganze. Von daher ist es indirekt, aber das würden wir damit ja auch beeinflussen... und das auch.
1288	I: Und das?
1290	B2: Wurde das gezüchtet oder besteht das schon seit immer?
1291	I: Nehmen wir mal an, der besteht einfach schon seit immer.
1292	B2: (lacht) dann haben wir den leicht beeinflusst am Ende .

1422, 1424	B1: Das ist ja auch wieder gleich aufgebaut. Bild 20 könnte man wieder mit Bild 5 vergleichen. Das ist da vom Wasser eine Musterung oder strukturiert, aber das ist halt auch unregelmäßig bzw. nicht gewollt ist. Also legen wir den wieder dazu? Willst du hier was sagen?
1425	B2: Wenn man jetzt das Holz nimmt oder den komischen Kreisel?
1426	B1: Kreisel (unv.).
1427	B2: Also der Kreisel ist ja auch gewollt . Hat bestimmt auch eine gleiche Musterung da drauf. Das sieht man ja nicht.

Entsprechend nutzen sie diese Kategorisierung auch bei der Zuordnung der Bilder zum Begriff Struktur. Sie unterscheiden zwischen Strukturen mit direktem bzw. indirekten Einfluss des Menschen.

1309	B1: Das wären wieder unsere A/B-Kategorien (lacht).
1311	I: Menschengemacht und nicht me... (unterbrochen)
1312	B2: Genau.
1314	B1: Könnte man.
1315	B2: Mit direktem Einfluss von Menschen und indirektem, oder Minimal-einfluss.

Darüber hinaus verbinden sie Strukturen, die durch einen direkten menschlichen Einfluss entstanden sind, mit Regeln, einer Leitlinie oder Richtlinie. Dies machen sie zunächst am Beispiel des Verkehrs fest, der auch als Struktur angesehen wird. Es wird aber auch angemerkt, dass solche Regeln definitiv vom Menschen stammen und sich dieses Prinzip nur sehr schwierig auf andere Strukturen in der Natur – also jene mit indirektem menschlichem Einfluss – übertragen lässt.

1583	B1: Eigentlich denk ich da zuerst an so drei Sachen. Einmal an eine strukturierte Arbeitsweise, ein strukturiertes Buch, also irgendwas auf Literatur oder Ähnliches bezogen. Dann tatsächlich auch strukturierten Verkehr oder so, Struktur hat vielleicht auch was mit Regeln zu tun. Und als Drittes an ein Muster, das auch irgendwie eine schöne Struktur hat.
1585	I: Was meinst du mit Regeln?
1586	B1: Wenn man das jetzt auf den Verkehr bezieht und sagt, dass ist ein strukturierter Verkehr oder eine strukturierte Kreuzung. Dass da klare Regeln herrschen und das somit auch diese Regelmäßigkeit

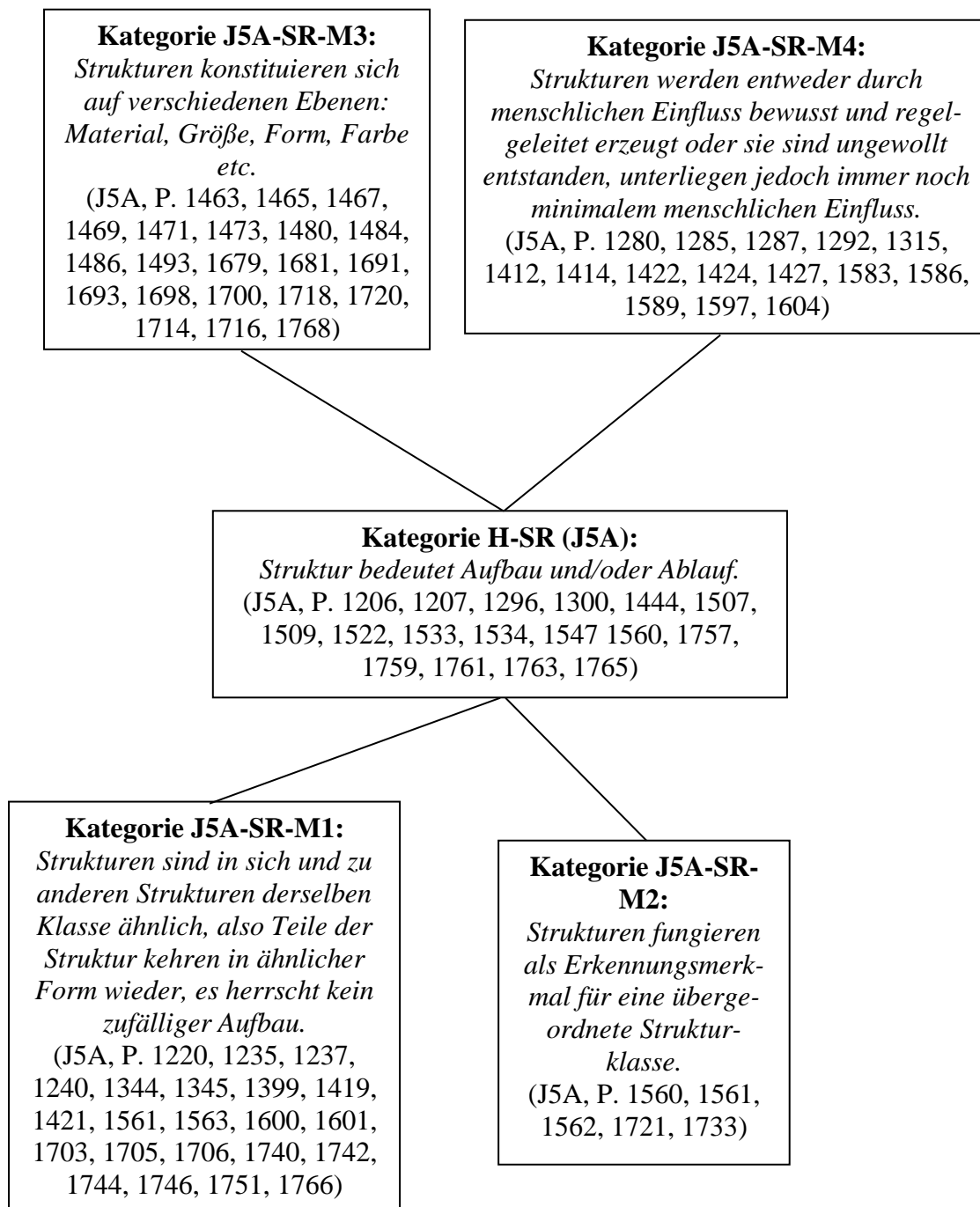
	widergibt. Das halt, ich will jetzt nicht sagen: "alles korrekt abläuft", das kann man ja so nicht verallgemeinern...
1587	I: Könnte man den Begriff Regeln hier auch irgendwo drauf anwenden.
1588	B1: Regeln klingt immer so hart.
1589	B2: Nicht Regeln, sondern vielleicht ein Leitfaden oder eine Leitlinie oder eine Richtlinie.
1590	B1: Ja, Richtlinie ist gut.
1591	B2: Auf jeden Fall etwas, an das sich in manchen Fällen indirekt gehalten wird und in manchen Fällen auch ziemlich direkt.
1592	I: Macht das mal an einem Beispiel fest, an einem Bild. Das kann ich mir noch nicht ganz genau vorstellen. Was ist da jetzt eine Richtlinie?
1593	B2: Das sind alles runde Töpfe.
1594	I: Dass es alles runde Töpfe sind? Das wäre die Richtlinie?
1595	B2: Ja, es ist kein quadratischer Topf gewesen.
1596	I: Ok, das ist ja ein von Menschen gemachtes Konstrukt in Bild 11.
1597	B1: Das wollte ich gerade sagen, ich glaub, das lässt sich schwer auf die Natur beziehen.
1598	I: Was wäre denn jetzt hier? Was wären da Leitfäden, Richtlinien?
1599	B2: Die Wolke.
1600	B1: Dass man eine ähnliche Form in allem erkennt und es damit wie eine Art... Wir haben es jetzt als unregelmäßig eingestuft... aber vielleicht trotzdem wie eine Art Wiederholung oder Regelmäßigkeit aussehen lässt.
1601	B2: Ja, eine Wiederholung, also etwas Wiederkehrendes.
1602	I: Gibt es da irgendwelche Regeln im Hintergrund, die man sich vorstellen könnte?
1603, 1605	B1: Ne, eben nicht, deswegen. Also wenn man jetzt eine Struktur auf etwas bezieht, das ein Mensch... dass sich das auf die Natur so übertragen lässt, dass da eine Regel hinter steckt.
1604	B2: Also Regeln ist definitiv von Menschen gemacht.

Aus den Äußerungen der Befragten lässt sich rekonstruieren, dass sie zwischen Strukturen mit direktem und indirektem menschlichem Einfluss unterscheiden. Erstere sind gewollt und daher an Regeln, Leitlinien und Richtlinien geknüpft. Jene mit indirektem Einfluss sind ungewollt.

Tab. 33: Kategorie J5A-SR-M4 zu Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Strukturen werden entweder durch menschlichen Einfluss bewusst und regelgeleitet erzeugt worden oder sie sind ungewollt entstanden, unterliegen jedoch immer noch minimalem menschlichen Einfluss.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten zwischen zwei Qualitäten von Strukturen unterscheiden. Hierbei handelt es sich um bewusst erzeugte, regelgeleitete menschliche Strukturen und um Strukturen, die ungewollt entstanden sind. Letztere unterliegen jedoch immer noch einem minimalen, indirekten menschlichen Einfluss, da dessen Wirken sich auf die gesamte Natur erstreckt.
Ankerbeispiele	„Mit direktem Einfluss von Menschen und indirektem, oder Minmaleinfluss.“ (J5A, P. 1315) „[...] generell unser ganzes System hat ja auch damit zu tun, dass wir darin leben. Also ohne uns würde es ja auch laufen natürlich, es hat ja auch schon ohne uns funktioniert, aber wir beeinflussen das Ganze.“ (J5A, P. 1285, 1287)
Kodierte Textpassagen	J5A, P. 1280, 1285, 1287, 1292, 1315, 1412, 1414, 1422, 1424, 1427, 1583, 1586, 1589, 1597, 1604

Als Zusammenfassung dieser Analyse werden die gebildeten Kategorien in einem Netzwerk um die Hauptkategorie angeordnet. Dadurch entsteht das folgende Merkmalnetzwerk des Strukturbegriffs im Interview J5A.



b) Prototypen

Als der Begriff Struktur vom Interviewenden vorgegeben wird, verdeutlichen die Befragten ihre diesbezüglichen Gedanken mit Bildern, die Strukturen im Sand zeigen, und mit einem Bild, das ein Fliesenmuster, ein Mosaik, darstellt.

1318, 1322	I: Ich würde auch mal einen Begriff vorgeben und ich habe mir tatsächlich Strukturbildung überlegt. Wie klingt das für euch?
1327, 1329	B1: Ich finde, das kann man in zwei Bereiche unterteilen. Einmal etwas Regelmäßiges und einmal in etwas Unregelmäßiges. Bei dem Bild Nr.12 hat sich ja jemand was gesagt, also es ist immer ein großer Sandhaufen, dann drei kleine sind zu erkennen und dann wieder ein Größerer. Das ist ja eine Regelmäßigkeit. Das nenn ich jetzt eine regelmäßige Struktur.
1328, 1330	B2: Genau, und bei Bild 22 hat sich auch jemand was bei gedacht und hat gesagt, der ordnet das genau nach dieser Struktur an.
1332	B1: Und wenn wir jetzt aber beispielsweise Bild 5 haben, das ist ja nichts Gleichmäßiges. Aber es hat trotzdem eine Struktur bzw. ich nenne es in dem Fall jetzt mal Muster, ein festes Muster. Aber halt nichts Regelmäßiges.

Ferner werden Blumen, Wolken, Zebrastreifen und auch die Jahresringe eines Baumes als Beispiele für Strukturen herangezogen.

1366	I: Wie ist das denn hier? Regelmäßig oder unregelmäßig?
1367	B2: Unregelmäßig.
1368	B1: Ich hätte jetzt fast regelmäßig gesagt.
1369	I: Dann erklärt mal.
1370, 1372	B2: Ja, es fängt ja komisch an und dann...regelmäßig.
1371, 1373, 1375	B1: Obwohl, nein, eigentlich ist auch eher unregelmäßig, weil das Ding ist: Die Natur ist nie exakt oder zu 100 Prozent – also was das jetzt betrifft: so eine Art Muster oder Struktur – regelmäßig. Auch jede Blume sieht anders aus. Und hier sieht auch jeder Huggel anders aus. Dementsprechend ist es schon regelmäßig, das ist ja eine zufällige Regelmäßigkeit, würde ich jetzt fast sagen. Dass die Wolken alle eine ähnliche Form und dadurch dieses Phänomen auftritt.
1399	B2: Man findet immer eine Ähnlichkeit oder Struktur. Auch bei dem Zebra findet man eine Struktur: Da sind alles weiße und schwarze Streifen.
1401	B2: Das auch. Das hat auch alles eine Struktur. Die sind alle gleich aufgebaut.

- | | |
|------|---|
| 1532 | I: Ach, du meinst, wenn man Holz schlägt? |
| 1533 | B2: Die Ringe , diese Jahresringe (überlappend) |

Die Befragten sprechen außerdem von den Köpfen des Grases, die eine Struktur aufweisen. Damit ist ein auf den Bildern dargestelltes Kornfeld gemeint. Zwischen den Gräsern sind die Ähren des Korns zu erkennen, die für die Befragten als Struktur gelten.

- | | |
|---------------|---|
| 1413,
1415 | I: Und was ist da ähnlich? Was ist die Struktur daran? |
| 1419,
1421 | B2: Ja, diese Köpfe , sag ich mal. Dieses Gras hat ja alles eine ähnliche Struktur in sich. |

Auch in ihrem unmittelbaren Umfeld entdecken die Befragten Strukturen. Da das Interview in einem Büro stattfindet, befinden sich Bücherregale in unmittelbarer Nähe. Die Befragten geben an, dass das Bücherregal eine Struktur aufweise.

- | | |
|---------------|--|
| 1453,
1455 | B2: Selbst ein Durcheinander hat eine Struktur. Auch Ihr Bücherregal hat eine Struktur. |
| 1456 | B1: Findst du (lacht)? |
| 1457,
1459 | B2: In sich. Ja, das obere Fach hat eine Struktur. |

Und auch ein jedes Buch für sich genommen sei strukturiert, da es über eine gewisse, wiederkehrende Kapitelfolge verfüge.

- | | |
|---------------|---|
| 1552,
1556 | B2: Also letztlich ist immer eine Struktur vorhanden. Wenn man ein Buch aufschlägt, ist es immer nach einer Struktur aufgebaut. Es hat immer ein Kapitel vorne, Seitenzahlen usw. Aber, wenn man sich mit (lacht) Holz oder Bäumen auskennen würde, findet man natürlich schneller als wir jetzt eine Struktur oder eine Regelmäßigkeit oder eine Gleichmäßigkeit. Es kommt drauf an, wie sehr man da jetzt das Auge für spezialisiert hat oder wo man jetzt die Sicht oder Punkt drauflegt. |
|---------------|---|

Zusammenfassend geben Bernd und Annette an, dass sie bei Strukturen an eine strukturierte Arbeitsweise denken, an ein strukturiertes Buch oder auch an den Verkehr, weil letzterer etwas mit Regeln zu tun habe.

- | | |
|------|---|
| 1582 | I: Wenn ich Struktur sage, was kommt euch als Erstes in den Sinn? Was ist für |
|------|---|

euch die Struktur schlechthin?

- 1583 B1: Eigentlich denk ich da zuerst an so drei Sachen. Einmal an eine **strukturierte Arbeitsweise, ein strukturiertes Buch**, also irgendwas auf Literatur oder Ähnliches bezogen. Dann tatsächlich auch **strukturierten Verkehr** oder so, Struktur hat vielleicht auch was mit Regeln zu tun. Und als Drittes an ein Muster, das auch irgendwie eine schöne Struktur hat.

Beim Zeichnen des Logos wird eine Mauer gewählt. Eine Mauer besitze aus Sicht der Befragten eine deutliche Struktur, wegen der Regelmäßigkeit der Mauerelemente.

- 1658 I: Begründe mal dein Logo.

- 1659 B1: Ich habe eine **Mauer** gemalt und darauf einfach das Wort "Struktur" geschrieben. **Ich dachte, dass die Mauer sehr gut passt**, weil in der Regel eine Mauer auch regelmäßig angeordnet ist und wir hatten ja gerade schon benannt, dass es einmal Struktur im Sinne von Regelmäßigkeit und Unregelmäßigkeit gibt. Aber dass man, wenn man das Wort das erste Mal hört, schon an eine Regelmäßigkeit denkt irgendwie. Und ich hatte zuerst überlegt, auch ein Muster zu malen, aber ich kann leider nicht so gut malen, deswegen find ich die Mauer auch passend, dass man da trotzdem die Regelmäßigkeit der Anordnung einer Struktur erkennt.

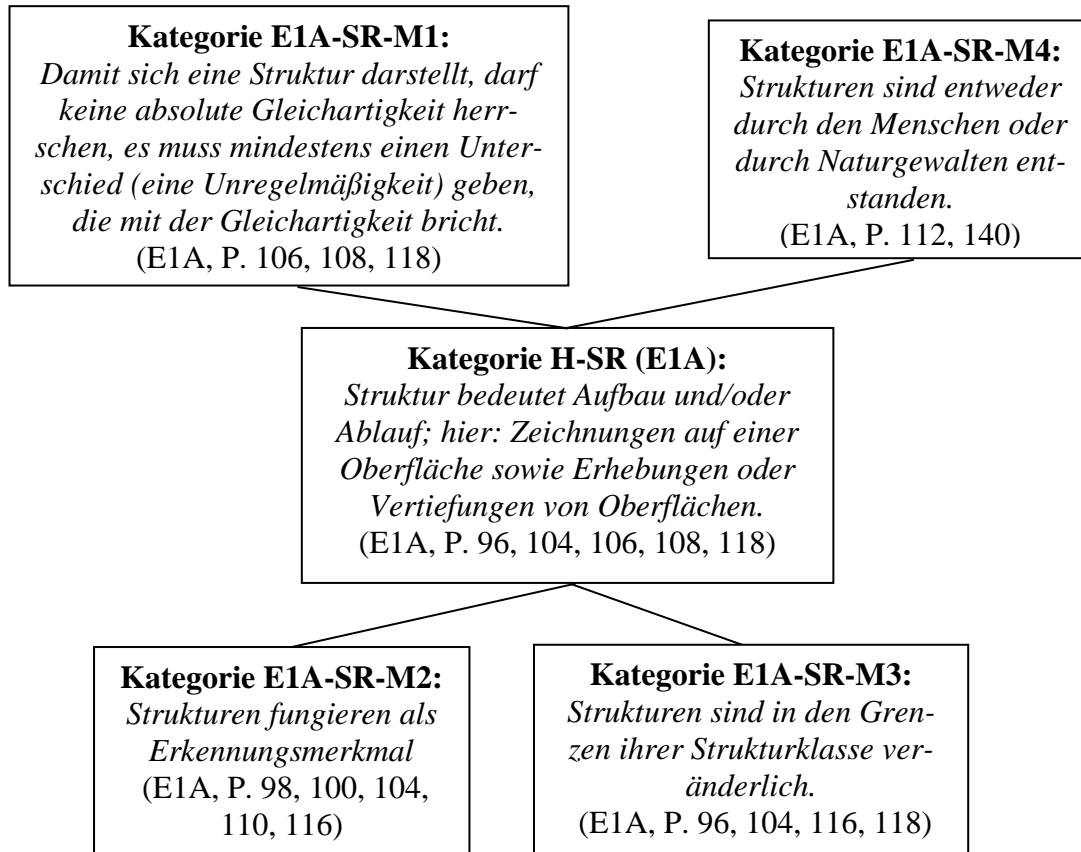
Auf Basis der dargelegten Textpassagen lassen sich die folgenden Prototypen im Interview J5A kategorisieren.

Tab. 34: Kategorie J5A-SR-P zu Prototypen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strukturen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strukturen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strukturen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Auch Ihr Bücherregal hat eine Struktur.“ (J5A, P. 1453, 1455)		
Kodierte Subkategorien	J5A-SR-P1	Sandburg	J5A, P. 1327, 1329
	J5A-SR-P2	Rippel	J5A, P. 1332
	J5A-SR-P3	Fliesenmosaik	J5A, P. 1328, 1330
	J5A-SR-P3	Wolken	J5A, P. 1371, 1373, 1375
	J5A-SR-P4	Blume	J5A, P. 1371, 1373, 1375
	J5A-SR-P5	Jahresringe	J5A, P. 1533
	J5A-SR-P6	Ähren	J5A, P. 1419, 1421
	J5A-SR-P7	Bücherregal	J5A, P. 1453, 1455
	J5A-SR-P8	Buch	J5A, P. 1552, 1556, 1583
	J5A-SR-P9	Verkehr	J5A, P. 1583
	J5A-SR-P10	Arbeitsablauf	J5A, P. 1583
	J5A-SR-P11	Mauer	J5A, P. 1659

14.4.2.1.2 Interview E1A: Analyseergebnisse.

a) Merkmale



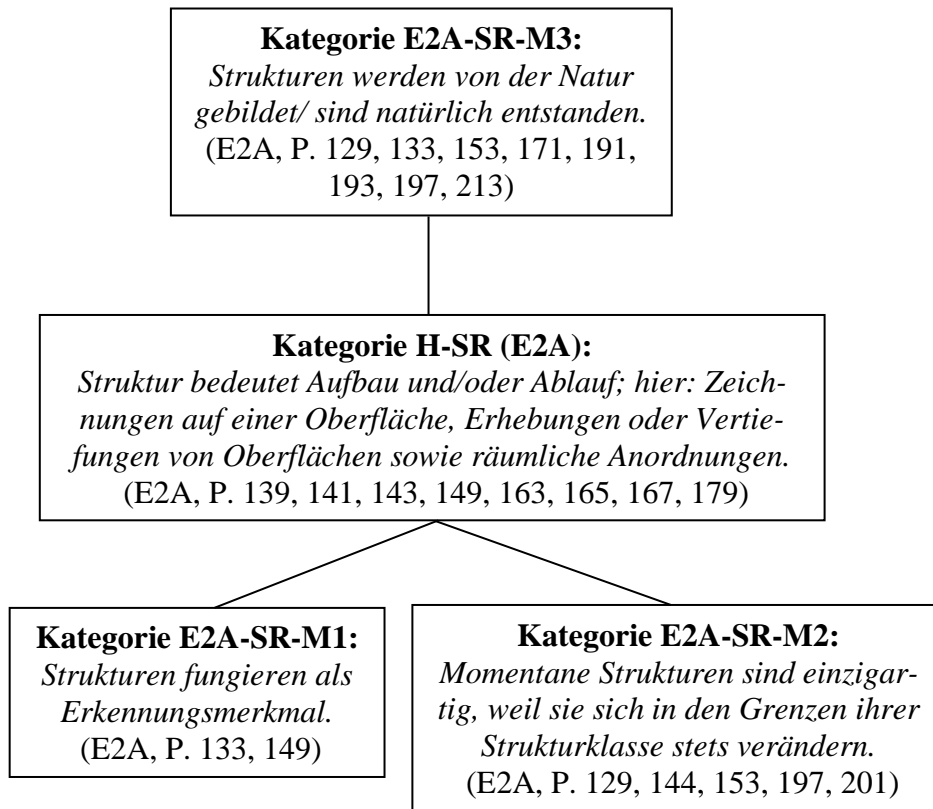
b) Prototypen

Tab. 35: Kategorie E1A-SR-P zu den Prototypen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strukturen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strukturen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strukturen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Und einen Stern sieht man so nicht am Himmel, aber er wird immer so gezeigt. Diese bestimmte Struktur, das ist eben ein Stern.“ (E1A, P. 136)		
Kodierte Subkategorien	E1A-SR-P1	Düne	E1A, P. 96, 144, 152
	E1A-SR-P2	Küstenlinie	E1A, P. 96
	E1A-SR-P3	Landschaft	E1A, P. 98
	E1A-SR-P4	Schneisen im Feld	E1A, P. 104
	E1A-SR-P5	Geoglyphen	E1A, P. 104
	E1A-SR-P6	Sandburg	E1A, P. 118
	E1A-SR-P7	Fünfzackiger Stern	E1A, P. 134, 136

14.4.2.1.3 Interview E2A: Analyseergebnisse.

a) Merkmale



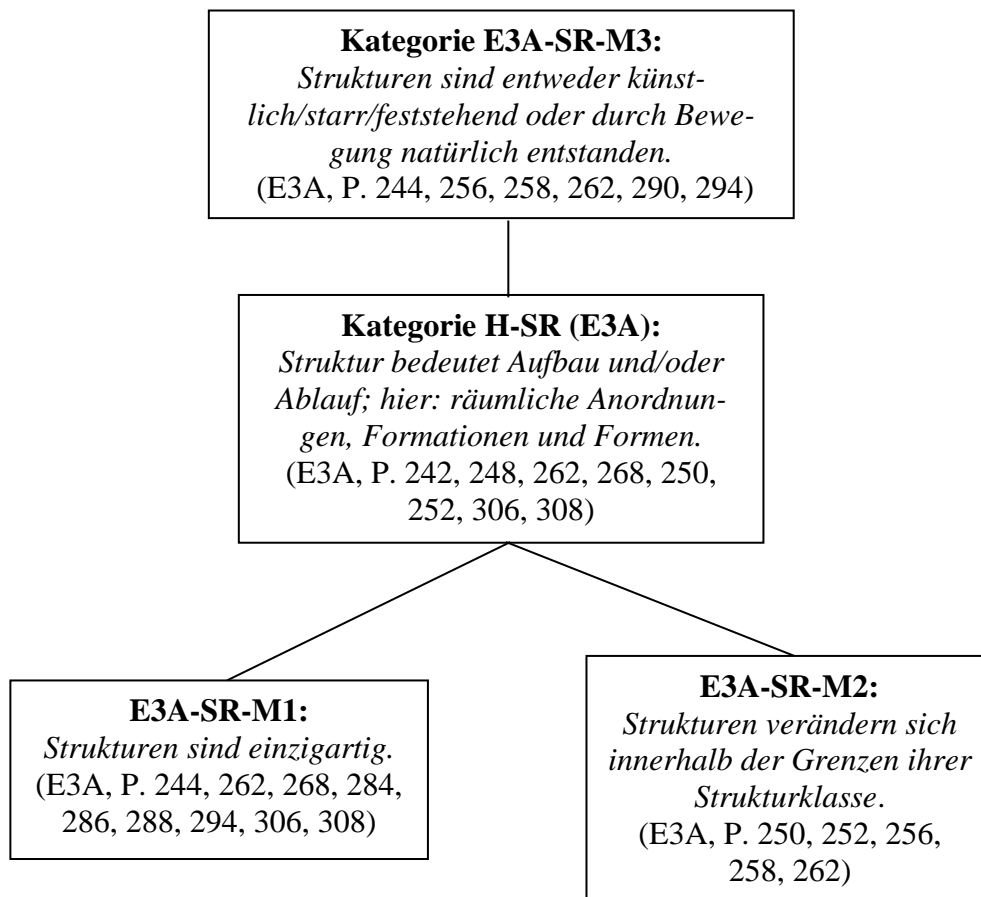
b) Prototypen

Tab. 36: Kategorie E2A-SR-P zu den Prototypen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strukturen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strukturen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strukturen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Da sind natürlich auch Gesteinsschichten, die Strukturen haben ganz oft, je nachdem irgendwie, ob es am Meer auch Berge gibt.“ (E2A, P. 135)		
Kodierte Subkategorien	E2A-SR-P1	Baum-/Jahresringe	E2A, P. 133
	E2A-SR-P2	Blätter	E2A, P. 133
	E2A-SR-P3	Baumrinde	E2A, P. 133, 201
	E2A-SR-P4	Rippel	E2A, P. 125, 127
	E2A-SR-P5	Gesteinsschichten	E2A, P. 135

14.4.2.1.4 Interview E3A: Analyseergebnisse.

a) Merkmale



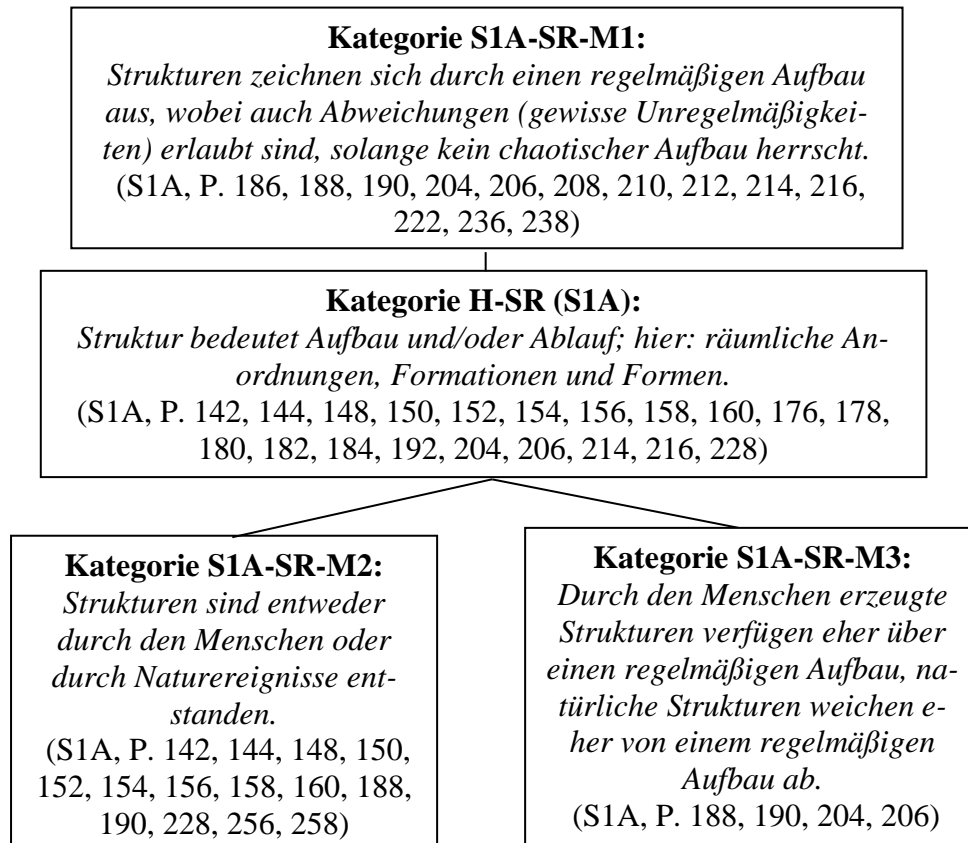
b) Prototypen

Tab. 37: Kategorie E3A-SR-P zu Prototypen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strukturen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strukturen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strukturen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Das wäre jetzt für mich nicht nur eine fette, große Wolke, sondern viele kleine. Das ist für mich eine Struktur, also wenn die aufgereiht sind wie eine Perlenkette oder so.“ (E3A, P. 248)		
Kodierte Subkategorien	E3A-SR-P1	Düne	E3A, P. 250, 252, 256, 258, 320
	E3A-SR-P2	Rippel/Priele	E3A, P. 256, 258, 300
	E3A-SR-P3	Kuhfell	E3A, P. 242
	E3A-SR-P4	Zebrafell	E3A, P. 306, 308
	E3A-SR-P5	Wolkenformation	E3A, P. 248, 294, 306, 308
	E3A-SR-P6	Fjorde	E3A, P. 250, 252

14.4.2.1.5 Interview S1A: Analyseergebnisse.

a) Merkmale



b) Prototypen

Tab. 38: Kategorie S1A-SR-P zu Prototypen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strukturen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strukturen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strukturen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Ich erzeuge eine Struktur, wenn ich mit dem Fahrzeug über einen Sandweg fahre. Dann erzeuge ich eine Fahrspur im Sand. Das ist auch eine Struktur.“ (S1A, P. 198, 200)		
Kodierte Subkategorien	S1A-SR-P1	Zebrafell	S1A, P. 158
	S1A-SR-P2	Bienenwabe	S1A, P. 232
	S1A-SR-P3	Rippel/Priele	S1A, P. 174, 176, 240, 242
	S1A-SR-P4	Wolken	S1A, P. 174, 176
	S1A-SR-P5	Hurricane	S1A, P. 174, 176
	S1A-SR-P6	Pflasterung	S1A, P. 192, 256, 258
	S1A-SR-P7	Klinker	S1A, P. 194, 196
	S1A-SR-P8	Fliesenmosaik	S1A, P. 256, 258
	S1A-SR-P9	Fahrspur/Reifenspur	S1A, P. 198, 200
	S1A-SR-P10	Harkenspuren	S1A, P. 198, 200
	S1A-SR-P11	Bücherregal	S1A, P. 224

14.4.2.1.6 Interview S2A: Analyseergebnisse.

a) Merkmale



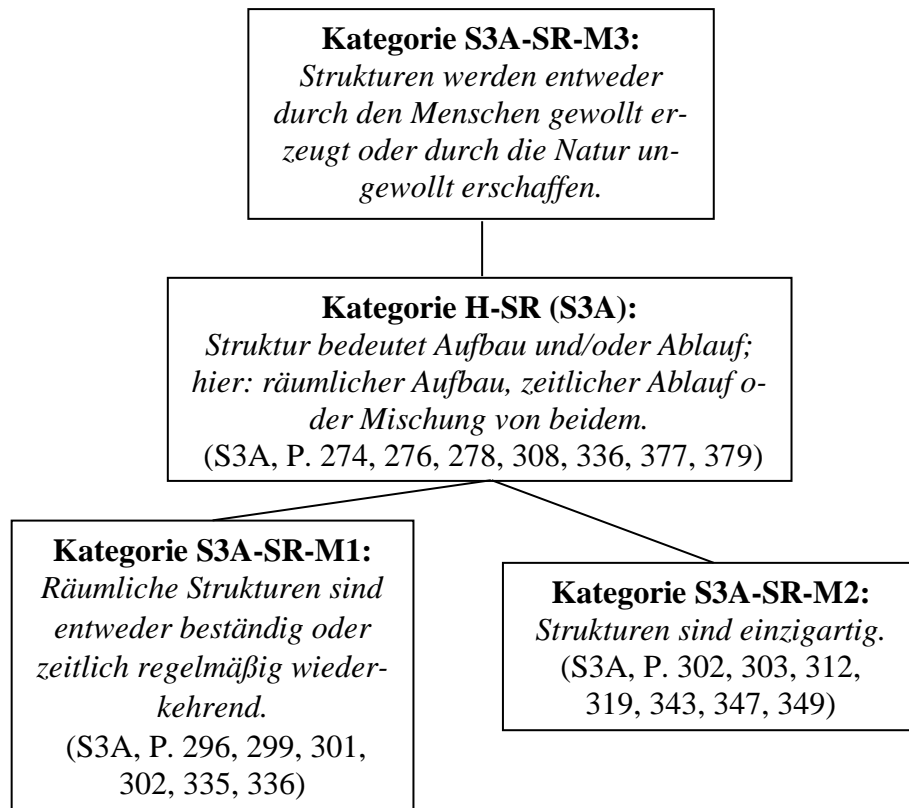
b) Prototypen

Tab. 39: Kategorie S2A-SR-P zu Prototypen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strukturen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strukturen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strukturen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Ja, donnerstagsabends Sport mit anschließendem Sektrinken (lacht). Das ist auch so ein fester Bestandteil und das ist auch 'ne Struktur.“ (S2A, P. 504)		
Kodierte Subkategorien	S2A-SR-P1	Morgens aufstehen und arbeiten.	S2A, P. 440
	S2A-SR-P2	Jeden Morgen um 7 Uhr aufstehen.	S2A, P. 490, 492
	S2A-SR-P3	Donnerstags Sport machen und dann Sekt trinken.	S2A, P. 504
	S2A-SR-P4	Samstags den Rasen mähen.	S2A, P. 522
	S2A-SR-P5	Freitags Beete saubermachen	S2A, P. 522
	S2A-SR-P6	Kalender an Neujahr aufhängen.	S2A, P. 508, 510
	S2A-SR-P7	Gullydeckel	S2A, P. 500, 536, 538
	S2A-SR-P8	Fenster an einem Hochhaus	S2A, P. 478
	S2A-SR-P9	Zebrafell	S2A, P. 474

14.4.2.1.7 Interview S3A: Analyseergebnisse.

a) Merkmale



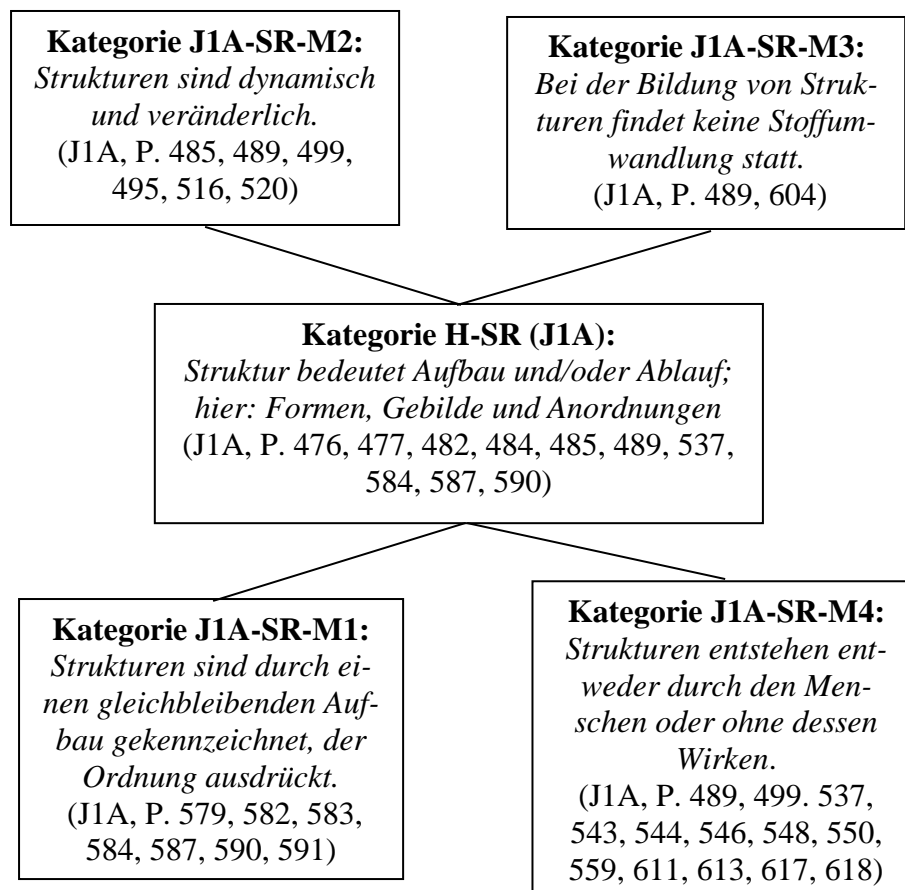
b) Prototypen

Tab. 40: Kategorie S3A-SR-P zu Prototypen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strukturen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strukturen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strukturen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Struktur kann sein beim Arbeiten, beim Lernen, zum Beispiel.“ (S3A, P. 377)		
Kodierte Subkategorien	S3A-SR-P1	Wolkenformation	S3A, P. 274, 276, 278
	S3A-SR-P2	Oberflächenzeichnung auf Holz/Eisen/Stahl	S3A, P. 312, 336, 347, 393
	S3A-SR-P3	Zebrafell	S3A, P. 319
	S3A-SR-P4	Arbeitsplan/Lernplan	S3A, P. 377, 379

14.4.2.1.8 Interview J1A: Analyseergebnisse.

a) Merkmale



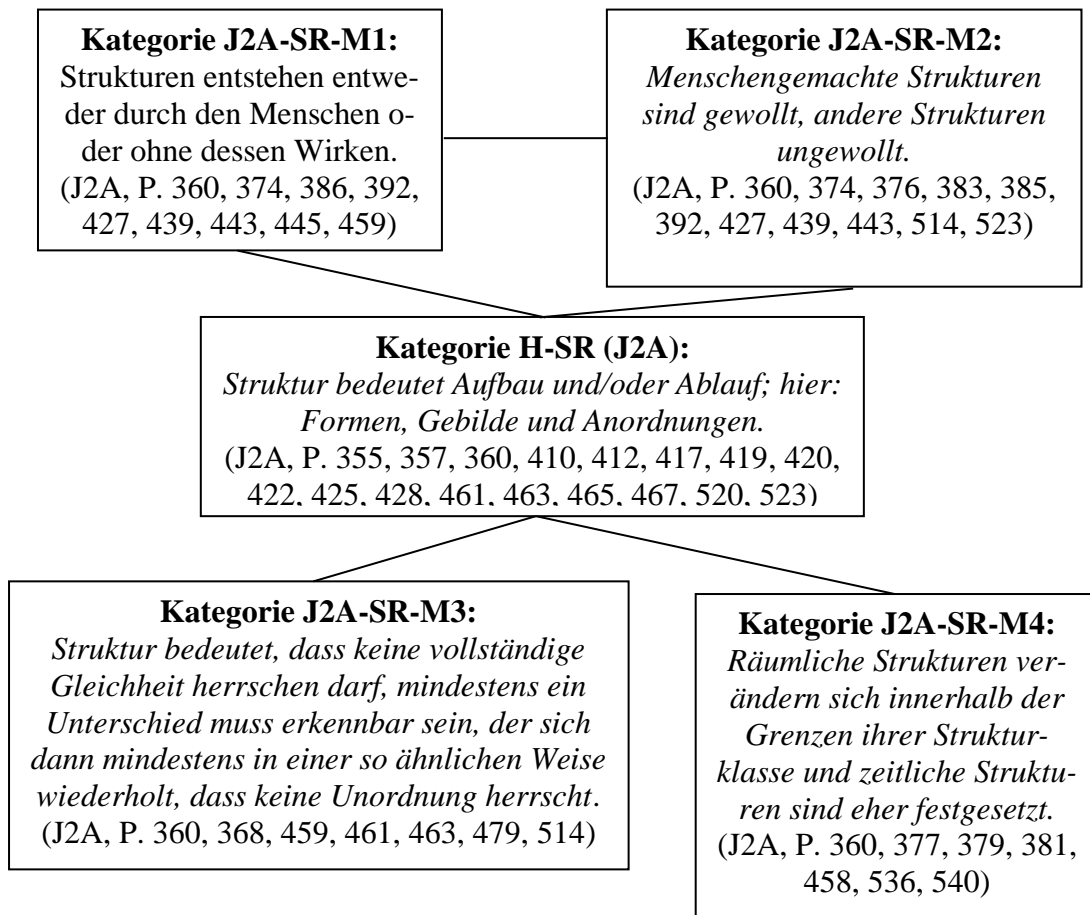
b) Prototypen

Tab. 41: Kategorie J1A-SR-P zu Prototypen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strukturen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strukturen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strukturen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Wenn man jetzt mit Ton arbeitet. Dann kann man ja auch Strukturen bilden neue.“ (J1A, P. 513)		
Kodierte Subkategorien	J1A-SR-P1	Wolkenanordnung	J1A, P. 482
	J1A-SR-P2	Tornado/Windhose	J1A, P. 495
	J1A-SR-P3	Hurricane	J1A, P. 500
	J1A-SR-P4	Sandburg	J1A, P. 523, 535, 537
	J1A-SR-P5	Formen aus Ton	J1A, P. 513
	J1A-SR-P6	Düne	J1A, P. 514, 516

14.4.2.1.9 Interview J2A: Analyseergebnisse.

a) Merkmale



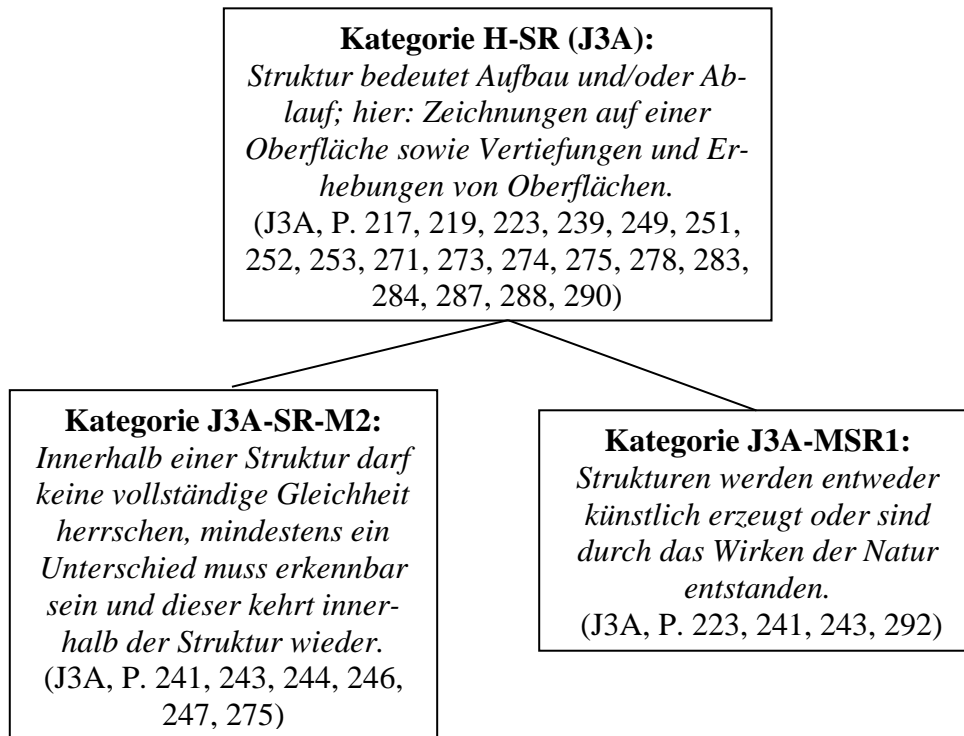
b) Prototypen

Tab. 42: Kategorie J2A-SR-P zu Prototypen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strukturen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strukturen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strukturen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„[...] wenn Seifenblasen draußen frieren oder so. Also machen die so Eisblumen. Und das ist für mich eine Struktur, die von der Natur festgelegt worden ist.“ (J2A, P. 392)		
Kodierte Subkategorien	J2A-SR-P1	Rippel/Priele	J2A, P. 355, 357, 360, 417, 419
	J2A-SR-P2	Sandburg	J2A, P. 390
	J2A-SR-P3	Wolkenanordnung	J2A, P. 357, 439, 443
	J2A-SR-P4	Karopapier	J2A, P. 417, 419, 420, 422, 425, 428
	J2A-SR-P5	Eisblumen auf Fenster/Seifenblase	J2A, P. 390, 391, 392, 393
	J2A-SR-P6	Geometrische Formen: Kreis /Dreieck /Viereck /Pyramide	J2A, P. 417, 419, 420, 422, 425, 439, 443

14.4.2.1.10 Interview J3A: Analyseergebnisse.

a) Merkmale



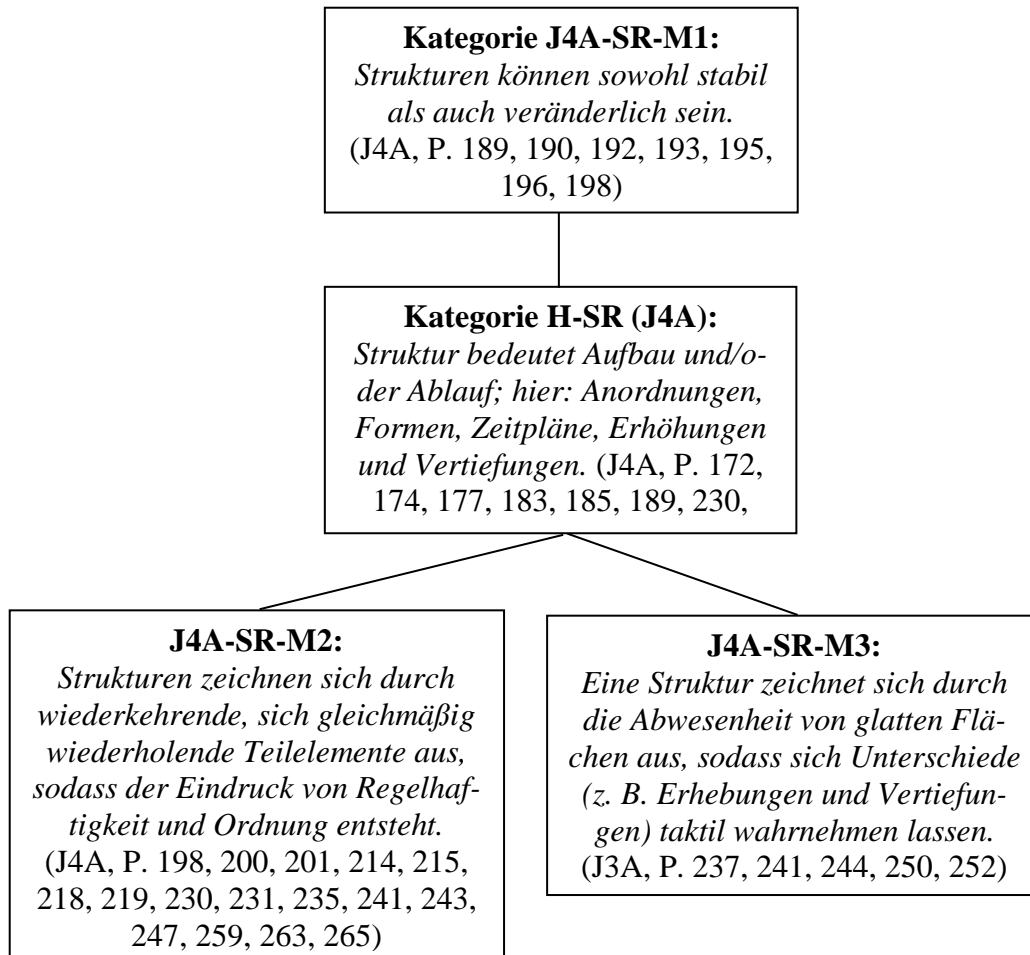
b) Prototypen

Tab. 43: Kategorie J3A-SR-P zu Prototypen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strukturen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strukturen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strukturen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Mit einem Schuh. Wenn ich damit in den Sand getreten bin, gab es auch sowas wie eine Struktur im Sand.“ Also von der Sohle halt. (J3A, P. 249, 251)		
Kodierte Subkategorien	J3A-SR-P1	Schuhabdruck	J3A, P. 223, 249, 251
	J3A-SR-P2	Pflasterung	J3A, P. 246
	J3A-SR-P3	Blatt	J3A, P. 247
	J3A-SR-P4	Harkenspuren	J3A, P. 252
	J3A-SR-P5	Fahrspuren/Reifenspuren	J3A, P. 253
	J3A-SR-P6	Hashtag	J3A, P. 257, 258, 261, 263
	J3A-SR-P7	Schachbrett	J3A, P. 257, 258, 261, 263
	J3A-SR-P8	Wolkenanordnung	J3A, P. 294
	J3A-SR-P9	Rippel	J3A, P. 294

14.4.2.1.11 Interview J4A: Analyseergebnisse.

a) Merkmale



b) Prototypen

Tab. 44: Kategorie J4A-SR-P zu Prototypen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strukturen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strukturen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die, ihrer Meinung nach, die charakteristischen Merkmale von Strukturen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Mit einem Schuh. Wenn ich damit in den Sand getreten bin, gab es auch sowas wie eine Struktur im Sand. Also von der Sohle halt.“ (J3A, P. 249, 251)		
Kodierte Subkategorien	J4A-SR-P1	Rippel/Priele	J4A, P. 174
	J4A-SR-P2	Sandburg	J4A, P. 272
	J4A-SR-P3	Sand	J4A, P. 250
	J4A-SR-P4	Wolken	J4A, P. 177, 178, 179, 192, 266
	J4A-SR-P5	Haus	J4A, P. 187, 241, 276, 198
	J4A-SR-P6	Legogebilde	J4A, P. 189, 198
	J4A-SR-P7	Gehäkeltes	J4A, P. 230, 233
	J4A-SR-P8	Pflanzen/ Romanesco	J4A, P. 190, 265, 275
	J4A-SR-P10	Pflasterung	J4A, P. 231
	J4A-SR-P11	Reifenprofil	J4A, P. 231, 241
	J4A-SR-P12	Schulfächer	J4A, P. 231
	J4A-SR-P13	Karomuster	J4A, P. 235
	J4A-SR-P14	Holz	J4A, P. 237
	J4A-SR-P15	Zeitplan	J4A, P. 240

14.4.2.2 Generalisierungen

a) Merkmale

Eine jede Äußerung von Befragten ist im Wortlaut zwar individuell, aber dennoch lassen sich anhand ihrer Äußerungen bestimmte Muster über die Interviews hinweg ausmachen. Bereits vor der Fallanalyse wurde mittels Durchsicht der Transkripte festgestellt, dass es sich bei einer Struktur um einen Aufbau und/oder Ablauf handelt. Die folgenden Generalisierungen verdeutlichen, welche Merkmale ein Aufbau bzw. Ablauf erfüllen muss, damit er aus der Sicht der Probandinnen und Probanden als Struktur bezeichnet werden kann.

In vielen Gesprächen machen die Befragten zunächst deutlich, dass die Abfolge innerhalb eines Aufbaus bzw. Ablaufs einer gewissen Regelmäßigkeit bzw. Gleichmäßigkeit gehorchen müsse. Viele geben diesbezüglich zu Protokoll, dass innerhalb der Struktur bestimmte Elemente wiederholen bzw. wiederkehren müssen. Damit überhaupt eine wiederkehrende Abfolge geschaffen werden kann – die dann einer Regelmäßigkeit folgt – bedarf es immer erst mindestens eines Unterschiedes innerhalb der Struktur. Damit ist gemeint, dass keine vollständige Gleichartigkeit vorliegen darf. Beim fraglichen Objekt darf es sich beispielsweise also nicht einfach um eine gelbe Platte handeln, auf der nichts anderes zu erkennen ist als die gelbe Farbe allein. Es muss zum Beispiel noch eine weitere Farbe vorkommen (oder auch die Abwesenheit von gelber Farbe). Im Interview J5A machen die Befragten sehr deutlich, dass die Unterschiede auch auf anderen Ebenen vorkommen können: Material, Größe, Form etc. Auf all diesen Ebenen, und noch auf weiteren (wie z. B. Tätigkeiten im Sinne zeitlicher Abläufe), können die notwendigen Unterschiede vorkommen. Wiederholt sich mindestens ein Unterschied mit einer gewissen Regelmäßigkeit, dann ist eine Struktur gegeben. Bemerkenswert ist, dass viele Probandinnen und Probanden relativ tolerant sind, was Abweichungen von einer perfekten Regelmäßigkeit der Abfolgen betrifft: Auch wenn die Regelmäßigkeit nicht perfekt ist, werden Abläufe und Anordnungen dennoch als Strukturen bezeichnet. Erst wenn eine chaotische/zufällige Abfolge erreicht ist, ist aus Sicht der Befragten keine Struktur mehr gegeben. Bei den entsprechenden Kategorien aus den Interviews, auf denen vorliegende Generalisierung basiert, handelt es sich um:

- **E1A-SR-M1:** Damit sich eine Struktur darstellt, darf keine absolute Gleichartigkeit herrschen, es muss mindestens einen Unterschied (eine Unregelmäßigkeit) geben, die mit der Gleichartigkeit bricht.
- **S1A-SR-M1:** Strukturen zeichnen sich durch einen regelmäßigen Aufbau aus, wobei auch Abweichungen (gewisse Unregelmäßigkeiten) erlaubt sind, solange kein chaotischer Aufbau herrscht.
- **S2A-SR-M1:** Strukturen sind durch einen regelmäßigen Ablauf bzw. Aufbau gekennzeichnet.
- **J1A-SR-M1:** Strukturen sind durch einen gleichbleibenden Aufbau gekennzeichnet, der Ordnung ausdrückt.

- **J2A-SR-M3:** Struktur bedeutet, dass keine vollständige Gleichheit herrschen darf, mindestens ein Unterschied muss erkennbar sein, der sich dann mindestens in einer so ähnlichen Weise wiederholt, dass keine Unordnung herrscht.
- **J3A-SR-M2:** Innerhalb einer Struktur darf keine vollständige Gleichheit herrschen, mindestens ein Unterschied muss erkennbar sein und dieser kehrt innerhalb der Struktur wieder.
- **J4A-SR-M3** Eine Struktur zeichnet sich durch die Abwesenheit von glatten Flächen aus, sodass sich Unterschiede (z. B. Erhebungen und Vertiefungen) taktil wahrnehmen lassen.
- **J4A-SR-M2** Strukturen zeichnen sich durch wiederkehrende, sich gleichmäßig wiederholende Teilelemente aus, sodass der Eindruck von Regelmäßigkeit und Ordnung entsteht
- **J5A-SR-M1:** Strukturen sind in sich und zu anderen Strukturen derselben Klasse ähnlich, also Teile der Struktur kehren in ähnlicher Form wieder, es herrscht kein zufälliger Aufbau.
- **J5A-SR-M3:** Strukturen konstituieren sich auf verschiedenen Ebenen: Material, Größe, Form, Farbe etc.

Die erste generalisierte Kategorie umfasst das Merkmal *Intra-Ähnlichkeit* und bedeutet, dass innerhalb einer Struktur mindestens ein Unterschied besteht (keine absolute Gleichartigkeit), der sich mit einer gewissen Regelmäßigkeit wiederholt. Die Wiederholung kann mit perfekter Regelmäßigkeit erfolgen, muss sie aber nicht. Es reicht eine Ähnlichkeit in der Wiederholung, sodass sich die Struktur von einer chaotischen, zufälligen Abfolge abgrenzt. Es wird die folgende generalisierte Kategorie gebildet:

Tab. 45: Kategorie G1-SR zu generalisierten Merkmalen von Strukturen

Kategorie	<i>Intra-Ähnlichkeit:</i> Struktur ist ein Ablauf und/oder Aufbau, innerhalb derer eine Abfolge (in Form, Farbe, Tätigkeiten etc.) mindestens ähnlich wiederkehrt und sich somit von Chaos/Zufall abgrenzt.
Beschreibung	Diese generalisierte Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten deutlich machen, dass innerhalb von Strukturen Regelmäßigkeit/Gleichmäßigkeit vorherrscht und auch, wenn die Probandinnen und Probanden Abweichungen von dieser Regelmäßigkeit tolerieren, solange aus ihrer Sicht kein Chaos/Zufall herrscht. Sie wird ebenfalls kodiert, wenn die Interviewten erläutern, dass in einer Struktur keine absolute Gleichartigkeit vorkommen darf, da zumindest ein Unterschied (in Farbe, Form, Tätigkeit etc.) notwendig ist.
Ankerbeispiele	„Struktur wird von einer außenstehenden Person oder einem außenstehenden Element entweder gewollt oder ungewollt geschaffen. Hierbei musste diese nicht exakt identisch sein, sondern auf eine gleiche Weise bzw. recht ähnliche Art, wo die Gemeinsamkeit klar zu erkennen ist, geschaffen sein.“ (J2A, P. 514) „Oder gleich, alles die gleiche Farbe, wenn das komplett irgendeine glatte, gelbe Fläche oder so ist, dann hätte das jetzt keine Struktur für mich.“ (J3A, P. 275)

Zusammen- geführte Merkmal- Kategorien	E1A-SR-M1, S1A-SR-M1, S2A-SR-M1, J1A-SR-M1, J2A-SR-M3, J3A-SR-M2, J5A-SR-M1, J4A-SR-M3, J4A-SR-M2, J5A-SR-M3
---	---

Ein weiteres Merkmal von Strukturen, das in beinahe jedem Interview vorkommt, ist die Unterscheidung von Strukturen in zwei Gruppen. Dabei handelt es sich zum einen um jene, die durch den Menschen erzeugt wurden und die häufig als künstlich bezeichnet werden sowie jene, die durch das Wirken der Natur entstanden sind. Im Rahmen der Interviews werden diese beiden Gruppen noch feiner voneinander unterschieden und mit unterschiedlichen Attributen belegt. So handele es sich bei menschengemachten Strukturen in der Regel um solche, die ganz bewusst gebildet wurden, wohingegen natürliche Strukturen ungewollt entstanden sind. Bemerkenswert ist, dass diesbezüglich einige Befragte künstliche Strukturen eher mit Starrheit und etwas Festgesetztem assoziieren und natürliche Strukturen tendenziell eher mit Dynamik und Bewegung verbinden. An dieser Stelle zeigt sich auch eine Verbindung zur ersten Generalisierungskategorie: So ist der Grad an Regelmäßigkeit bei künstlichen Strukturen aus Sicht einiger Befragter höher als bei natürlichen Strukturen. Letztere fügen sich demnach vom Ordnungsgrad her zwischen künstlichen Strukturen mit sehr hohem Ordnungsgrad und chaotischen Zuständen mit minimalem Ordnungsgrad ein. Bei den entsprechenden Kategorien handelt es sich um:

- **E1A-SR-M4:** Strukturen sind entweder durch den Menschen oder durch Naturgewalten entstanden.
- **E2A-SR-M3:** Strukturen werden von der Natur gebildet /sind natürlich entstanden.
- **E3A-SR-M3:** Strukturen sind entweder künstlich/starr/feststehend oder durch Bewegung natürlich entstanden.
- **S1A-SR-M3:** Durch den Menschen erzeugte Strukturen verfügen eher über einen regelmäßigen Aufbau, natürliche Strukturen weichen eher von einem regelmäßigen Aufbau ab.
- **S1A-SR-M2:** Strukturen sind entweder durch den Menschen oder durch Naturereignisse entstanden.
- **S2A-SR-M2:** Strukturen werden entweder durch den Menschen erzeugt oder durch die Natur erschaffen.
- **S3A-SR-M1:** Räumliche Strukturen sind entweder beständig oder zeitlich regelmäßig wiederkehrend.
- **S3A-SR-M3:** Strukturen werden entweder durch den Menschen gewollt erzeugt oder durch die Natur ungewollt erschaffen.
- **J1A-SR-M4:** Strukturen entstehen entweder durch den Menschen oder ohne dessen Wirken.
- **J2A-SR-M2:** Menschengemachte Strukturen sind gewollt, andere Strukturen ungewollt.
- **J2A-SR-M1:** Strukturen entstehen entweder durch den Menschen oder ohne dessen Wirken.

- **J3A-SR-M1:** Strukturen werden entweder künstlich erzeugt oder sind durch das Wirken der Natur entstanden.

In der zweiten generalisierten Kategorie wird das Merkmal *künstlich vs. natürlich* gefasst, was verdeutlicht, dass die Befragten Strukturen in solche unterteilen, die durch Menschen erzeugt wurden und in solche, die durch das Wirken der Natur entstanden sind. Hierbei werden künstliche Strukturen tendenziell mit einer willentlichen Entstehung assoziiert. Solche Strukturen seien ferner starr, feststehend und verfügen über einen höheren Ordnungsgrad (höheren Ähnlichkeitsgrad). Maximale Ähnlichkeit gilt diesbezüglich als identisch. Natürliche Strukturen werden hingegen mit einer unwillentlichen Erzeugung assoziiert. Sie sind eher dynamisch und veränderlich. Außerdem wird der Grad von Ähnlichkeit in natürlichen Strukturen als geringer eingeschätzt. Sie grenzen sich aber dennoch – im Sinne der ersten generalisierten Kategorie – vom Zufall/Chaos ab.

Tab. 46: Kategorie G2-SR zu generalisierten Merkmalen von Strukturen

Kategorie	<i>Künstlich vs. natürlich:</i> Es existieren künstliche Strukturen (eher höherer Ähnlichkeitsgrad, starr und gewollt) sowie natürliche Strukturen (eher geringerer Ähnlichkeitsgrad, dynamisch und ungewollt).
Beschreibung	Diese generalisierte Kategorie wird kodiert, wenn in den Äußerungen der Befragten deutlich wird, dass zwischen menschengemachten/künstlichen Strukturen sowie natürlichen Strukturen unterschieden wird. Sie wird ferner kodiert, wenn die Interviewten deutlich machen, dass künstliche Strukturen eher gewollt und starr sind, wohingegen natürliche Strukturen tendenziell ungewollt und dynamisch sind. Und auch Äußerungen bezüglich des geringeren Grades an Regelmäßigkeit/Ordnung/Ähnlichkeit von natürlichen Strukturen fallen in diese Kategorie.
Ankerbeispiele	„Entweder durch Menschen geschaffen oder eben durch die Naturgewalten. Das würde ich unter Struktur ganz schnell so erklären hm (bejahend).“ (E1A, P. 112) „Eine Struktur ist halt eine einmalig, natürliche, durch Bewegung entstandene Form.“ (E3A, P. 262)
Zusammengeführte Merkmal-Kategorien	E1A-SR-M4, E2A-SR-M3, E3A-SR-M3, S1A-SR-M3, S1A-SR-M2, S2A-SR-M2, S3A-SR-M1, S3A-SR-M3, J1A-SR-M4, J2A-SR-M2, J2A-SR-M1, J3A-MSR1

In den meisten Fällen beziehen sich die Befragten auf die Gruppe der ungewollten Strukturen, die durch das Wirken der Natur entstanden sind. Konsistent zum vorigen Schritt der Generalisierung sprechen viele Probandinnen und Probanden davon, dass sich solche Strukturen mit der Zeit verändern. Sie seien so speziell, dass jeder Zustand, den eine Struktur einnimmt, einzigartig und einmalig sei. Die exakt gleiche Struktur bilde sich nicht erneut. Trotz der prinzipiellen Einmaligkeit gebildeter Strukturen erläutern die Befragten jedoch, dass Strukturen als Erkennungsmerkmal taugen: Sandanhäufungen werden als Rippel identifiziert, schwarz-weiße Streifen als Zebrafell und Strömungsrinnen als Priele. Solche Rippel, Zebrafelle oder Priele kommen anscheinend doch öfter vor, was das genannte Merkmal der Einzigartigkeit von Strukturen zunächst in Frage stellt. Dieser

Widerspruch wird jedoch unter der Annahme aufgelöst, dass die Befragten zwischen konkreten Strukturen und einer übergeordneten Strukturklasse unterscheiden. Sie erkennen Gemeinsamkeiten und Charakteristika von verschiedenen, konkreten Strukturen und ordnen sie einer Klasse zu. Die Strukturen einer Klasse sind nicht identisch zueinander, denn sie sind aus der Sicht der Befragten jeweils einmalig. Notwendige Bedingung für die Zuordnung von konkreten Strukturen zu einer Klasse ist lediglich eine gewisse Ähnlichkeit der die Klasse konstituierenden Strukturen. Auch hier kommt also Ähnlichkeit ins Spiel, die ein gewisses Toleranzprinzip ausdrückt. Offenbar sind die Probandinnen und Probanden in der Lage, einmalige Details von Strukturen zwar erkennen, aber auch ausblenden zu können, um so prinzipielle Gemeinsamkeiten erfassen und konkrete Strukturen zu einer Klasse zuordnen zu können. So gibt es recht unterschiedliche Anordnungen von schwarz-weißen Streifen auf einem Fell: Einige sind etwas breiter, schmaler, kürzer oder länger. Und doch signalisieren sie eine Zugehörigkeit zur Strukturklasse des Zebrafells, weil zwischen ihnen Ähnlichkeiten bestehen. Ein weiteres Beispiel sind Sandrippel: Auch wenn konkrete Rippelstrukturen einmalig sind und exakt nie wieder so vorkommen, können doch ähnliche Anordnungen von Sand zu einer anderen Zeit oder an einem anderen Ort als Rippelstrukturen identifiziert werden. So sind Strukturen – je nachdem, ob man sie unter der Perspektive konkreter Strukturen oder Strukturklassen betrachtet – sowohl einzigartig als auch wiederkehrend. Bei den entsprechenden Kategorien aus den Interviews, auf denen diese Generalisierung basiert, handelt es sich um:

- **E1A-SR-M3:** Strukturen sind in den Grenzen ihrer Strukturklasse veränderlich.
- **E1A-SR-M2:** Strukturen fungieren als Erkennungsmerkmal.
- **E2A-SR-M2:** Momentane Strukturen sind einzigartig, weil sie sich in den Grenzen ihrer Strukturklasse stets verändern.
- **E2A-SR-M1:** Strukturen fungieren als Erkennungsmerkmal.
- **E3A-SR-M1:** Strukturen sind einzigartig.
- **E3A-SR-M2:** Strukturen verändern sich innerhalb der Grenzen ihrer Strukturklasse.
- **S3A-SR-M2:** Strukturen sind einzigartig.
- **J1A-SR-M2:** Strukturen sind dynamisch und veränderlich.
- **J2A-SR-M4:** Räumliche Strukturen verändern sich innerhalb der Grenzen ihrer Strukturklasse und zeitliche Strukturen sind eher festgesetzt.
- **J4A-SR-M1:** Strukturen können sowohl stabil als auch veränderlich sein
- **J5A-SR-M2:** Strukturen fungieren als Erkennungsmerkmal für eine übergeordnete Strukturklasse.

Die dritte generalisierte Kategorie umfasst das Merkmal *Inter-Ähnlichkeit* und beschreibt, dass Befragte zwischen konkreten Strukturen und Strukturklassen unterscheiden. Konkrete, natürliche Strukturen sind aus der Sicht von Befragten einmalig, weil sie sich stets verändern. Dennoch lassen sich aber Ähnlichkeiten zwischen konkreten Strukturen ausmachen und zu einer Klasse zusammenfassen. Entsprechend sind ähnliche Charak-

teristika Erkennungsmerkmale für die Zuordnung einer konkreten Struktur zu einer bestehenden, gedanklich repräsentierten Strukturklasse.

Tab. 47: Kategorie G3-SR zu generalisierten Merkmalen von Strukturen

Kategorie	<i>Inter-Ähnlichkeit:</i> Konkrete natürliche Strukturen sind veränderlich und einmalig, lassen sich aber auf Grundlage von Ähnlichkeiten zu anderen Strukturen einer übergeordneten Klasse zuordnen und dienen damit auch als diesbezügliches Erkennungsmerkmal.
Beschreibung	Diese generalisierte Kategorie wird kodiert, wenn in den Äußerungen der Befragten deutlich wird, dass es sich bei Strukturen um einen einzigartigen Aufbau/Ablauf handelt, da sich Strukturen stetig verändern. Sie wird ebenfalls kodiert, wenn die Interviewten trotz der Einmaligkeit von konkreten Strukturen Ähnlichkeiten zwischen zwei oder mehreren Strukturen beschreiben und sie zu einer Strukturklasse integrieren, für die konkrete Strukturen als Erkennungsmerkmal fungieren.
Ankerbeispiele	„Die Struktur ist für mich eher so eine Art Fingerabdruck, die sich im Laufe der Zeit verändert.“ (E2A, P. 153) „Auch das Zebra durch diese Formgebung der Streifen hat eine bestimmte Struktur und damit ist klar: es ist ein Zebra. Wenn das nicht wäre, wäre es auf den ersten Blick für mich ein Pferd.“ (E1A, P. 116)
Kategorien	E1A-SR-M3, E1A-SR-M2, E2A-SR-M2, E2A-SR-M1, E3A-SR-M1, E3A-SR-M2, S3A-SR-M2, J1A-SR-M2, J2A-SR-M4, J4A-SR-M1, J5A-SR-M2

b) Prototypen

In diesem Kapitel werden die in den jeweiligen Fallanalysen herausgearbeiteten Begriffsprototypen zusammengeführt. Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Übersicht aller Begriffsprototypen, die in mindestens zwei der Interviews genannt werden.

Tab. 48: Kategorie P-SR zu generalisierten Prototypen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strukturen (mindestens zwei Nennungen)			
Beschreibung	Prototypen werden kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strukturen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strukturen repräsentieren.			
Kodierte Prototypen	P1-SR	Wolken/-formation	E3A-SR-P5, S1A-SR-P4, S3A-SR-P1, J1A-SR-P1, J2A-SR-P3, J3A-SR-P8, J5A-SR-P3	7-mal
	P2-SR	Rippel/Priele	E2A-SR-P4, E3A-SR-P2, S1A-SR-P3, J2A-SR-P1, J3A-SR-P9, J4A-SR-P1, J5A-SR-P2	7-mal
	P3-SR	Fahrspur/Reifenprofil/Harkenspur/Schuhabdruck	S1A-SR-P9, S1A-SR-P10, J3A-SR-P1, J3A-SR-P4, J3A-SR-P5, J4A-SR-P11	6-mal
	P4-SR	Sandburg	E1A-SR-P6, J1A-SR-P4, J2A-SR-P2, J4A-SR-P2, J5A-SR-P1	5-mal
	P5-SR	Mauer/ Klinker/ Pflasterung	S1A-SR-P6, S1A-SR-P7, J3A-SR-P2, J4A-SR-P10, J5A-SR-P11	5-mal
	P6-SR	Zebrafell	E3A-SR-P4, S1A-SR-P1, S2A-SR-P9, S3A-SR-P3	4-mal
	P7-SR	Düne	E1A-SR-P1, E3A-SR-P1, J1A-SR-P6	3-mal
	P8-SR	Baum-/Jahresringe/Holz	E2A-SR-P1, J4A-SR-P14, J5A-SR-P5	3-mal
	P9-SR	Arbeitsablauf/Arbeitsplan/Zeitplan	S3A-SR-P4, J4A-SR-P15, J5A-SR-P10	3-mal
	P10-SR	Blätter/Pflanzen	E2A-SR-P2, J3A-SR-P3, J4A-SR-P8	3-mal
	P11-SR	Bücherregal	S1A-SR-P11, J5A-SR-P7	2-mal
	P12-SR	Fliesenmosaik	S1A-SR-P8, J5A-SR-P3	2-mal
	P13-SR	Hurricane	S1A-SR-P5, J1A-SR-P3	2-mal
	P14-SR	Geometrische Formen: Kreis /Dreieck/ Hashtag/Karo	J2A-SR-P6, J3A-SR-P6, J4A-SR-P13	3-mal

14.4.3 Erklärungen zur Entstehung und Beeinflussung von Strömungen

Das Nachzeichnen derjenigen physikalischen Erklärungen, welche die Befragten in den Interviews nutzen, um Strömungen zu entschlüsseln, gliedert sich in zwei Teile. Zum einen werden Erklärungen zu Strömungen im Allgemeinen nachgezeichnet. Jene werden am Ende des ersten Interviews thematisiert, das als Übergang zum zweiten Interview fungiert. Zum anderen werden Erklärungen nachgezeichnet, die sich auf ein spezielles Strömungsphänomen beziehen, das während des zweiten Interviews in einem Versuch dargestellt wird. Hierbei handelt es sich um den in Kapitel 14.3.2 vorgestellten Versuch zur Erzeugung einer Konvektionszelle in einem Aquarium. Die Auswertung erfolgt jeweils für Strömungen im Allgemeinen und für Strömungen im Speziellen fallbasiert. Nach der Auswertung jedes einzelnen Interviews werden in einer Phase der Generalisierung häufig vorkommende physikalische Erklärungen herausgestellt, indem, im Vergleich zwischen den verschiedenen Interviews, nach wiederkehrenden Erklärungsmustern gesucht wird.

14.4.3.1 Fallanalysen

Analog zum Vorgehen beim Nachzeichnen von Begriffsbildungen wird eine Fallanalyse (Interview J5A bzw. J5B) im Folgenden schrittweise vorgestellt. Für alle anderen Fallanalysen werden lediglich die Ergebnisse dargestellt. Die jeweiligen schrittweisen Analysen sind jedoch dem Anhang beigelegt und können dort eingesehen werden.

14.4.3.1.1 Interview J5A: Beispielhafte Analyse.

a) Erklärungen (Allgemein)

Der erste Auswertungsteil basiert auf dem finalen Abschnitt des Interviews *J5A*, in dem über die Entstehung von Strömungen im Allgemeinen diskutiert wird. Im Folgenden werden die Vorstellungen der Befragten Bernd und Annette (Codename) dargelegt.

Bernd und Annette äußern bezüglich der Entstehung von Wind die Vorstellung, dass hierzu kalte und heiße Luft aufeinandertreffen müsse. Sie sehen Wind offenbar nicht als den Prozess des Aufeinanderzubewegens von heißer und kalter Luft an, sondern als Resultat des Aufeinandertreffens. Konsistent hierzu erklären sie ebenfalls die Entstehung eines Wirbelsturms. Dies sei ein besonderes Aufeinandertreffen von heißer und kalter Luft, bei dem beide Luftmassen voneinander abprallen.

Als der Interviewer danach fragt, wie die ursprünglich geradlinige Bewegung zustande käme, durch die heiße und kalte Luft überhaupt miteinander in Kontakt treten, geben die Befragten an, dass jene Bewegung immer vorhanden sei. Hierbei scheint es sich um eine stabile Vorstellung der Probandin und des Probanden zu handeln, denn dies wird im Gespräch an vielen verschiedenen Stellen immer wieder erklärt. Die Befragten argumentieren diesbezüglich, dass es sich bei Luft und Wasser nicht um einen Feststoff handle, sodass beide nicht in Ruhe verharren können, wenn keine Barrieren (wie z. B. durch eine Wanne) vorhanden seien. Da die Befragten argumentieren, dass in der Hydrosphäre und

Atmosphäre keine Barrieren vorhanden seien, seien Luft und Wasser natürlicherweise ständig in Bewegung.

928	I: Alles klar. Und jetzt kommen wir zum letzten Bereich zum Thema Strömungen. Wie kommt es überhaupt zu diesen ganzen Strömungen, die wie hier sehen: die Bewegung der Wolken, die Bewegung des Wassers, diese kreisförmigen Bewegungen. Habt ihr dafür eine Erklärung?
929, 931	B1: Ich würde eigentlich sagen, dass es dafür unterschiedliche Begründungen gibt, bzw. dass Strömungen aus sehr unterschiedlichen Gründen entstehen können. Sollen wir jetzt Beispiele nennen?
932	I: Ja, mach mal ruhig. Da bin ich sehr dran interessiert.
935, 937	B1: Das hier ist ja ein Luftstrom auf Bild 15. Dieser Wirbelsturm hat seinen Ursprung ja durch Wind. Ist ja starker Wind und das entsteht ja dadurch, dass heiße und kalte Luft aufeinandertrifft. Das würde jetzt den Ursprung auf der Entstehung des Windes haben.
938	B2: Im Zusammenspiel mit der heißen und kalten Luft, sodass die aufeinandertreffen, abprallen und dadurch ja dieser Wirbel entsteht.
940, 944	I: Ihr sagtet gerade, die Strömung entsteht, wenn heiße und warme aufeinandertreffen.
941	B2: Genau, und die bilden dann ja, dadurch, dass sie aufeinandertreffen, also sie prallen...
942	B1: Ist das dann nicht auch schon eine Verwirbelung, wodurch Wind entsteht?
947	B2: Sie prallen ja nicht ab, so nach dem Motto... (unterbrochen).
948, 950	I: Bevor sie aufeinandertreffen, bewegen sie sich ja schon. Das heißt, da ist ja schon eine Strömung vorhanden. Woher kommt die?
949, 951	B2: Ja, aber eine geradlinige. Die ist einfach da.
952	B1: Was jetzt?
953, 955	B2: Die geradlinige Bewegung. Das Wasser ist ja einfach so... das ist ja nicht ein Feststoff und bleibt einfach so stehen.
989, 991	I: Ok, aber da habe ich noch was: Wenn ich jetzt eine Wanne hier hätte. Was wäre dann damit?
990, 992	B2: Eine Wanne ist ja was ganz anderes. Die kann sich ja beruhigen, weil die ja fest eingegrenzte Bereiche hat.

Als sie näher zur Entstehung der ursprünglichen Strömungen befragt werden, versuchen die Befragten jene mit Teilen eines Modells zu erklären, das an das Land-See-Windsystem erinnert. Sie erläutern im Groben, dass die Energie des Windes letztlich aus der Energie der Sonne stamme. Die Sonne erwärme das Wasser und das Wasser wiederum die Luft. Dadurch gebe es warme Luftmassen. Außerdem ist von entstehenden Hoch- und Tiefdruckgebieten die Rede. Die Befragten versäumen es jedoch zu erklären, wie kalte Luftmassen zustande kommen, weil sie in der Erklärung zwar den Unterschied zwischen Tag und Nacht, nicht jedoch den Unterschied zwischen Land- und Wassermassen berücksichtigen. Darüber hinaus wird aus ihren Äußerungen zum Transport und zur Speicherung von thermischer Energie deutlich, dass sie die Begriffe Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität nicht scharf auflösen und adäquat anwenden können. Ferner ändern sich die jeweiligen Eigenschaften aus ihrer Sicht für den gleichen Stoff tagsüber und nachts. Daher bleibt es bei der Erklärung, dass durch den Unterschied von Tag und Nacht sowie den unterschiedlichen Wärmespeichereigenschaften von Luft und Wasser letztlich ein Temperaturunterschied bzw. ein Druckunterschied in der Luft resultiere. Hiermit knüpfen sie an die bereits dargestellte Vorstellung an, dass Wind dann entstehe, wenn eben dieser Kontrast von Temperatur bzw. Druck aufeinandertreffe.

Außerdem wird gegen Ende des Abschnitts erneut betont, dass Luft generell nichts Feststehendes sei und sich daher zwingend bewegen müsse. Dies wurde vorab mit Blick auf Wasser behauptet, sodass die Befragten offenbar der Meinung sind, der natürliche Zustand von Luft und Wasser wäre bewegt, nicht ruhend.

956	B1: Größtenteils entsteht Wind ja über dem Meer und das Wasser speichert doch Wärme länger und das hat doch auch was mit Tag und Nacht auch zu tun. Die Energie aus dem Wasser überträgt sich dann auf die Luft bzw. die Wärme wird ja gespeichert.
957	B2: Und Wärme ist ja Energie.
958, 960	B1: Ach, nein. Das Wasser erhitzt sich langsamer als Luft, aber speichert Wärme dafür besser und länger und dadurch hat es was zu tun, wenn die Sonne dann scheint tagsüber... speichert die Wärme sich besser in der Luft, aber nachts im Meer und dadurch entsteht, glaub ich, warme und kalte Luft.
959, 961	B2: Dadurch entstehen heiß und... auch Hoch- und Tiefdruckgebiete.
962	B1: Jedenfalls ist die Energie dann ja vielleicht die Sonnenenergie?
963	I: Welche Energie ist die Sonnenenergie?
964, 966, 968	B1: Die Energie, die letztendlich auch die Energie des Windes ist. Vielleicht. Bzw. erst die Wärmeenergie und durch die Wärmeenergie entsteht ja erst die Bewegung?

969, 972	I: Da würde ich gerne noch ein bisschen näher rangehen. Das heißt, du hast gesagt, die Sonne erwärmt was?
973	B1: Ich meine, das hat was mit Tag und Nacht zu tun. Tagsüber, wenn die Sonne scheint, ist die Luft ein besserer Wärmespeicher...
974, 976	B2: Wärmetransporter oder nicht? Die transportiert die Wärme doch besser.
977	B1: Ja, irgendwie so. Aber nachts, wenn die Sonne dann nicht mehr scheint, wird die Wärme halt besser gespeichert, weil Wasser besser Wärme speichern kann und da kühlt die Luft wieder ab und dadurch entsteht halt ein, ich nenne es mal, Kontrast zwischen Wärme und Kälte. Und dadurch entsteht halt warme bzw. kalte Luft, die dann auf wieder warme bzw. kalte trifft und daraus entstehen Winde.
980, 982, 984	I: Da würde ich noch einmal kurz näher dabei. Du sagtest einmal haben wir die warme Luft wegen der Sonne und an manchen Orten eben die kalte Luft. Und du sagtest, wenn die aufeinandertreffen, entsteht Wind. Ich würde jetzt dagegenhalten und sagen: Damit sie aufeinandertreffen, müssen sie sich ja schon bewegen.
986	B2: Ja, Luft ist ja nichts Feststehendes.
987	I: Ok, das hast du grad eben schon gesagt mit dem Wasser, ne?
988	B2: Ja, das ist ja auch nichts Feststehendes.

Als der Interviewer intensiver nachfragt, wie die Bewegung von Luft und Wasser zustande komme, wird bei den Befragten ein neues Prinzip deutlich: Sie argumentieren, dass für die Bewegung von Luft oder Wasser eine andere Bewegung vorhanden sein müsse, die sich auf die Luft bzw. das Wasser übertrage. Als Beispiel nennen sie die Bewegung der Erde und erläutern, dass sich durch die Bewegung der Erde auch das Wasser bewege. Darüber hinaus seien auch andere Bewegungen ursächlich: Das Reinpusten oder Rühren im Wasser, das Hineinwerfen eine Steins etc. Die Befragten schließen mit der Aussage, dass lediglich Bewegung oder Energie hinzugefügt werden müsse. Letzteres sei durch die Erwärmung der Sonne gegeben, da hier Wärmeenergie übertragen werde.

993	I: Und warum bewegt sich das auf der Erde nicht?
995	B2: Die Erde dreht sich.
996	I: Und dadurch?
997	B2: Entsteht Bewegung.
998, 1000	I: Also die Erde bewegt sich. Und warum bewegt sich dann das Wasser?

1001	B1: Das ist eine gute Frage.
1003, 1005	I: Die Erde bewegt sich ja in eine Richtung. Das Wasser bewegt sich mal so...
1006	B2: ...es bewegt sich mal so, mal so, aber das hat ja eine bestimmte Richtung. Da sagt man ja auch Strömungsrichtung zu.
1008	B1: Ich würde daran festhalten, dass die Energie jetzt ist ja Wärmeenergie.
1009	B2: Auf jeden Fall ist es gespeicherte Energie.

1010	I: Wir können die Situation gedanklich ein bisschen einfacher machen, weil wir gerade ja sehr viel darüber sprechen: Wir haben einmal Wassermassen, wir haben Luftmassen und abends und tagsüber. Das ist schon relativ komplex. Nehmen wir mal an, wir haben eben hier auf dem Tisch eine Wanne liegen. Und jetzt gilt es, das Wasser zum Strömen zu bringen. Welche Möglichkeiten habe ich da?
1011, 1013	B2: Reinpusten. Man kann aber auch einen Stift nehmen oder irgendwas nehmen.
1014	B1: Von außen gegen hauen.
1015	B2: Ja, von außen gegen hauen oder so drehen.
1016	B1: Kann man ziemlich viel machen, solange man irgendwie Bewegung, also Energie hinzufügt.
1017, 1019	B2: Man kann auch 'n Stein reinschmeißen. Hat man auch Bewegung. Kurzzeitig.

1020	I: Und was wäre das Äquivalent dann zum Sonneneinfluss? Warum spielt der eine Rolle? Du hast ja eben gesagt, ich werfe was rein, ich schiebe es an. Aber das macht die Sonne ja nicht. Was ist da anders?
1021	B1: Nein, die Sonne erwärmt das, das ist einfach die Wärmeenergie. Kann man das so kategorisieren?
1023	I: Das heißt, die Sonne macht was?
1024, 1026	B2: Die Sonne scheint einfach. Also die scheint und dadurch erwärmt sich ja da Wasser.
1027	B1: Und speichert halt diese Energie besser als Luft.
1028	I: Und warum setzt sich das Wasser in Bewegung?
1029	B2: Weil das eine andere Dichte hat. Also dadurch setzt es sich jetzt nicht in

	Bewegung...
1030	B1: Weil die Fische im Wasser schwimmen (lacht)... keine Ahnung.
1031	B2: Das ist ja keine Wanne. Der Ozean ist ja keine Wanne.
1032	I: Aber angenommen wir hätten jetzt hier die Wanne und ich will das zum Strömen bringen.
1034	B1: Man braucht halt eine Bewegung...

Eine weitere, scheinbare ad-hoc-Vorstellung zeigt sich, als sie davon berichten, dass Pflanzen auch Unterwasser Sauerstoff produzieren. Wegen seiner geringeren Dichte steige der Sauerstoff auf, verdränge das Wasser und versetze es so zumindest minimal in Bewegung.

1038, 1041, 1046	I: Es gibt ja wahrscheinlich noch ein zweites Interview. Habt ihr vielleicht gehört. Wir werden dann mal ein paar Sachen ausprobieren und vertagen das. Oder wollt ihr noch gerne was hinzufügen?
1070	B2: Aber im Wasser ist doch auch Luft.
1071	B1: Man, weil die Fische schwimmen, bewegt sich das Wasser.
1072	B2: Im Wasser sind Luftteilchen drin.
1078, 1080	B2: Die Pflanzen machen Photosynthese, weil die Sonne da ja durch das Wasser durch auch da ankommt. Und somit produzieren die doch auch wieder etwas: O₂
1083	I: Ok, und was passiert dann?
1084, 1086, 1088, 1090, 1093	B2: Sauerstoff ist ja gasförmig. Und damit sind dann ja so Bläschen, die kennt man ja auch. Die sind aber leichter. Kann ich sagen, die haben eine geringere Dichte, das weiß ich jetzt nicht. Auf jeden Fall strömen die dann ja. Also die sind ja leichter und haben eine geringere Dichte und dann strömen die ja hoch bzw. bewegen sich. Und dadurch bewegt sich auch das Wasser, weil es ja verdrängt wird. Indirekt.
1094	I: Und dadurch kommen die Wellen?
1095, 1099	B2: Ne, aber dadurch entsteht schon mal eine Bewegung. Also somit hätten wir eine minimale Bewegung erklärt. Aber die Wellen haben wir noch nicht erklärt. Aber die Wellen entstehen ja auch, wenn ein Mensch ins Wasser rennt. Dann entsteht ja auch eine Bewegung.

Im weiteren Verlauf kommen die Befragten abermals auf das Modell des Land-See-Systems zu sprechen. Zwar ist ihre Argumentationslinie nicht konsistent, weil sie die Theorie

nicht adäquat wiedergeben können, aber ihre zentrale Aussage lässt sich dennoch rekonstruieren: Durch die unterschiedlichen Eigenschaften von Wasser und Luft und durch den Unterschied zwischen Tag und Nacht kommt es zu Unterschieden in der Temperatur und somit zu einer Übertragung von Energie. Wird beispielsweise Energie an eine Wolke abgegeben, so setze diese sich aus der Sicht der Probanden in Bewegung.

1100	I: Willst du nochmal mit der Sonne probieren?
1104, 1107	B1: Also die Sonne scheint und gibt die Wärmeenergie, welche von Luft und Wasser gespeichert wird. Erstmal so. Jetzt muss man aber sagen, dass die Luft sich zwar schneller erhitzen kann bzw. diese Wärmeenergie schneller aufnehmen kann, sie aber dafür schlechter speichern kann.
1109	B2: Und das hat wieder mit der Dichte zu tun.
1110	B1: Das heißt, das Wasser nimmt das zwar schlechter auf, aber speichert es letztendlich besser und länger.
1111, 1116	I: Jetzt haben wir also das Wasser. Und das hat jetzt gerade irgendwie viel mehr Energie gespeichert als die Luft.
1117	B1: Genau, zwar langsamer, aber dafür sehr viel mehr. Und jetzt hört die Sonne auf zu scheinen, weil es zum Beispiel Nacht wird und dann gibt die Luft ihre Energie... naja, wo soll sie die denn hingeben?
1118	B2: Ja, die gibt sie ab.
1119	B1: An?
1120	B2: Ab!
1121	B1: An wen denn (lacht)?
1122, 1124	B2: Zum Beispiel an eine Wolke (lacht). Und damit bewegen sich dann die Wolken. Auf jeden Fall gibt sie die ab.
1123, 1125	B1: Ich glaub, das ist auch gar nicht so relevant, aber in der Nacht, bzw. wenn die Sonne nicht mehr scheint, hat das Wasser mehr Energie gespeichert als die Luft. Und, ich glaub, da müsste man jetzt irgendwo ansetzen.

Eine äußerst bemerkenswerte Vorstellung zeigt sich am Ende des Gesprächs als die Befragten durch weiteres Nachfragen auf mikroskopischer Ebene argumentieren: Luft sei in der Lage, Energie schnell aufzunehmen und wieder abzugeben. Hierdurch werde ein zügiger Austausch von Energie realisiert. Aus Sicht der Befragten führe dieser zügige Energieaustausch zu einer Bewegung. Offenbar setzen die Befragten eine Dynamik des Energieaustauschs mit einer Dynamik der Materie gleich, die diesen Austausch vollzieht. Hier sind Dynamikvorstellungen verschmiert. Für die Befragten hängt somit die Bewegung

von Materie nicht von der Höhe, bspw. der Bewegungsenergie ab, sondern davon, wie zügig sich Energieumwandlungen in der besagten Materie vollziehen.

Letztlich bringen Bernd und Annette noch die Anziehungskraft des Mondes als Ursache für die Entstehung von Strömungen in Form von Gezeiten ins Spiel. Überlegungen zur Ursache der kollektiven Bewegung von Wassermolekülen gelingen ihnen nicht. Diesbezüglich formulieren sie, dass dies einfach so sei.

1126	I: Ich frage mich nämlich grade, wie denn der Zusammenhang ist und wie es so kommt, dass es dann eine gerichtete Bewegung ist. So würde ich ja sagen, irgendwie wird Wärmeenergie abgegeben und dann wird irgendwie Bewegung erzeugt.
1127	B1: Das hat bestimmt auch alles was mit Erdanziehungskraft zu tun.
1128	I: Wie erklärt man jetzt, dass das eine gerichtete Bewegung ist, das war ja die Bedingung!
1129, 1131, 1135	B2: Auf jeden Fall mit Molekülen. Es ist ja alles eine Teilchenbewegung. Die Teilchen geben ja auch Energie ab. Und können ja auch aufnehmen. Und die Luft gibt ja schneller ab und kühlt ja. Also die Luft gibt ja schneller die Energie wieder ab, die sie aufgenommen hat. Und wird ja somit auch wieder frei für neue Energie, die sie theoretisch aufnehmen könnte. Und wenn die Luftgrenze direkt ans Wasser... und ist ja auch im Wasser. Und wenn jetzt dieser Sauerstoff da hoch durchs Wasser... kann man sagen, die geben dauernd oder die haben dauernd einen ständigen Austausch von Energie?
1136	I: Probiert doch mal, mit dem Gedanken weiterzumachen.
1138	B2: Durch diesen ständigen Austausch von Energie entsteht doch auch eine Bewegung oder nicht? Wenn man dauernd Energie austauscht.
1141	I: Bei den Wellen haben wir als Bedingung eben festgelegt, dass etwas gerichtet ablaufen soll, eine gerichtete Bewegung. Aber wo kommt dieser Richtungsaspekt mit rein? Woher weiß das eine Molekül, das es genauso strömen muss, in die gleiche Richtung bewegen muss wie die anderen?
1142, 1146	B2: Es gibt nur eine Möglichkeit. Das ist einfach so.
1143, 1147	B1: Ich weiß nicht, ob das dann nur mit Energien zu erklären ist, vielleicht lässt sich das auch eher auf Erdanziehungskraft oder so beziehen? Ebbe und Flut beziehen sich ja auf den Mond, so ganz grob gesagt.

Im Gespräch mit den Befragten lassen sich zwei Linien ausmachen, die von jeweils einem der Befragten vordergründig vertreten werden. Die erste Linie besteht in der Vorstellung,

dass sich dort, wo keine Barrieren vorhanden sind, Luft und Wasser nicht in Ruhe befinden können. Im diskutierten Vergleich zwischen der Wanne und dem Ozean wird dies besonders gut deutlich. Aus der Sicht der Befragten seien Luft und Wasser von Natur aus nichts Feststehende, sondern etwas Bewegtes. Durch diese Vorstellung besteht für die Befragte keine Notwendigkeit für eine Erklärung von Luft- und Wasserbewegungen im Ozean bzw. in der Atmosphäre, denn dabei handelt es sich aus ihrer Sicht um etwas Natürliches. Deshalb erschöpfen sich die Erklärungen in dieser Linie sehr schnell, weil kein weiterer Erklärungsbedarf besteht.

Die zweite Linie wird vom anderen Befragten vertreten. In seiner Vorstellung müsse für die Strömungsbewegung von Luft bzw. Wasser eine Bewegung oder Energie an Luft bzw. Wasser übertragen werden. So könne sich die Bewegung der Erde auf die besagte Materie übertragen oder auch die Bewegung des eigenen Körpers durch Rühren im Wasser. Hier wird das Prinzip deutlich, dass Bewegung durch Übertragung zu Bewegung führt. Auch die Anziehungskraft des Mondes wird, in Form der Gezeiten, als Beispiel für die Entstehung einer Strömung benannt. Bezüglich der Sonne kommt die Umwandlung von Energie ins Spiel. Die Sonne übertrage ihre Energie auf die Luft und das Wasser der Erde, wodurch sich jene in Bewegung versetzen.

Auf Energieübertragungen gehen beide Befragte im Gespräch mehrfach näher ein. Hierzu verwenden sie Erklärungen, die an eine Beschreibung des Land-See-Windsystems erinnern. Zwar können die Befragten jenes nicht konsistent beschreiben, aber sie versuchen deutlich zu machen, dass unterschiedliche Eigenschaften von Luft und Wasser (hinsichtlich Energiespeicherung und -transport) sowie der Unterschied zwischen Tag und Nacht zu Temperatur- und Druckunterschieden führen. An einem Beispiel erläutern sie, dass dann Wind entstehe, wenn Luft mit unterschiedlichen Temperaturen aufeinandertreffe. Wirbel entstehen durch ein besonderes Aufeinandertreffen: wenn heiße und kalte Luft aneinander abprallen. Eine bemerkenswerte Vorstellung wird deutlich, als die Befragte erläutert, dass sich bei Luft zügige Energieumwandlungen vollziehen und sich die fragliche Materie wegen der zügigen Energieumwandlungen bewege. Hier wird offenbar die Dynamik der Energieumwandlungen mit einer Dynamik der Materie gleichgesetzt.

Dass sich ihre Erklärungen zu Strömungen relativ zügig erschöpfen, macht eine ihrer Erklärungen nachdrücklich deutlich: So werde bei der Photosynthese von Pflanzen, die sich unter Wasser befinden, Sauerstoff erzeugt, der sich durch dessen Auftrieb an die Wasseroberfläche bewege und Strömungen erzeuge.

Aus den Äußerungen der Befragten lassen sich die folgenden Erklärungen zur Entstehung und zur Beeinflussung von Strömungen rekonstruieren:

Tab. 49: Kategorie J5A-SG-A zu Erklärungen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strömungen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strömungen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Durch diesen ständigen Austausch von Energie entsteht doch auch eine Bewegung oder nicht? Wenn man dauernd Energie austauscht.“ (J5A, P. 1138)	
Kodierte Subkategorien		
J5A-SG-A1	Luft und Wasser sind keine Feststoffe, sodass sie natürlicherweise strömen, solange im Ozean und in der Atmosphäre keine Barrieren vorhanden sind.	J5B, P. 949, 951, 953, 955, 986, 988, 990, 992, 1031, 1142, 1146
J5A-SG-A2	Strömung entstehen durch die Wasserverdrängung aufsteigenden Sauerstoffs, der durch Photosynthese von Unterwasserpflanzen produziert wird.	J5B, P. 1070, 1072, 1078, 1080, 1084, 1086, 1088, 1090, 1093, 1095, 1099
J5A-SG-A3	Die Übertragung von anderen Bewegungen (Erddrehung, Rühren mit der Hand, Pusten etc.) auf Wasser bzw. Luft führt zu deren Strömung.	J5B, P. 995, 997, 1011, 1013, 1014, 1015, 1016, 1017, 1019
J5A-SG-A4	Strömungen, in Form von Ebbe und Flut, entstehen durch Anziehungskraft des Mondes.	J5B, P. 1143, 1147
J5A-SG-A5	Strömungen entstehen dadurch, dass die Sonne ihre Wärmeenergie an Luft bzw. Wasser überträgt.	J5B, P. 962, 964, 966, 968, 1021, 1024, 1026
J5A-SG-A6	Durch die unterschiedlichen Wärmespeicher- und Wärmetransporteigenschaften von Luft und Wasser sowie dem Unterschied zwischen Tag und Nacht kommt es zu Temperatur- und Druckunterschieden verschiedener Luftmassen, die, wenn sie aufeinandertreffen, Wind erzeugen.	J5B, P. 935, 937, 956, 958, 959, 960, 961, 973, 974, 976, 977
J5A-SG-A7	Ein Luftwirbel entsteht, wenn kalte und warme Luftmassen beim Aufeinandertreffen aneinander abprallen.	J5B, P. 935, 937, 938
J5A-SG-A7	Hohe Dynamiken bei den Energieumwandlungen, die bei Luft möglich sind, führen zu einer hohen Dynamik der beteiligten Materie, also z. B. zu einer Strömung von Luft.	J5B, P. 1129, 1131, 1135, 1138

b) Erklärungen (Speziell)

Der zweite Teil zur Vorstellungsforschung im Bereich Strömungen basiert auf dem jeweils zweiten Interview mit den Probandinnen und Probanden. In diesem Fall steht der in Kapitel 14.3.2 beschriebene Versuch zur Erzeugung einer Konvektionszelle im Vordergrund.

Die Probandin Annette und der Proband Bernd (Codennamen) vermuten, dass sich die Tinte im Wasser auf den beiden Seiten des Gefäßes unterschiedlich verhält, weil das

Wasser auf einer Seite erhitzt und auf der anderen Seite gekühlt wird. Zunächst vermuten sie, dass sich die Tinte im warmen Wasser zügiger verteilt als im kalten und daher auch zügiger am Boden ankommt.

17	B2: Die eine Seite ist ja beheizt und die andere Seite wird ja gekühlt. Und das müsste sich auf die Farbe bzw. auf die Mischung oder das Mischverhältnis der Farbe mit dem Wasser auswirken.
18	I: Könntest du das näher beschreiben, wie sich das auswirken würde?
19	B2: Ich weiß nicht, ob das eine mehr oder besser irgendwie in das Wasser reingeht – so, wie man das kennt diesen Verlauf – oder ob das eine so klein bleibt und das andere größer wird.
20	I: Kannst du nochmal den Verlauf beschreiben, was du mit dem Verlauf meinst?
21	B2: Dass das von der Oberfläche Richtung Boden so runter...
22	I: Das würde auf beiden Seiten passieren oder auf einer?
23	B2: Auf der einen mehr, auf der anderen weniger.
24	I: Auf welcher Seite würde das mehr passieren?
25	B2: Ich meine auf der erhitzten mehr, auf der gekühlten weniger.

Als Begründung führen die Befragten an, dass sich Stoffe durch Hitze ausdehnen. Weil sich also das Wasser zusammen mit der Farbe ausdehnt, gelangt es entsprechend schneller nach unten. Auch auf der kalten Seite dehne sich das Wasser aus, dies geschehe jedoch langsam und nicht so stark, sodass die Farbe dort später den Boden erreiche.

33	B1: Die Farbe dehnt sich wahrscheinlich eher ein bisschen aus. Durch Hitze dehnt sich ja etwas aus. Ich könnt mir vorstellen, dass es bei dem Wasser auch so ist bzw. bei der Farbe. Wenn man auf der Seite, der beheizten Seite, Farbe reintut, dass man halt beobachten kann, dass die sich ausdehnt in alle Richtungen oder mit dem Wasser vermischt und so ein bisschen verläuft. Dasselbe passiert ziemlich wahrscheinlich auch auf der anderen Seite, wo es gekühlt wird, aber ein wenig langsamer.
34, 36, 38	I: Auf der erhitzten Seite dehnt sich das in alle Richtungen aus? Aber schneller als auf der kalten Seite?
35, 37	B1: hm (bejahend). Ein wenig.

Ihre Erklärung passen die Befragten kurz darauf an, vor allem in Bezug auf kaltes Wasser: Sie erklären, dass etwas Warmes mehr Platz brauche und sich ausdehne. Etwas Kaltes

brauche weniger Platz und ziehe sich zusammen. Darüber hinaus bringen sie den Begriff der Dichte ins Spiel. Sie wissen, dass das Konzept wichtig ist, können es jedoch nicht richtig anwenden, denn sie erläutern lediglich, kaltes Wasser sei schwerer als warmes.

40	I: Hast du eine Erklärung dafür?
41	B1: Hitze bzw. etwas Warmes braucht mehr Platz. Das hat was mit der Dichte zu tun. Etwas Kühles braucht etwas weniger Platz, ist auch schwerer und zieht sich zusammen.

Dieses Wechselspiel von Ausdehnung und Zusammenziehen sorgt aus der Sicht der Befragten für eine Bewegung im System und auch dafür, dass sich warmes und kaltes Wasser schließlich treffen und vermischen.

42	I: Gibt es noch etwas, was ihr erwartet, was man sehen können wird? Zum Beispiel, wenn die Zeit ein bisschen vorgespielt werden würde?
43	B1: Vielleicht, dass die Farben irgendwann in der Mitte aufeinandertreffen, sich vermischen und man dann zum Schluss keinen deutlichen Unterschied mehr sieht. Das Wasser würde sich dann ja irgendwann auch ein bisschen vermischen. ,
44	B2: Ich weiß nicht, ob die Farbe vielleicht auch heller wird; da durch die Wärme.
46	I: Du hast gerade davon gesprochen, dass sich das Wasser vermischen will. Was meinst du damit?
47	B1: Wobei, mir ist gerade eingefallen, dass da eigentlich ja so noch keine Bewegung drin ist. Aber vielleicht kommt ja ein wenig Bewegung dadurch rein, dass sich das erhitzte Wasser mehr ausdehnt als das gekühlte. Dadurch vermischt sich das ja vielleicht.

Im weiteren Gesprächsverlauf ergänzen sie ihre Erklärungen abermals und fügen der Ausdehnung von warmem Wasser noch den Aspekt hinzu, dass sich das warme Wasser zusätzlich nach oben bewege. Sie begründen dies damit, dass Wärme stets nach oben steige.

87	B1: Gehen wir mal davon aus, dass das Wasser kälter wird und auf der anderen Seite wärmer. Dadurch, dass etwas Warmes sich ausdehnt und mehr Platz braucht, könnt ich mir vorstellen, dass es irgendwann dann auf das kältere Wasser trifft und sich dann so ein bisschen vermischt. Und vielleicht geht das wärmere Wasser dann auch tendenziell nach oben über dem kälteren Wasser, weil es ja mehr Platz braucht und sich ausdehnt – Wärme
----	--

steigt ja auch nach oben. Und das Kältere sich eher zusammenzieht und unten bleibt.

Bemerkenswerterweise wird von den Befragten zwischen dem Verteilen von Tinte und dem Lösen von Tinte in Wasser unterschieden. Verteilen bedeutet für die Befragten lediglich, dass sich die Tinte im Wasser bewegt und noch als Tinte existiert. Diesbezüglich werden also in dieser Untersuchung auch Vorstellungen von chemischen Inhalten zum Lösen und Mischen tangiert, die für die Entschlüsselung des Versuchs ebenfalls eine Rolle spielen.

57, 59 I: Jetzt haben wir ja zwei Linien: Du (B1) spracht jetzt gerade davon, das Wasser bewegt sich und man kann das sehen, weil man die Tinte reinmacht und es sichtbar macht. Und du (B2) hast gesagt, die Tinte bewegt sich, aber das Wasser bewegt sich nicht.

60, B2: **Das ist ja eingefärbt. Die Tinte färbt ja das Wasser ein und wird**
62, **dadurch so, ich will nicht Masse sagen, aber ein neues Mischverhältnis.**
64 **Und dann bewegt sie sich.** Aber ich weiß nicht, ob das jetzt irgendwie mit der Kälte besser oder weniger gut funktioniert als mit der Wärme.

65 I: Bewegt sich das Wasser oder nicht? Eben sprachst du davon, dass sich das Wasser nicht bewege.

66, 68 B2: **Dieses Verhältnis, also diese Mischung aus Tinte und Wasser.**

161 I: Wieso verteilt die sich denn in dem Wasser?

162 B1: Die verteilt sich ja nicht, die mischt sich ja auch mit dem Wasser.

163 I: Was ist der Unterschied?

164 B2: Das ist ja kein Feststoff.

165, B1: **Wenn sie sich verteilen würde, wäre es ja nur die Tusche an sich, die**
167 **sich ausdehnt. Also so würde ich das verstehen. Und so vermischt sie sich mit dem Wasser. Also wird auch ein wenig dünner und heller die Farben.**

168 I: Warum passiert das?

169 B2: Weil das war von Anfang an ein Wassergemisch und flüssig.

170 B1: Das löst sich in Wasser. So heißt das.

171 B2: **Das ist lösbar, das was mit der Struktur und der Dichte und so zu tun. Anders, als wenn man da jetzt einen Stein reinschmeißen würde. Das ist ja ein Feststoff und der löst sich nicht auf.**

173 B1: Der verteilt sich auch nicht. Der bleibt einfach so an einer Stelle.

175 B2: Ja, egal ob warm oder kalt.

Beim Beobachten des Versuchs fühlen sich die Probandin und der Proband in ihren Vermutungen bestätigen. Zur Erklärung ziehen sie dementsprechend eine Mischung aus den bereits dargelegten Erklärungen heran: Sie verdeutlichen, dass sich das kalte Wasser zusammenziehe, deswegen schwerer sei und nach unten sinke. Da sich die Tinte mit dem Wasser mische, bewege sich somit das gesamte Tinte-Wasser-Gemisch nach unten. Umgekehrt dehne sich das warme Tinte-Wasser-Gemisch aus, und steige deshalb nach oben, weil warme Stoffe, z. B. auch die Luft, stets nach oben steigen. Entsprechend befinde sich im Versuch das warme Wasser über dem kalten.

211 I: Was seht ihr?

214 B2: Genau das, was ich gesagt habe. Es sinkt so langsam und das geht nur dahin. Ist schön.

215 I: Wohin?

216 B2: Es bleibt auf der Seite des Eises, es geht nach unten und dann wieder hoch.

217, I: Ich mach mal hier auf der Seite was rein [Heizungsseite]. Schaut mal ganz
219 genau hin. Was passiert?

220, B1: Es dehnt sich auf jeden Fall sehr viel mehr aus. Wir haben gesehen, dass
224 auf der Seite des Eises die Tinte erst nach unten gegangen ist. Ja, da sieht man jetzt das, was ich gemeint habe.

225 B2: Und die [Tinte von der kalten Seite] geht in den warmen Bereich. Die geht aus dem kalten Bereich raus und geht jetzt in den warmen. Und die bleibt im Warmen, weil es da oben noch wärmer ist.

226 B1: **Aber man sieht genau, dass sich das kalte Wasser zusammenzieht bzw. schwerer ist und deswegen unten ist und die Tinte von der kalten Seite deswegen auch unten ist, weil die sich ja mit dem kalten Wasser vermischt hat. Und dass das warme Wasser oben ist bzw. sich ausdehnt und dementsprechend mehr Platz ist, weil warme Luft steigt ja auch nach oben und so. Und dass das Wasser auf der warmen Seite deswegen auch unten sich genauso vermischt, dass das übereinander liegt.**

Eine Erscheinung, welche von Bernd und Annette nicht vorhergesagt, im Anschluss jedoch beobachtet wird, ist eine Kreislaufbewegung des Tinte-Wasser-Gemischs im Gefäß. Diese macht nicht nur eine vertikale, sondern auch eine horizontale Bewegung des Gemischs deutlich. Neben den bereits dargelegten Erklärungen erläutern die Befragten, dass eine solche Bewegung durch das Verhältnis von warm und kalt zustande käme. Im Anschluss ergänzen sie ihre Erklärungen jedoch in bemerkenswerter Weise: Vorher werden das Ausdehnen und das Zusammenziehen von Wasser getrennt voneinander betrachtet.

Außerdem übernehmen kaltes und warmes Wasser beide einen aktiven Part: Warmes Wasser dehnt sich aktiv aus, kaltes Wasser zieht sich aktiv zusammen. Um die Kreisbewegung zu entschlüsseln, beschreiben sie erstmals eine Wechselwirkung zwischen kaltem und warmem Wasser. Entsprechend wird ein wechselseitiges Aktiv-Passiv-Schema entwickelt: Das warme Wasser dehne sich aus (aktiv), brauche mehr Raum und deshalb müsse Wasser, das kälter ist, diesen Raum freigegeben, sich also zusammenziehen (passiv). Die Befragten argumentieren allerdings auch genau umgekehrt: Das kalte Wasser ziehe sich zusammen (aktiv), wodurch Raum frei werde. Weil im Wasser allerdings keine Lücke entstehen dürfe, müsse anderes, wärmeres Wasser diesen Platz einnehmen und sich entsprechend ausdehnen. Durch diesen Wechsel von zwei aktiven Prozessen an den Seiten des Gefäßes zu einem wechselseitigen Aktiv-passiv-Schema können die Befragten nicht nur die Bewegung des kalten bzw. warmen Wassers an den Seiten begründen, sondern auch die Bewegung des Wassers, das auf diese Prozesse des Zusammenziehens bzw. Ausdehnens reagiert und sich so auch nach links bzw. rechts durch das Gefäß bewegt.

228	I: Beschreibt nochmal den Unterschied zwischen dem, was ihr bei dem kalten und bei dem warmen Wasser seht.
229, 231	B2: Die Tinte beim warmen Wasser ist nur am oberen Teil des Wassers sozusagen. Also hält sich nur oben auf, an der Oberfläche des Wassers. Die Tinte, die an der kalten Seite angefangen hat, geht nur in den unteren Teil. Die geht runter.
230, 232	B1: Die läuft im Prinzip hier in einem Kreis.
233	B2: Genau, sobald die Tinte, die im Warmen reingetropft wurde, an dem kalten Behälter oder an der kalten Seite ankommt, geht sie genau nach unten und nimmt den gleichen Kreislauf mit.
235	I: Wo ist jetzt hier der Kreislauf zu sehen?
236	B2: Es endet da unten. Die Tinte, die kalt war, geht nicht wieder in den warmen Kreislauf über.
237	I: Schaut euch nochmal die Tinte an, wenn die absinkt auf beiden Seiten und beschreibt mal.
238	B1: Auf der warmen Seite geht sie erst ziemlich nach unten und dehnt sich dann aber, von uns aus, auf die linke Seite aus. Weil das Wasser halt wärmer ist und mehr Platz braucht und deswegen oben schwimmt.
240	I: Wenn das Wasser nur oben schwimmt, wie kommt es dann zu einer Bewegung?
241	B2: Da braucht es einfach deutlich länger und bleibt aber an der kalten. Also es ist die ganze Zeit da drin.

242	B1: Das zieht sich halt zusammen, kaltes Wasser braucht auch weniger Platz als warmes.
243	B2: Diese Bewegung kommt ja irgendwie zustande durch das Verhältnis von warm und kalt.
244	I: Kannst du das noch ein bisschen genauer erklären? Was meinst du mit Verhältnis von warm und kalt?
245	B2: In dem Moment, wo sich das kalte Wasser zusammenzieht, wird ja letztlich Platz frei und das warme Wasser dehnt sich ja aus und geht dort rüber.
246, 248	B1: Bzw. andersrum: Wenn sich das warme Wasser ausdehnt, muss ja irgendwas zurückgehen.
249	B2: ... verdrängt werden, genau.
250	B1: Damit es da seinen Platz haben kann.

Dieses wechselseitige Aktiv-passiv-Schema zeigt sich nicht nur an der Grundidee des Ausdehnen und Zusammenziehens von warmem bzw. kaltem Wasser, sondern auch an der Grundidee des temperaturabhängigen Aufsteigens bzw. Absinkens: Bern und Annette erläutern, dass beim Aufstieg (aktiv) von warmem Wasser unten Platz für kaltes Wasser frei werde, das nachfließen müsse (passiv). Oder umgekehrt: Beim Absinken von kaltem Wasser (aktiv) wird oben Platz für das warme Wasser frei, das diesen Platz ausfüllen müsse (passiv). Dass keine Lücken entstehen können, wird damit begründet, dass auf mikroskopischer Ebene die Wassermoleküle durch Brückenbindungen verknüpft sind.

361	I: Du sprachst jetzt ja gerade davon, dass das warme Wasser sich ausdehnt und dann bewegt es sich oben entlang.
362	B1: Bzw. andersrum das kalte Wasser...
363	B2: ... sich zusammenzieht.
364	B1: ... ist unten, weil es schwerer ist.
366	I: Warum bewegt sich denn das Wasser dann unten, wenn ihr sagt, das zieht sich eigentlich zusammen. Ihr sagt, oben dehnt es sich aus, da konntet ihr eine Bewegung sehen. Aber unten, sagtet ihr, das zieht sich zusammen. Aber wir haben ja unten fast mit der gleichen Geschwindigkeit eine Bewegung bloß in die entgegengesetzte Richtung gesehen.
367, 369, 371, 373	B1: Ich würd gar nicht unbedingt sagen, dass es sich so stark zusammenzieht. Vielleicht minimal, aber ich glaub nicht, dass das der eigentliche Grund ist. Der eigentliche Grund ist, dass das Wasser schwerer ist, weil es kälter ist und deswegen unten ist. Und im selben Moment, wo das kalte

	<p>Wasser unten ist, muss ja das Wasser, das da vorher war, das warm ist, dann nach oben. Deswegen ist dadurch dieselbe Geschwindigkeit in etwa da.</p> <p>Bzw. andersrum: Das Wasser hier direkt neben dem Becher müsste kalt sein und hier [Heizungsseite] müsste es warm sein. Aber in dem Moment, wo das kalte Wasser sinkt, macht es somit Platz für das warme.</p> <p>Bzw. andersrum: Das warme Wasser ist leichter und steigt nach oben und macht somit Platz für das kalte Wasser.</p>
375	I: Beim Becher sinkt es nach unten, weil es schwerer ist, sagst du. Und dadurch machts Platz hier. Und wie kommt es dann hier zu der Bewegung am Boden entlang?
376, 378	<p>B2: Naja, das warme Wasser nimmt ja Platz weg, weil es sich erhitzt und beim Erhitzen entsteht irgendwann auch Dampf und es wird ja leichter und steigt nach oben. Minimal, also in dem Fall jetzt minimal, weil es sich ja nicht erhitzt. Und somit geht das kalte Wasser da drunter, weil der Platz da auch mehr verdrängt... bzw. sinkt es halt ab und dann geht es dahin. Wieso? Weil da Platz ist und da ja keine Lücken entstehen können!</p>
379	I: Warum können da denn überhaupt gar keine Lücken entstehen?
380, 382, 384	<p>B2: Wasser wird ja grundsätzlich verdrängt, wenn ein Gegenstand hinzugefügt wird. Eine Lücke kann nicht entstehen, weil Wasser nicht wirklich so wie jetzt ein Feststoff... das ist ja flüssig. Und somit hat es immer eine Verbindung. Wasserstoffketten sind ja immer Brückenbindungen und die suchen ja immer eine weitere Verbindung, um zusammenzuhalten. Die Verbindungen lösen sich ja nur im festen bzw. im gasförmigen Zustand.</p>

Darüber hinaus argumentieren die Befragten vielfach mit dem Prinzip des Temperaturausgleichs: Sobald die Heizung deaktiviert und das Eis entfernt werde, gleichen sich beide Seiten der Raumtemperatur an. Die Befragten ergänzen auch, dass sich warmes und kaltes Wasser noch durch die Restbewegung miteinander vermischen und auch dadurch ihre Temperaturen angleichen. Zu einer weiteren Bewegung käme es dann nicht mehr, weil zur Erzeugung von Bewegung auf jeden Fall Energie vorhanden sein müssen, die wegen der deaktivierten Heizquelle und des entfernten Eises fehle.

251	I: Angenommen, ich nehme die Heizung raus und ich nehme das Eis auch raus. Was würde dann passieren?
252	B2: Wäre ja immer noch eine kalte und eine warme Seite.
253	B1: Ich könnt mir aber vorstellen, dass das langsam aufhört, diesen Kreislauf zu gehen, da ja die Wärme- bzw. die Kältequelle nicht mehr da ist.
254	I: Hier ist es immer noch warm, wenn ich die Heizung rausziehe.

255	B2: Anfangs.
258	B1: Ja, anfangs.
260, 262	B1: Es wird keine neue Energie hinzugefügt, keine Wärmeenergie.
263, 265	I: Ja, das mag ja richtig sein. Wenn ich es rausnehme, füge ich keine neue Wärmeenergie hinzu. Oder ich habe auch auf der linken Seite nichts Kaltes mehr.
266	B2: Dadurch gleicht sich das ganze Wasser an wegen der Raumtemperatur. Die eine Seite kühlt ab und die andere Seite erwärmt sich wieder und kommt somit wieder auf die gleiche Temperatur.
267	B1: Es ist ja nichts mehr da, was dazu anregt, sich wieder auszudehnen bzw. zusammenzuziehen. Dementsprechend wird das wahrscheinlich wirklich wieder auf eine Temperatur, mit der Zeit, gehen.

268, 270	I: Und was passiert, wenn das auf einer Temperatur ist? Du hast gerade davon gesprochen, das gleicht sich an. Warum ist es denn so, dass sich das angleicht? Man könnte sich ja auch vorstellen: Hier bleibt es einfach immer warm und hier ist es kalt.
271	B2: Wenn die Quellen raus sind oder wenn sie noch drin sind?
272	I: Wenn die Quellen raus sind.
273	B2: Weil das warme Wasser sich ja wieder rüber bewegt, also anfangs. Das kühlt dann ja ab.
274	B1: Da ist noch ein Rest Energie. Bewegung entsteht ja durch Hinzufügen von Energie bzw. andersrum: Man benötigt Energie für Bewegung und dadurch, dass man dann die Wärmequelle bzw. die Kältequelle rausnimmt, ist keine Energie mehr da, die irgendeine Bewegung verursachen kann, zum Beispiel durch Ausdehnen oder durch Wärmeenergie das Ausdehnen.
275, 277	I: Aber könnte man sich nicht auch vorstellen, dass das warme Wasser herüber fließt in den kalten Bereich kommt, abkühlt, sich dann wieder zurückbewegt und hier wieder erwärmt?
278, 280	B1: Ja, aber gleichzeitig, wenn das warme Wasser dahinfließt, fließt das kalte ja auch auf die andere Seite, dann vermischt sich das ja so ein bisschen.

282	B1: Wenn wir das mal rausnehmen würden, würde das warme Wasser ja auf die Seite fließen, aber gleichzeitig würde das kalte auch... und dann würd es hier in der Mitte wahrscheinlich schon anfangen, sich...
283	B2: ...anzugleichen.
284	B1: ... zu vermischen. Und wenn das kalte Wasser nach hier geflossen ist, ist hier ja kein kaltes mehr, dass das warme Wasser kühlen könnte.

Darauf angesprochen, aus welchem Grund sich die Temperaturen im Wasser angleichen und nicht etwa auf der einen Seite das warme und auf der anderen Seite das kalte Wasser verbleibt, wird deutlich, dass die Befragten zwischen Wärme und Kälte unterscheiden. Aus ihrer Sicht ist Kälte nicht etwa die Abwesenheit von Wärme, sondern besitze eine eigene Qualität. Sie machen deutlich, dass Wasser zwar Wärme bzw. Kälte speichern könne, allerdings nicht für einen beliebig langen Zeitraum.

285	I: Aber könnte man sich nicht auch vorstellen, dass die Seiten von einer kalten und warmen Region dann wechseln ständig? Und so die Bewegung erhalten bleibt.
286	B1: Wo soll denn die Energie herkommen dafür?
287	B2: Es wird ja nichts hinzugefügt, die Energiequellen gehen ja weg. Die werden ja weggenommen.
288, 290	B1: Wir hatten ja letztes Mal, dass Wasser Wärme bzw. Kälte speichert, aber halt auch nicht so (langgezogen) ewig. So viel Wärme ist es ja auch gar nicht.
291	B2: Außerdem ist ja noch die Raumtemperatur da, die kann man ja nicht wegnehmen. Es ist ja kein Vakuum. Und selbst in einem Vakuum würde das nicht funktionieren.
292	I: Was macht die Raumtemperatur?
293	B2: Ja, die gleicht ja auch das kalte Wasser wieder an das warme.
294	I: Warum?
295	B2: Weil das ja abgekühlt ist und die Raumtemperatur dementsprechend wärmer sein müsste, wenn es kalt ist oder wenn es kälter ist.

Ausgehend vom Unterschied zwischen Wärme und Kälte kommen sie auch auf Wärmeenergie und Kälteenergie zu sprechen. Aus ihrer Sicht kann dem Wasser offenbar sowohl Wärmeenergie (durch die Heizung) als auch Kälteenergie (durch das Eis) zugeführt werden. Das Zufügen von Wärmeenergie führt zur Ausdehnung von Wasser, das Zufügen von Kälteenergie zu eine, Zusammenziehen. Allerdings können Wärme- bzw.

Kälteenergie vom Wasser nicht beliebig lang gespeichert werden. Beide Energieformen müssen zwangsläufig an anderes Wasser abgegeben werden. Wenn von außen durch die Heizung keine Wärmeenergie und durch das Eis keine Kälteenergie mehr hinzugefügt werde, verteile sich Wärme- bzw. Kälteenergie im gesamten Wasser und gleiche sich dadurch aus. Entsprechend gleiche sich die Temperatur an. Das hat zur Folge, dass sich kein Wasser mehr ausdehne bzw. zusammenziehe: Die Bewegung schwindet.

298	I: Ok, wir sprechen die ganze Zeit von einem Angleich. Ich frage mich jetzt gerade, warum kommt es überhaupt zu einem Angleich, zum Beispiel mit Eis. Warum bleibt es dann nicht kalt? Warum gleicht sich das dann am Ende wieder an die Raumtemperatur an?
299	B2: Es gibt hier wieder Energie ab.
300	B1: ich glaub auch, das hat was mit der Energie zu tun. Dass sie nicht gespeichert wird, bzw...
301	B2: ...nicht ewig.
302	B1: Wenn etwas gekühlt wird, verändert sich die Struktur, oder? Ne, aber die...
303	B2: Außer es friert. Aber so schlimm ist es ja noch nicht.
304	B1: Ist Kälte auch eine Art von Energie wie Wärme? Gehen wir mal davon aus: dann könnte das ja auch nicht so lange gespeichert werden.
305	B2: Es kann doch nicht ewig gespeichert werden. Selbst wenn da die ganze Zeit Eis hinzugefügt werden würde, würde es ja nicht die ganze Zeit auf der gleichen Temperatur bleiben. Also irgendwann schon, weil man dann irgendwann alles kalt hat, aber man würde permanent etwas hinzufügen bzw. das Ganze kühlen.
306	I: Das heißt, eurer Meinung nach, wäre für eine permanente Bewegung auch das permanente Hinzufügen von Wärme durch die Heizung und von Eis hier in den Behälter nötig?
307	B2: Ja, aber nicht die immer die gleiche Temperatur. Es müsste permanent kühler bzw. wärmer werden. Weil wir sehen ja jetzt, dass es die gleiche Temperatur beibehält und hier ja auch; das wird ja auch wärmer, weil es ja schmilzt, und dadurch funktioniert das nicht mehr so, wie es am Anfang war.
308	B1: Man sieht jetzt ja auch, dass sich das halt nicht wirklich bewegt. Ist die Heizung noch an?
309	B2: Ja, aber das gleicht sich jetzt so langsam an.
310	B1: Ist die Heizung noch an?

312	I: Ja.
313	B1: Man sieht jetzt ja auch, dass sich das nicht mehr bewegt, obwohl noch ein bisschen Eis drin ist und die Heizung noch an ist. Vielleicht hat sich genau durch diese Bewegung und durch diese Routine das Wasser auch schon teilweise vermischt und jetzt sich halt nichts mehr wirklich ausdehnt oder zusammenzieht.
314	I: Das heißt zusammenfassend: Was muss gegeben sein, dass eine Bewegung zustande kommt?
315, 317	B2: Auf jeden Fall Energie, die überhaupt das Ganze zu einer Bewegung hinbringt.
318	B1: Ja, ich würd halt sagen, die Reaktion auf entweder Wärme oder Kälte... gibt es Kälteenergie?
319	B2: Ja, sag einfach. Es gibt auch Wärmeenergie!
320	B1: Wärmeenergie oder... Kälteenergie, das klingt falsch, aber vielleicht ist es ja richtig. Dadurch erfolgt dann eine Reaktion. Die Reaktion des Wassers wäre jetzt ja, dass es sich ausdehnt bzw. zusammenzieht und dass dadurch eine Routine oder Bewegung entsteht.

Im Folgenden werden die Erklärungen formuliert, die sich aus den bisher dargelegten Transkriptabschnitten rekonstruieren lassen und die teilweise bereits in den Kommentaren zwischen den Abschnitten angeklungen sind. Zunächst werden die einzelnen Kommentare jedoch in eine konsistente Reihenfolge gebracht und zusammenfassend dargestellt:

Für Bernd und Annette existieren sowohl Wärmeenergie als auch ein Gegenpart, den sie als Kälteenergie bezeichnen. Ebenfalls unterscheiden sie in Kurzform zwischen Wärme und Kälte. Beide Formen von Energie werden von der Heizung bzw. vom Eis auf das Wasser übertragen und können dort kurzzeitig gespeichert werden. Solange Wärme- bzw. Kälteenergie vom Wasser gespeichert werden, steigt bzw. sinkt dessen Temperatur. Erhöht sich die Temperatur des Wassers, dehnt es sich aktiv aus, wird leichter und steigt nach oben. Umgekehrt zieht sich Wasser, dessen Temperatur sinkt, aktiv zusammen, wird schwerer und sinkt nach unten.

Durch das Ausdehnen und Aufsteigen bzw. durch das Zusammenziehen und Absinken hat das Wasser aber auch einen Einfluss auf jeweils kälteres bzw. wärmeres Wasser in der Umgebung, das sich sodann auch passiv verhält: Durch das Ausdehnen von warmem Wasser wird kaltes Wasser zusammengedrückt und beim Aufsteigen nimmt kaltes Wasser den unterhalb freiwerdenden Raum ein. Umgekehrt bewirkt sich zusammenziehendes, nach unten sinkendes Wasser, dass wärmeres Wasser den freiwerdenden Raum einnimmt. Der jeweilige passive Teil ist nötig, weil sich im Wasser keinerlei Lücken auf tun können,

da die Wassermoleküle auf mikroskopischer Ebene allesamt durch Wasserstoffbrückenbindungen miteinander verknüpft sind und sich so gegenseitig beeinflussen. Diese Verknüpfung erklärt aus Befragtensicht ferner, weshalb sich Wasser im Gefäß nicht nur vertikal, sondern auch horizontal bewegt.

Weil Wärme- und Kälteenergie vom Wasser nicht beliebig lang gespeichert werden können, wird Wärmeenergie vom warmen Wasser an kälteres übertragen. Kälteenergie wird hingegen vom kälteren Wasser an wärmeres Wasser übertragen. Werden die Heizung abgeschaltet und das Eis entfernt, gleichen sich Wärme- und Kälteenergie letztlich aus. Entsprechend gibt es keine Temperaturunterschiede und auch kein Ausdehnen bzw. Zusammenziehen mehr. Die Bewegung des Wasser-Tinte-Gemischs kommt deshalb mit der Zeit zum Erliegen.

Tab. 50: Kategorie J5B-SG-S zu Erklärungen vom Strömungsversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strömungen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strömungsversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Dadurch, dass etwas Warmes sich ausdehnt und mehr Platz braucht, könnt ich mir vorstellen, dass es irgendwann dann auf das kältere Wasser trifft und sich dann so ein bisschen vermischt. Und vielleicht geht das wärmere Wasser dann auch tendenziell nach oben über dem kälteren Wasser, weil es ja mehr Platz braucht und sich ausdehnt – Wärme steigt ja auch nach oben. Und das Kältere sich eher zusammenzieht und unten bleibt.“ (J5B, P. 87)	
Kodierte Subkategorien		
J5B-SG-S1	Es gibt Wärmeenergie und das Pendant Kälteenergie.	J5B, P. 304, 318, 320
J5B-SG-S2	Speichert Wasser Wärmeenergie bzw. Kälteenergie, erhöht bzw. sinkt dessen Temperatur.	J5B, P. 263, 265, 266, 277, 288, 290, 300, 301, 305, 307
J5B-SG-S3	Wärmeenergie und Kälteenergie werden nicht beliebig lang gespeichert, sondern an kälteres bzw. wärmeres Wasser übertragen, sodass sich Temperaturen mit der Zeit angleichen.	J5B, P. 266, 267, 288, 290, 300, 301, 304, 305, 313
J5B-SG-S4	Wasser, dessen Temperatur sich erhöht bzw. verringert, dehnt sich aus und wird leichter bzw. zieht sich zusammen und wird schwerer.	J5B, P. 33, 41, 47, 87, 226, 238, 242, 361, 367, 369, 371, 373, 376, 378
J5B-SG-S5	Wasser, dessen Temperatur sich erhöht bzw. verringert, steigt auf bzw. sinkt ab.	J5B, P. 87, 226, 367, 368, 371, 373
J5B-SG-S6	Dehnt sich erwärmendes Wasser aus und steigt, wird relational kälteres Wasser zusammengedrückt und zum freiwerdenden Raum, also nach unten, bewegt.	J5B, P. 246, 248, 250, 367, 369, 371, 373, 376, 378
J5B-SG-S7	Zieht sich abkühlendes Wasser zusammen und sinkt, wird relational wärmeres Wasser gedehnt und zum freiwerdenden Raum, also nach oben, bewegt.	J5B, P. 245, 367, 369, 371, 373

J5B-SG-S8	Im Wasser können sich keine Lücken auftun, da auf mikroskopischer Ebene Brückenbindungen eine Verknüpfung der Wassermoleküle garantieren.	J5B, P. 376, 378, 380, 382, 384
-----------	---	---------------------------------

14.4.3.1.2 Interview E1A/B: Analyseergebnisse.

a) Erklärungen (Allgemein)

Tab. 51: Kategorie E1A-SG-A zu Erklärungen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strömungen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strömungen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„[...] oder der Kanal verengt sich, dann haben wir halt einen schnelleren Durchfluss, eine schnellere Strömung in dem Sinne.“ (E1A, P. 76)	
Kodierte Subkategorien		
E1A-SG-A1	Strömungen entstehen durch die Anziehungskraft des Mondes.	E1A, P. 76
E1A-SG-A2	Strömungen entstehen, wenn Wasser sich zu einem Ort mit geringerer Höhe bewegen kann.	E1A, P. 76
E1A-SG-A3	Strömungen werden von Mondphasen beeinflusst.	E1A, P. 76
E1A-SG-A4	Je stärker sich ein durchflossener Bereich verengt, desto schneller werden Strömungen.	E1A, P. 76
E1A-SG-A5	Je flacher ein durchströmtes Gebiet ist, desto weniger intensiv sind Strömungen.	E1A, P. 84

b) Erklärungen (Speziell)

Tab. 52: Kategorie E1B-SG-S zu Erklärungen vom Strömungsversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strömungen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strömungsversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Durch die Temperaturunterschiede in diesem Milieu, wird es zu einer Bewegung des Wassers kommen.“ (E1B, P. 38)	
Kodierte Subkategorien		
E1B-SG-S1	Tinte zerfließt und vermischt sich in warmem Wasser schneller als in kaltem.	E1B, P. 6, 8, 11, 12, 14, 16
E1B-SG-S2	Tinte in kaltem Wasser wird von warmem Wasser angezogen/angesogen.	E1B, P. 22, 24
E1B-SG-S3	Temperaturunterschiede im Wasser führen zu einer Bewegung in Form einer Rotation.	E1B, P. 26, 28, 38, 66, 90
E1B-SG-S4	Dass die Mischung von Tinte und Wasser im Gefäß aufsteigt bzw. absinkt und wie schnell sich die Tinte mit dem Wasser mischt, hängt von deren Dichten ab.	E1B, P. 68, 88
E1B-SG-S5	Die Dichte von Eis ist höher als von flüssigem Wasser.	E1B, P. 68
E1B-SG-S6	Eine ähnliche Rotationsbewegung lässt sich erzeugen, indem, statt einer Heizung und Eis, Meerwasser und Süßwasser eingesetzt werden.	E1B, P. 74

14.4.3.1.3 Interview E2A/B: Analyseergebnisse.

a) Erklärungen (Allgemein)

Tab. 53: Kategorie E2A-SG-A zu Erklärungen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strömungen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strömungen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Ich glaube, so ein bisschen Strömung erzeugt jeder, wenn er durch die Gegend läuft und einfach Luft verdrängt.“ (E2A, P. 25, 27, 78)	
Kodierte Subkategorien		
E2A-SG-A1	Strömungen entstehen durch die Rotation der Erde.	E2A, P. 110
E2A-SG-A2	Das Wirken des Windes erzeugt oder verstärkt Wasserströmungen.	E2A, P. 110
E2A-SG-A3	Die Verdrängung sich bewegender Objekte/Lebewesen führt zu Luftströmungen.	E2A, P. 25, 27, 78

b) Erklärungen (Speziell)

Tab. 54: Kategorie E2B-SG-S zu Erklärungen vom Strömungsversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strömungen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strömungsversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Es ist so, dass die Heizung das Wasser erstmal in Bewegung setzt und zwar scheint das warme Wasser unterhalb der Wasseroberfläche zu laufen und an der anderen Seite ist es ja eiskalt. Da wird das warme Wasser dann kälter und dadurch schwerer wahrscheinlich und dann wird es am Wasserboden quasi weitergewirbelt oder weitergeströmt.“ (E2B, P. 88)	
Kodierte Subkategorien		
E2B-SG-S1	Wird durch eine Heizung Wärme an Wasser abgegeben, dann wird es in Bewegung versetzt.	E2B, P. 8, 18, 88
E2B-SG-S2	Beim Abkühlen wird Wasser schwerer und sinkt.	E2B, P. 88
E2B-SG-S3	Wasser wird durch nachströmendes Wasser weitergeschoben.	E2B, P. 88
E2B-SG-S4	Durch Temperaturdifferenzen im Wasser entstehen Kreislaufbewegungen.	E2B, P. 78, 84, 86, 95, 101, 103
E2B-SG-S5	Eis im Wasser schwimmt an der Wasseroberfläche.	E2B, P. 14
E2B-SG-S6	Eine ähnliche Bewegung lässt sich erzeugen, indem, statt einer Heizung und Eis, Wind auf das Wasser einwirkt oder gepustet wird.	E2B, P. 105

14.4.3.1.4 Interview E3A/B: Analyseergebnisse.

a) Erklärungen (Allgemein)

Tab. 55: Kategorie E3A-SG-A zu Erklärungen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strömungen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strömungen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Durch Wetter, Sonne und Erddrehung entsteht eine Bewegung des Wassers und der Luft.“ (E3A, P. 70)	
Kodierte Subkategorien		
E3A-SG-A1	Strömungen entstehen durch die Bewegung der Erde um die Sonne.	E3A, P. 214
E3A-SG-A2	Strömungen entstehen durch das Wetter.	E3A, P. 70, 72
E3A-SG-A3	Strömungen im Wasser entstehen durch das Wirken des Windes.	E3A, P. 56, 214
E3A-SG-A4	Durch Wind entsteht eine Bewegung der Luft.	E3A, P. 56

b) Erklärungen (Speziell)

Tab. 56: Kategorie E3B-SG-S zu Erklärungen vom Strömungsversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strömungen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strömungsversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Irgendwie wird durch die Wärme auf der einen Seite eine Abstoßungsreaktion erzeugt, dass die Tinte zum kalten Wasser geht.“ (E3B, P. 152)	
Kodierte Subkategorien		
E3B-SG-S1	Das Tinte-Wasser-Gemisch wird von der Heizquelle in vertikaler Richtung angezogen.	E3B, P. 100, 102, 112, 190, 194
E3B-SG-S2	Wärme erzeugt eine Abstoßungsreaktion in horizontaler Richtung, sodass sich das Tinte-Wasser-Gemisch von ihr horizontal wegbewegen.	E3B, P. 152, 190, 194
E3B-SG-S3	Die Tinte verteilt sich im kalten Wasser.	E3B, P. 56, 58, 152
E3B-SG-S4	Eine ähnliche Bewegung lässt sich durch die Bewegung des gesamten Bassins erzeugen.	E3B, P. 180, 182, 184

14.4.3.1.5 Interview S1A/B: Analyseergebnisse.

a) Erklärungen (Allgemein)

Tab. 57: Kategorie S1A-SG-A zu Erklärungen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strömungen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strömungen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Wasserströmung auf jeden Fall, wenn ich draußen die Pflanzen wässere, dann mach ich den Kanal auf und erzeuge eine Wasserströmung.“ (S1A, P. 74, 76, 78)	
Kodierte Subkategorien		
S1A-SG-A1	Strömungen entstehen durch die Drehung der Erde.	S1A, P. 116
S1A-SG-A2	Wasserströmungen entstehen durch die Gezeiten.	S1A, P. 116
S1A-SG-A3	Wasserströmungen entstehen, wenn Barrieren entfernt werden, die Wasser aufhalten.	S1A, P. 74, 76, 78
S1A-SG-A4	Luftströmungen entstehen, wenn man schnell mit dem Fahrrad fährt oder wenn sich Objekte schnell an einem vorbeibewegen.	S1A, P. 74, 76, 78
S1A-SG-A5	Wasserströmungen entstehen durch das Wirken des Windes.	S1A, P. 116
S1A-SG-A6	Der Golfstrom entsteht durch Temperaturunterschiede.	S1A, P. 120

b) Erklärungen (Speziell)

Tab. 58: Kategorie S1B-SG-S zu Erklärungen vom Strömungsversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strömungen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strömungsversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Kaltes Wasser wird schwerer sein. Deswegen hält es sich unten auf. Warmes Wasser ist leichter und treibt nach oben.“ (S1B, P. 72)	
	Kodierte Subkategorien	
S1B-SG-S1	Sich erwärmendes Wasser wird leichter und steigt nach oben, sich abkühlendes Wasser wird schwerer und sinkt nach unten.	S1B, P. 70, 74, 76
S1B-SG-S2	Das aufsteigende bzw. absinkende Wasser treibt das Wasser an der Oberfläche bzw. am Boden weiter in Richtung der jeweils anderen Seite.	S1B, P. 68
S1B-SG-S3	Warmes Wasser schichtet sich über kaltem Wasser, es findet keine Vermischung statt.	S1B, P. 2, 4, 18, 24,
S1B-SG-S4	Der Temperaturunterschied im Wasser führt zu einer Kreisbewegung.	S1B, P. 66, 78, 96, 98

14.4.3.1.6 Interview S2A/B: Analyseergebnisse.

a) Erklärungen (Allgemein)

Tab. 59: Kategorie S2A-SG-A zu Erklärungen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strömungen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strömungen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Durch kalte und warme Luftaufnahme. Kalte und warme Luft [...].“ (S2A, P. 342, 344)	
Kodierte Subkategorien		
S2A-SG-A1	Strömungen entstehen, wenn kalte und warme Luft vorhanden ist.	S2A, P. 342, 344
S2A-SG-A2	Strömungen werden durch den Klimawandel beeinflusst.	S2A, P. 370
S2A-SG-A3	Strömungen können mit Motoren, z. B. ein Gebläse, verstärkt werden.	S2A, P. 368

b) Erklärungen (Speziell)

Tab. 60: Kategorie S2B-SG-S zu Erklärungen vom Strömungsversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strömungen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strömungsversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Warmes Wasser muss doch eigentlich nach oben steigen.“ (S2B, P. 52)	
Kodierte Subkategorien		
S2B-SG-S1	Warmes Wasser steigt nach oben.	S2B, P. 52, 58
S2B-SG-S2	Kaltes Wasser bleibt oben.	S2B, P. 54
S2B-SG-S3	Eis ist schwerer und sinkt nach unten, deswegen dreht sich das Wasser im Bassin und bildet einen Wirbel aus.	S2B, P. 20, 22, 28, 30, 32, 34, 42
S2B-SG-S4	Die Dichte von Wasser ist konstant.	S2B, P. 38
S2B-SG-S5	Das Eis zieht warmes Wasser an.	S2B, P. 96, 98
S2B-SG-S6	Eine ähnliche Kreislaufbewegung im Bassin lässt sich erzeugen, indem man mit dem Finger rührt.	S2B, P. 140

14.4.3.1.7 Interview S3A/B: Analyseergebnisse.

a) Erklärungen (Allgemein)

Tab. 61: Kategorie S3A-SG-A zu Erklärungen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strömungen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strömungen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Am besten mit der Pumpe. Oder mit einem Schlauch, Wasser nachspritzen. Dann kommt das auch in Bewegung. Oder mit den Füßen.“ (S3A, P. 230, 232)	
Kodierte Subkategorien		
S3A-SG-A1	Strömungen können durch eine Pumpe erzeugt werden.	S3A, P. 230, 232
S3A-SG-A2	Strömungen in einem Fluss werden erzeugt und verstärkt, wenn von außen durch Zuläufe Bewegung hineinkommt.	S3A, P. 228
S3A-SG-A3	Strömungen werden erzeugt bzw. aufgehalten, wenn Barrieren entfernt bzw. errichtet werden.	S3A, P. 230, 232, 236, 238
S3A-SG-A4	Strömungen werden erzeugt, wenn Wasser mit den Füßen oder mit sich bereits bewegendem Wasser aus einem Schlauch bewegt wird.	S3A, P. 230, 232

b) Erklärungen (Speziell)

Tab. 62: Kategorie S3B-SG-S zu Erklärungen vom Strömungsversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strömungen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strömungsversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Denn das eiskalte Wasser hat nicht so eine Verdrängung, also gibt nicht so schnell ab. Und das warme Wasser, das leitet besser.“ (S3B, P. 9)	
Kodierte Subkategorien		
S3B-SG-S1	Warmes Wasser leitet Tinte besser als kaltes Wasser, sodass sie sich in letzterem weniger schnell verteilt als im warmen Wasser.	S3B, P. 5, 9, 13
S3B-SG-S2	Das Vorhandensein von kalt und warm führt zu einer Strömung in Form eines Kreislaufs.	S3B, P. 57

14.4.3.1.8 Interview J1A/B: Analyseergebnisse.

a) Erklärungen (Allgemein)

Tab. 63: Kategorie J1A-SG-A zu Erklärungen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strömungen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strömungen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Und große Wellen können auch noch entstehen durch halt Epizentren, wenn zwei Platten aufeinandertreffen, also zum Beispiel eine ozeanische Platte und eine Kontinentalplatte. Dann gibt es ja ein Epizentrum. Ist ja wie ein Erdbeben unter Wasser dann. Und dadurch können auch Wellen entstehen.“ (J1A, P. 438, 440)	
Kodierte Subkategorien		
J1A-SG-A1	Strömungen entstehen, wenn Höhenunterschiede vorliegen und sich Wasser zu einem Ort mit geringerer Höhe bewegen kann.	J1A, P. 419
J1A-SG-A2	Strömungen entstehen durch das Vorhandensein von Druckunterschieden.	J1A, P. 419
J1A-SG-A3	Strömungen entstehen durch das Aufeinandertreffen von Kontinentalplatten und daraus resultierenden Unterseebeben.	J1A, P. 438, 440, 441
J1A-SG-A4	Strömungen entstehen durch die Gezeiten.	J1A, P. 419, 420, 421, 422, 423
J1A-SG-A5	Strömungen werden verstärkt bzw. abgeschwächt, wenn sich Objekte im Wasser in bzw. gegen die Strömungsrichtung bewegen.	J1A, P. 429, 431
J1A-SG-A6	Wasserströmungen entstehen durch das Wirken des Windes oder durch Pusten in ein Wasserbehältnis.	J1A, P. 434, 437
J1A-SG-A7	Strudel entstehen, wenn zwei Strömungen aufeinandertreffen, sich eindrehen und somit in eine drehende Bewegung gezwungen werden.	J1A, P. 444, 445, 446, 447

b) Erklärungen (Speziell)

Tab. 64: Kategorie J1B-SG-S zu Erklärungen vom Strömungsversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strömungen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strömungsversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Ja, ich könnt mir halt vorstellen, dass das an den Wärmeunterschieden, also an den Temperaturunterschieden des Wassers liegt. Und da ja warmes Wasser nach oben steigt und kaltes nach unten, das ist wie bei Luft.“ (J1B, P. 50, 52, 54)	
Kodierte Subkategorien		
J1B-SG-S1	Warmes Wasser steigt nach oben, kaltes Wasser sinkt nach unten - genau wie bei Luft.	J1B, P. 4, 18, 20, 50, 52, 54
J1B-SG-S2	Tinte vermischt und bewegt sich mit dem Wasser, während sie sich zusehends im Wasser verteilt.	J1B, P. 4, 40, 42, 50, 52, 54
J1B-SG-S3	Durch Temperaturunterschiede wird eine Zirkulation im Wasser/ in der Luft erzeugt.	J1B, P. 18, 20, 24, 68
J1B-SG-S4	Für die Bewegung des Wassers bedarf es zugeführter Energie, z. B. in Form von Wärme oder von Anziehungskräften.	J1B, P. 58, 60, 62

14.4.3.1.9 Interview J2A/B: Analyseergebnisse.

a) Erklärungen (Allgemein)

Tab. 65: Kategorie J2A-SG-A zu Erklärungen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strömungen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strömungen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Um nochmal auf die Tsunamiwelle zurückzukommen: die ist ja größer und teilweise ja verheerender als so eine normale Welle, weil sie eben durch ein Erdbeben entsteht, wodurch Energie freigesetzt wird, wodurch sich eben das Wasser aufbaut und dann eben auf das Land zurollt.“ (J2A, P. 342, 344)	
Kodierte Subkategorien		
J2A-SG-A1	Strömungen entstehen, wenn im Waschbecken der Stöpsel gezogen wird.	J2A, P. 150
J2A-SG-A2	Strömungen können durch eine Pumpe erzeugt werden.	J2A, P. 154, 156, 157, 160
J2A-SG-A3	Strömungen entstehen, wenn Wasser zu einem Ort mit geringerer Höhe fließen kann.	J2A, P. 154, 160
J2A-SG-A4	Strömungen entstehen durch das Wirken des Windes.	J2A, P. 286, 313, 315
J2A-SG-A5	Strömungen entstehen durch das Vorhandensein kalter und warmer Luft- bzw. Wassermassen.	J2A, P. 287, 288, 316, 320
J2A-SG-A6	Strömungen, in Form von Ebbe und Flut entstehen durch die Mondphasen.	J2A, P. 325, 327
J2A-SG-A7	Strömungen infolge eines Tsunami entstehen durch Unterseebeben.	J2A, P. 334, 342, 344
J2A-SG-A8	Strudel lassen sich abschwächen, indem Objekte im Strudel in Gegenrichtung bewegt werden.	J2A, P. 336

b) Erklärungen (Speziell)

Tab. 66: Kategorie J2B-SG-S zu Erklärungen vom Strömungsversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strömungen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strömungsversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Es ist eben, dass die Wahrscheinlichkeit höher ist, dass, wenn du hier Tinte reinmachst, es sich verteilt und eben eigentlich im (unv.) bleibt, weil die Wahrscheinlichkeit größer ist, dass die Teilchen von hier nach da diffundieren, weil sie sich gegenseitig abstoßen und sich dann verteilen.“ (J2B, P. 20)	
Kodierte Subkategorien		
J2B-SG-S1	Tinte verteilt sich im Wasser (Diffusion), weil deren Teilchen sich im Zuge der Brownschen Molekularbewegung voneinander abstoßen.	J2B, P. 10, 11, 13, 14, 20, 25, 51, 57
J2B-SG-S2	Tinte wird durch den Unterschied zwischen kalt und warm auf eine Seite gezogen.	J2B, 10, 26, 48
J2B-SG-S3	Treffen kalte und warme Luft-/Wassermassen aufeinander, gleichen sich Temperaturunterschiede aus und es passiert etwas (z. B. Gewitter).	J2B, P. 10, 51, 52, 54, 55, 65, 90, 92, 93, 95, 123
J2B-SG-S4	Durch Temperaturunterschiede im Wasser entsteht ein Kreislauf.	J2B, P. 111, 123, 125, 159, 166
J2B-SG-S5	Warme Luft-/Wassermassen steigen auf, kalte sinken ab.	J2B, P. 118, 120, 141, 173, 175
J2B-SG-S6	Eine ähnliche Bewegung lässt sich durch Eingießen von Wasser auf Tinte, durch manuelles Vermischen der Tinte oder durch Wind erzeugen, der über die Wasseroberfläche bläst.	J2B, P. 127, 129, 131

14.4.3.1.10 Interview J3A/B: Analyseergebnisse.

a) Erklärungen (Allgemein)

Tab. 67: Kategorie J3A-SG-A zu Erklärungen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strömungen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strömungen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Wenn wir im Pool eine Strömung gemacht haben, dann muss man in die andere Richtung gehen, um die aufzuhalten.“ (J3A, P. 206)	
Kodierte Subkategorien		
J3A-SG-A1	Strömungen entstehen bzw. lassen sich aufhalten, wenn man im Pool immer in die gleiche Richtung oder im Kreis bzw. in die Gegenrichtung zur Strömung läuft.	J3A, P. 145, 146, 148, 149, 150, 206
J3A-SG-A2	Strömung entstehen, wenn Schiffe im Meer umherfahren und Wasser verdrängen.	J3A, P. 195
J3A-SG-A3	Strömungen in einem Fluss lassen sich aufhalten, indem Wasser entgegengesetzt zur Strömungsrichtung im Fluss eingeleitet wird.	J3A, P. 208
J3A-SG-A4	Strömungen werden durch das Wirken des Windes verstärkt.	J3A, P. 210, 212
J3A-SG-A5	Strömungen lassen sich aufhalten, indem in der Strömung ungleichmäßige Bewegungen ausgeführt werden.	J3A, P. 208
J3A-SG-A6	Strömungen lassen sich aufhalten, indem Barrieren errichtet werden.	J3A, P. 208

b) Erklärungen (Speziell)

Tab. 68: Kategorie J3B-SG-S zu Erklärungen vom Strömungsversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strömungen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strömungsversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Ich wüsste jetzt auch nicht, wie ich es noch erklären sollte, aber das ist ja auch bei der Luft so, dass warme Luft nach oben steigt. Deswegen hätte ich gedacht, dass da vielleicht auch die Tinte eher oben ist und dann beim Eis weiß ich nicht ob es mit runtergezogen wird, aber ich würde auch sagen, dass die dann eher unten ist.“ (J3B, P. 12)	
Kodierte Subkategorien		
J3B-SG-S1	In warmem Wasser bewegen sich die Teilchen schneller als in kaltem.	J3B, P. 25
J3B-SG-S2	In warmem Wasser verteilt sich Tinte schneller als in kaltem.	J3B, P. 14, 16, 23
J3B-SG-S3	Warmes Wasser bzw. Luft steigt nach oben, kaltes Wasser bzw. Luft sinkt nach unten.	J3B, P. 8, 12, 14, 44, 51
J3B-SG-S4	Da sich die Teilchen in kaltem Wasser weniger schnell bewegen, kann die Tinte ungestört nach unten fließen. Im warmen Wasser sorgt die schnelle Bewegung der Wasserteilchen dafür, dass Tinte aufsteigt.	J3B, P. 25

14.4.3.1.11 Interview J4A/B: Analyseergebnisse.

a) Erklärungen (Allgemein)

Tab. 69: Kategorie J4A-SG-A zu Erklärungen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strömungen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strömungen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Wenn das jetzt so ein Hügel ist und das fließt da runter, dann beschleunigt das ja und dann entsteht ja auch eine Strömung.“ (J4A, P. 86)	
Kodierte Subkategorien		
J4A-SG-A1	Strömungen entstehen, wenn Wasser gerührt wird.	J4A, P. 64, 120
J4A-SG-A2	Strömungen im Wasser entstehen durch Wind.	J4A, P. 85, 139, 159
J4A-SG-A3	Wind entsteht, wenn warme und kalte Luft aufeinandertreffen.	J4A, P. 157, 158
J4A-SG-A4	Strömungen entstehen, wenn Barrieren entfernt werden und/oder Wasser so Orte mit einer geringeren Höhe erreichen kann.	J4A, P. 86, 121
J4A-SG-A5	Strömungen infolge eines Tsunamis entstehen durch Seebeben.	J4A, P. 141, 159
J4A-SG-A6	Strömungen von Lebewesen entstehen durch Gruppenzwang.	J4A, P. 136

b) Erklärungen (Speziell)

Tab. 70: Kategorie J4B-SG-S zu Erklärungen vom Strömungsversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strömungen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strömungsversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Und jetzt im Nachhinein ist es ja ganz logisch, weil die obere Schicht schon von vornherein ein bisschen wärmer ist, und es daher ein bisschen schneller zur Seite zieht.“ (J4A, P. 94)	
Kodierte Subkategorien		
J4B-SG-S1	Warme(s) Wasser/Luft steigt auf, kalte(s) Wasser/Luft sinkt.	J4B, P. 9, 10, 18, 19, 20, 21
J4B-SG-S2	Warmes Wasser verteilt sich schneller, weil die Moleküle sich im warmen Wasser schneller und häufiger bewegen als im kalten.	J4B, P. 25, 26
J4B-SG-S3	Mit zunehmender Erwärmung von Wasser, setzt eine zunehmende Horizontalbewegung des Wassers ein.	J4B, P. 63, 94
J4B-SG-S4	Wasser ist oben stets wärmer als unten, weil die Umgebung zunächst die Wasseroberfläche erwärmt und das Wasser demnach von oben nach unten erwärmt wird.	J4B, P. 63, 64, 67, 77, 79, 82
J4B-SG-S5	Die Erwärmung durch zusätzliche Heizquellen addiert sich zur Erwärmung durch die Umgebung.	J4B, P. 63, 67, 68, 94

14.4.3.2 Generalisierungen

a) Erklärungen (Allgemein)

Eine jede Äußerung von Befragten ist im Wortlaut zwar individuell, aber dennoch lassen sich anhand ihrer Äußerungen über alle Interviews hinweg Vorstellungen zur Entstehung von Strömungen generalisieren. Vielfach werden ähnliche Aussagen getätigt oder aber dieselben Erklärungen mithilfe von verschiedenen Beispielen verdeutlicht. In diesem Kapitel werden daher die jeweils für die einzelnen Interviews herausgearbeiteten Kategorien zu generalisierten Kategorien integriert.

In beinahe allen Fällen erklären die Befragten die Entstehung und die Beeinflussung von Strömungen mit anderen, bereits vorhandenen Bewegungen. In neun von zehn Fällen zeigt sich folgendes Erklärungsmuster: Die Befragten suchen bei der Aufgabe, die Entstehung einer Strömung zu erklären, nach anderen Bewegungen, die sich auf das ruhende Wasser bzw. Luft auswirken. Sie machen in ihren Erklärungen deutlich, dass sich jene Bewegungen bzw. deren Energie auf das ruhende Wasser und die ruhende Luft übertragen, sodass sie sich in Bewegung setzen und eine Strömung entsteht. Für diese auslösenden Bewegungen werden sehr viele Beispiele genannt: die Erddrehung, die im Wasser zappelnden Füße, das Pusten in ein Wassergefäß, der Wind, der über die Wasseroberfläche weht, arbeitende Pumpen sowie Personen und Objekte, die sich im Wasser oder an der Luft hin- und herbewegen. Weil sich eine Strömung aus der Sicht der Befragten durch eine kollektive Bewegung auszeichnet, ergänzen viele Befragte ihre Angaben und erklären, dass solche antreibenden Bewegungen in eine bestimmte Richtung verlaufen müssen. Umgekehrt könne eine bereits vorhandene Strömung abgeschwächt werden, wenn eine Bewegung von außen der Strömung entgegengerichtet werde oder eine solche Bewegung schlicht ungleichmäßig sei. Folgende Kategorien wurden für diese Interpretationen herangezogen.

- **E2A-SG-A1:** Strömungen entstehen durch die Rotation der Erde.
- **E2A-SG-A2:** Das Wirken des Windes erzeugt oder verstärkt Wasserströmungen.
- **E2A-SG-A3:** Die Verdrängung sich bewegender Objekte/Lebewesen führt zu Luftströmungen.
- **E3A-SG-A1:** Strömungen entstehen durch die Bewegung der Erde um die Sonne.
- **E3A-SG-A3:** Strömungen im Wasser entstehen durch das Wirken des Windes.
- **E3A-SG-A4:** Durch Wind entsteht eine Bewegung der Luft.
- **S1A-SG-A1:** Strömungen entstehen durch die Drehung der Erde.
- **S1A-SG-A4:** Luftströmungen entstehen, wenn man schnell mit dem Fahrrad fährt oder wenn sich Objekte schnell an einem vorbeibewegen.
- **S1A-SG-A5:** Wasserströmungen entstehen durch das Wirken des Windes.
- **S2A-SG-A3:** Strömungen können mit Motoren, z. B. ein Gebläse, verstärkt werden.

- **S3A-SG-A1:** Strömungen können durch eine Pumpe erzeugt werden.
- **S3A-SG-A2:** Strömungen in einem Fluss werden erzeugt und verstärkt, wenn von außen durch Zuläufe Bewegung hineinkommt.
- **S3A-SG-A4:** Strömungen werden erzeugt, wenn Wasser mit den Füßen oder mit sich bereits bewegendem Wasser aus einem Schlauch bewegt wird.
- **J1A-SG-A3:** Strömungen entstehen durch das Aufeinandertreffen von Kontinentalplatten und daraus resultierenden Unterseebeben.
- **J1A-SG-A5:** Strömungen werden verstärkt bzw. abgeschwächt, wenn sich Objekte im Wasser in bzw. gegen die Strömungsrichtung bewegen.
- **J1A-SG-A6:** Wasserströmungen entstehen durch das Wirken des Windes oder durch Pusten in ein Wasserbehältnis.
- **J2A-SG-A2:** Strömungen können durch eine Pumpe erzeugt werden.
- **J2A-SG-A4:** Strömungen entstehen durch das Wirken des Windes.
- **J2A-SG-A7:** Strömungen infolge eines Tsunamis entstehen durch Unterseebeben.
- **J2A-SG-A8:** Strudel lassen sich abschwächen, indem Objekte im Strudel in Gegenrichtung bewegt werden.
- **J3A-SG-A1:** Strömungen entstehen bzw. lassen sich aufhalten, wenn man im Pool immer in die gleiche Richtung oder im Kreis bzw. in die Gegenrichtung zur Strömung läuft.
- **J3A-SG-A2:** Strömung entstehen, wenn Schiffe im Meer umherfahren und Wasser verdrängen.
- **J3A-SG-A3:** Strömungen in einem Fluss lassen sich aufhalten, indem Wasser entgegengesetzt zur Strömungsrichtung im Fluss eingeleitet wird.
- **J4A-SG-A1** Strömungen entstehen, wenn Wasser gerührt wird.
- **J4A-SG-A2** Strömungen im Wasser entstehen durch Wind.
- **J4A-SG-A5:** Strömungen infolge eines Tsunamis entstehen durch Seebeben.
- **J3A-SG-A4:** Strömungen werden durch das Wirken des Windes verstärkt.
- **J5A-SG-A2:** Strömung entstehen durch die Wasserverdrängung aufsteigenden Sauerstoffs, der durch Photosynthese von Unterwasserpflanzen produziert wird.
- **J5A-SG-A3:** Die Übertragung von anderen Bewegungen (Erddrehung, Rühren mit der Hand, Pusten etc.) auf Wasser bzw. Luft führt zu deren Strömung.

Die erste generalisierte Kategorie umfasst die Grundidee *Bewegung bewirkt Strömung*, die am häufigsten in den Interviews vorkommt. Sie beschreibt die Vorstellung der Lernenden, dass für die Entstehung einer Strömung bereits eine andere Bewegung (von Objekten, aber auch andere Strömungen) vorhanden sein müsse, die auf die ruhenden Fluide Luft oder Wasser einwirke, sodass sich die Bewegung auf sie überträgt und sie so zu

strömen beginnen. Umgekehrt lassen sich Strömungen in diesem Sinne aufhalten, wenn von außen Bewegungen in Gegenrichtung zur Strömungsrichtung ausgeführt werden.

Tab. 71: Kategorie G1-SG-A zu generalisierten Erklärungen von Strömungen

Kategorie	<i>Bewegung bewirkt Strömung:</i> Strömungen entstehen, wenn bewegte Objekte oder vorhandene Strömungen auf Luft bzw. Wasser einwirken und ihre Bewegung auf die Fluide übertragen.
Beschreibung	Diese generalisierte Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten bei der Aufgabe, eine Strömung zu erklären, Beispiele für bereits vorhandene Bewegungen aufzählen, die schließlich auf das ruhende Wasser sowie ruhende Luft einwirken und ihre Bewegung bzw. Energie an jene Fluide übertragen, sodass sie zu strömen beginnen.
Ankerbeispiele	„Ein Fluss fängt ja ganz klein an in der Entstehung. Und dann durch die Zuläufe usw. kommt immer Bewegung rein. Bis es nachher ein großer Fluss wird. Dann ist Bewegung da, dann ist ein Fluss da.“ (S3A, P. 228)
Zusammengeführte Kategorien	E2A-SG-A1, E2A-SG-A2, E2A-SG-A3, E3A-SG-A1, E3A-SG-A3, E3A-SG-A4, S1A-SG-A1, S1A-SG-A4, S1A-SG-A5, S2A-SG-A3, S3A-SG-A1, S3A-SG-A2, S3A-SG-A4, J1A-SG-A5, J1A-SG-A6, J2A-SG-A2, J2A-SG-A4, J2A-SG-A8, J3A-SG-A1, J3A-SG-A2, J3A-SG-A3, J3A-SG-A4, J4A-SG-A1, J4A-SG-A2, J4A-SG-A5, J5A-SG-A2, J5A-SG-A3

In einigen Interviews nennen die Befragten Beispiele für Barrieren, die, wenn sie errichtet werden, vorhandene Strömungen aufhalten oder, wenn sie entfernt werden, Strömungen auslösen. So wird von Wasserschläuchen gesprochen, die man zu öffnen habe, damit eine Wasserströmung entsteht. Aber auch von einem gefüllten Waschbecken, dessen Stöpsel gezogen werden müsse, damit das Wasser in Form einer Strömung aus dem Becken hinausfließen kann. Umgekehrt nennen die Befragten einen Staudamm, der in der Lage ist, eine bereits vorhandene Strömung zu unterbinden. Eine Gruppe äußert sogar, dass sich Flüssigkeiten und Gase ständig bewegen müssen; dies sei der natürliche Zustand von Fluiden, sobald keine Barrieren vorhanden seien, die sie eingrenzen. Folgende Kategorien wurden für diese Interpretation herangezogen:

- **S1A-SG-A3:** Wasserströmungen entstehen, wenn Barrieren entfernt werden, die Wasser aufhalten.
- **S3A-SG-A3:** Strömungen werden erzeugt bzw. aufgehalten, wenn Barrieren entfernt bzw. errichtet werden.
- **J2A-SG-A1:** Strömungen entstehen, wenn im Waschbecken der Stöpsel gezogen wird.
- **J3A-SG-A6:** Strömungen lassen sich aufhalten, indem Barrieren errichtet werden.
- **J4A-SG-A4:** Strömungen entstehen, wenn Barrieren entfernt werden und/oder Wasser dadurch Orte mit einer geringeren Höhe erreichen kann.

- **J5A-SG-A1:** Luft und Wasser sind keine Feststoffe, sodass sie natürlicherweise strömen, solange im Ozean und in der Atmosphäre keine Barrieren vorhanden sind.

Die zweite generalisierte Kategorie repräsentiert die Grundidee *Wo keine Barriere, da Strömung* und beschreibt, dass viele Befragte Luft und Wasser als Medien ansehen, die sich natürlicherweise verteilen und bewegen und dadurch und Bereiche einnehmen, die sie erreichen können. Deshalb könne man Strömungen lediglich aufhalten, indem Barrieren errichtet werden, die es den Fluiden unmöglich machen, bestimmte Bereiche zu erreichen. Umgekehrt können aus Sicht der Interviewten Strömungen erzeugt werden, wenn Barrieren wieder entfernt werden, sodass Luft bzw. Wasser strömend in neue Gebiete vordringen. Hier stellt eine gewisse gedankliche Nähe zum Vorhandensein von Konzentrationsunterschieden dar, der aber nicht explizit erwähnt wird. Denn wenn Barrieren errichtet werden, dann gibt es einen hohen Konzentrationsunterschied: Wasser bzw. Luft befinden sich in einem bestimmten Bereich. Im von der Barriere abgetrennten Bereich ist kein bzw. wenig Wasser/Luft. Wird die Barriere dann entfernt, wird im Rahmen der Strömung der Konzentrationsunterschied verringert.

Tab. 72: Kategorie G2-SG-A zu generalisierten Erklärungen von Strömungen

Kategorie	<i>Wo keine Barriere, da Strömung:</i> Strömungen entstehen, wenn Barrieren entfernt werden, sodass ursprünglich eingesperrtes Wasser bzw. Luft strömend in neue Bereiche vordringt.
Beschreibung	Diese generalisierte Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten deutlich machen, dass sich Luft und Wasser stets auszubreiten versuchen und daher Strömungen entstehen, wenn Barrieren entfernt werden, welche die Fluide eingrenzen. Sie wird auch kodiert, wenn die Befragten umgekehrt erläutern, dass sich bereits vorhandene Strömungen mithilfe von Barrieren stoppen lassen.
Ankerbeispiele	„Wasserströmung auf jeden Fall, wenn ich draußen die Pflanzen wässere, dann mach ich den Kanal auf und erzeuge eine Wasserströmung.“ (S1A, P. 74, 76, 78)
Zusammengeführte Merkmal-Kategorien	S1A-SG-A3, S3A-SG-A3, J2A-SG-A1, J3A-SG-A6, J4A-SG-A4, J5A-SG-A1

Immer wieder versuchen die Probandinnen und Probanden die Entstehung und die Beeinflussung von Strömungen mithilfe von Warm-kalt-Unterschieden zu begründen. Ihnen ist bewusst, dass Temperaturunterschiede in der Luft bzw. im Wasser für deren Bewegung entscheidend ist. Bisweilen werden in Verbindung mit Temperaturunterschieden auch Druckunterschiede als Ursache der Bewegung von Luft genannt. Danach gefragt, inwiefern Temperaturunterschiede eine Strömung auslösen können, fokussieren sich die Interviewten stets darauf, das Zustandekommen der Temperaturunterschiede näher zu erklären. Hierzu nutzen sie z. B. bruchstückhaft zusammengefügte Erklärungselemente zum Land-See-System. Die Erklärungen gelingen ihnen aber nicht konsistent. Unabhängig von stellen sie sich jedoch nie der eigentlichen Herausforderung zu erklären, wie

vorhandene Temperatur- bzw. Druckunterschiede zu einer Strömung führen. Die Befragten verknüpfen schlichtweg Temperaturunterschiede und Strömungen: Wenn Temperaturunterschiede in der Luft oder im Wasser auftreten, dann kommt es zu einer Strömungsbewegung – auch wenn sie dies nicht näher begründen können. An dieser Stelle sei auch angemerkt, dass vielfach begriffliche Unschärfen auftreten: So sagen einige Befragte aus, Wind entstehe, wenn kalte und warme Luftmassen aufeinandertreffen. Tatsächlich handelt es sich jedoch bereits bei der Luftbewegung, die zum Aufeinandertreffen der unterschiedlich temperierten Luftmassen führt, um Wind. Folgende Kategorien wurden für die Interpretationen herangezogen:

- **S1A-SG-A6:** Der Golfstrom entsteht durch Temperaturunterschiede.
- **S2A-SG-A1:** Strömungen entstehen, wenn kalte und warme Luft vorhanden sind.
- **J1A-SG-A2:** Strömungen entstehen durch das Vorhandensein von Druckunterschieden.
- **J2A-SG-A5:** Strömungen entstehen durch das Vorhandensein kalter und warmer Luft- bzw. Wassermassen.
- **J4A-SG-A3:** Wind entsteht, wenn warme und kalte Luft aufeinandertreffen.
- **J5A-SG-A5:** Strömungen entstehen dadurch, dass die Sonne ihre Wärmeenergie an Luft bzw. Wasser überträgt.
- **J5A-SG-A6:** Durch die unterschiedlichen Wärmespeicher- und Wärmetransporteigenschaften von Luft und Wasser sowie dem Unterschied zwischen Tag und Nacht kommt es zu Temperatur- und Druckunterschieden verschiedener Luftmassen, die, wenn sie aufeinandertreffen, Wind erzeugen.

Die dritte generalisierte Kategorie umfasst die Grundidee *Temperatur- und Druckunterschiede bewirken Strömungen*. Aus der Sicht der Befragten ist allein das Vorhandensein von Temperaturunterschieden und resultierenden Druckunterschieden entscheidend, um das Auftreten von Strömungen in Luft und Wasser zu begründen. In der Regel sind die Befragten nicht in der Lage, genauer zu erklären, wie Temperaturunterschiede letztlich zu einer Strömung führen. Offenbar liegt bei den Befragten lediglich eine Verknüpfung zwischen dem Vorhandensein von Temperaturunterschieden und dem Auftreten von Strömungen vor.

Tab. 73: Kategorie G3-SG-A zu generalisierten Erklärungen von Strömungen

Kategorie	<i>Temperaturunterschied bewirkt Strömung:</i> Strömungen in der Luft und im Wasser entstehen, wenn Temperaturunterschiede oder Druckunterschiede im Fluid vorkommen.
Beschreibung	Diese generalisierte Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten deutlich machen, dass allein das Vorhandensein von Temperaturunterschieden, und am Rande auch von Druckunterschieden, in Luft und Wasser dazu führt, dass jene zu strömen beginnen.
Ankerbeispiele	„Ist ja starker Wind und das entsteht ja dadurch, dass heiße und kalte Luft aufeinandertrifft.“ (J5A, P. 935, 937)

Zusammen- geführte Merkmal- Kategorien	S1A-SG-A6, S2A-SG-A1, J1A-SG-A2, J2A-SG-A5, J4A-SG-A3, J5A-SG-A5, J5A-SG-A6
---	--

Für viele Befragte sind die Gezeiten ein Musterbeispiel für eine Strömung. Entsprechend häufig werden sie in den Interviews benannt. Auffällig ist jedoch, dass große begriffliche Unschärfen bestehen: Manche Probandinnen und Probanden geben zu Protokoll, dass Strömungen durch die Gezeiten entstehen, obwohl die durch die Mondgravitation verursachten Wasserbewegungen an sich als Gezeiten bezeichnet werden. Einige geben ferner an, dass die Mondphasen zu Ebbe und Flut führen. Hier kann aus den Daten nicht vollständig geschlossen werden, ob die Befragten damit ggf. meinen, dass die Stärke der Gezeiten von der Sichtbarkeit des Mondes abhängt. Möglich ist dies jedoch. Zwar existiert zum Auftreten der Nipp- und Springtide eine Korrelation mit den Mondphasen, jedoch keine Kausalität. Es ist durchaus möglich, dass die Befragten diese beiden Zusammenhänge verwechseln. Hier ist also weitere Begriffsbildungs- bzw. Vorstellungsforschung angezeigt, die sich explizit dem Phänomen der Gezeiten widmet. Es kann auf Basis aktueller Daten lediglich festgehalten werden, dass für die Befragten Strömungen im Rahmen der Gezeiten entstehen, denn vielen Befragten scheint Genauerer nicht bekannt zu sein. Folgende Kategorien wurden für die Interpretation herangezogen:

- **E1A-SG-A1:** Strömungen entstehen durch die Anziehungskraft des Mondes.
- **S1A-SG-A2:** Wasserströmungen entstehen durch die Gezeiten.
- **J1A-SG-A4:** Strömungen entstehen durch die Gezeiten.
- **J2A-SG-A6:** Strömungen, in Form von Ebbe und Flut entstehen durch die Mondphasen.
- **J5A-SG-A4:** Strömungen, in Form von Ebbe und Flut, entstehen durch die Anziehungskraft des Mondes.

Den Befragten ist ein Zusammenhang zwischen Mond, Gezeiten, Ebbe und Flut sowie Wasserströmungen bekannt. Dementsprechend erfasst die fünfte generalisierte Kategorie die Grundidee *Wasserströmungen kommen bei Gezeiten vor*. Die Formulierung ist bewusst sanft gewählt, da, wie bereits am Anfang des Kapitels beschrieben, nur einige Befragte explizit angeben, dass die Anziehungskraft des Mondes für die Entstehung von Ebbe und Flut verantwortlich ist. Für die meisten Personen scheint lediglich ein assoziativer (und noch genauer zu klärender) Zusammenhang zwischen dem Mond, dessen Phasen, den Gezeiten, Ebbe und Flut sowie dem Auftreten von Strömungen vorzuherrschen, der von begrifflichen Unschärfen begleitet wird.

Tab. 74: Kategorie G4-SG-A zu generalisierten Erklärungen von Strömungen

Kategorie	<i>Wasserströmungen kommen bei Gezeiten vor:</i> Wo Gezeiten auftreten, sind auch Wasserströmungen vorhanden.
Beschreibung	Diese generalisierte Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten einen Zusammenhang zwischen Gezeiten und Wasserströmungen herzustellen versuchen. Hierbei müssen sie sich nicht zwangsläufig auf die eigentliche Ursache der Mondgravitation beziehen, allein die Verknüpfung des Phänomens Gezeiten bzw. Ebbe und Flut mit Wasserströmungen ist für die Zuordnung zu dieser Kategorie ausreichend.
Ankerbeispiele	„Eine Strömung ist eine Bewegung, die durch Druck und Höhenunterschiede entstehen kann, aber auch durch die Gezeiten.“ (J1A, P. 423)
Zusammengeführte Merkmal-Kategorien	E1A-SG-A1, S1A-SG-A2, J1A-SG-A4, J2A-SG-A6, J5A-SG-A4

Doch nicht nur die Anziehungskraft des Mondes ist aus der Sicht von einigen Befragten für die Entstehung von Strömungen verantwortlich. Auch die Anziehungskraft der Erde spielt eine Rolle, ohne dass sie explizit von den Interviewten genannt wird. Allerdings kommen die Probandinnen und Probanden häufig darauf zu sprechen, dass Wasser stets den Ort mit der geringsten Höhe einnehme, wenn keine Barrieren das Wasser daran hindern. Entsprechend benennen die Interviewten Höhenunterschiede als Ursache für die Entstehung von Strömungen. Folgende Kategorien wurden für die Interpretationen herangezogen:

- **E1A-SG-A2:** Strömungen entstehen, wenn Wasser sich zu einem Ort mit geringerer Höhe bewegen kann.
- **J1A-SG-A1:** Strömungen entstehen, wenn Höhenunterschiede vorliegen und sich Wasser zu einem Ort mit geringerer Höhe bewegen kann.
- **J2A-SG-A1:** Strömungen entstehen, wenn im Waschbecken der Stöpsel gezogen wird.
- **J2A-SG-A3:** Strömungen entstehen, wenn Wasser zu einem Ort mit geringerer Höhe fließen kann.
- **J4A-SG-A4:** Strömungen entstehen, wenn Barrieren entfernt werden und/oder Wasser Orte mit einer geringeren Höhe erreichen kann.

In der fünften generalisierten Kategorie *Wasser strömt nach unten* wird die Grundidee gefasst, dass sich Wasser stets von einem höhergelegenen Ort zu einem tiefergelegenen Ort bewegt, wenn der Weg dorthin nicht durch eine Barriere versperrt ist. Die Bewegung zum tieferliegenden Ort wird als Strömung aufgefasst. Implizit ist hiermit das Wirken der Erdanziehungskraft gemeint, wenngleich dieser Begriff von den Befragten nicht verwendet wird.

Tab. 75: Kategorie G5-SG-A zu generalisierten Erklärungen von Strömungen

Kategorie	<i>Wasser strömt nach unten:</i> Wasser bewegt sich stets strömend von einem höhergelegenen zu einem tiefergelegenen Ort.
Beschreibung	Diese generalisierte Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten direkt oder anhand von Beispielen verdeutlichen, dass Wasser zu strömen beginnt, sobald der Zugang zu einem tiefergelegenen Ort möglich ist.
Ankerbeispiele	„Ansonsten wenn Wasser fließt, ein Berg ab zum Beispiel [...]“. (E1A, P. 76)
Zusammengeführte Merkmal-Kategorien	E1A-SG-A2, J1A-SG-A1, J2A-SG-A1, J2A-SG-A3, J4A-SG-A4

Auch auf die Entstehung von Wirbeln bzw. Strudeln beziehen sich die Befragten. Bemerkenswert ist, dass in zwei Interviews sowohl zu wirbelhaften Erscheinungen in der Luft als auch im Wasser ähnliche Erklärungen vorgebracht werden. In beiden Fällen treffen aus der Sicht der Befragten zwei verschiedene Strömungen aufeinander. Sie prallen aneinander ab bzw. drehen sich ein, sodass beide Strömungen in eine kreisförmige Bewegung gezwungen werden. Folgende Kategorien wurden für die Interpretation herangezogen:

- **J1A-SG-A7:** Strudel entstehen, wenn zwei Strömungen aufeinandertreffen, sich eindrehen und somit in eine drehende Bewegung gezwungen werden.
- **J5A-SG-A7:** Ein Luftwirbel entsteht, wenn kalte und warme Luftmassen beim Aufeinandertreffen aneinander abprallen.

Die letzte generalisierte Kategorie umfasst kreisförmige Bewegungen von Wasser und Luft in Form von Wirbeln und Strudeln, die von vielen Befragten ebenfalls als Strömungen angesehen werden. Die Kategorie repräsentiert die Grundidee *Wirbel entstehen durch Abprallen und Eindrehen von Strömungen*.

Tab. 76: Kategorie G6-SG-A zu generalisierten Erklärungen von Strömungen

Kategorie	<i>Kreisbewegung durch Abprallen und Eindrehen:</i> Wirbel und Strudel entstehen, wenn zwei bereits vorhandene Strömungen aneinander abprallen bzw. sich eindrehen.
Beschreibung	Diese generalisierte Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten erklären, dass in der Luft und im Wasser deshalb Wirbel und Strudel entstehen, weil bereits vorhandene Strömungen beim Aufeinandertreffen aneinander abprallen und/oder sich eindrehen.
Ankerbeispiele	„Dadurch, dass zwei Strömungen aufeinandertreffen [...] Genau, und die dann sich halt gegenseitig [...] so eindrehen. Ja sich in einen drehenden Bewegungsablauf bringen.“ (J1A, P. 444-447)
Zusammengeführte Merkmal-Kategorien	J1A-SG-A7, J5A-SG-A7

b) Erklärungen (Speziell)

Eine jede Äußerung von Befragten ist im Wortlaut zwar individuell, aber dennoch lassen sich anhand ihrer Äußerungen über viele Interviews hinweg Muster in den Konzepten und Vorstellungen zur Entstehung von Strömungen ausmachen. Vielfach werden ähnliche Aussagen getätigt oder aber dieselben Erklärungen mithilfe von verschiedenen Beispielen verdeutlicht. In diesem Kapitel werden daher die jeweils für die einzelnen Interviews herausgearbeiteten Kategorien zu generalisierten Kategorien integriert.

Bei der Durchführung des Versuchs nehmen die Probandinnen und Probanden stets eine Bewegung der Tinte bzw. des Wassers wahr. Hierbei sei angemerkt, dass manche Befragte der Meinung sind, Tinte und Wasser bewegen sich zusammen. Für andere hingegen bewegt sich lediglich die Tinte in ruhendem Wasser. Aus den Äußerungen mancher Befragter kann nicht geschlossen werden, zu welcher dieser beiden Gruppen sie gehören, weil ihre Formulierungen zu beiden Interpretationen zu passen. Für die Untersuchung ist dies aber nicht von großem Belang, weil es in allen Fällen stets darum geht, die auftretenden Bewegungen zu erklären. Das ist die Suchrichtung für die Datenauswertung: Mit welchen Konzepten und Erklärungen lassen sich die beobachteten Bewegungsformen erklären?

Die Frage lässt sich sogar noch etwas eingrenzen, weil die verwendete Heizung und das eingesetzte Eis zentrale Elemente im Versuchsaufbau darstellen. Die Befragten wissen, dass hierdurch das Wasser auf einer Seite erhitzt und auf der anderen Seite abgekühlt wird, sodass ein Temperaturunterschied erzeugt wird. Da sie im Versuch allesamt Bewegungen beobachten, stellt sich für sie stets die Frage, wie der Unterschied von Wassertemperaturen zu einer Bewegung führen kann. Demzufolge versuchen sie stets zu erläutern, welchen Einfluss eine Erhöhung bzw. Verringerung der Temperatur auf die Bewegung von Wasser bzw. Tinte hat.

Eine Grundidee, die sich in sehr vielen Interviews in ähnlicher Form findet und die recht oberflächlich ist – weil sie sehr nahe an einer Beschreibung der Beobachtung liegt – ist die Verknüpfung zwischen Temperaturunterschieden und Kreisläufen. Viele Befragte sind der Meinung, dass Temperaturunterschiede stets zu Kreisläufen führen. Dies verdeutlichen die folgenden Kategorien:

- E1B-SG-S3:** Temperaturunterschiede im Wasser führen zu einer Bewegung in Form einer Rotation.
- E2B-SG-S4:** Durch Temperaturdifferenzen im Wasser entstehen Kreislaufbewegungen.
- S1B-SG-S4:** Der Temperaturunterschied im Wasser führt zu einer Kreisbewegung.
- S3B-SG-S2:** Das Vorhandensein von kalt und warm führt zu einer Strömung in Form eines Kreislaufs.
- J1B-SG-S3:** Durch Temperaturunterschiede wird eine Zirkulation im Wasser/in der Luft erzeugt.

- J2B-SG-S3:** Treffen kalte und warme Luft-/Wassermassen aufeinander, gleichen sich Temperaturunterschiede aus und es passiert etwas (z. B. Gewitter).
- J2B-SG-S4:** Durch Temperaturunterschiede im Wasser entsteht ein Kreislauf.

Dass diese Aussage den Status einer Grundidee erhält und nicht etwa als Zusammenfassung ihrer jeweiligen Beobachtung abgetan wird, liegt daran, dass die Befragten viele Beispiele aus ihrem Vorwissen aufzählen, in denen Temperaturunterschiede ebenfalls zu Kreisläufen führen oder andere Phänomene nach sich ziehen. Sie führen die Passatwinde, Gewitter, Monsune und andere Wetterphänomene an, bei denen Temperaturunterschiede zu Kreislaufbewegungen in der Luft und im Wasser führen. Deshalb wird als erstes nachzeichnetes Erklärungskonzept *Temperaturunterschiede führen zu Kreisläufen in Luft und Wasser* formuliert:

Tab. 77: Kategorie G1-SG-S zu generalisierten Erklärungen zum Strömungsversuch

Kategorie	<i>Temperaturunterschiede führen zu Kreisläufen in Luft und Wasser.</i>
Beschreibung	Diese generalisierte Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten erläutern, dass die vorhandenen Temperaturunterschiede im Wasser oder in der Luft zu Kreisläufen/Kreisbewegungen/Zirkulationen oder ähnlichen Bewegungen führen. Sie wird auch kodiert, wenn die Befragten erläutern, dass bei vorhandenen Temperaturunterschieden auf jeden Fall irgendetwas passiert.
Ankerbeispiele	„Kalt und warm entwickelt eine Strömung, einen Kreislauf.“ (S3B, P. 57)
Zusammengeführte Kategorien	E1B-SG-S3, E2B-SG-S4, S1B-SG-S4, S3B-SG-S2, J1B-SG-S3, J2B-SG-S3, J2B-SG-S4

Die Befragten nennen das durch die generalisierte Kategorie repräsentierte Erklärungskonzept häufig am Ende ihres jeweiligen Interviews, wenn es ihnen nicht mehr gelingt, die Kreislaufbewegung des Wassers mit der Tinte im Detail näher zu erklären. Daher ist diese generalisierte Kategorie häufig eine Art Notlösung, wenn sie im Gespräch vorab keine konsistente vorbringen können, um die Kreisbewegung zu entschlüsseln. Allerdings sind die anderen vorgebrachten Erklärungskonzepte durchaus in der Lage, Teile der Bewegung oder Bewegungen im Allgemeinen konsistent zu erklären. Dementsprechend werden sie in den nachfolgenden generalisierten Kategorien näher beleuchtet.

Eine nachgezeichnete Vorstellung sagt aus, dass für die Bewegung des Wassers Energie nötig ist. Die Heizung fungiert diesbezüglich als Energiequelle, weil sie aus der Sicht der Befragten Wärme abgibt. Manche sind sogar der Meinung, es existiere sowohl Wärmeenergie als auch Kälteenergie (letzteres werde vom Eis an das Wasser abgegeben). In die Kategorie fallen auch Vorschläge, wie die beobachtete Bewegung im Bassin in ähnlicher Weise, ohne die Verwendung einer Heizung und Wasser, hervorgerufen werden kann. Die Interviewten nennen dann meist mechanische Einflüsse, die sie als äußere Kräfte und auch als Energie titulieren. Diese Interpretationen basieren auf den nachfolgenden Kategorien:

- E2B-SG-S1:** Wird durch eine Heizung Wärme an Wasser abgegeben, dann wird es in Bewegung versetzt.
- E2B-SG-S6:** Eine ähnliche Bewegung lässt sich erzeugen, indem, statt einer Heizung und Eis, Wind auf das Wasser einwirkt oder gepustet wird.
- E3B-SG-S4:** Eine ähnliche Bewegung lässt sich durch die Bewegung des gesamten Bassins erzeugen.
- S2B-SG-S6:** Eine ähnliche Kreislaufbewegung im Bassin lässt sich erzeugen, indem man mit dem Finger rührt.
- J1B-SG-S4:** Für die Bewegung des Wassers bedarf es zugeführter Energie, z. B. in Form von Wärme oder von Anziehungskräften.
- J2B-SG-S6:** Eine ähnliche Bewegung lässt sich durch Eingießen von Wasser auf Tinte, durch manuelles Vermischen der Tinte oder durch Wind erzeugen, der über die Wasseroberfläche bläst.
- J4B-SG-S3:** Mit zunehmender Erwärmung von Wasser setzt eine zunehmende Horizontalbewegung des Wassers ein.

Als zweite generalisierte Kategorie wird, entsprechend den Darlegungen, das Erklärungskonzept *Zugeführte Energie bzw. Kräfte führen zu einer Bewegung im Wasser* formuliert.

Tab. 78: Kategorie G2-SG-S zu generalisierten Erklärungen zum Strömungsversuch

Kategorie	<i>Zugeführte Energie bzw. Kräfte führen zu einer Bewegung im Wasser.</i>
Beschreibung	Diese generalisierte Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten erläutern, dass Energie oder auch Kräfte nötig sind, um das Wasser im Versuch in Bewegung zu versetzen. Sie wird auch kodiert, wenn die Befragten entsprechende Beispiele nennen: Erhitzen, Anziehungskräfte, das Rühren im Wasser etc.
Ankerbeispiele	„Die braucht ja irgendwie eine Energiequelle, dass sie sich bewegt, oder? Also könnt ich mir vorstellen. Ein Stück Holz, wenn du das in stilles Wasser schmeißt, bewegt sich ja auch nicht, sondern bleibt erstmal einfach auf der Stelle.“ (J1B, P. 58)
Zusammengeführte Kategorien	E2B-SG-S1, E2B-SG-S6, E3B-SG-S4, S2B-SG-S6, J1B-SG-S4, J2B-SG-S6, J4B-SG-S3

Das mit Abstand häufigste Erklärungskonzept fokussiert auf die vertikale Bewegung des Wassers mit der Tinte: auf der Heizungsseite nach oben und auf der Eisseite nach unten. Für die Befragten ist diesbezüglich klar, dass sich warmes Wasser stets nach oben bewegt, kaltes Wasser dagegen nach unten. Für sie ist das ein grundsätzliches Naturprinzip. Einige der Probandinnen und Probanden gehen noch ein bisschen mehr ins Detail und erläutern, dass diese Abwärts- bzw. Aufwärtsbewegung deshalb entsteht, weil Wasser leichter wird, wenn es sich erwärmt. Sich abkühlendes Wasser werde hingegen schwerer. Und sogar hierfür haben manche eine Erklärung parat und berichten davon, dass sich erwärmtes Wasser ausdehne und deshalb leichter werde, sich abkühlendes Wasser ziehe sich hingegen zusammen und werde daher schwerer. Die folgenden Kategorien verdeutlichen diese Überlegungen.

- E2B-SG-S2:** Beim Abkühlen wird Wasser schwerer und sinkt.
- S1B-SG-S1:** Sich erwärmendes Wasser wird leichter und steigt nach oben, sich abkühlendes Wasser wird schwerer und sinkt nach unten.
- S2B-SG-S1:** Warmes Wasser steigt nach oben.
- S2B-SG-S3:** Eis ist schwerer und sinkt nach unten, deswegen dreht sich das Wasser im Bassin und bildet einen Wirbel aus.
- J1B-SG-S1:** Warmes Wasser steigt nach oben, kaltes Wasser sinkt nach unten - genau wie bei Luft.
- J2B-SG-S5:** Warme Luft-/Wassermassen steigen auf, kalte sinken ab.
- J3B-SG-S3:** Warmes Wasser bzw. Luft steigt nach oben, kaltes Wasser bzw. Luft sinkt nach unten.
- J4B-SG-S1:** Warme(s) Wasser/Luft steigt auf, kalte(s) Wasser/Luft sinkt.
- J5B-SG-S4:** Wasser, dessen Temperatur sich erhöht bzw. verringert, dehnt sich aus und wird leichter bzw. zieht sich zusammen und wird schwerer.
- J5B-SG-S5:** Wasser, dessen Temperatur sich erhöht bzw. verringert, steigt auf bzw. sinkt ab.

Die zusammengeführten Kategorien werden zu einer dritten generalisierten Kategorie *warmes Wasser steigt, kaltes sinkt* integriert. Hier gibt es jedoch die Besonderheit, dass es zwei weitere Subkategorie gibt, die ein tieferes Verständnislevel repräsentieren und die übergeordnete Kategorie feinkörniger begründen.

Tab. 79: Kategorie G3-SG-S zu generalisierten Erklärungen zum Strömungsversuch

Kategorie	<i>Warmes Wasser steigt, kaltes sinkt.</i>
Beschreibung	Diese generalisierte Kategorie wird kodiert, wenn erläutert wird, dass Wasser steigt, wenn es erwärmt wird und sinkt, wenn es abgekühlt wird. Sie wird auch kodiert, wenn die Befragten das Steigen und Sinken durch weitere Konzepte näher erklären, also bspw. verdeutlichen, dass erwärmtes Wasser leichter und abgekühltes Wasser schwerer ist oder deutlich machen, aus welchem Grund warmes Wasser leichter ist als kaltes.
Ankerbeispiele	„Da wird das warme Wasser dann kälter und dadurch schwerer wahrscheinlich und dann wird es am Wasserboden quasi weitergewirbelt oder weitergeströmt.“ (E2B, P. 88)
Kodierte Subkategorien	
G3a-SG-S	<i>Warmes Wasser steigt, weil es leichter wird und kaltes Wasser sinkt, weil es schwerer wird.</i>
G3b-SG-S	<i>Warmes Wasser wird leichter, weil es sich ausdehnt und kaltes wird schwerer, weil es sich zusammenzieht.</i>
Zusammengeführte Kategorien	E2B-SG-S2, S1B-SG-S1, S2B-SG-S1, S2B-SG-S3, J1B-SG-S1, J2B-SG-S5, J3B-SG-S3, J4B-SG-S1, J5B-SG-S4, J5B-SG-S5

Weil die Vorstellungen der Befragten sich meist auf die vertikale Bewegung des Wassers und der Tinte beziehen, sie jedoch alle auch eine horizontale Bewegung wahrnehmen, wird die horizontale Bewegung häufig als eine Folge des Aufstiegs bzw. Abstiegs oder

des Ausdehnens bzw. Zusammenziehens von Wasser angesehen. Kernaussage dabei ist, dass sich das Wasser gegenseitig beeinflusst: Veränderungen an den Seiten schlagen sich im gesamten Bassin nieder. Die Befragten erklären, dass Wasser von bereits bewegtem Wasser weitergedrückt/-geschoben werde. Oder dass beim Zusammenziehen von Wasser der freiwerdende Raum von anderem, bisher unbewegtem Wasser eingenommen werden müsse, dass sich deshalb in Bewegung versetze. Eine Gruppe gibt hierfür die Begründung an, dass Brückenbindungen zwischen den Molekülen vorherrschen, sodass sich keinerlei Lücken im Wasser auftun können. Auf den folgenden Kategorien basieren diese Überlegungen:

- E2B-SG-S3:** Wasser wird durch nachströmendes Wasser weitergeschoben.
- S1B-SG-S2:** Das aufsteigende bzw. absinkende Wasser treibt das Wasser an der Oberfläche bzw. am Boden weiter in Richtung der jeweils anderen Seite.
- J5B-SG-S6:** Dehnt sich erwärmendes Wasser aus und steigt, wird relational kälteres Wasser zusammengedrückt und zum freiwerdenden Raum, also nach unten, bewegt.
- J5B-SG-S7:** Zieht sich abkühlendes Wasser zusammen und sinkt, wird relational wärmeres Wasser ausgedehnt und zum freiwerdenden Raum, also nach oben, bewegt.
- J5B-SG-S8:** Im Wasser können sich keine Lücken auftun, da auf mikroskopischer Ebene Brückenbindungen eine Verknüpfung der Wassermoleküle garantieren.

Dementsprechend wird in der nachfolgenden Kategorie das Erklärungskonzept *Bewegungen im Wasser wirken sich auf umliegendes, noch ruhendes Wasser aus* repräsentiert. Hier ist in den Äußerungen der Befragten häufig ein Aktiv-passiv-Schema zu erkennen: Das Wasser setzt sich zunächst durch eine Veränderungen der Umgebungsbedingungen aktiv in Bewegung und beeinflusst dann noch ruhendes Wasser in einer Weise, dass es in Bewegung versetzt wird und somit den passiven Teil darstellt. Eine nähere Begründung hierfür wird als Subkategorie gefasst.

Tab. 80: Kategorie G4-SG-S zu generalisierten Erklärungen zum Strömungsversuch

Kategorie	<i>Bewegungen im Wasser (aktiv) wirken sich auf umliegendes, noch ruhendes Wasser (passiv) aus.</i>
Beschreibung	Diese generalisierte Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten eine Bewegung des Wassers mit einer bereits vorhandenen Bewegung im Wasser – die eine andere Ursache hat – erklären. Wenn also die Interviewten beispielsweise verdeutlichen, dass Wasser in eine bestimmte Richtung weitergeschoben/-gedrückt wird, dann gehört dies zur vorliegenden Kategorie. Als diesbezügliche Subkategorien werden Begründungen dafür kodiert, weshalb Wasser sich gegenseitig beeinflusst.

Ankerbeispiele	„Da wird das warme Wasser dann kälter und dadurch schwerer wahrscheinlich und dann wird es am Wasserboden quasi weitergewirbelt oder weitergeströmt.“ (E2B, P. 88)
Kodierte Subkategorien	
G4a-SG-S	<i>Die Bewegung von Wasser wirkt sich auf umliegendes Wasser aus, weil deren Moleküle durch Brückenbindungen miteinander verbunden sind.</i>
Zusammengeführte Kategorien	E2B-SG-S3, S1B-SG-S2, J5B-SG-S6, J5B-SG-S7, J5B-SG-S8

Eine weitere Möglichkeit, die Art der Bewegung im Bassin zu begründen, liegt aus der Sicht der Befragten im Verhalten der Tinte. Sie äußern in einigen Interviews, dass sich die Tinte im Wasser verteilt und sie bei Temperaturveränderungen im Bassin zugleich aufsteigt bzw. absinkt. Für manche Befragte ist dieser Zusammenhang bereits ein Prinzip, das sie zur Entschlüsselung ihrer Beobachtungen einsetzen. Andere hingegen sind in der Lage, das Prinzip noch weiter zu begründen. Sie sprechen beispielsweise davon, dass warmes Wasser Tinte besser leitet als kaltes Wasser und sich daher in letzterem nicht so gut verteilt. Auch kommt in den Äußerungen vor, dass sich die Wasser- oder Tintenteilchen bei höherer Temperatur schneller bewegen, wobei in den Erklärungen häufig eine unzulässige Vermischung der makroskopischen und mikroskopischen Perspektive auftritt. Folgende Kategorien gehören zu diesen Überlegungen:

- E1B-SG-S1:** Tinte zerfließt und vermischt sich in warmem Wasser schneller als in kaltem.
- E3B-SG-S3:** Die Tinte verteilt sich im kalten Wasser.
- S3B-SG-S1:** Warmes Wasser leitet Tinte besser als kaltes Wasser, sodass sie sich in letzterem weniger schnell verteilt als im warmen Wasser.
- J1B-SG-S2:** Tinte vermischt und bewegt sich mit dem Wasser, während sie sich zusehends im Wasser verteilt.
- J2B-SG-S1:** Tinte verteilt sich im Wasser (Diffusion), weil deren Teilchen sich im Zuge der Brownschen Molekularbewegung voneinander abstoßen.
- J3B-SG-S1:** In warmem Wasser bewegen sich die Teilchen schneller als in kaltem.
- J3B-SG-S2:** In warmem Wasser verteilt sich Tinte schneller als in kaltem.
- J3B-SG-S4:** In warmem Wasser bewegen sich die Teilchen schneller als in kaltem.

Auf Basis dieser Kategorien wird die nachfolgende generalisierte Kategorie gebildet, welche das Erklärungskonzept *Tinte verteilt sich stets im Wasser und ihre Bewegung reagiert auf Temperaturveränderungen* repräsentiert. Die zugehörigen Subkategorien beinhaltet Konzepte der Befragten, welche dieses Erklärungskonzept näher spezifizieren und feinkörniger begründen.

Tab. 81: Kategorie G5-SG-S zu generalisierten Erklärungen zum Strömungsversuch

Kategorie	<i>Tinte verteilt sich stets im Wasser und ihre Bewegung reagiert auf Temperaturveränderungen.</i>
Beschreibung	Diese generalisierte Kategorie wird kodiert, wenn erläutert wird, dass sich Tinte im Wasser verteilt. Sie wird auch kodiert, wenn Temperaturunterschiede herangezogen werden, um das unterschiedliche Verhalten der Tinte im warmen und kalten Wasser zu begründen, also wenn erklärt wird, dass sich Tinte im warmen Wasser schneller verteilt oder dort nach oben steigt und im kalten Wasser das jeweilige Gegenteil passiert. Ferner gehören weiterführende Begründungen für diese Ideen zu den Subkategorien dieser generalisierten Kategorie.
Ankerbeispiele	„Der Tropfen wird sich vermischen mit dem Leitungswasser, also es wird kein Tropfen bleiben, sondern zerfließen.“ (E1B, P. 6)
Kodierte Subkategorien	
G5a-SG-S	<i>Tinte verteilt sich im Wasser, weil deren Teilchen sich im Zuge der Brownschen Molekularbewegung voneinander abstoßen.</i>
G5b-SG-S	<i>Tinte verteilt sich im warmen Wasser schneller, weil warmes Wasser Tinte besser leitet als kaltes.</i>
G5c-SG-S	<i>Da sich die Teilchen in kaltem Wasser weniger schnell bewegen, kann die Tinte ungestört nach unten fließen. Im warmen Wasser führt die Bewegung der Wasserteilchen dazu, dass Tinte aufsteigt.</i>
Zusammengeführte Kategorien	E1B-SG-S1, E3B-SG-S3, S3B-SG-S1, J1B-SG-S2, J2B-SG-S1, J3B-SG-S1, J3B-SG-S2, J3B-SG-S4

In den Interviews zeigt sich, dass es ebenfalls einige Probandinnen und Probanden gibt, die die Bewegung im Inneren des Bassins mit Abstoßung und Anziehung zu erklären versuchen. In ihrer Vorstellung resultieren aus dem Unterschied zwischen warm und kalt Abstoßungsreaktionen oder sie erläutern, dass entweder kaltes Wasser das warme Wasser anzieht/ansaugt oder umgekehrt. Bemerkenswert ist diesbezüglich, dass die Rolle desjenigen Wassers (warm oder kalt), das anziehend bzw. abstoßend wirkt, wechselt. Dies lässt sich vermutlich auf die beobachtete Kreislaufbewegung zurückführen: Wird lediglich der obere Teil des Gefäßes betrachtet, dann wird daraus eine Anziehung des Eises und eine Abstoßung durch die Heizung gefolgert. Wird allerdings eher die Bewegung der Tinte am Boden wahrgenommen, dann ist der umgekehrte Schluss wahrscheinlich. Diese Überlegungen basieren auf den folgenden Kategorien:

- E1B-SG-S2:** Tinte in kaltem Wasser wird von warmem Wasser angezogen/angezogen.
- E3B-SG-S1:** Das Tinte-Wasser-Gemisch wird von der Heizquelle in vertikaler Richtung angezogen.
- E3B-SG-S2:** Wärme erzeugt eine Abstoßungsreaktion in horizontaler Richtung, so dass sich das Tinte-Wasser-Gemisch von ihr horizontal wegbewegt.
- S2B-SG-S5:** Das Eis zieht warmes Wasser an.
- J2B-SG-S2:** Tinte wird durch den Unterschied zwischen kalt und warm auf eine Seite gezogen.

Da die Befragten mit diesen Konzepten die Bewegung im Bassin erklären, wird eine weitere generalisierte Kategorie gebildet, welche das Erklärungskonzept *warm und kalt führen zu Anziehungs- und Abstoßungseffekten im Wasser* repräsentiert.

Tab. 82: Kategorie G6-SG-S zu generalisierten Erklärungen zum Strömungsversuch

Kategorie	<i>Warm-kalt-Unterschiede führen zu Anziehungs- und Abstoßungseffekten im Wasser.</i>
Beschreibung	Diese generalisierte Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten deutlich machen, dass der Unterschied zwischen kalt und warm dazu führt, dass das Wasser und/oder die Tinte gezogen/gesaugt oder abgestoßen wird.
Ankerbeispiele	„Irgendwie wird durch die Wärme auf der einen Seite eine Abstoßungsreaktion erzeugt, dass die Tinte zum kalten Wasser geht.“ (E3B, P. 152)
Zusammengeführte Kategorien	E1B-SG-S2, E3B-SG-S1, E3B-SG-S2, S2B-SG-S5, J2B-SG-S2

Zuletzt herrscht bei einigen Befragten die Vorstellung vor, dass die Temperatur des Wassers einen Einfluss auf die Bewegungsintensität und Geschwindigkeit der zugrundeliegenden Teilchen besitze: Je höher die Temperatur sei, desto schneller bewegen sich die konstituierenden Teilchen. Dementsprechend trete bei einer Erwärmung des Bassins zunehmend Bewegung auf. Diese Überlegungen basieren auf den folgenden Kategorien:

- J3B-SG-S1:** In warmem Wasser bewegen sich die Teilchen schneller als in kaltem.
J4B-SG-S2: Warmes Wasser verteilt sich schneller, weil die Moleküle sich im warmen Wasser schneller und häufiger bewegen als im kalten.

Daher wird eine Kategorie gebildet, welche das Erklärungskonzept *In warmem Wasser bewegen sich die zugrundeliegenden Teilchen schneller als in kaltem Wasser* repräsentiert.

Tab. 83: Kategorie G7-SG-S zu generalisierten Erklärungen zum Strömungsversuch

Kategorie	<i>In warmem Wasser bewegen sich die zugrundeliegenden Teilchen schneller als in kaltem Wasser.</i>
Beschreibung	Diese generalisierte Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten deutlich machen, dass eine Erhöhung der Temperatur auf mikroskopischer Ebene dazu führt, dass sich die Teilchen schneller bewegen.
Ankerbeispiele	„Beim kalten Wasser bewegen sich die Teilchen nicht so schnell oder eher weniger als beim warmen Wasser.“ (J3B, P. 25)
Zusammengeführte Kategorien	J3B-SG-S1, J4B-SG-S2

14.4.4 Erklärungen zur Entstehung und Beeinflussung von Strukturen

Analog zum Kapitel 14.4.3 erfolgt in diesem Kapitel ebenfalls das Nachzeichnen derjenigen physikalischen Erklärungen, welche die Befragten in den Interviews nutzen – diesmal jedoch für die Entstehung und Beeinflussung von Strukturen an der Küste. Die Rekonstruktion gliedert sich abermals in zwei Teile: Zum einen werden Erklärungen zur Entstehung und Beeinflussung von im Allgemeinen nachgezeichnet. Jene werden am Ende des ersten Interviews thematisiert, das als Übergang zum zweiten Interview fungiert. Zum anderen werden Erklärungen nachgezeichnet, die sich auf ein spezielles Strukturbildungsphänomen beziehen, das während des zweiten Interviews in einem Versuch dargestellt wird. Hierbei handelt es sich um einen in Kapitel 14.3.2 beschriebenen Versuch zur Erzeugung von Mustern in einer sandgefüllten Schale. Die Auswertung erfolgt jeweils für Strukturen im Allgemeinen und im Speziellen zunächst fallbasiert. Nach der Auswertung jedes einzelnen Interviews werden in einer Phase der Generalisierung häufig vorkommende Linien von physikalischen Erklärungen herausgearbeitet.

14.4.4.1 Fallanalyse

14.4.4.1.1 Interview J5A/B: Beispielhafte Analyse.

a) Erklärungen (Allgemein)

Der erste Teil dieser Vorstellungsforschung basiert auf dem finalen Teil des Interviews J5A, in dem über die Entstehung von Strömungen im Allgemeinen diskutiert wird. Im Folgenden werden die Vorstellungen der Probanden Bernd und Annette (Codename) dargestellt.

Das Ende des ersten Interviews ist in diesem Fall so aufgebaut, dass jeweils hintereinander Strukturbildungen auf den fotografischen Abbildungen besprochen werden, die von den Befragten zu Beginn klar als Strukturen bezeichnet wurden. Zunächst werden die Kelvin-Helmholtz-Instabilitäten in den Blick genommen, also die nockenförmige Struktur eines Wolkenbandes. Es bereitet den Interviewten große Schwierigkeiten zu erklären, wie es zu dieser Struktur gekommen ist. Sie nennen zumeist nur Umgebungsbedingungen wie Temperatur, Wind, sogenannter Unterdruck etc. und konstatieren, dass dies irgendwie mit hineinspielt. Sie kommen hier aber nicht weiter und wechseln dann zu einem neuen Erklärungskonzept, wo sie sich z. B. mit der Verbindung einzelner Moleküle auseinandersetzen. Der schnelle Wechsel zwischen den Erklärungsansätzen macht deutlich, dass sie lediglich ausprobieren und es ihnen nicht gelingt, ein konsistentes Konzept zu formulieren, das die erzeugten Strukturen zu entschlüsseln vermag. Dann jedoch gelingt ihnen ein Argumentationsansatz, der auch in enger Beziehung zu den rekonstruierten Begriffsbildungen in Kapitel 14.4.2 steht. Dort heißt es, dass für die Bildung von Strukturen zunächst mindestens ein Unterschied vorhanden sein müsse. Demzufolge suchen die Befragten nach entsprechenden Unterschieden in den Umgebungsbedingungen, die ihrer Meinung nach dann wiederum zu Unterschieden in der Anordnung, also zu einer

Struktur führen. Hierbei kommen sie kurzfristig auf einen Temperaturunterschied, der durch die Stellung der Bäume hervorgerufen werde, sodass sich die Wolken an unterschiedlichen Orten mit jeweils unterschiedlicher Temperatur auch verschiedenartig bilden, was das Auftreten einer Struktur begründet. Hierbei wird offenbar angenommen, dass ein strukturiertes Temperaturfeld in der Luft vorliegt, dessen Struktur sich dann auf die Wolken überträgt. Diesbezüglich erläutern die Befragten, dass die Bäume, die angeblich die Temperatur beeinflussen in einer bestimmten Weise angeordnet sind, die der Struktur der Wolken entspricht. Dann allerdings verwerfen die Befragten diese Erklärung wieder, weil die Abfolge der Bäume bei genauerem Hinsehen nicht der Abfolge der Wolken entspricht. Was man daran allerdings erkennen kann, ist, dass die Befragten nach Strukturen (z. B. in den Umgebungsbedingungen) suchen, um die Entstehung von sichtbaren Strukturen mittels eines Strukturübertragungsprinzips begründen zu können.

1778, 1780	I: Der letzte Abschnitt beschäftigt sich, wie auch bei den Strömungen, mit einer Entstehung. Ich würde gerne mehr darüber wissen, wie es eigentlich zu diesen Strukturen kommt, die man da sieht. Vor allen Dingen interessiere ich mich bei den Wolken: Die Moleküle, die sich da bewegen, woher weiß denn das eine, dass es dableiben muss und dass am Ende die Struktur gebildet wird? Wie kommt es zu dieser Struktur? Was meint ihr? Wir würdet ihr euch das erklären?
1781, 1783	B1: Vielleicht hat das auch irgendwie was mit Luftdruck zu tun, in welcher Form die dann genau sind? Vielleicht auch mit der Anzahl oder Vielfalt. Ich könnt mir vorstellen, dass da auch Temperatur mit reinspielt , wie sehr sich eine Wolke ausdehnt oder entsteht. Oder auch mit Wind vielleicht .
1784	B2: Ja, das ist wieder Verbindung verschiedener Moleküle zueinander .
1785	I: Das heißt, der Wind fliegt gerade so wie diese Form, oder wie?
1786	B2: Nein, der ist ein Umwelteinfluss .
1788	I: Aber wieso kommt es dann zu dieser Struktur, dass die Wolken solche Nocken bilden?
1789	B1: Ich glaube, jetzt hat da bestimmt noch der Zufall mit reingespielt . Ist das Bild überhaupt echt?
1790	I: Das Bild ist tatsächlich echt, ja.
1795	B2: Also ich weiß nicht, ob man sagen könnte, da befindet sich irgendwie ein Unterdruck oder so.
1796	B1: Vielleicht halt mit Temperatur, dass da irgendwie durch die Bäume oder so...
1798	I: Ja gut, aber die Bäume sind ja anders angeordnet.

1799	B1: Ja, deswegen das habe ich auch gerade...
1800	B2: Also es hängt auf jeden Fall irgendwie miteinander zusammen, aber man kann jetzt nicht sagen wie.

Ähnlich sind die Argumentationen auch, als es um die Erklärung eines Rippelmusters geht. Sie erklären lediglich, dass das Wasser in der Lage sei, Sand zu verschieben und zu bewirken, dass es angehäuft wird, wenn das Wasser mit ausreichender Geschwindigkeit auf Sand prallt. Bezüglich der besonderen Anordnung, die entsteht, verdeutlichen die Interviewten, dass die Dichte von Sand an manchen Stellen höher sei als an anderen. Hierbei ist nicht etwa die Dichte des Materials Sand gemeint, sondern eher wie dicht die Sandkörner gepackt sind. Wenn Sand weniger dicht gepackt ist, dann sei er leichter zu verdrängen und er werde an anderer Stelle auf dichterem Sand angehäuft. Auch hier geht es also darum, die Unterschiedlichkeit des Rippelmusters (Anhäufung und Vertiefung) mit Unterschiedlichkeiten im Sand zu begründen (weniger verdichteter und stärker verdichteter Sand). Was hier allerdings fehlt, ist eine Erklärung dafür, weshalb die Dichteunterschiede im Sand bereits einer gewissen Struktur folgen. Wäre dies nämlich nicht der Fall, würde sich keine Struktur bilden, sondern die Anhäufungen würden zufällig auftreten.

1801, 1803	I: Gehen wir mal von Bild 9 zu Bild 5 über. Das ist ja so ähnlich. Vielleicht kann man da ein bisschen besser anfangen, weil man Luft ja nicht sehen kann, das ist dann immer so ein bisschen schwierig. Hier hat man es ja mit Wasser zu tun gehabt. Warum sind hier so Sandanhäufungen und hier nicht? Warum liegen die so wie sie liegen? Warum ist das nicht einfach irgendwie alles glatt? Warum kommt es zu diesem Muster?
1804	B2: Ich würde nicht sagen, dass hat wieder mit der Dichte zu...
1805	B1: ...zu tun!
1806	B2: Aber auf jeden Fall hat es mit dem Aufbau dieses, in dem Moment, Sandes an der Position zu tun. Wenn der dicker ist, ist er schwerer zu verdrängen vom Wasser.
1808	B2: Vielleicht hat es irgendwo auch was mit der Geschwindigkeit des Wassers zu tun. Dass das Wasser, wenn es auf eine Sanderhöhung stößt, an Geschwindigkeit verliert und das dadurch vielleicht (unv.) ist.
1809	I: Und warum ergibt sich dann dieses Muster?
1811	B2: Es bahnt sich so seinen Weg. Und verdrängt den Sand, fräst sich da so durch. Und der verdrängte Sand muss ja irgendwo hin.
1812	I: Aber warum in dieser Form?
1813	B2: Ja, der läuft ja nicht so, das Wasser läuft ja nicht so, sondern in die Richtung.

1814	B1: Ich glaub einfach dadurch, dass Wasser flexibel oder beweglich ist, vielleicht wenn das Wasser schon eine bestimmte Richtung hat, wenn es jetzt fließt, prallt es vielleicht ein bisschen auf so Sand und weiter und formt das dadurch so, dass es halt... der Sand ist bestimmt schwerer als das Wasser, oder?
1815, 1817	I: Ja, viel dichter.
1818	B1: Ja, deswegen.
1819	I: Ok, ich kann mir das vorstellen: Da ist jetzt Sand...
1820	B2: Da ist ja ein Sand-Wasser-Gemisch.
1824, 1826	I: Da kommt jetzt Wasser und da liegt Sand. Und was passiert? Versuch mal, möglichst kleinschrittig zu erzählen, was passiert.
1827, 1829, 1831, 1833	B1: Das Wasser würde auf den Sand treffen und ich würde fast behaupten, dass erstmal nicht so viel passiert. Es kommt drauf an, wie viel Wasser, mit Geschwindigkeit... vielleicht spielt da auch Temperatur wieder ein bisschen rein... ne, ich glaub eher nicht. Und wenn nur ein ganz bisschen Wasser darauf tritt, würde der Sand das Wasser ja sogar aufnehmen. Aber wenn man jetzt von einer größeren Menge Wasser ausgeht, also mehr als der Sand, dann verformt sich der Sand ja da durch die Kraft bzw. Menge des Wassers. Einfach dadurch, dass Wasser mit einer bestimmten Geschwindigkeit darauf trifft.
1834, 1836	I: Und woher weiß der Sand denn, dass er sich immer so außen anhäufen muss, auf so kleinen Flächen? Wie kommt es dazu?
1835, 1837	B2: Das weiß er nicht. Zufall.

Die gleiche Argumentationsstrategie wird auch bei der Erklärung zur Entstehung von Prielien verfolgt. Auch hier erklären die Befragten, dass die Dichte des Wasser-Schlick-Gemisches variere, womit wiederum gemeint ist, wie eng der Sand gepackt ist. An Stellen mit weniger dichtem Sand wird der Sand vom Wasser stärker verdrängt. Die Unterschiede in der Dichte der Packung, die auch minimal sein können, sorgen letztlich dafür, dass Sand abgetragen und aufgeschichtet wird oder eben nicht. Hieran anknüpfend konzentrieren sich die Befragten dann stark darauf zu begründen, weshalb Sand an verschiedenen Orten über unterschiedliche Eigenschaften verfügt: Variationen in der Dichte der Packung, mal grobkörniger Sand, mal feinkörniger Sand etc. Die Erläuterungen der Befragten erklären zwar, weshalb an einigen Stellen Sand aufgeschichtet wird, aber sie erklären eben nicht die sich bildende Struktur, die sich durch Selbstähnlichkeiten auszeichnet – zumal sie die Verteilung des Sands als zufällig bezeichnen.

1880	I: Aber zum Beispiel in Bild 20: Da gibts ja keine DNA und trotzdem hat man hier eine Struktur.
1881, 1883	B2: Da bahnt sich wieder das Wasser. Das liegt wieder an der Dichte des Wassers mit dem Wasser-Schlick-Gemisch.
1884, 1886	I: Ich frag mich immer, wenn das Wasser jetzt kommt, dann würde ich denken, jetzt wird der gesamte Sand hier hingeschoben, denn überall fließt ja Wasser. Warum macht das diese Linien?
1887	B2: Weil es an manchen Stellen extremer verdrängt wird als an anderen.
1888	I: Und wieso? Ist das Wasser nicht überall gleich, das ankommt?
1889	B2: Ja, das ankommt schon, aber der Sand ist ja nicht überall gleich , der kann ja an einigen Stellen...
1890	B1: ...fester zusammengedrückt sein oder feinkörniger, grobkörniger als der andere. Das sind wahrscheinlich nur so minimale Unterschiede. Aber dadurch sind das halt die Unterschiede.
1892, 1894	I: Ihr habt gesagt, der Sand ist jetzt überall nicht gleich, obwohl das so aussieht, ist er überall nicht gleich.
1893, 1895, 1897, 1899	B1: Sand sind ja kleine Steine. Wasser ist ja überall gleich aufgebaut mit den Molekülen, aber der Sand halt nicht. Sand sind ja ganz kleine Steine. Und nicht jeder Stein sieht aus wie der andere oder jedes Sandkorn. Mal sind sie halt auch fester, ich glaub es kommt drauf, wie viel. Man kennt das ja, wenn Sand nass ist, fühlt er sich ja anders an als trockener Sand. Und dadurch, denk ich auch, wie viel Wasser Sand schon aufgenommen hat.
1900	B2: ... und selbst noch aufnehmen kann.
1901	B1: Ja, wie fest er ist, wie grob oder feinkörnig. Jedes einzelne Korn. Da ist ja auch wieder Zufall im Prinzip. Und davon hängt das dann ab, wie sich das Wasser darauf auswirkt oder wie diese Form entsteht.
1902	I: Und kann man das mal an dem Beispiel deutlich machen? Das Wasser fließt jetzt hier so lang. Warum fließt das hier so lang und schiebt nicht alles weg?
1903	B2: Weil der Sand an einigen Stellen einfach schon getrockneter war.
1904, 1905, 1906	B1: Vielleicht ist er hier auch fester, vielleicht sind zufällig hier ein paar mehr grobkörnige und ich glaube, wenn die grobkörnig sind, nehmen die auch halt anders Wasser auf als feinkörnige und das sind viele Gründe, die da zusammenspielen.

Und auch beim vierten Beispiel eines Hurricanes findet sich ein ähnliches Erklärungsmuster: Abermals zählen die Befragten Umwelteinflüsse wie Temperatur oder die

Geschwindigkeit des ankommenden Windes auf. Am Ende nennen sie eine Vielzahl physikalischer Begriffe, die allerdings nicht angewendet werden können: Reibung, Ladung, Energieumwandlungen. Bereits im Teil zu Strömungen geben die Befragten an, ein Wirbelsturm entstehe durch das Aufeinandertreffen und die Ballung von heißer und kalter Luft. Sie erklären also auch hier nur das Entstehen irgendeiner Bewegung, nicht jedoch die beim Wirbelsturm vorkommende kreisförmige Bewegung. Letztlich, wenn alle anderen verfügbaren Konzepte ausgeschöpft scheinen, sprechen sie lediglich von einem Zufall, der für die Entstehung des Wirbelsturms verantwortlich sei.

1838	I: Wie ist das denn hiermit? Ist das auch Zufall bei Bild 7?
1839	B1: Irgendwo ja schon.
1840	I: Aber warum? Hier sind die Wolken. Alle so ziemlich durcheinander und jetzt hat man einen bestimmten Bereich, wo sich diese Wirbel ausbilden. Also solche Strukturen hier. Warum? Was ist da los?
1842	B2: Kann man da vielleicht auch wieder sagen: heiß, kalt oder...
1845	B1: Da spielen verschiedene Umwelteinflüsse mit rein wieder, wie halt beispielsweise Temperatur oder Geschwindigkeit von...
1846	I: Und hier sind ja aber auch Einflüsse von Temperatur und Geschwindigkeit, warum wirken die sich da anders aus?
1847	B1: Aber die stehen nicht in so einem starken Kontrast vielleicht oder nicht so stark, intensiv.
1848	I: Aber damit es sich dreht, müsste ja sehr viel zusammenkommen, dass sich das dann genau in dieser Art und Weise bewegt oder nicht?
1849	B1: Das ist dann ein Zufall, dass es da einfach aufeinandertrifft so viel.
1850	I: Was trifft da aufeinander?
1851	B1: Diese starke Ballung von heiß und kalt oder warm und kalt.
1852	I: Ok, heiß und kalt kommt aufeinander. Und wie geht's dann weiter? Dann dreht sich das?
1853, 1855	B1: Kalte Luft ist schwerer als warme Luft bzw. warme Luft steigt nach oben. Und wenn man jetzt davon ausgeht, dass die aufeinandertreffen, dann vermischen die sich, weil die warme Luft ja trotzdem nach oben möchte und dadurch entsteht irgendwie dann Wind.
1856	I: Und was passiert beim Vermischen?
1857	B2: Da ist wieder ein Energieaustausch .
1858	B1: Ja, ich glaub nämlich auch, dass da wieder ein Energieaustausch ist.

1859	I: Und was passiert dann?
1860	B2: Es entsteht ja auch Reibung .
1861	B1: Entsteht nicht sogar neue Energie vielleicht?
1862	B2: Ja.
1863	B1: In Form von dem Wind dann vielleicht?
1864	I: Neue Energie?
1865	B1: Ne, aber...
1866	B2: ... bzw. erneuerte.
1867	I: Meinst du umgewandelte?
1868	B1: Ja. Das klingt besser.
1869	I: Von was in was?
1870	B2: Das ist die andere Frage.
1871	B1: Von der heißen und der kalten Luft in die...
1872	B2: Vielleicht von Lageenergie in nicht-Lageenergie...
1873	B1: Lädt sich da auch irgendwas auf?

Ganz anders als bei Strukturen in der unbelebten Natur sieht es bei Strukturen in der belebten Natur aus. Hier scheint die Sache für die Befragten klar zu sein: Genau wie beim Menschen sei der Bauplan für eine bestimmte Struktur auch beim Romanesco in seiner DNA gespeichert. Diesem Bauplan folgend werde dann die Struktur mit der Zeit aufgebaut.

1874	I: Wie kommt es denn zu dieser Romanesco-Struktur im Bild 23?
1875	B2: Die brauchen ja irgendwie einen Bauplan, wie wir Menschen ja unsere DNA haben. Da ist das drin. Das ist einfach so.
1879	B1: Es ist im Laufe der Zeit so entstanden.

Das Gespräch zeigt, dass die Befragten in ihren Erklärungen zwischen Strukturen in der belebten und in der unbelebten Natur unterscheiden. Die Erklärung von Strukturen in der belebten Natur scheint für sie wesentlich einfacher zu sein. Sie erläutern hier, dass es DNA gebe, die eine Art Bauplan für ein Lebewesen sei, wobei sie diesbezüglich auf den Romanesco und den Menschen verweisen. Hier herrscht offenbar die Vorstellung vor, dass es eine Intelligenz gibt, die diesen Bauplan mit der Zeit umsetzt und so ein strukturiertes Lebewesen schafft.

Viel schwieriger ist für sie die Erklärung von Strukturen in der unbelebten Natur, wo es eben keine ordnende Intelligenz gibt. Es lassen sich durch den Vergleich der verschiedenen Beispiele, an denen sich die Befragten abarbeiten, hier bestimmte Erklärungsmuster nachzeichnen. Zunächst sind die Befragten sehr oberflächlich und nennen meist Umweltbedingungen und physikalische Begriffe mit dem Zusatz, dass solche Größen irgendwie mit der Entstehung von Strukturen zu tun haben. Gerade in Bezug auf Strukturen in Wolken und in granularer Materie nennen sie die Temperatur, den Druck oder die Dichte der beteiligten Stoffe. Beim Wirbelsturm sprechen sie gar von Reibung, Ladungen und Energieumwandlungen. Allerdings nennen sie diese Begriffe nur, sie können sie aber nicht in eine konsistente Erklärung einbauen. Sie erkennen allerdings, dass sich die Strukturen durch Unterschiede auszeichnen: Es gibt Bereiche, in denen sind Wolken vorhanden, in anderen nicht. Bei den Rippeln befindet sich an manchen Orten eine Sandanhäufung, an anderen nicht. Deshalb suchen sie nach analogen Unterschieden in den Umgebungsbedingungen. So sagen sie beispielsweise in Bezug auf die Wolkenbildung, dass die Temperatur in der Atmosphäre unterschiedlich sei. Und bei den Rippeln sprechen sie davon, dass der Sand an manchen Orten enger gepackt sei als an anderen. Es gelingt ihnen damit aber nur, irgendeine willkürliche Anordnung zu erklären – beispielsweise dadurch, dass Wasser den weniger dichten Sand fortbewegt und ihn so aufschichtet. Allerdings sind Strukturen besondere Anordnungen, die sich aus der Sicht der Befragten durch die in Kapitel 14.4.2 repräsentierten Charakteristika, wie z. B. Ähnlichkeiten, auszeichnen. Das Besondere an den Anordnungen, die willkürliche Anordnungen erst zu Strukturen machen, können die Befragten mit ihren Konzepten nicht konsistent erklären. Dann sprechen die sie entweder von Zufall, dass sich genau solche (strukturierten) Anordnungen bilden oder – wie im Beispiel mit den Wolken – sie suchen nach bereits vorhandenen Strukturen in den Umgebungsbedingungen, um die Entstehung von Strukturen zu erklären: Sie nehmen beispielsweise an, dass die Anordnung der Bäume zu einer Temperaturverteilung führt, die wiederum die Wolkenstruktur erzeugt. Das Problem eine Struktur zu erklären wird dadurch aber nur verlagert, nicht gelöst: Die Struktur der Wolken hängt aus der Sicht der Interviewten von der Struktur der Temperaturverteilung ab, die wiederum von der strukturierten Anordnung der Bäume abhängig ist, usw. Das eigentliche Problem, die Entstehung einer Struktur zu entschlüsseln, bleibt somit in allen Fällen ungelöst.

Tab. 84: Kategorie J5A-SR-A zu Erklärungen von Strukturen mit Subkat.

Abbildung 5.7: Kategorie J5A-SR-A1a: Erklärungen von Strukturen im Allgemeinen		
Kategorie	Erklärungen von Strukturen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strukturen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Ich könnt mir vorstellen, dass da auch Temperatur mit reinspielt, wie sehr sich eine Wolke ausdehnt oder entsteht. Oder auch mit Wind vielleicht.“ (J5A, P. 1781, 1782)	
Kodierte Subkategorien		
J5A-SR-A1	Die Bildung und Entstehung von Strukturen hängt von den Umgebungsbedingungen (Temperatur, Druck, Dichte etc.) ab.	J5A, P. 1781, 1783, 1786, 1804, 1805, 1808, 1827, 1829, 1831, 1833, 1845, 1881, 1883

J5A-SR-A2	Strukturen entstehen, wenn Schwankungen in den Umgebungsbedingungen (Temperatur, Druck, Dichte etc.) auftreten, die sich im Aufbau widerspiegeln.	J5A, P. 1806, 1887, 1889, 1890, 1893, 1895, 1897, 1899, 1901, 1903, 1904, 1905, 1906
J5A-SR-A3	Strukturen entstehen durch zufällige Schwankungen in den Umgebungsbedingungen.	J5A, P. 1789, 1835, 1837, 1849, 1901
J5A-SR-A4	Strukturen entstehen, weil die Unterschiede in den Umgebungsbedingungen bereits strukturiert sind und sich dann in Form von sichtbaren Strukturen äußern.	J5A, P. 1796, 1799
J5A-SR-A5	Ein Plan für die Strukturierung von Lebewesen ist in deren DANN gespeichert.	J5A, P. 1875, 1879

b) Erklärungen (Speziell)

Der zweite Teil zur Vorstellungsforschung im Bereich von Strömungen basiert auf dem jeweils zweiten Interview, das mit den Probandinnen und Probanden geführt wird. In diesem Fall steht der in Kapitel 14.3.2 beschriebene Versuch zur Erzeugung eines Musters im Sand im Vordergrund.

Probandin Annette und Proband Bernd legen nach der ihnen vorgetragenen Beschreibung des Versuchsablaufs dar, dass sie nicht sonderlich viel erwarten: Das Wasser im Gefäß werde sich bewegen. Dabei werde die oberste Schicht des Sandes vom Wasser mitgerissen. Der meiste Sand bleibe jedoch liegen. Sie führen als Grund an, Sand sei schwerer als Wasser und bleibe daher meist liegen. Nach Beenden des Schüttelns sei daher eine abermals glatte Sandfläche zu erwarten. Diese sehe so aus wie vorher. Dann allerdings geben die beiden zu bedenken, dass doch eine leichte Verteilung des Sandes in Richtung einer der Ecken auftreten könne. Letzteres erwarten sie, weil die Schüssel beim Schütteln ggf. etwas schief gehalten werde und der Sand dann an die tiefergelegene Stelle rutsche.

433 B1: Ich könnte mir vorstellen, dass sich das Wasser bewegt bzw. der Sand ist schwerer als das Wasser. Man sieht zwar, dass der Sand das Wasser aufgenommen hat, aber nicht komplett. Also das oben noch so eine kleine Pfütze ist. Und dass, wenn man die Schale bewegt, dadurch, dass der Sand halt schwerer ist, dass sich dann der Sand zwar ganz leicht mitbewegt...

434 B2: ... die obere Schicht.

435, B1: **Ja, die obere Schicht aber nur und sich nur das Wasser bewegt, weil es**
437 **leichter ist bzw. weil es von dem Sand nicht komplett aufgenommen wurde und auf der Oberfläche schwimmt.**

438 B2: Genau, der Sand ist schon vollgesogen, also er nimmt kein Wasser mehr auf. Somit staut sich das Wasser oben. Weil das ja eine geschlossene Schüssel ist, kann es ja auch nicht abfließen und somit ist das halt oben gestaut. Und wenn das bewegt wird, bewegt sich die obere Schicht mit, weil die obere Schicht nicht festgebunden ist an die untere Schicht und somit loser ist. **Aber eigentlich bewegt sich nur dieses minimale Wasser-/Sandgemisch ganz oben, also das untere nicht.**

439 I: Was wird man sehen können im Ergebnis? Wenn ich es zum Beispiel jetzt geschüttelt hab und ich stelle es wieder hin.

440 B2: **Es würde genauso aussehen.**

441 B1: Ja, jetzt sieht man, dass das Wasser in der Ecke ist. Dadurch, dass der Sand einfach ein bisschen schräg ist oder vielleicht die Schüssel auch schräg steht. **Und ich denke, dass es, nachdem man es geschüttelt hätte, wieder genauso ist, dass das Wasser in einer Ecke ist.**

- 442 B2: Bzw. immer noch oben drauf, also es wird nicht aufgenommen vom Sand.
- 443, B1: Nicht mehr. Bzw. ich könnte mir vorstellen, das Wasser hat ja vielleicht
445 auch Teile von dem Sand aufgenommen, das oben schwimmt. Jetzt würde ich sagen, dass oben rechts in der Ecke der Sand ein bisschen höher ist als links unten. **Vielleicht ist das nachher auch auf einer anderen Seite ein bisschen höher, weil das Wasser den Sand halt doch minimal verschiebt.**

- 462 I: Dann macht noch einen Kommentar. Sind das Haufen oder ist das glatt?
- 463 B2: **Glatt.**
- 464 B1: Joa (zögerlich). **Und das Wasser ist hier...**
- 465 B2: ... **in einer Ecke, so minimal.**
- 466 B1: ... **zwar überall und wenn man das jetzt von uns aus sieht, würde ich es hier ein bisschen stärker machen.**

Bei der Durchführung des Versuchs beobachten die Befragten Erscheinungen, die stark von ihren Vermutungen abweichen. Sie erkennen sich bildende Sandbröckchen und eine Unebenheit der Sandoberfläche, die von Kuhlen durchzogen sei, in denen sich das Wasser sammelt, sobald die Schüssel wieder auf den Tisch gestellt wird. Auch hier arbeiten die Interviewten zunächst mit den bereits geäußerten Erklärungskonzepten: Das Wasser sei offenbar in der Lage, sich mit mehr Sand zu vermischen als ursprünglich gedacht. Deshalb befinde sich auch mehr Sand in Bewegung. Sobald die Schüssel hingestellt wird, sinke der Sand zu Boden und das Wasser steige nach oben, weil letzteres leichter sei. Somit sammle sich das Wasser in den Kuhlen. Auf die Ursache der Entstehung von Sandbröckchen und Kuhlen in der Schale gehen sie nicht näher ein.

- 475 I: So, ich schüttele mal.
- 479 B1: Oh, doch nicht so doll!
- 480 B2: Wir dachten, Sie schütteln das so langsam hin und her.
- 481 I: Und was seht ihr?
- 482 B2: **Der Sand geht so auf alle beide Seiten und es bilden sich so Bröckchen. Wenn er wieder steht, sieht man aber immer noch Wasser.**
- 483 B1: **Der Sand nimmt das Wasser doch ein wenig mehr auf, als erwartet.** Ich hätte gedacht, dass mehr Wasser hinzugefügt ist und der Sand schon gesättigter ist.

486	B2: Aber hier ist ja immer noch Wasser. Also das Wasser ist immer noch da. Wenn man das jetzt x-Jahre stehen lassen würde, würde es halt irgendwann ansatzweise wieder so aussehen.
487, 489	B1: Man sieht jetzt, dass vielleicht so auf einem Drittel, dass der Sand da sehr viel höher ist als auf der anderen Seite. Und man sieht wieder, dass in diesem, ich nenne es jetzt mal Tal oder Kuhle, relativ mittig bzw. links, dass sich da Wasser bildet. Ich könnt mir einfach vorstellen wieder, weil es leichter ist als der Sand und deswegen ist es wieder an der Oberfläche.
490	I: Was meinst du mit: Wasser bildet?
491	B1: Das war falsch ausgedrückt. Dass sich da das Wasser wieder sammelt.
494	I: Und was ist jetzt der Unterschied, zu dem, was ihr da aufgemalt habt?
495, 497	B1: Wir hätten gedacht, dass das Wasser die ganze Zeit auf der Oberfläche bleibt. Und dass es nicht erst vom Sand doch so gut aufgenommen wird.
498	B2: Bzw. sich auch mal daruntermischen kann oder so.
499	B1: Ja. Ich hätte auch gedacht, dass noch ein bisschen mehr Wasser drin ist. Es sah zuerst so aus, als wäre mehr Wasser da. Irgendwie ist Sand ja schwerer sonst hätte man ja keinen Meeresboden oder so.

Als Bernd und Annette aufgefordert werden, den Versuch mit eigenen Händen durchzuführen, erkennen sie Rillen in der Schale, die sie an die Rippelmuster im Meer erinnern.

515	B2: Ja, es bilden sich so...
516	B1: ... Rillen.
517	B2: ... Rillen, wie im Meer.
518	I: Wie im Meer?
519	B2: Wenn das Wasser so darüber ist. Das kennt man ja auch, dass das Wasser, das am Meeresboden... (unterbrochen).
522	B1: ... es ist eine Struktur zu erkennen (betont) (lacht).
523	B2: Ja! (lacht).

Die Probandin und der Proband stellen zwar fest, dass der Meeresboden nicht so geschüttelt wird wie die Schale, aber dennoch könne die Bewegung des Wassers in der Schale stellvertretend für die Bewegung des Wassers im Meer stehen. Zur Entstehung dieser Rillen werden zunächst zwei Ideen beigesteuert. Annette geht von einem Zustand aus, in dem beim Start des Versuchs schon einige Kuhlen im Sand vorliegen, in denen sich Wasser befindet. Rillen entstehen ihrer Ansicht nach dann dort, wo sich weniger Wasser

befindet, also außerhalb der Kuhlen. Denn das Wasser aus den Kuhlen werde beim Bewegen der Schale über den trocknen, aufgeschichteten Sand fließen und dort Rillen erzeugen. Eine andere Idee stammt von Bernd. Er erläutert, dass sich Wasser und Sand mischen und die Mischung nicht überall gleich sei. Wenn dann die Bewegung der Schale aufhört, falle der Sand nach unten. Der Zustand, in dem sich Sand und Wasser also zuletzt bei der Bewegung der Schale befunden haben, werde quasi eingefroren.

524	I: Wo ist jetzt der Vergleich zum Meer?
525	B2: Naja, es sieht ja auch so aus, wenn das Wasser da drüber so... hin und her...
526	B1: Also der Meerboden schüttelt sich ja nicht, aber...
537, 539	I: Und was hast du denn jetzt grade für eine Bewegung gemacht, mach das nochmal. Mit der du diese Rillen erzeugt hast.
540	B1: Mit viel Fantasie könnte das natürlich die Bewegung der Wellen sein.
541	B2: Genau, so hin und her gehen die Wellen ja. Und wenn die Wellen ein bisschen stärker sind, dann geht das Wasser theoretisch, was sich grade da sammelt in der einen Kuhle, überall rüber. Aber das geht grad nicht. Also mit mehr Wasser. Ich würde sagen, es entstehen Rillen, wo weniger Wasser dort ist und mehr an einer anderen Stelle und dadurch das Wasser noch mitgeht. Kann man das sagen?
543	I: Und warum bilden sich die Rillen? Das versteh ich nicht ganz.
544	B2: Weil da mehr trockener Sand ist bzw. mehr aufgeschichteter Sand.
546, 548	B1: Nein, die Rillen entstehen dadurch, dass durch die Bewegung des Wassers, dass der Sand das Wasser vielleicht doch erst aufnimmt bzw. dass sich Sand und Wasser mehr vermischen. Aber dann, in dem Moment, wo keine Bewegung mehr da ist, haben wir ja auch gesehen, dass der Sand dann aufgrund seines Gewichtes...
549	B2: ... wieder zusammenfällt auf eine Ebene?
550	B1: ... nein, dann ist das Wasser oben.
551, 554	B2: Ja, also der Sand geht wieder nach unten, weil er jetzt nicht mehr aufgeschüttelt wurde und mit Wasser noch extremer versetzt wurde. Der Sand fällt jetzt wieder nach unten und bleibt... er ist ja schwerer als Wasser. Das Wasser nimmt ja keinen Sand, sondern der Sand nimmt ja das Wasser auf.
555, 557	B1: Ja, also aufnehmen ist jetzt nicht so das Richtige. Das vermischt sich ja, ein Stein nimmt kein Wasser auf. Und Sand sind Steine, also vermischen physikalisch und chemisch nicht korrekt.

558 B2: Aber man weiß, was wir meinen ungefähr.

567, B1: Wir haben ja jetzt gesagt, **dass sich der Sand durch die Bewegung des**
569 **Wassers auch verändert, bewegt und eine Art Form oder Struktur oder**
Muster oder wie auch immer bildet. Und in dem Moment, wo die Bewe-
gung nicht mehr da ist, bleibt dadurch, dass der Sand schwerer ist, dieses
Muster halt und das Wasser schwimmt oben drauf.

570, B2: **Und das Wasser schwimmt wieder dahin, wo weniger Sand ist und geht**
572 **wieder in die Kuhle. Also es bleibt nicht da oben, auch wenn da so ein biss-**
chen ist. Das meiste Wasser geht wieder da in so eine Kuhle.

Dann kommen die Befragten auf ein Konzept, das sie bis zum Ende des Interviews beibehalten. Sie bezeichnen den Sand als unregelmäßig verteilt. Damit grenzen sie den Zustand in der Schale von einer regelmäßigen Verteilung des Sandes ab. Mit letzterem meinen sie nicht etwa eine regelmäßige Struktur, sondern den Zustand des glatten Sandes, der in der Schale überall gleich verteilt ist. Da sie eine Unregelmäßigkeit in der Verteilung des Sandes erkennen, fangen sie an, nach Unregelmäßigkeiten in den Versuchsbedingungen zu suchen und benennen viele verschiedene Möglichkeiten. Sie sagen, dass das unregelmäßige Hin- und Herbewegen des Wassers in der Schale zu einer Unregelmäßigkeit im Sand führe. Ferner nennen sie auch die Unregelmäßigkeit der Sandkörner als Ursache: Kein Sandkorn gleiche dem anderen in Form, Größe oder Gewicht. Sie machen explizit, dass solche Unregelmäßigkeiten andere Unregelmäßigkeiten in der Anhäufung des Sandes nach sich ziehen, die dann als Struktur zu erkennen ist.

559 I: Was seht ihr denn hier?

560 B2: **Rillen, eine Struktur, Sandhügel.**

561 B1: **Eine Unregelmäßigkeit des Bodens.**

562 B2: **Genau, das ist nicht mehr glatt.**

563 I: Wie kommt die zustande, was meint ihr?

564, B2: **Dadurch, dass das Wasser hin- und her geschüttelt wird. Mal regelmä-**
566 **ßiger, mal unregelmäßiger.**

573 I: Du hast grad davon gesprochen, dass ein Muster entsteht und dass das Wasser dann abfließt.

574 B1: **Ja, ich meinte nicht direkt Muster, aber diese Unregelmäßigkeit im**
Sand, dass das eher ein Muster oder Struktur sein könnte.

575	I: Ok, diese Unregelmäßigkeit, wie kommt die denn überhaupt zustande und wieso?
576, 578	B1: Das hatten wir gestern ja schon: Dadurch, dass nicht jedes Sandkorn, also jeder Stein, dieselbe Form, Größe und Gewicht hat. Einfach auch durch unterschiedlich starkes Strömen des Wassers. Das Wasser strömt oder fließt an der einen Seite vielleicht ein bisschen stärker als an der anderen. Vielleicht weil es schon auf einem geformten Hügel getroffen ist oder so. Einfach durch solche Unregelmäßigkeiten entstehen die Unregelmäßigkeiten.
579	B2: Und es ist ja auch keine gleichmäßige, dauerhafte Bewegung.

Und auch die bereits aus den allgemeinen Erklärungen bekannten Umwelteinflüsse, die aus Befragtersicht in die Entstehung von Strukturen hineineinspielen, werden von auf Unregelmäßigkeiten bezogen. Neben Sandkörnern und Strömungsgeschwindigkeit werden nämlich im weiteren Verlauf auch die Temperatur oder gar Kräfte benannt, die Auswirkungen auf die Struktur haben sollen. Die Probandin und der Proband bilden eine Kausalkette: Wenn die Bewegung der Schale unregelmäßig sei, sei auch die Geschwindigkeit des Wassers unregelmäßig, dann sei auch die auf den Sand wirkende Kraft unregelmäßig und es entstehe somit eine Unregelmäßigkeit im Sand. Diese Vorstellung wird besonders deutlich, als die Befragten erklären, dass der Sand vermutlich glatt bliebe, wenn die Schale auf ein mechanisches Schüttelgerät für Farbe gestellt werde, das ein regelmäßiges Hin- und Herbewegen garantiere. Allerdings führen die Befragten kurz darauf an, dass die Sandkörner an sich auch bei der Verwendung eines Schüttelgeräts noch unregelmäßig seien und dann vermutlich doch wieder eine Unregelmäßigkeit im Sand erzeugt werde. In Bezug auf letzteres kommt noch eine weitere, neue Vorstellung vor. Aus Bernds Sicht sei der Sand nicht nur von Anfang an unterschiedlich. Er verändere sich auch während sich Wasser und Sand bewegen, weil im Wasser Partikel seien, die den Sand schleifen, wodurch sich die Sandkörner verändern.

594	B1: Was? Nein, das hatten wir gestern [1. Interview]: da spielen verschiedene Umweltfaktoren mit rein. Vielleicht hat es auch mit der Temperatur des Wassers ein wenig zu tun, mit der Struktur, Größe, Form, Gewicht usw. des Sandkorns und mit der Strömgeschwindigkeit. Kann man das sagen?
595	B2: Ja, mit der Geschwindigkeit.
596	B1: Vielleicht ist auch mal ein Fisch im Weg oder so, der hält das Wasser dann ja auch so ein bisschen auf. Also, da spielen halt ganz viele Faktoren mit rein.
597, 599	B2: Also in dem Experiment jetzt nicht [der Fisch], aber im echten Leben. Es ist ein Zusammenspiel aus...

602	B1: ... verschiedenen Umwelteinflüssen.
603, 605	B2: ... genau, aus Bewegung, aus Kraft. Es kommt ja immer drauf an, mit welcher Kraft... mal mehr, mal weniger. Wenn man das jetzt auf ein mechanisches Schüttelgerät für Farbe stellen würde, so wie man das kennt, dann wäre es am Ende auch glatt. Weil es durchgehend die gleiche... (unterbrochen)
606	B1: Es ist ja niemals zu 100 Prozent dieselbe Bewegung des Wassers.
607	B2: Das war bei Ihnen jetzt ja auch nicht zu 100 Prozent immer die gleiche Bewegung mit der gleichen Kraft, mit der gleichen Geschwindigkeit.
608	B1: Dann wäre es vermutlich gleichmäßig, wobei der Sand ja auch unterschiedlich aufgebaut ist. Also jedes Sandkorn ist anders.

610	I: Das hattest du eben schon gesagt. Da würde ich gerne nochmal ein bisschen dranbleiben. Du sagtest, die Sandkörner sind alle ein klein bisschen unterschiedlich und dadurch käme dann das Muster zustande.
616, 618	B1: Nö, dadurch ist aber eine Unregelmäßigkeit gegeben. Ein Sandkorn ist ein kleiner Stein. Da sind bestimmt auch verschiedene Gesteinsarten. Dadurch haben die auch eine unterschiedliche Dichte, Gewicht, Masse. Dann sind sie noch unterschiedlich geformt. Jeder ist anders geformt, wenn man das unter der Lupe betrachten würde oder unter dem Mikroskop. Und jeder hat halt auch durch die unterschiedliche Größe ein anderes Gewicht, eine andere Form und dadurch ist das an der einen Stelle vielleicht zufällig ein bisschen schwererer Sand, auf der anderen Seite ein bisschen leichter. Dadurch, dass das nicht zu 100 Prozent gleichmäßig bzw. regelmäßig ist.
619, 621, 625	I: Ok, also Sand ist unterschiedlich. Und wie kommt es dann zu dieser Anhäufung? Da ist sozusagen für mich jetzt gerade noch eine Lücke. Wieso kommt es dadurch, dass der Sand unterschiedlich ist, zu manchen Anhäufungen und Furchen?

637	B1: Ich könnte mir auch vorstellen, dass durch das Wasser, wenn es da langfließt, die Steine auch noch ein bisschen verändert werden. Dass im Wasser vielleicht ganz kleine Partikelchen sind, die dann an einem Stein langschrufen und dadurch den auch wieder verändern und dass der Sand halt sich ständig wandelt und verändert.
-----	---

Probandin Annette bietet noch ein weiteres Konzept an. Sie erläutert, dass Sand allein keine solche Hügel bilden könne. Das sei nur mit Wasser möglich. Denn der Feststoff Sand werde durch den flüssigen Stoff Wasser aneinandergebunden.

626, B2: **Das ist ja ein Sand-/Wassergemisch. Das ist ja nicht nur Sand. Auf je-**
 632, **den Fall ist es ein Gemisch aus einem flüssigen Stoff und einem Feststoff.**
 634, **Und der Feststoff wird ja gebunden durch den flüssigen Stoff, der hinzu-**
 636 **gegeben wird. Würde man das jetzt ohne Wasser machen, also nur mit**
Sand, würde das immer in die gleiche Struktur wieder verfallen bzw. in die
gleiche Ebene, weil da nichts bindet oder nichts stärker bindet oder leichter
bindet und keine Hügel aufgebaut werden können.

Mit ihrem zweiten Erklärungskonzept geht Annette noch einen Schritt weiter und versucht zu erklären, wie die auftretenden Unregelmäßigkeiten der Sandkörner letztlich in eine unregelmäßige Struktur im Sand münden: Da die Sandkörner unterschiedliche Formen besitzen, gebe es einige Sandkörner, deren Form zueinander passen. Solche Sandkörner fallen dann, wie bei Tetris, ineinander und bleiben zusammen. Hätten alle Sandkörner beispielsweise eine Viereck-Form, dann würde sich kein unregelmäßiges Muster ergeben, sondern eine glatte Fläche.

638, I: Ok, aber dann bleibt es immer noch bei der Story, dass der Sand sehr unter-
 642, schiedlich ist. Ich frage mich, wie die Unterschiedlichkeit dieses Muster her-
 644 vorrufen kann. Könnt ihr mir das kleinschrittig erklären, was da passiert?

645, B2: Ja, können wir versuchen (lacht). Ja, die sind ja alle individuell, es ist ja
 647 nicht von Hand gefertigt und die sind alle nicht gleich groß. **Somit hat es im-**
mer eine verschiedene Passform, wie es zusammenpasst dann. Ich will nicht
 sagen: andocken. Denn das stimmt ja nicht. Sand dockt sich ja nirgends an.
Aber, wie bei Tetris, dass da so reinfällt. Das sind nicht alles gleiche Vier-
ecke oder nur kleine Vierecke, weil dann würd das ja alles symmetrisch
passen.

Schließlich wird die Bildung von Strukturen auch als Verlagerung von Sandschichten aufgefasst. Sandanhäufungen im Meer unterscheiden sich nämlich je nach Ort: Einige Schichten seien fester und andere lockerer. Fließe nun Wasser darüber können Schichten – je nach Eigenschaften – gegeneinander verschoben werden und es bilden sich Rillen aus wie im Versuch.

670, B2: **Also es wird ja Sand sozusagen abgelöst durch das Schütteln. Und da**
 672 **formen sich solche kleinen Kügelchen oder lagern sich auch dann über an-**
dere Schichten des Sandes. Also es ist eigentlich eine Verlagerung von
Sandschichten oder von Sandhügelchen oder von Sand. Es ist ja eine durch-
 gängige Verlagerung. Und die ist ja nicht vorgegeben, sondern individuell und
 unregelmäßig. Und dadurch entstehen ja solche Sandhügelchen. **Weil hier ist**

	auch Verlagerung des Sandes zu sehen. Aber die sieht man nicht so krass. Also da ist es nur minimal und hier ist es extremer.
673	I: Mir ist immer noch nicht klar, wie es jetzt zu diesem Muster kommt.
674	B1: Ich glaub, das kommt auch nicht mehr (lacht). Ich glaube, da finden wir nicht die richtigen Worte für.
675, 677	B2: Es gibt keinen Bauplan. Also, das ist einfach so. Zufall.
678	I: Ja, ihr habt ja grade von Zufall gesprochen. Darauf möchte ich nochmal hinaus.
679	B2: Wir mögen den Zufall.
680	I: Du hast eben beschrieben, dass du sowas schon mal im Meer gesehen hast.
681	B2: Ja.
682	I: Kannst du mir davon ein bisschen erzählen?
683, 685	B2: Ja, wenn man in das Wasser reinläuft, also... Nordsee, Ostsee oder wo auch immer man meistens... außer an einer Steilküste. Aber überall wo Sand ist...
686	B1: ... Sandstrand.
687	B2: ... genau, überall wo Sandstrand ist, ist der Sand ja in verschiedenen Schichten überlagert. Es gibt festeren und lockeren. Und der lockere Sand... (unterbrochen)

701	B2: So wie man das Meer kennt, gibt es ja eine Schicht, die auf jeden Fall Wasser aufgenommen hat. Meistens kommt dann irgendeine stärkere Schicht. Wie wir das kennen oder wie mir das mal irgendwann erklärt wurde, gab es da auch eine Lehmschicht und die lässt kein Wasser durch. Andere Schichten lassen wieder Wasser durch. Aber das, was ich da gesehen habe, ist meistens, wenn das Wasser aufläuft bzw. abläuft. Da entstehen so Rillen, weil der Boden ja nicht gleichmäßig ist, aber Sand mitgenommen wird, wenn das Wasser aufläuft. Aber genau so auch wieder zurückgenommen wird. Aber sich auch irgendwo verlagert. Also es ist eine durchgängige Verlagerung des Sandes. Der zufällig passiert.
702	I: Kennst du den Namen dafür?
703	B2: Eine Sandverlagerung.
704	I: Diese Rippel. Schon mal das Wort gehört?
705	B1: Nein, jetzt nicht so.

706	B2: Ne (lacht).
707	I: Wie sehen die denn aus? Kannst du das mal aufmalen? Wie sieht das aus?
708	B1: Ich würd sagen eine Art Rille, oder?
709	B2: Ja nicht Rillen, aber es sind so: Mal so, dann ist hier wieder weniger. Also ich will nicht sagen wellenartig, aber...
710	B1: Vielleicht hast du da auch mal ein Hügelchen und was Rundlicheres.
711. 713	B2: Es sind so Schichten, die so aneinander gedockt sind. Das (zeigt) muss jetzt höher sein als das und das (zeigt) kann tiefer. Dann überlappt sich das so. Ja genau, und es sind so Rillen.
714	B1: ... und kleine Hügelchen.
715	I: Es gibt noch solche Rippelstrukturen, die sind sehr regelmäßig. Da hat man hier eine Sandanhäufung und dann nichts, hier eine Sandanhäufung und nichts. Die gibts auch.
717	B2: Ja, ist ja auch so ähnlich, so ansatzweise.

Kurzzeitig überlegen beide, ob vielleicht auch der Salzgehalt des Wassers entscheidend sei, weil im Meer solche Muster entstehen. Dann allerdings erkennen sie, dass im Versuch Süßwasser verwendet wird und im See solche Muster nicht auftreten, weil dort nicht so ein starker Wellengang vorherrsche.

720	B1: Vielleicht hat das auch aus irgendeinem Grund was mit dem Salzgehalt im Wasser zu tun.
721	I: Inwiefern?
722	B2: Wenn Meersalz, ich will nicht sagen: Chlorgehalt. Denn im Meer ist ja kein Chlor. Aber bei Süßwasser bzw. bei Salzwasser, also an der Nordsee...
723, 725	B1: Vielleicht liege ich grade auch falsch, aber wenn ich grad an einen Süßwassersee denke, sieht man da vielleicht gelegentlich mal auch eine Art Muster, Struktur auf dem Boden. Aber jetzt nicht so extrem wie beispielsweise an der Nord- oder Ostsee. Vielleicht hat das wirklich was mit dem Salzgehalt zu tun.
726	I: Ja gut, das ist ja hier auch Süßwasser.
727, 729	B1: Deswegen. Ob das was damit zu tun hat bzw. es könnte auch einfach damit zu tun haben, dass am See ja... (unterbrochen).
730	B2: Es kommt ja immer auf die Struktur des Bodens, der sowieso gegeben ist, an. Und dann kommt mit dem Sand... (unterbrochen).

731	B1: Mit grob- oder feinkörnig?
732	B2: Ja.
733	B1: Ich meinte gerade, im See hat das eher was damit zu tun, dass da kein Wellengang ist, sag ich jetzt mal so ganz grob.

Den Versuch würden beide als zufällige Strukturbildung bezeichnen. Hiermit grenzen sie die Struktur von einer durch den Menschen geschaffenen Struktur ab. Auf die Frage, wie es die Natur schaffe, eine Struktur durch den Zufall zu erzeugen, haben sie keine Antwort mehr. Resignierend äußern sie, dass dies einfach so sei und Umwelteinflüsse dafür verantwortlich seien. Erklären können sie es nicht genau, da sie so etwas nie studiert hätten.

734	I: Wenn ihr einen Namen erfinden müsstet, wie würdet ihr das Phänomen nennen?
735	B2: Struktur, Muster? Zufallsstruktur?
736	B1: Zufällige Struktur oder eine Strukturbildung.
737	I: Welches jetzt von den Wörtern?
738	B2: Strukturbildung?
739	B1: Zufällige Strukturbildung.
740	B2: Das find ich gut.
741	B1: Das klingt professionell.
742	B2: Das unterstütz ich.
743	I: Was ist der Unterschied zu der anderen, nicht zufälligen Strukturbildung?
744, 746	B2: Ja, das eine ist von Menschenhand gemacht, beabsichtigt.
747	B1: Gewollt, immer dieselbe Handlung, derselbe Ablauf.
748	B2: Das [Seminarraum] ist ja auch eine Struktur. An jedem Tisch stehen zwei Stühle. Und das ist gewollt.
749	I: Und wie macht die Natur das? Weil der Mensch hat ja ein Gehirn, der kann machen, kann sich entscheiden.
752	B2: Na, es ist einfach so. Pi mal Nase (lacht). Ist einfach so.
753	B1: Ich glaub, da spielen wieder verschiedene Umweltfaktoren mit rein, weshalb das so ist.

754,	B2: Also, das kann ich nicht erklären. Das hab ich leider nicht studiert
756	(lacht). Aber auf jeden Fall irgendwie Umwelteinflüsse.
759	I: Gut, ok. Dann Dankeschön für das Interview.

Zunächst fokussieren Annette und Bernd noch auf Konzepte, die ihnen gut bekannt sind: Sand sei schwerer als Wasser und Wasser könne sich mit Sand mischen. Hierdurch gelingt es ihnen zu begründen, dass sich neben Wasser auch Sand in der Schale bewegt und weshalb sich das Wasser nach dem Hinstellen der Schale wieder auf der Oberfläche des Sandes befindet. Allerdings ist es ihnen damit nicht möglich, die Struktur der Oberfläche zu erklären, die sich während der Versuchsdurchführung bildet. Immer wenn sie die Struktur des Sandes erklären, dann findet sich in ihren Erklärungen bereits eine Strukturierung, die vorausgesetzt wird und nicht näher begründet werden kann. Beispielsweise weisen die Befragten an vielen Stellen darauf hin, dass im Moment des Hinstellens der Schale der Sand sofort nach unten fällt und somit den Zustand einfriert, den er unmittelbar vorm Hinstellen der Schale hat. Deshalb seien dann Rillen bzw. Anhäufungen zu erkennen. Allerdings wird mit dieser Erklärung stillschweigend vorausgesetzt, dass der Sand schon beim Bewegen eine bestimmte Strukturierung innehat, die dann durch das Hinstellen festgehalten wird. Dadurch bleiben die Befragten die Erklärung schuldig, aus welchem Grund sich Sand auch schon während des Bewegens strukturiert.

An dieser Stelle vollführen die Befragten einen Wechsel in ihren Erklärungen: Sie bezeichnen die Struktur des Sandes als unregelmäßig, um sie von einer Regelmäßigkeit zu unterscheiden, die sie gedanklich als glatte Fläche repräsentieren. Sie arbeiten schließlich mit dem Konzept, dass Unregelmäßigkeiten andere Unregelmäßigkeiten (also die Strukturen im Sand) hervorbringen. Folglich suchen sie ständig nach Unregelmäßigkeiten in den beiden Komponenten Wasser und Sand und ziehen jene als Begründung für die auftretende Struktur heran: Irgendwie sei die Wasserbewegung unregelmäßig und die Sandkörner sind, im Vergleich gesehen, ebenfalls unregelmäßig. Werden sie aufgefordert, die Entstehung der Strukturen zu begründen, dann dreht sich das Gespräch ausschließlich darum, wie die Unregelmäßigkeiten in der Wasserbewegung und die Unregelmäßigkeiten der Sandkörner zustande kommen. Sie berichten beispielsweise davon, dass man die Schale mit der Hand nie perfekt gleichmäßig schütteln könne. In Bezug auf das reale System berichten sie von Fischen, an denen Wasser abprallt, was wiederum zu Unregelmäßigkeiten in den Strömungen führt. Und hinsichtlich der Sandkörner erklären sie, dass jene durch Schleifpartikel im Wasser stets verändert werden und sie somit immer unregelmäßig seien. Sie wechseln sogar einmal die Ebene und beziehen sich nicht mehr nur auf Unterschiede zwischen einzelnen Sandkörnern, sondern auch auf Unterschiede zwischen größeren Sandschichten. Sie erklären, dass es im Sand festere und losere Schichten gäbe. Kommt nun das Wasser, dann resultiere eine Verschiebung der Schichten gegeneinander und es entstehe eine Struktur. Trotz der vielen Erklärungen ergibt sich kein Mehrwert bei der Entschlüsselung des Phänomens, denn es werden stets nur die Unregelmäßigkeiten näher betrachtet, welche die Unregelmäßigkeiten in Form von Strukturen

angeblich erzeugen. Damit bleibt es stets bei dem Konzept, dass Unregelmäßigkeiten – wie auch immer entstanden – *irgendwie* zu Unregelmäßigkeiten in Form von Strukturen führen.

Nur an einigen Stelle versuchen die Befragten das Konzept noch etwas aufzuschlüsseln. So berichtet eine Person davon, dass die Mischung von Wasser und Sand offenbar dazu führt, dass Sand und Wasser aneinander kleben bleiben und so eine Anhäufung entstehe. Weshalb eine strukturierte Anhäufung entsteht, kann jedoch nicht näher begründet werden. Diesbezüglich nennt einzig Annette eine bemerkenswerte Vorstellung: Sie erläutert, dass jedes Sandkorn eine eigene Form besitze. Demnach passen manche Sandkörner zusammen und andere wiederum nicht. Sandkörner, die zusammenpassen, fallen ineinander und bleiben hängen – das sei wie bei Tetris. Hierdurch bilde sich schließlich durch die Unregelmäßigkeiten des Sandes eine Struktur.

Tab. 85: Kategorie J5B-SG-S zu Erklärungen zum Strukturversuch mit Subkategorien

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strukturen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strukturversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Ja, die sind ja alle individuell, es ist ja nicht von Hand gefertigt und die sind alle nicht gleich groß. Somit hat es immer eine verschiedene Passform, wie es zusammenpasst dann. Ich will nicht sagen: andocken. Denn das stimmt ja nicht. Sand dockt sich ja nirgends an. Aber, wie bei Tetris, dass da so reinfällt.“ (J5A, P. 645, 647)	
Kodierte Subkategorien		
J5B-SR-S1	Bei der Bewegung von Wasser über Sand mischen sich beide und der Sand wird mit dem Wasser transportiert.	J5B, P. 435, 437, 438, 483, 495, 497, 546, 548, 555, 557, 626, 632, 634, 636
J5B-SR-S2	Hört die Bewegung des Wassers auf, dann legt sich der Sand sofort nieder – weil er schwerer ist als Wasser – sodass eine Struktur entsteht.	J5B, P. 499, 546, 548, 551, 554, 567, 569
J5B-SR-S3	Unregelmäßigkeiten in der Strömungsgeschwindigkeit des Wassers bzw. der dadurch resultierenden Kräfte führen zu einer unregelmäßigen Anordnung von Sand, also zu einer Struktur.	J5B, P. 561, 562, 564, 566, 574, 579, 594, 595, 596, 603, 605
J5B-SR-S4	Unregelmäßigkeiten in der Form der Sandkörner führen zu einer unregelmäßigen Anordnung von Sand, also zu einer Struktur.	J5B, P. 560, 561, 574, 576, 578, 594, 608, 616, 618
J5B-SR-S5	Unregelmäßigkeiten der auf die Sandkörner wirkenden Kräfte kommen durch unregelmäßiges Schütteln der Schale zustande.	J5B, P. 606, 607, 608
J5B-SR-S6	Unregelmäßigkeiten der Sandkörner kommen dadurch zustande, dass Partikel im Wasser die Sandkörner schleifen und in ihrer Form verändern.	J5B, P. 637

J5B-SR-S7	Unterschiedliche Sandschichten (loser und fester) verschieben sich bei einer Wasserströmung gegeneinander und bilden so Rillen.	J5B, P. 670, 672, 687, 701, 703, 711, 713, 714
J5B-SR-S8	Wasser bindet Sand, sodass der Sand Anhäufungen bildet.	J5B, P. 626, 632, 634, 636
J5B-SR-S9	Da die Form der Sandkörner unterschiedlich ist, passt die Form einiger Körner zusammen, sie fallen ineinander und bilden so eine zunehmende Sandanhäufung.	J5B, P. 645, 647
J5B-SR-10	Gleichmäßige Bewegungen des Wassers, z. B. auf einem Schüttelgerät, führen zu einer glatten Sandoberfläche.	J5B, P. 603, 605, 606, 607, 608

14.4.4.1.2 Interview E1A/B: Analyseergebnisse.

a) Erklärungen (Allgemein)

Tab. 86: Kategorie E1A-SR-A zu Erklärungen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strukturen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strukturen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Das heißt, sollte der Wind drehen, ändert sich natürlich auch die Struktur der Sanddüne, also eine Wanderdüne zum Beispiel.“ (E1A, P. 144)	
Kodierte Subkategorien		
E1A-SR-A1	Strukturen entstehen durch bewusste Maßnahmen des Menschen zur Veränderung der Landschaft.	E1A, P. 104, 140
E1A-SR-A2	Strukturen entstehen durch Wasser- und Windströmungen.	E1A, P. 96, 140
E1A-SR-A3	Verändern sich die Eigenschaften von Strömungen, verändern sich die resultierenden Strukturen und die Strukturen verändern wiederum die sie erzeugenden Strömungen.	E1A, P. 144, 152
E1A-SR-A4	Bildung von Strukturen lässt sich aufhalten, indem Strömungen durch Dämme, Deiche, Staudämme und Mauern ferngehalten werden.	E1A, P. 142

b) Erklärungen (Speziell)

Tab. 87: Kategorie E1B-SR-S zu Erklärungen zum Strukturversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strukturen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strukturversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Aber das Wasser ist das Medium, was den Sand eben bewegt. Also die Kraft bewegt das natürlich auch, aber das Wasser ist der Träger, um die Kraft zu übertragen und weiterzuleiten, die wir da einwirken, sodass der Sand dann eben fortbewegt wird.“ (E1B, P. 140)	
Kodierte Subkategorien		
E1B-SR-S1	Wellenförmige Strukturen im Sand entstehen, weil sich die Sandoberfläche entscheidet, in welche Richtung sie liegen bleibt, wenn das Wasser über sie fließt.	E1B, P. 98
E1B-SR-S2	Wenn Wasser über Sand fließt, hinterlässt es ein Muster im Sand.	E1B, P. 112
E1B-SR-S3	Beim Schütteln der Schale wird menschliche Kraft auf das Wasser übertragen, sodass sich Wasser bewegt, das dann auf die Sandoberfläche trifft.	E1B, P. 116, 140, 179
E1B-SR-S4	Wasser und Wind sind Medien, durch die eine Kraft von Wasser/Wind auf Sand übertragen wird, sodass sich eine Struktur bildet.	E1B, P. 138, 144, 150
E1B-SR-S5	Regelmäßige/gleichmäßige Bewegungen der Schale bzw. des Wassers führen zu regelmäßigen/gleichmäßigen Strukturen im Sand.	E1B, P. 114, 158, 168
E1B-SR-S6	Unregelmäßige/ungleichmäßige Bewegungen der Schale bzw. des Wassers führen zu eher unregelmäßigen/ungleichmäßigen Strukturen im Sand.	E1B, P. 114, 158, 168

14.4.4.1.3 Interview E2A/B: Analyseergebnisse.

a) Erklärungen (Allgemein)

Tab. 88: Kategorie E2A-SR-A zu Erklärungen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strukturen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strukturen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Diese Strukturen entstehen durch das natürliche Wachstum und werden auch beeinflusst durch Sonne, Wind und durch natürliche Elemente.“ (E2A, P. 197)	
Kodierte Subkategorien		
E2A-SR-A1	Strukturen entstehen, wenn Lebewesen wachsen.	E2A, P. 197, 201
E2A-SR-A2	Strukturen werden durch Umgebungsbedingungen, wie die Sonne und den Wind, beeinflusst.	E2A, P. 197
E2A-SR-A3	Strukturen werden von Strömungen beeinflusst.	E2A, P. 213

b) Erklärungen (Speziell)

Tab. 89: Kategorie E2B-SR-S zu Erklärungen zum Strukturversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strukturen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strukturversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Durch die Bewegung ist das Ganze im Fluss, sage ich mal. Da werden diese beiden Stoffe oder Materialien durchmischt. Und diese Bewegung könnte sich auch irgendwie abzeichnen, aber das hängt davon ab, wie trocken oder wie nass das Ganze ist.“ (E2B, P. 154)	
Kodierte Subkategorien		
E2B-SR-S1	Solange sich der Sand durch die Bewegung des Wassers ebenfalls bewegt, sind Strukturen zu erkennen.	E2B, P. 121, 141, 156, 158, 170, 186, 210
E2B-SR-S2	Solange sich das Wasser bewegt, bilden Wasser und Sand eine Einheit.	E2B, P. 127, 154, 164, 174, 176, 182, 184
E2B-SR-S3	Ist viel Wasser vorhanden, dann folgt der Sand der strukturierten Bewegung des Wassers und wird so selbst strukturiert.	E2B, P. 145, 147, 154
E2B-SR-S4	Ist wenig Wasser vorhanden, dann reißt der bewegte Sand ein und bildet Furchen.	E2B, P. 145, 147, 164

14.4.4.1.4 Interview E3A/B: Analyseergebnisse.

a) Erklärungen (Allgemein)

Tab. 90: Kategorie E3A-SR-A zu Erklärungen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strukturen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strukturen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Das ist ja ähnlich wie bei Strömungen zu betrachten. Die Erde bewegt sich, die Sonne scheint, es ist windig, das Wasser bewegt sich, es gibt auflaufendes Wasser, ablaufendes Wasser. Also allein dadurch entstehen ja diese Strukturen, die mit Wasser und Sand zu tun haben.“ (E3A, P. 310)	
Kodierte Subkategorien		
E3A-SR-A1	Strukturen im Sand entstehen durch Strömungen, die wiederum durch die Drehung der Erde und die Sonne entstehen.	E3A, P. 310, 320, 332
E3A-SR-A2	Wenn sich Strömungen verändern, z. B. ein Sturm auftritt, werden vorhandene Strukturen im Sand zerstört und neue gebildet.	E3A, P. 320, 324
E3A-SR-A3	Der Mensch beeinflusst Strukturen im Sand, indem er durch Maßnahmen bewusst die Landschaft verändert.	E3A, P. 324

b) Erklärungen (Speziell)

Tab. 91: Kategorie E3B-SR-S zu Erklärungen zum Strukturversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strukturen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strukturversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Tatsächlich ist ein Gemisch entstanden aus Wasser und Sand und der hat mir dann unterschiedliche Strukturen oder Streifen oder kleine Kügelchen im Sand erzeugt.“ (E3B, P. 258)	
	Kodierte Subkategorien	
E3B-SR-S1	Solange sich das Wasser bewegt, bilden Wasser und Sand ein breiiges Gemisch.	E3B, P. 200, 208, 210, 214, 216, 218, 234, 242, 258
E3B-SR-S2	Hört die Bewegung von Wasser auf, dann setzt sich der schwere Stoff (hier: Sand) ab und das Wasser ist oben.	E3B, P. 226, 238, 240
E3B-SR-S3	Durch die Bewegung der Schale wirft das breiige Sand-Wasser-Gemisch Falten und es entsteht eine Struktur.	E3B, P. 222 224, 226
E3B-SR-S4	Beim Mischen von Wasser bzw. Wind mit Sand entstehen Strukturen, die man auch nach dem Entmischen sieht.	E3B, P. 242, 254, 258

14.4.4.1.5 Interview S1A/B: Analyseergebnisse.

a) Erklärungen (Allgemein)

Tab. 92: Kategorie S1A-SR-A zu Erklärungen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strukturen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strukturen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Ich erzeuge eine Struktur, wenn ich mit dem Fahrzeug über einen Sandweg fahre. Dann erzeuge ich eine Fahrspur im Sand.“ (S1A, P. 198, 200)	
Kodierte Subkategorien		
S1A-SR-A1	Strukturen werden von Wind, Wasser oder Menschenhand geformt, indem eine Kraft auf ein formbares Medium wirkt.	S1A, P. 158, 228, 240, 242
S1A-SR-A2	Strukturen von Lebewesen entstehen durch Wachstum.	S1A, P. 158
S1A-SR-A3	Strukturen entstehen, wenn mit bereits strukturierten Gegenständen (Harke, Reifen) Abdrücke in formbaren Medien erzeugt werden.	S1A, P. 198, 200
S1A-SR-A4	Menschen beeinflussen Strukturen, indem sie aktiv auf ihre Umgebung einwirken.	S1A, P. 246, 248, 250, 256, 258
S1A-SR-A5	Menschen beeinflussen Strukturen, die von Wind oder Wasser erzeugt werden, indem sie einen Klimawandel bewirken.	S1A, P. 260

b) Erklärungen (Speziell)

Tab. 93: Kategorie S1B-SR-S zu Erklärungen zum Strukturversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strukturen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strukturversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Natürlich durch die Bewegung, durch das hin- und herschütteln. Es findet an einigen Stellen eine Verdichtung statt. Wir haben ja gesehen, der schrumpft zusammen. Das drückt das Wasser raus. Wir haben gesehen, es drückt nach unten. Und dann fallen Furchen rein.“ (S1B, P. 126)	
Kodierte Subkategorien		
S1B-SR-S1	Wird Sand durch Wasser bewegt, bilden sich Strukturen.	S1B, P. 110, 112
S1B-SR-S2	Beim Hin- und Herbewegen wird der Sand komprimiert/verdichtet, das Wasser wird dadurch unter den Sand gedrückt und die Sandoberfläche wird trockener.	S1B, P. 106, 114, 116, 120, 122, 124, 126)
S1B-SR-S3	Beim Bewegungsstopp nimmt die Komprimierung/Verdichtung des Sands wieder ab, er fällt auseinander und dabei bilden sich Furchen im Sand, also eine Oberflächenstruktur.	S1B, P. 114, 116, 118, 126, 128, 130, 140, 144

14.4.4.1.6 Interview S2A/B: Analyseergebnisse.

a) Erklärungen (Allgemein)

Tab. 94: Kategorie S2A-SR-A zu Erklärungen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strukturen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strukturen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Zum Beispiel jedes Jahr, 1. Januar, einen neuen Kalender aufhängen. Das ist ein Ritual. Aber ist es eine Struktur? Ja auch, natürlich. Das machst du auch jedes Jahr.“ (S2A, P. 508, 510)	
Kodierte Subkategorien		
S2A-SR-A1	Strukturen (zeitlich) entstehen, wenn Menschen Rituale einführen.	S2A, P. 504, 508, 510, 588
S2A-SR-A2	Strukturen im Sand entstehen und vergehen, wenn Menschen Gewalt oder Kraft ausüben	S2A, P. 610, 612, 614, 616
S2A-SR-A3	Strukturen im Sand entstehen, wenn Wind bläst oder durch die Gezeiten bewegtes Wasser über die Küste fließt.	S2A, P. 590, 592, 594, 596, 598, 600, 602

b) Erklärungen (Speziell)

Tab. 95: Kategorie S2B-SR-S zu Erklärungen zum Strukturversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strukturen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strukturversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Dann müsste Wasser ja schwerer sein als der Sand, wenn sich das absetzt. Das ist immer eine Frage der Dichte. Dann muss ja Wasser schwerer sein als der Sand.“ (S2B, P. 226, 230)	
Kodierte Subkategorien		
S2B-SR-S1	Wenn sich Sand durch Wasser oder Wind bewegt, entsteht eine Struktur.	S2B, P. 174, 176, 196, 202, 204, 208, 246, 248 260
S2B-SR-S2	Schwerere Stoffe sinken stets nach unten, auch bei der Bewegung der Schale.	S2B, P. 210, 212, 216, 220, 226, 230, 238
S2B-SR-S3	Wasser ist schwerer als Sand.	S2B, P. 226, 230, 238

14.4.4.1.7 Interview S3A/B: Analyseergebnisse.

a) Erklärungen (Allgemein)

Tab. 96: Kategorie S3A-SR-A zu Erklärungen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strukturen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strukturen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Wenn draußen mehr Bewegung mit Wasser ist. Und das Wasser nicht ruhig abläuft, sondern dass es gewaltmäßig abläuft, dann kann die Struktur eine andere sein.“ (S3A, P. 416)	
Kodierte Subkategorien		
S3A-SR-A1	Strukturen (zeitlich) entstehen, wenn Menschen einen Ablaufplan festlegen.	S3A, P. 377, 379
S3A-SR-A2	Strukturen werden von manchen Materialien (Holz, Stahl, Eisen) vorgegeben.	S3A, P. 393
S3A-SR-A3	Strukturen entstehen dadurch, dass Wasser über Sand abfließt.	S3A, P. 397
S3A-SR-A4	Strukturen können durch menschliches Wirken zerstört werden.	S3A, P. 409, 411, 414
S3A-SR-A5	Strukturen verändern sich, wenn sich die Energie des sie erzeugenden, bewegten Wasser ändert.	S3A, P. 416

b) Erklärungen (Speziell)

Tab. 97: Kategorie S3B-SR-S zu Erklärungen zum Strukturversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strukturen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strukturversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Ja, das liegt ja an dem Wasser. Dass nicht genug Wasser drin ist. Wenn jetzt mehr Wasser drin wäre, dann würden diese Priele nicht entstehen. Jetzt hast du ja diese kleinen Rillen hier. Das kommt ja daher, weil das Wasser sich nicht überall verteilen kann, sondern nur an diesen Öffnungen, an diesen Prielen. Daran geht das Wasser.“ (S3B, P. 91)	
Kodierte Subkategorien		
S3B-SR-S1	Bedeckt das bewegte Wasser die gesamte Sandoberfläche, dann entsteht eine glatte Sandoberfläche.	S3B, P. 77, 81, 83, 85, 93
S3B-SR-S2	Wird Wasser bewegt, verdichtet es sich, sodass es ggf. nicht mehr die komplette Sandoberfläche bedeckt.	S3B, P. 89, 91, 101, 105, 117
S3B-SR-S3	Bedeckt bewegtes Wasser nicht mehr die gesamte Oberfläche, dann bilden sich Priele und Rillen und das Wasser sammelt sich in den entstandenen Vertiefungen.	S3B, P. 89, 91, 97, 105, 107, 111, 117, 119

14.4.4.1.8 Interview J1A/B: Analyseergebnisse.

a) Erklärungen (Allgemein)

Tab. 98: Kategorie J1A-SR-A zu Erklärungen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strukturen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strukturen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Man braucht halt eine Kraft, um etwas zu verändern. Es verändert sich ja eigentlich fast nichts von allein.“ (J1A, P. 499)	
Kodierte Subkategorien		
J1A-SR-A1	Strukturen entstehen, indem Materialien durch das Wirken von Kräften oder Hinzufügen von Energie verändert werden.	J1A, P. 499, 607, 611, 613
J1A-SR-A2	Strukturen lassen sich durch das Wirken des Menschen bewusst erzeugen und vernichten (z. B. Sandburgen).	J1A, P. 523, 611, 613
J1A-SR-A3	Strukturen im Sand entstehen durch die Gezeiten.	J1A, P. 618, 624, 625
J1A-SR-A4	Strukturen im Sand lassen sich verhindern, wenn Barrieren errichtet werden, die Strömungen aufgehalten werden oder der Mond entfernt werden könnte, der die Gezeiten hervorruft.	J1A, P. 626
J1A-SR-A5	Strukturen in Wolken entstehen dadurch, dass die Sonne Wasser erhitzt und dieses dann aufsteigt und Wolken bildet.	J1A, P. 628

b) Erklärungen (Speziell)

Tab. 99: Kategorie J1B-SR-S zu Erklärungen zum Strukturversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strukturen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strukturversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Wenn du nach links zum Beispiel ein bisschen schneller ziehst, also mehr Kraft aufwendest, dann wird vielleicht mehr Sand von links nach rechts verschoben als von rechts nach links.“ (J1B, P. 85)	
Kodierte Subkategorien		
J1B-SR-S1	Wird das Wasser in der Schale bewegt, dann wird der Sand mitgezogen, damit von einer Stelle abgetragen und an einer anderen Stelle abgelagert.	J1B, P. 72, 74
J1B-SR-S2	Es entstehen unregelmäßige Sandanhäufungen, wenn die auf Wasser und Sand wirkende Kraft in beide Richtungen unausgeglichen ist.	J1B, P. 84, 86, 88

14.4.4.1.9 Interview J2A/B: Analyseergebnisse.

a) Erklärungen (Allgemein)

Tab. 100: Kategorie J2A-SR-A zu Erklärungen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strukturen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strukturen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Ja, weil das dann von der Struktur nicht funktioniert. Weil das dann einfach von der Statik irgendwann nicht mehr funktioniert. Weil du nicht so viel Sand auftragen kannst. Du kannst auch keine Mauer bis ins Unendliche bauen. Weil irgendwann wird sie zusammenbrechen.“ (J2A, P. 548, 550)	
Kodierte Subkategorien		
J2A-SR-A1	Strukturen (zeitlich) entstehen dadurch, dass Menschen einen Ablaufplan festlegen.	J2A, P. 360, 410, 412
J2A-SR-A2	Strukturen werden bewusst von außenstehenden Personen erzeugt.	J2A, P. 374, 386, 390, 396, 514, 535
J2A-SR-A3	Strukturen, in Form von Eisblumen, entstehen durch Frost.	J2A, P. 390, 391, 392
J2A-SR-A4	Die Struktur der Eisblume ist von der Natur festgelegt.	J2A, P. 392
J2A-SR-A5	Strukturen im Sand entstehen durch den Wind und bewegtes Wasser.	J2A, P. 360, 374, 523, 535, 536
J2A-SR-A6	Strukturen in den Wolken entstehen dadurch, dass Wind die Wolken entsprechend formt.	J2A, P. 520, 523
J2A-SR-A7	Strukturen in den Wolken und im Sand lassen sich aufhalten, indem die sie erzeugenden Strömungen umgelenkt werden.	J2A, P. 521, 523
J2A-SR-A8	Strukturen, in Form von Dünen, wachsen bei stärkeren Windströmungen, weil mehr Sand abgetragen und an anderer Stelle wieder angelagert wird.	J2A, P. 540
J2A-SR-A9	Die Größe von Strukturen im Sand ist begrenzt, da sie wegen der Statik ab einer bestimmten Größe zusammenbrechen.	J2A, P. 546, 547, 548, 550

b) Erklärungen (Speziell)

Tab. 101: Kategorie J2B-SR-S zu Erklärungen zum Strukturversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strukturen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strukturversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Wo es dann mit Energie zu einer Seite geschaukelt worden ist, hat sich das Wasser eben etwas nach unten gedrückt, dadurch hat man oben den Sand und der hat dann eben die Form des Schaukelns bzw. wie das Wasser rausgeht.“ (J2B, P. 354)	
Kodierte Subkategorien		
J2B-SR-S1	Wenn das Wasser vom Sand abfließt, bilden sich Spuren im Sand.	J2B, P. 296, 298, 303
J2B-SR-S2	Bei der Bewegung des Wassers wird Sand mitbewegt und verteilt sich.	J2B, P. 191, 193
J2B-SR-S3	Bei der Bewegung des Wassers arbeitet sich das Wasser in den Sand hinein, sodass ein Sand-Wasser-Gemisch entsteht, dessen Feuchtigkeit nach unten zunimmt.	J2B, P. 252, 256, 258, 261, 269, 270, 271
J2B-SR-S4	Der feuchte Sand an der Oberfläche bewegt sich zunächst wellenförmig wie eine Flüssigkeit und hält die Wellenform zunehmend lang, da er trockener wird, während das Wasser aus dem Sand nach unten dringt.	J2B, P. 261, 271, 272, 274, 276, 354

14.4.4.1.10 Interview J3A/B: Analyseergebnisse.

a) Erklärungen (Allgemein)

Tab. 102: Kategorie J3A-SR-A zu Erklärungen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strukturen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strukturen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Also würde ich schon sagen, weil wenn Ebbe ist, geht das Wasser ja weg und das nimmt ja auch am Boden immer ein bisschen Sand mit. Und dadurch entsteht dann ja auch irgendwie eine gewisse Struktur.“ (J3A, P. 298)	
Kodierte Subkategorien		
J3A-SR-A1	Strukturen entstehen, wenn bereits strukturierte Gegenstände (Schuhsohle, Harke, Reifen) Abdrücke im Sand hinterlassen.	J3A, P. 223, 249, 251, 252, 253
J3A-SR-A2	Rippelstrukturen entstehen, weil sich die Wellenform des Wassers in den Sand drückt und dort abzeichnet.	J3A, P. 231
J3A-SR-A3	Strukturen im Sand und in Wolken entstehen, wenn bewegte Luft oder bewegtes Wasser (durch die Gezeiten) auf jene Materie einwirken.	J3A, P. 294, 298, 299
J3A-SR-A4	Eine Struktur in den Wolken und im Sand wird umso ausgeprägter, je höher die Bewegungsgeschwindigkeit der verursachenden Luft bzw. des verursachenden Wassers ist.	J3A, P. 308, 309
J3A-SR-A5	Strukturen in den Wolken und im Sand lassen sich aufhalten, indem Sand einbetoniert oder bewegte Luft durch Ventilatoren ferngehalten wird.	J3A, P. 302, 304, 306

a) Erklärungen (Speziell)

Tab. 103: Kategorie J3B-SR-S zu Erklärungen zum Strukturversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strukturen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strukturversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Naja, weil das ganz viele Hin- und Herbewegungen sind und nicht immer die gleiche Menge Sand auf das Gleiche trifft und dass vielleicht dadurch es sich in Portionen verbindet und dadurch so eine Bergform entsteht.“ (J3B, P. 146)	
Kodierte Subkategorien		
J3B-SR-S1	Beim Hin- und Herbewegen bewegt sich das Wasser in den Sand, der dann an der Oberfläche trocken wird und einreißt.	J3B, P. 114
J3B-SR-S2	Ist Sand feucht, dann bindet er und bildet Anhäufungen.	J3B, P. 83, 146, 159, 161, 163
J3B-SR-S3	Bewegt sich das Wasser ausreichend stark, wird Sand mitgerissen und folgt der Wellenbewegung des Wassers.	J3B, P. 83, 121, 140, 148
J3B-SR-S4	Es entsteht eine Sandanhäufung, da die Bewegung des Sandes in beide Richtungen nicht in gleichem Maße erfolgt, denn die rückwärtige Sandbewegung wird durch nachlaufende Wasserwellen behindert, die sich schneller bewegen als der Sand.	J3B, P. 121, 131, 132, 134, 140, 144
J3B-SR-S5	Es entstehen unterschiedlich große Sandanhäufungen, da die Bewegung der Schale ungleichmäßig erfolgt, sodass unterschiedliche Mengen Sand an unterschiedlichen Orten aufeinandertreffen und sich verbinden.	J3B, P. 146
J3B-SR-S6	Die Anhäufungen wachsen nicht ins Unermessliche, da Sand von bestehenden Anhäufungen durch Wasser auch wieder abgetragen wird.	J3B, P. 148, 149

14.4.4.1.11 Interview J4A: Analyseergebnisse.

a) Erklärungen (Allgemein)

Tab. 104: Kategorie J4A-SR-A zu Erklärungen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strukturen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strukturen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Und hier die Struktur, das ist halt auch durch die Strömung entstanden, halt so wie das Wasser abgeflossen ist, wegen der Gezeiten.“ (J4A, P. 174)	
Kodierte Subkategorien		
J4A-SR-A1	Strukturen im Sand (Rippel, Priele) entstehen durch Strömungen.	J4A, P. 174
J4A-SR-A2	Strukturen im Sand entstehen, weil Strömungen Sand mitnehmen.	J4A, P. 268
J4A-SR-A3	Strukturen in Form von Sand entstehen, weil durch Strömungen Steine aneinander gerieben werden.	J4A, P. 171, 173
J4A-SR-A4	Strukturen in den Wolken entstehen, weil die Wolken von Wind geformt werden.	J4A, P.177, 178, 179
J4A-SR-A5	Strukturen in den Wolken entstehen, weil kalte und warme Luft Wind bilden und dieser die Wolken an einen bestimmten Ort bewegt.	J4A, P. 266
J4A-SR-A6	Strukturen entstehen, weil ihre Einzelteile Verbindungen ausbilden, sodass sie zusammenhalten können.	J4A, P. 189
J4A-SR-A7	Strukturen entstehen durch das Wachstum von Pflanzen.	J4A, P. 190, 265
J4A-SR-A8	Strukturen entstehen und werden beeinflusst durch bewusste Entscheidungen des Menschen.	J4A, P. 172, 230, 231, 233, 272, 274, 275, 276

b) Erklärungen (Speziell)

Tab. 105: Kategorie J4B-SR-S zu Erklärungen zum Strukturversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strukturen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strukturversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Also, erst sind ja diese Risse da. Wenn man das wieder so hin und herbewegt. Dann klatschen die so aneinander. Dann türmen die sich so auf.“ (J4B, P. 151, 152, 153)	
Kodierte Subkategorien		
J4B-SR-S1	Strukturen entstehen, weil der Sand durch Wasser gebunden wird.	J4A, P. 117, 118, 119, 120
J4B-SR-S2	Strukturen entstehen, weil Sand durch Wasser bzw. Luft abgetragen und an anderer Stelle angelagert wird (Erosion).	J4A, P. 111, 112, 113, 178, 180, 182, 183, 185
J4B-SR-S3	Sand häuft sich auf einer Seite der Schale an, weil die Schale unregelmäßig nach rechts und links bewegt oder beim Bewegen nicht gerade gehalten wird.	J4A, P. 131, 146
J4B-SR-S4	Der Sand reißt ein, weil sich Sand beim Bewegen der Schale gegeneinander verschiebt.	J4A, P. 164, 194
J4B-SR-S5	Kleinere Anhäufungen und Kugeln von Sand entstehen, weil sich eingerissene Sandmassen aufeinander zubewegen, sich übereinander hinwegbewegen und auftürmen.	J4A, P. 136, 137, 138, 141, 148, 149, 151, 152, 153, 154, 162, 163

14.4.4.2 Generalisierungen

a) Erklärungen (Allgemeines Level)

Eine jede Äußerung von Befragten ist im Wortlaut zwar individuell, aber dennoch lassen sich anhand ihrer Äußerungen, über mehrere Interviews hinweg betrachtet, ähnliche Konzepte und Vorstellungen zur Entstehung von Strukturen ausmachen. Vielfach werden ähnliche Aussagen getätigt oder aber dieselben Erklärungen mithilfe von verschiedenen Beispielen verdeutlicht. In diesem Kapitel werden daher die jeweils für die einzelnen Interviews herausgearbeiteten Kategorien zu generalisierten Kategorien integriert.

In den Gesprächen mit den Probandinnen und Probanden unterscheiden sie sehr häufig zwischen menschengemachten und natürlichen Strukturen. Diese Unterteilung ist pragmatisch und nicht vollständig trennscharf, weil es durchaus fragwürdige Mischformen gibt, z. B. wenn – wie im zweiten Interview – in einem eigens konstruierten Behälter durch spezielle Bewegungen ein Rippelmuster nachempfunden wird. Aber dennoch hat diese Unterteilung für die Lernenden einen Mehrwert. Sie trennen einen Teil von Strukturen ab, den sie sehr einfach erklären zu können glauben. Hierbei handelt es sich um bewusst erzeugte Strukturen durch den Menschen. Der Mensch tritt hier als ordnende Intelligenz auf und erzeugt Strukturen an der Küste, indem er Sand an bestimmten Stellen aufschüttet oder er erzeugt zeitliche Strukturen, indem er Ablaufpläne festlegt, die abgearbeitet werden sollen. Umgekehrt kann er sich auch bewusst entscheiden, Strukturen zu verändern oder gar auszulöschen. Diese Interpretation basiert auf den folgenden Kategorien:

- E1A-SR-A1:** Strukturen entstehen durch bewusste Maßnahmen des Menschen zur Veränderung der Landschaft.
- E3A-SR-A3:** Der Mensch beeinflusst Strukturen im Sand, indem er durch Maßnahmen bewusst die Landschaft verändert.
- S1A-SR-A4:** Menschen beeinflussen Strukturen, indem sie aktiv auf ihre Umgebung einwirken.
- S2A-SR-A1:** Strukturen (zeitlich) entstehen, wenn Menschen Rituale einführen.
- S2A-SR-A2:** Strukturen im Sand entstehen und vergehen, wenn Menschen Gewalt oder Kraft ausüben
- S3A-SR-A1:** Strukturen (zeitlich) entstehen, wenn Menschen einen Ablaufplan festlegen.
- S3A-SR-A4:** Strukturen können durch menschliches Wirken zerstört werden.
- J1A-SR-A2:** Strukturen lassen sich durch das Wirken des Menschen bewusst erzeugen und vernichten (z. B. Sandburgen).
- J2A-SR-A1:** Strukturen (zeitlich) entstehen dadurch, dass Menschen einen Ablaufplan festlegen.
- J2A-SR-A2:** Strukturen werden bewusst von außenstehenden Personen erzeugt.
- J4A-SR-A8:** Strukturen entstehen und werden beeinflusst durch bewusste Entscheidungen des Menschen.

Wegen der Ähnlichkeit der dargelegten Kategorien werden jene integriert und so die erste generalisierte Kategorie gebildet. Sie repräsentiert die Grundidee *Strukturen entstehen durch die ordnende Intelligenz des Menschen*.

Tab. 106: Kategorie G1-SR-A zu generalisierten Erklärungen von Strukturen

Kategorie	<i>Struktur durch Bewusstsein: Strukturen entstehen durch die ordnende Intelligenz des Menschen.</i>
Beschreibung	Diese generalisierte Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten erläutern, dass der Mensch bewusst auf seine Umwelt einwirkt und so räumliche Struktur erschafft, sie verändert oder zerstört. Die Kategorie wird ebenfalls kodiert, wenn in Bezug auf zeitliche Strukturen davon berichtet wird, dass Menschen einen Ablaufplan, z. B. für das Lernenden, erschaffen.
Ankerbeispiele	„Struktur wäre für mich ein Plan im Sinne von strukturiert sein, als ob du eine Liste abarbeiten musst.“ (J2A, P. 410, 412)
Zusammengeführte Kategorien	E1A-SR-A1, E3A-SR-A3, S1A-SR-A4, S2A-SR-A1, S2A-SR-A2, S3A-SR-A1, S3A-SR-A4, J1A-SR-A2, J2A-SR-A1, J2A-SR-A2, J4A-SR-A8

Neben der ordnenden Intelligenz des Menschen gibt es noch eine weitere Variante von Strukturen, bei denen sich die Befragten mit einer Erklärung schnell zufriedengeben. Hierbei handelt es sich um den strukturierten Aufbau von Lebewesen, der aus Sicht der Befragten in der DNA abgespeichert sei. Diesbezüglich sprechen die Befragten von Strukturen, die durch Wachstum entstehen und zählen explizit auch das Fell eines Zebras hinzu. Doch nicht nur bei Lebewesen sei die Struktur vorangelegt. Auch die Strukturen von Eisblumen oder von Materialien wie Holz, Eisen oder Stahl sei von der Natur vorgegeben, sodass sie keiner weiteren Erklärung bedarf. Die Interpretation basiert auf den folgenden Kategorien:

- E2A-SR-A1:** Strukturen entstehen, wenn Lebewesen wachsen.
- S1A-SR-A2:** Strukturen von Lebewesen entstehen durch Wachstum.
- S3A-SR-A2:** Strukturen werden von manchen Materialien (Holz, Stahl, Eisen) vorgegeben.
- J2A-SR-A4:** Die Struktur der Eisblume ist von der Natur festgelegt.
- J4A-SR-A7:** Strukturen entstehen durch das Wachstum von Pflanzen.
- J5A-SR-A5:** Ein Plan für die Strukturierung von Lebewesen ist in deren DNA gespeichert.

In allen Fällen scheinen die Befragten anzunehmen, dass die Strukturen in einer Art Bauplan bereits vorangelegt seien. Dieser Bauplan wird dann umgesetzt, sodass sich die Strukturen schließlich darstellen. Nicht beachtet wird hingegen, wie die Struktur der bereits vorhandenen Baupläne zustande kommt und durch welche Mechanismen die Strukturen sich schlussendlich aus den Bauplänen bilden. Durch den Fokus auf eine Art Bauplan sehen die Befragten in der Regel keinen Bedarf, die Entstehung solcher Strukturen dezidierter zu beschreiben oder andere Erklärungsansätze zu versuchen. Auf Basis

bisheriger Darlegungen wird eine weitere generalisierte Kategorie gebildet, welche das Erklärungskonzept *Strukturen sind in einer Art Bauplan vorangelegt* repräsentiert.

Tab. 107: Kategorie G2-SR-A zu generalisierten Erklärungen von Strukturen

Kategorie	Bauplan: Strukturen sind in einer Art Bauplan vorangelegt.
Beschreibung	Diese generalisierte Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten erklären, dass die Entstehung einer Struktur bereits im Vorfeld geplant ist, weil Strukturen von Lebewesen als eine Art Bauplan in deren DNA abgespeichert sind und sich dann durch Wachstum darstellen. Sie wird aber auch kodiert, wenn die Interviewten erklären, dass manche Strukturen einfach von der Natur vorgegeben sind und sich schließlich so entwickeln, wie die Natur dies vorsieht.
Ankerbeispiele	„Die brauchen ja irgendwie einen Bauplan, wie wir Menschen ja unsere DNA haben. Da ist das drin. Das ist einfach so.“ (J5A, P. 1875, 1879)
Zusammengeführte Kategorien	E2A-SR-A1, S1A-SR-A2, S3A-SR-A2, J2A-SR-A4, J4A-SR-A7, J5A-SR-A5

Die Befragten sind jedoch nicht in der Lage, alle Strukturen, über die im Interview gesprochen wird, mit einer ordnenden Intelligenz oder vorangelegten Bauplänen zu entschlüsseln. Insbesondere an Strukturen im Sand (Rippel, Dünen und Priele) sowie an strukturierten Anordnungen von Wolken arbeiten sich die Probandinnen und Probanden intensiv, und auf verschiedenen Abstraktionsebenen, ab. Noch relativ oberflächlich sind Aussagen zu Kräften und zur Energie, die in den Interviews sehr häufig vorkommen. Da die Interviewten Strukturen als etwas Geformtes auffassen, sprechen sie davon, dass unbedingt Energie zur Verfügung stehen oder aber eine Kraft wirken müsse, um diese Formung zu leisten. Die Kraft bzw. die Energie für diese Formung entstammen im Wesentlichen der Bewegung von Luft und Wasser. So erklären die Befragten vielfach, dass Wasser am Sand abprallt und ihn dadurch aufschichtet oder die Wolken durch den Wind in eine strukturierte Form gebracht werden. Und auch umgekehrt lässt sich die Bedeutung von Luft- und Wasserströmungen für die Bildung von Strukturen ablesen: Werden die Teilnehmenden nach Möglichkeiten befragt, wie sie die Bildung von Strukturen aufhalten können, dann stellen sie meist Überlegungen dazu an, wie die Strömungen beeinflusst oder ferngehalten werden können oder sie verdeutlichen, dass formbares Material ferngehalten werden müsse. Sie erklären dann, man müsse Barrieren errichten, den Mond sprengen (wegen der Gezeiten), den Strand einbetonieren oder mit einem Ventilator die Richtung von Luftströmungen verändern und umlenken. Diese Überlegungen basieren auf den folgenden Kategorien:

- E1A-SR-A2: Strukturen entstehen durch Wasser- und Windströmungen.
- E1A-SR-A4: Bildung von Strukturen lässt sich aufhalten, indem Strömungen durch Dämme, Deiche, Staudämme und Mauern ferngehalten werden.
- E2A-SR-A3: Strukturen werden von Strömungen beeinflusst.
- E3A-SR-A1: Strukturen im Sand entstehen durch Strömungen, die wiederum durch die Drehung der Erde und die Sonne entstehen.

- S1A-SR-A1:** Strukturen werden von Wind, Wasser oder Menschenhand geformt, indem eine Kraft auf ein formbares Medium wirkt.
- S2A-SR-A3:** Strukturen im Sand entstehen, wenn Wind bläst oder durch die Gezeiten bewegtes Wasser über die Küste fließt.
- S3A-SR-A3:** Strukturen entstehen dadurch, dass Wasser über Sand abfließt.
- J1A-SR-A3:** Strukturen im Sand entstehen durch die Gezeiten.
- J1A-SR-A4:** Strukturen im Sand lassen sich verhindern, wenn Barrieren errichtet werden, die Strömungen aufhalten oder der Mond entfernt werden könnte, der die Gezeiten hervorruft.
- J1A-SR-A5:** Strukturen in Wolken entstehen dadurch, dass Sonne Wasser erhitzt und dieses dann aufsteigt und Wolken bildet.
- J1A-SR-A1:** Strukturen entstehen, indem Materialien durch das Wirken von Kräften oder Hinzufügen von Energie verändert werden.
- J2A-SR-A5:** Strukturen im Sand entstehen durch den Wind und bewegtes Wasser.
- J2A-SR-A6:** Strukturen in den Wolken entstehen dadurch, dass Wind die Wolken entsprechend formt.
- J2A-SR-A7:** Strukturen in den Wolken und im Sand lassen sich aufhalten, indem die sie erzeugenden Strömungen umgelenkt werden.
- J3A-SR-A3:** Strukturen im Sand und in Wolken entstehen, wenn bewegte Luft oder bewegtes Wasser (durch die Gezeiten) auf jene Materie einwirken.
- J4A-SR-A1:** Strukturen im Sand (Rippel, Priele) entstehen durch Strömungen.
- J4A-SR-A2:** Strukturen im Sand entstehen, weil Strömungen Sand mitnehmen.
- J4A-SR-A3:** Strukturen in Form von Sand entstehen, weil durch Strömungen Steine aneinander gerieben werden.
- J4A-SR-A4:** Strukturen in den Wolken entstehen, weil die Wolken von Wind geformt werden.

Auf deren Basis wird eine weitere generalisierte Kategorie gebildet, welche das Konzept *Strukturen entstehen durch Strömungen, die durch Kräfte und Energie Materie formen* repräsentiert. Dabei wird deutlich, dass die Befragten zunächst nur in der Lage sind, irgendeine Formung der Materie zu begründen. In den vorigen Kapiteln zur Begriffsbildung zeigt sich allerdings, dass es sich bei Strukturen um Anordnungen und Formen handelt, die ganz besondere Charakteristika aufweisen. Hierzu zählt zum Beispiel ein Aufbau, der sich durch ein gewisses Maß an innerer Ähnlichkeit auszeichnet. Das können die Befragten mit ihrem Konzept jedoch nicht erklären. Sie können also das Besondere an der Formung/Anordnung noch nicht begründen, sondern nur eine Formung/Anordnung an sich.

Tab. 108: Kategorie G3-SR-A zu generalisierten Erklärungen von Strukturen

Kategorie	<i>Strömungen formen</i> : Strukturen entstehen durch Strömungen, die durch Kräfte und Energie Materie formen.
Beschreibung	Diese generalisierte Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten verdeutlichen, dass zur Bildung von Strukturen Materie geformt bzw. neu angeordnet werden müsse und dass hierfür Energie und Kraft nötig sei. Sie wird ebenfalls kodiert, wenn die Befragten Vorschläge machen – z. B. in Form von Luft- und Wasserbewegungen, die auf die Materie einwirken – wo diese Kräfte bzw. Energien ihren Ursprung haben.
Ankerbeispiele	„Ein Medium muss diese Strukturen formen, ob es Wind, Wasser oder Menschenhand ist.“ (S1A, P. 158)
Zusammengeführte Kategorien	E1A-SR-A2, E1A-SR-A4, E2A-SR-A3, E3A-SR-A1, S1A-SR-A1, S2A-SR-A3, S3A-SR-A3, J1A-SR-A3, J1A-SR-A4, J1A-SR-A5, J1A-SR-A1, J2A-SR-A5, J2A-SR-A6, J2A-SR-A7, J3A-SR-A3, J4A-SR-A1, J4A-SR-A2, J4A-SR-A3, J4A-SR-A4

Werden die Teilnehmenden aufgefordert, die Entstehung von Strukturen näher zu begründen, dann beziehen sie sich nicht etwa auf die Prozesse, die bei der Wechselwirkung zwischen Luft- bzw. Wasserströmungen einerseits und der formbaren Materie andererseits auftreten, sondern sie versuchen die Bewegung von Luft und Wasser näher zu begründen, die in ihren Augen für die Entstehung von Strukturen verantwortlich sei. Deswegen fallen an dieser Stelle vielfach die Begründung für das Entstehen von Strömungen und für das Entstehen von Strukturen zusammen. Die Befragten erklären dann lediglich zusätzlich, dass in die Erzeugung von Strukturen verschiedene Umgebungsbedingungen hineinspielen. Dazu zählen Temperatur, Druck, Dichte, die Gezeiten, die Sonne und auch der Frost (bei Eisblumen). Auch hier können sie nicht feinkörniger beschreiben, welchen Einfluss z. B. die Temperatur oder deren Veränderung auf die Prozesse bei der Strukturbildung habe und wie ein Zustand zustande kommt, der sich durch innere Ähnlichkeit auszeichnet. Diese Interpretationen basieren auf folgenden Kategorien:

- E2A-SR-A2:** Strukturen werden durch Umgebungsbedingungen, wie die Sonne und den Wind, beeinflusst.
- E3A-SR-A1:** Strukturen im Sand entstehen durch Strömungen, die wiederum durch die Drehung der Erde und die Sonne entstehen.
- S2A-SR-A3:** Strukturen im Sand entstehen, wenn Wind bläst oder durch die Gezeiten bewegtes Wasser über die Küste fließt.
- J1A-SR-A5:** Strukturen in Wolken entstehen dadurch, dass Sonne Wasser erhitzt und dieses dann aufsteigt und Wolken bildet.
- J2A-SR-A3:** Strukturen, in Form von Eisblumen, entstehen durch Frost.
- J5A-SR-A1:** Die Bildung und Entstehung von Strukturen hängt von den Umgebungsbedingungen (Temperatur, Druck, Dichte etc.) ab.

Den Befragten ist bewusst, dass die Bildung von Strukturen von diesen Größen bzw. Objekten abhängig ist, wie genau wissen sie jedoch nicht, außer dass sie von den Umgebungsbedingungen auf das Entstehen von Wasser- und Luftbewegungen schließen.

Deshalb wird eine generalisierte Kategorie gebildet, welche das Erklärungskonzept *In die Bildung von Strukturen spielen Umgebungsbedingungen (Temperatur, Dichte, Druck, Erddrehung, Sonne etc.) hinein* darstellt.

Tab. 109: Kategorie G4-SR-A zu generalisierten Erklärungen von Strukturen

Kategorie	<i>Strukturen durch Umgebungseinflüsse: In die Bildung von Strukturen spielen Umgebungsbedingungen (Temperatur, Dichte, Druck, Erddrehung, Sonne etc.) hinein.</i>
Beschreibung	Diese generalisierte Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten von Umgebungsbedingungen sprechen (Temperatur, Dichte, Druck, Erddrehung, Sonneneinstrahlung etc.), die in die Bildung von Strukturen hineinspielt. Sie wird ebenfalls kodiert, wenn die Befragten zwar von Wasser- und Luftbewegungen sprechen, aber das Auftreten jener Bewegungen mithilfe von Umgebungsbedingungen zu begründen versuchen.
Ankerbeispiele	„Vielleicht hat das auch irgendwie was mit Luftdruck zu tun, in welcher Form die dann genau sind? Vielleicht auch mit der Anzahl oder Vielfalt. Ich könnt mir vorstellen, dass da auch Temperatur mit reinspielt, wie sehr sich eine Wolke ausdehnt oder entsteht.“ (J5A, P. 1781, 1783)
Zusammengeführte Kategorien	E2A-SR-A2, E3A-SR-A1, S2A-SR-A3, J1A-SR-A5, J2A-SR-A3, J5A-SR-A1

Es gibt jedoch auch einige Interviewpartnerinnen und -partner, die in der Lage sind, Vorschläge zur Entschlüsselung von Strukturen zu unterbreiten, die sich auch auf die besonderen Charakteristika von Strukturen beziehen. Diese vermuten beispielsweise, dass es Unterschiede in den Umgebungsbedingungen geben müsse, die sich dann in den jeweiligen Strukturen widerspiegeln bzw. so sichtbar werden. In einer Gruppe kommt zur Sprache, dass es Temperaturschwankungen gebe und sich Wolken gemäß jenen Temperaturschwankungen aufbauen und so eine Struktur bilden. Dabei wird ein bemerkenswertes Konzept deutlich: Strukturen werden anhand einer bereits vorhandenen Strukturierung erklärt. Die Temperaturschwankungen folgen also schon einer gewissen Struktur, sodass sich dadurch die sichtbare Wolkenstruktur bildet. Dies findet sich auch in anderen Interviews. Dort wird von Strukturen im Sand berichtet, die von einer Harke, einem Reifen oder einer Schuhsohle erzeugt werden. Auch hier verfügen Harke und Co. bereits über eine Struktur, die sie sich nun als Abdruck in formbare Materie überträgt. Dieses Prinzip wird sogar auf natürliche Strukturen ausgedehnt: In einer Gruppe heißt es, dass Rippel entstehen, weil die bereits vorhandenen (und strukturierten) Wellen im Wasser bis auf den Meeresboden dringen und sich die Struktur der Welle, gleichsam eines Abdrucks, auf dem Meeresboden abzeichnet. Die folgenden Kategorien sind Basis dieser Darlegungen:

S1A-SR-A3: Strukturen entstehen, wenn mit bereits strukturierten Gegenständen (Harke, Reifen) Abdrücke in formbaren Medien erzeugt werden.

- J3A-SR-A1:** Strukturen entstehen, wenn bereits strukturiert Gegenstände (Schuhsohle, Harke, Reifen) Abdrücke im Sand hinterlassen.
- J3A-SR-A2:** Rippelstrukturen entstehen, weil sich die Wellenform des Wassers in den Sand drückt und dort abzeichnet.
- J5A-SR-A2:** Strukturen entstehen, wenn Schwankungen in den Umgebungsbedingungen (Temperatur, Druck, Dichte etc.) auftreten, die sich im Aufbau widerspiegeln.
- J5A-SR-A3:** Strukturen entstehen durch zufällige Schwankungen der Umgebungsbedingungen.
- J5A-SR-A4:** Strukturen entstehen, weil die Unterschiede in den Umgebungsbedingungen bereits strukturiert und sich dann durch Übertragung in Form von sichtbaren Strukturen äußern.

Oft bedeutet für die Befragten die Aufgabe, eine Struktur zu erklären, dass sie nach bereits vorhandenen Strukturen suchen, die mit der fraglichen Materie in Kontakt geraten und so ihre Strukturierung an sie übertragen. Damit wird das Problem der Erklärung einer Struktur allerdings nur verlagert, denn eigentlich bestünde dann die Aufgabe, eben jene ursprünglich vorhandene Struktur zu erklären – z. B. wie die Struktur der Welle entsteht, die aus ihrer Sicht für die Entstehung von Rippeln verantwortlich ist. Wird diesbezüglich weiter nachgefragt, dann geben die Befragten an, dass die für die eigentlichen Strukturen verantwortlichen Strukturen zufällig entstanden seien. Deshalb wird die folgende generalisierte Kategorie gebildet, die das Erklärungskonzept *Strukturen entstehen, wenn bereits vorhandene Strukturiertheit an Materie übertragen wird* ausdrückt.

Tab. 110: Kategorie G5-SR-A zu generalisierten Erklärungen von Strukturen

Kategorie	<i>Strukturen durch Strukturen:</i> Strukturen entstehen, wenn bereits vorhandene Strukturiertheit an Materie übertragen wird
Beschreibung	Diese generalisierte Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten zur Erklärung von Strukturen andere, bereits vorhandene Strukturen (z. B. in den Umgebungsbedingungen) heranziehen und verdeutlichen, dass sich die bereits vorhandenen Strukturen auf andere Materie übertragen.
Ankerbeispiele	„Ja, wenn ich das jetzt einmal mit Bild 5 verbinden würde, dann z. B. so einen Schuhabdruck im Sand. Da entsteht ja auch irgendwie so eine Struktur der Sohle. Und das würde ich jetzt auch noch ein bisschen mit Bild 5 verbinden, ich finde, das sieht ähnlich aus. Das ist ja auch so, dass es an manchen Stellen ein bisschen tiefer reingeht. [...] Also bei 5 kann ich mir das vorstellen durch die Wellenbewegung, weil die ja nicht nur oberflächlich ist, sondern auch unter Wasser.“ (J3A, P. 223, 231)
Zusammengeführte Kategorien	S1A-SR-A3, J3A-SR-A1, J3A-SR-A2, J5A-SR-A2, J5A-SR-A3, J5A-SR-A4

Ein weiteres in den Interviews auszumachendes Erklärungsmuster bezieht sich auf den engen Zusammenhang zwischen Strömungen und Strukturbildungen. Hier klingen

systemische Ansätze an – zumindest in eine Richtung –, denn die Befragten erläutern, dass sich bei veränderten Strömungen resultierende Strukturen ebenfalls verändern: Ursprüngliche Strukturen verschwinden, neue entstehen. Das machen die Probandinnen und Probanden z. B. an einer Wanderdüne fest, die deshalb wandert, weil sich die Umgebungsbedingungen verändern und sich die Struktur daran anpasst. Einmal kommen sogar Wechselwirkungen vor, als erläutert wird, dass sich verändernde Strukturen wiederum Strömungen beeinflussen.

- E1A-SR-A3:** Verändern sich die Eigenschaften von Strömungen, verändern sich die resultierenden Strukturen und die Strukturen verändern wiederum die sie erzeugenden Strömungen.
- E3A-SR-A2:** Wenn sich Strömungen verändern, z. B. ein Sturm auftritt, werden vorhandene Strukturen im Sand zerstört und neue gebildet.
- S3A-SR-A5:** Strukturen verändern sich, wenn sich die Energie des sie erzeugenden, bewegten Wasser ändert.
- J2A-SR-A8:** Strukturen, in Form von Dünen, wachsen bei stärkeren Windströmungen, weil mehr Sand abgetragen und an anderer Stelle wieder angelagert wird.
- J3A-SR-A4:** Eine Struktur in den Wolken und im Sand wird umso ausgeprägter, je höher die Bewegungsgeschwindigkeit der sie verursachenden Luft bzw. des sie verursachenden Wassers ist.

Auf Basis der dargelegten Kategorien wird die letzte generalisierte Kategorie gebildet, welche das Konzept *Strukturen reagieren auf die Veränderung von Strömungen und passen sich an* repräsentiert.

Tab. 111: Kategorie G6-SR-A zu generalisierten Erklärungen von Strukturen

Kategorie	<i>Dynamische Strukturen:</i> Strukturen reagieren auf die Veränderung von Strömungen und passen sich an.
Beschreibung	Diese generalisierte Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten deutlich machen, dass Strukturen auf die Veränderung von Strömungen, welche sie erzeugen, reagieren und sich anpassen oder alte Strukturen verschwinden und neue entstehen.
Ankerbeispiele	„Ein Extrembeispiel wäre jetzt ein Orkan, der auf Sylt zukommt. Vorher war der Strand schön flach und man konnte einzelne Dünen erkennen. Der Orkan nimmt die ganze erste Dünenreihe weg, dann habe ich diese Struktur der Dünenlandschaft, die erste Reihe, überhaupt nicht mehr. Dann ist die Natur kräftiger oder die Macht der Natur ist in dem Sinne größer und zerstört mein Strukturbild, was ich von Sylt jetzt hätte an der Stelle. [...] Der vernichtet die vorhandene, aber er erschafft auch wieder was anderes, was Neues.“ (E3A, P. 320, 324)
Zusammengeführte Kategorien	E1A-SR-A3, E3A-SR-A2, S3A-SR-A5, J2A-SR-A8, J3A-SR-A4

Neben den rekonstruierten zentralen Erklärungen gibt es noch weitere Erklärungen der Befragten, die bemerkenswert sind und zukünftig ggf. noch weitere forschersiche Beachtung erfahren sollten. Deshalb werden sie im Folgenden kurz beschrieben.

Bemerkenswert ist, dass die Befragten, wie beispielsweise in Interview J5A, zwischen zwei Dichtebegriffen unterschieden. Zum einen reden sie von einem Konzept, das der Massendichte nahekommt. Zum anderen allerdings reden sie von Dichte im Sinne einer makroskopischen Packungsdichte. Vor allem beim Sand kann dies zu Verwirrungen führen. Denn hier kann mit Dichte zum einen die Massendichte gemeint sein, die sich auf die jeweiligen Sandkörner beziehen. Zum anderen kann eine Packungsdichte gemeint sein, die von der Anzahl Sandkörner in einem bestimmten Volumen abhängig ist. Mit letzterem machen die Befragten oft deutlich, dass der Sand an einer bestimmten Stelle fester ist als einer anderen Stelle und sich der Sand dort weniger einfach fortbewegen lässt. Auch könnte dies auf eine Mischung von mikroskopischer und makroskopischer Sicht hindeuten. Denn bei der Massendichte handelt es sich quasi um die Packungsdichte der zugrundeliegenden Teilchen auf mikroskopischer Ebene. Die Packungsdichte des Sandes allerdings bezieht sich auf die makroskopische Ebene.

In einer der Gruppen, J2A, vertreten die Befragten die Ansicht, dass Strukturen nicht unbegrenzt anwachsen können. Sie machen dies an einer Düne fest und erklären, dass selbst bei ausreichender Windstärke, die es erlauben würde, eine bestimmte Höhe des Sandes zu erreichen, die Maximalhöhe nicht erreicht werden kann. Hierfür sei die Statik der Düne verantwortlich, denn die Düne werde ab einer bestimmten Höhe auseinanderfallen. Hier klingt also an einem konkreten Beispiel bereits das Prinzip der Hemmung an, welches Strukturen in ihrem Anwachsen begrenzt.

In Bezug auf die Beeinflussung von Strukturen durch die Veränderungen von Umgebungsbedingungen zieht ein Senior in Interview S1A eine Verbindung zum Klimawandel. Er erklärt, dass sich die Umgebungsbedingungen durch den vom Menschen induzierten Klimawandel verändern und dass dadurch ebenfalls Strömungen und resultierende Strukturen verändert werden. Hieran ist zu erkennen, dass es neben den bewussten, ordnenden Maßnahmen zur Erzeugung von Strukturen, auch einen unbewussten und ungewollten Einfluss des Menschen auf Strukturen gibt. Dies stellt die starre Unterteilung in natürliche und künstliche Strukturen abermals in Frage. Da der Bezug zum Klimawandel allerdings nur einmal hergestellt wird, kann er kein Teil der vorliegenden Generalisierung sein. Allerdings wäre eine explizite Thematisierung dieses Zusammenhangs in weiteren, ähnlich gearteten Forschungsvorhaben erstrebenswert und sehr interessant.

b) Erklärungen (Speziell)

Eine jede Äußerung von Befragten ist im Wortlaut zwar individuell, aber dennoch lassen sich anhand ihrer Äußerungen im Vergleich mehrerer Interviews ähnliche Konzepte und Vorstellungen zur Entstehung von Strömungen ausmachen. Vielfach werden ähnliche Aussagen getätigt oder aber dieselben Erklärungen mithilfe von verschiedenen Beispielen verdeutlicht. In diesem Kapitel werden daher die jeweils für die einzelnen Interviews herausgearbeiteten Kategorien zu generalisierten Kategorien integriert. Die gebildeten Kategorien sind auf unterschiedlichen Ebenen der fachlichen Tiefe angesiedelt, die in einem Sinnzusammenhang stehen. Jener wird nachfolgend dargestellt.

Viele Befragte bieten zur Erklärung der beobachteten Phänomene ein Erklärungskonzept an, das über eine große Nähe zur eigentlichen Beobachtung verfügt. Sie erläutern, dass Wasser, welches über Sand fließt, oder Luft, die über den Sand bläst, Strukturen im Sand hinterlassen. Jedes Mal machen sie dies an ihren Erfahrungen von der Küste fest. Dementsprechend handelt es sich auch um mehr als eine bloße Beobachtung im Versuch. Sie haben dieses Phänomen in ähnlicher Weise schon so oft erlebt, dass der Zusammenhang zwischen fließendem Wasser und den Spuren im Sand zu einem Grundprinzip geworden ist. Entsprechend wundern sich viele Befragte, wenn im Interview noch weiter nachgefragt wird. Denn sie geben sich mit dem Prinzip zufrieden, dass bewegtes Wasser Strukturen im Sand hinterlässt. Nur manchmal erläutern sie, dass das Wasser Kraft auf den Sand ausübt und es ihn so strukturiert. Die Darlegungen basieren auf den folgenden Kategorien:

- E1B-SR-S2:** Wenn Wasser über Sand fließt, hinterlässt es ein Muster im Sand.
- E1B-SR-S3:** Beim Schütteln der Schale wird menschliche Kraft auf das Wasser übertragen, sodass sich Wasser bewegt, das dann auf die Sandoberfläche trifft.
- E1B-SR-S4:** Wasser und Wind sind Medien, durch die eine Kraft von Wasser/Wind auf Sand übertragen wird, sodass sich eine Struktur bildet.
- S1B-SR-S1:** Wird Sand durch Wasser bewegt, bilden sich Strukturen.
- S2B-SR-S1:** Wenn sich Sand durch Wasser oder Wind bewegt, entsteht eine Struktur.
- J2B-SR-S1:** Wenn das Wasser vom Sand abfließt, bilden sich Spuren im Sand.

Diese Kategorien werden zu einer generalisierten Kategorie integriert, die die Vorstellung *Bewegtes Wasser und bewegte Luft hinterlassen Strukturen im Sand* repräsentiert. Die Idee, dass durch das Wasser und die Luft eine strukturierende Kraft auf den Sand wirke, wird als Subkategorien gefasst.

Tab. 112: Kategorie G1-SR-S zu generalisierten Erklärungen zum Strukturversuch

Kategorie	<i>Bewegtes Wasser und bewegte Luft hinterlassen Strukturen im Sand.</i>
Beschreibung	Diese generalisierte Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten erklären, dass sich Strukturen im Sand deshalb bilden, weil bewegtes Wasser, oder auch bewegte Luft, über den Sand fließen. Als Subkategorien werden nähere Begründungen kodiert, dass Wasser und Luft auf den Sand eine Kraft ausüben.
Ankerbeispiele	„Durch die Beobachtungen in der Natur, da sieht man, dass das Wasser eben diese Strukturen auf der Sandoberfläche macht. Ablaufendes Wasser zum Beispiel bei der Ebbe. Das ist es eigentlich. Aus der Beobachtung heraus würde ich das jetzt vermuten, dass das so ist.“ (E1B, P. 112)
Kodierte Subkategorien	
G1a-SG-S	Durch bewegtes Wasser bzw. bewegte Luft wirken Kräfte auf den Sand, die ihn beeinflussen.
Zusammengeführte Kategorien	E1B-SR-S2, E1B-SR-S3, E1B-SR-S4, S1B-SR-S1, S2B-SR-S1, J2B-SR-S1

Viele Gruppen sind in der Lage, die beobachteten Phänomene etwas genauer zu beschreiben. Für viele Befragte ist entscheidend, dass sich Wasser und Sand verbinden, wenn das Wasser bewegt wird. Es entstehe ein Wasser-Sand-Gemisch. Folglich werde der Sand mit dem Wasser transportiert. Das bedeutet, der Sand wird an einer Stelle abgetragen und dann an einer anderen Stelle angelagert. Hiermit begründen sie die Entstehung von Strukturen im Sand, denn durch die Anlagerung des Sandes an einer anderen Stelle bilden sich beispielsweise Erhöhungen. An einer anderen Stelle fehle der Sand und es bleiben Vertiefungen zurück. Mit diesem Konzept sind die Befragten zwar in der Lage, irgendeine Entstehung von Erhöhungen zu erklären, nicht jedoch zu begründen, weshalb die Erhöhungen einer gewissen, strukturierten Abfolge gehorchen. Die Interpretation basiert auf den folgenden Kategorien:

- E2B-SR-S2:** Solange sich das Wasser bewegt, bilden Wasser und Sand eine Einheit.
- E3B-SR-S1:** Solange sich das Wasser bewegt, bilden Wasser und Sand ein breiiges Gemisch.
- E3B-SR-S4:** Beim Mischen von Wasser bzw. Wind mit Sand entstehen Strukturen, die man auch nach dem Entmischen sieht.
- J1B-SR-S1:** Wird das Wasser in der Schale bewegt, dann wird der Sand mitgezogen, damit von einer Stelle abgetragen und an einer anderen Stelle abgelagert.
- J2B-SR-S2:** Bei der Bewegung des Wassers wird Sand mitbewegt und verteilt sich.
- J4B-SR-S2:** Strukturen entstehen, weil Sand durch Wasser bzw. Luft abgetragen und an anderer Stelle angelagert wird (Erosion).
- J5B-SR-S1:** Bei der Bewegung von Wasser über Sand mischen sich beide und der Sand wird mit dem Wasser transportiert.

Auf Grundlage dieser Kategorien wird eine generalisierte Kategorie gebildet, die das Konzept *Bewegtes Wasser trägt Sand ab, es entsteht ein Wasser-Sand-Gemisch und der Sand wird an einem anderen Ort wieder angelagert, sodass Strukturen entstehen* repräsentiert.

Tab. 113: Kategorie G2-SR-S zu generalisierten Erklärungen zum Strukturversuch

Kategorie	<i>Bewegtes Wasser trägt Sand ab, es entsteht ein Wasser-Sand-Gemisch und der Sand wird an einem anderen Ort wieder angelagert, sodass Strukturen entstehen.</i>
Beschreibung	Diese generalisierte Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten erklären, dass bewegtes Wasser Sand abträgt und so ein Wasser-Sand-Gemisch entsteht. Sie wird auch kodiert, wenn die Befragten deutlich machen, dass dieses Wasser-Sand-Gemisch dazu führt, dass sich der Sand verteilt und an einer anderen Stelle absetzt, sodass Anhäufungen, also Strukturen entstehen.
Ankerbeispiele	„So nicht, aber vielleicht, dass auf einer Seite ein bisschen mehr Sand ist oder dass auf jeden Fall der Sand ausgetauscht wird. Sand wird abgetragen, an eine andere Stelle gebracht und von der anderen Stelle wird Sand auf die andere Stelle gebracht durch die Bewegung.“ (J1B, P. 74)
Zusammengeführte Kategorien	E2B-SR-S2, E3B-SR-S1, E3B-SR-S4, J1B-SR-S1, J2B-SR-S2, J4B-SR-S2, J5B-SR-S1

Mit zwei weiteren Erklärungskonzepten versuchen die Befragten die Entstehung von Strukturen in einem Wasser-Sand-Gemisch näher zu erklären. Das erste Konzept bezieht sich auf die vorausgesetzte Wellenstruktur des Wassers. Die Probandinnen und Probanden machen deutlich, dass sich das Wasser-Sand-Gemisch vornehmlich wie eine Flüssigkeit verhält. Damit werden Eigenschaften des Wassers auf das Gemisch übertragen. Weil es für die Befragten selbstverständlich sei, dass sich das Wasser beim Bewegen der Schale wellenförmig fortbewege, gelte dies ebenfalls für den Sand im Wasser-Sand-Gemisch. Dahinter liegt die Idee, dass sich die strukturellen Eigenschaften des Wassers auf den Sand übertragen. Es erfolgt also eine Strukturierung des Sandes während der Bewegung der Schale. Und auch bei einem Bewegungsstopp sind noch Strukturen im Sand zu erkennen, weil die meisten Befragten Personen annehmen, dass Sand schwerer sei als Wasser. Dadurch sinke der Sand bei einem Bewegungsstopp nach unten und komme zur Ruhe – und zwar in der strukturierten Konstellation, die kurz vor dem Bewegungsstopp vorherrscht. Die momentane Struktur wird bei einem Stopp der Bewegung also eingefroren und ist noch in der ruhenden Schale sichtbar. Diese Interpretation basiert auf den folgenden Kategorien:

- E2B-SR-S1:** Solange sich der Sand durch die Bewegung des Wassers ebenfalls bewegt, sind Strukturen zu erkennen.
- E2B-SR-S3:** Ist viel Wasser vorhanden, dann folgt der Sand der strukturierten Bewegung des Wassers und wird so selbst strukturiert.

- J2B-SR-S4:** Der feuchte Sand an der Oberfläche bewegt sich zunächst wellenförmig wie eine Flüssigkeit und hält die Wellenform zunehmend lang, da er trockener wird, während das Wasser aus dem Sand nach unten dringt.
- J3B-SR-S3:** Bewegt sich das Wasser ausreichend stark, wird Sand mitgerissen und folgt der Wellenbewegung des Wassers.
- J5B-SR-S2:** Hört die Bewegung des Wassers auf, dann legt sich der Sand sofort nieder – weil er schwerer ist als Wasser – sodass eine Struktur entsteht.

Bemerkenswert ist, dass es den Befragten nur gelingt, eine Strukturierung der Materie zu erklären, wenn sie von einer bereits strukturierten Materie ausgehen. Es wird also eine Art Übertragung der Struktur angenommen. Diese Idee ist bereits im allgemeinen Teil zur Entstehung und Beeinflussung von Strukturen enthalten. Demnach wird im Folgenden das Konzept *Die wellenförmige Struktur des Wassers überträgt sich auf den Sand* formuliert. Zu beachten ist hierbei, dass die Befragten die eigentliche Herausforderung, eine Struktur ausgehend von einem Zustand der Strukturlosigkeit zu erklären, umgangen wird. Denn nun wäre zu begründen, aus welchem Grund sich das Wasser bei der Bewegung strukturiert in Form von Wellen fortbewegt.

Tab. 114: Kategorie G3-SR-S zu generalisierten Erklärungen zum Strukturversuch

Kategorie	<i>Die wellenförmige Struktur des Wassers überträgt sich auf den Sand.</i>
Beschreibung	Diese generalisierte Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten erklären, dass sich das Wasser-Sand-Gemisch wie eine Flüssigkeit verhält und sich Wasser in der Schale wellenförmig bewegt, sodass der Sand dieser strukturierten Wellenbewegung folgt. Sie wird auch kodiert, wenn die Befragten erläutern, dass die Struktur auch nach einem Bewegungsstopp zu sehen ist, weil sich der Sand sofort auf dem Boden der Schale absetzt.
Ankerbeispiele	„Wasser- und Sandteilchen haben sich eben miteinander verbunden. Wo es dann mit Energie zu einer Seite geschaukelt worden ist, hat sich das Wasser eben etwas nach unten gedrückt, dadurch hat man oben den Sand und der hat dann eben die Form des Schaukelns bzw. wie das Wasser rausgeht. Und da hat man eine Struktur und dann schaukelt man zur anderen Seite wieder hoch und zur anderen Seite.“ (J2B, P. 354)
Zusammengeführte Kategorien	E2B-SR-S1, E2B-SR-S3, J2B-SR-S4, J3B-SR-S3, J5B-SR-S2

Das zweite Erklärungskonzept, das sich auf das Wasser-Sand-Gemisch bezieht, repräsentiert die Vorstellung, dass Sand durch Wasser gebunden werde. Hierdurch bilden sich die Anhäufungen, die von den Befragten im Interview beobachtet und als Struktur bezeichnet werden. Eine der Gruppen gibt diesbezüglich eine nähere Erklärung und berichtet davon, dass Sandkörner sich in ihrer Form unterscheiden. Folglich passen die Konturen einiger Sandkörner zueinander, sie fallen zusammen und binden sich aneinander. Die folgenden Kategorien verdeutlichen diese Überlegungen:

- J3B-SR-S2:** Ist Sand feucht, dann bindet er und bildet Anhäufungen.
J4B-SR-S1: Strukturen entstehen, weil der Sand durch Wasser gebunden wird.
J5B-SR-S7: Wasser bindet Sand, sodass der Sand Anhäufungen bildet.
J5B-SR-S9: Da die Form der Sandkörner unterschiedlich ist, passt die Form einiger Körner zusammen, sie fallen ineinander – wie bei Tetris – und bilden so eine Sandanhäufung.

Folglich wird eine weitere generalisierte Kategorie gebildet, die das Prinzip *Sand wird durch Wasser gebunden und bildet Anhäufungen* repräsentiert. Der Aspekt, dass manche Sandkörner wegen ihrer Konturen aneinanderhaften, wird als Subkategorie gefasst.

Tab. 115: Kategorie G4-SR-S zu generalisierten Erklärungen zum Strukturversuch

Kategorie	<i>Sand wird durch Wasser gebunden und bildet Anhäufungen.</i>
Beschreibung	Diese generalisierte Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten deutlich machen, dass Anhäufungen entstehen, weil der Sand durch Wasser aneinandergebunden wird. In Form einer Subkategorie wird die diesbezügliche Erklärung der Befragten kodiert, dass Sandkörner unterschiedliche Formen besitzen und passende Konturen ineinanderfallen und so miteinander verknüpft werden.
Ankerbeispiele	„Naja, weil das ganz viele Hin- und Herbewegungen sind und nicht immer die gleiche Menge Sand auf das Gleiche trifft und dass vielleicht dadurch es sich in Portionen verbindet und dadurch so eine Bergform entsteht.“ (J3B, P. 146)
Kodierte Subkategorien	
G4a-SG-S	<i>Da die Form der Sandkörner unterschiedlich ist, passt die Form einiger Körner zusammen, sie fallen ineinander und hängen so zusammen.</i>
Zusammengeführte Kategorien	J3B-SR-S2, J4B-SR-S1, J5B-SR-S7, J5B-SR-S9

Von den Befragten wird noch ein weiteres Erklärungskonzept angewendet, das sich auf die Beobachtung bezieht, dass das Wasser beim Bewegen der Schale auf deren Boden gelangt und so der Sand an der Oberfläche trocken erscheint. Durch die Trockenheit der Sandoberfläche käme es zu rillenartigen Rissen in der Oberfläche, sodass eine Struktur entstehe. Diese sei auch nach dem Bewegungsstopp noch sichtbar: Zwar gelange das Wasser wieder an die Oberfläche des Sandes, es halte sich jedoch vermehrt in den gebildeten Vertiefungen auf. Einige Befragten gehen gedanklich noch etwas tiefer und versuchen zu erklären, aus welchem Grund die Oberfläche des Sandes bei der Bewegung der Schale nicht mehr vom Wasser benetzt ist. Einige sind der Ansicht, das Wasser werde komprimiert und damit nehme es nicht mehr genügend Raum ein, um den ganzen Sand zu bedecken. Andere hingegen sind der Ansicht, dass sich der Sand verdichtet und das Wasser somit nach unten gedrückt werde. Sie erklären die Bildung der Rillen damit, dass bei einem Bewegungsstopp der Sand wieder dekomprimiert werde und dabei auseinanderreiße. Eine Person wendet gar das Konzept an, dass sich schwerere Stoffe (gemeint: dichtere) stets unterhalb von leichteren Stoffen aufhalten. Entsprechend kommt die

Person zu dem Fehlschluss, dass Wasser grundsätzlich schwerer (gemeint: dichter) sei als Sand. Diese Interpretationen basieren auf den folgenden Kategorien:

- E2B-SR-S4:** Ist wenig Wasser vorhanden, dann reißt der bewegte Sand ein und bildet Furchen.
- E3B-SR-S3:** Durch die Bewegung der Schale wirft das breiige Sand-Wasser-Gemisch Falten und es entsteht eine Struktur.
- S1B-SR-S2:** Beim Hin- und Herbewegen wird der Sand komprimiert/verdichtet, das Wasser wird dadurch unter den Sand gedrückt und die Sandoberfläche wird trockener.
- S1B-SR-S3:** Beim Bewegungsstopp nimmt die Komprimierung/Verdichtung des Sands wieder ab, er fällt auseinander und dabei bilden sich Furchen im Sand, also eine Oberflächenstruktur.
- S2B-SR-S2:** Schwerere Stoffe sinken stets nach unten, auch bei der Bewegung der Schale.
- S2B-SR-S3:** Wasser ist schwerer als Sand.
- S3B-SR-S2:** Wird Wasser bewegt, verdichtet es sich, sodass es ggf. nicht mehr die komplette Sandoberfläche bedeckt.
- S3B-SR-S3:** Bedeckt bewegtes Wasser nicht mehr die gesamte Oberfläche, dann bilden sich Priele und Rillen und das Wasser sammelt sich in den entstandenen Vertiefungen.
- J2B-SR-S3:** Bei der Bewegung des Wassers arbeitet sich das Wasser in den Sand hinein, sodass ein Sand-Wasser-Gemisch entsteht, dessen Feuchtigkeit nach unten hin zunimmt.
- J3B-SR-S1:** Beim Hin- und Herbewegen bewegt sich das Wasser in den Sand, der dann an der Oberfläche trocken wird und einreißt.
- J4B-SR-S4:** Der Sand reißt ein, weil sich Sand beim Bewegen der Schale gegeneinander verschiebt.
- J4B-SR-S5:** Kleinere Anhäufungen und Kugeln von Sand entstehen, weil sich eingerissene Sandmassen aufeinander zubewegen, sich übereinander hinwegbewegen und auftürmen.
- J5B-SR-S7:** Unterschiedliche Sandschichten (loser und fester) verschieben sich bei einer Wasserströmung gegeneinander und bilden so Rillen.

Um das Erklärungskonzept *bewegt sich das Wasser, wird die Oberfläche des Sandes trockener, reißt auseinander und bildet Vertiefungen* zu fassen, wird eine weitere generalisierte Kategorie gebildet. Subkategorien beziehen sich auf die Komprimierung bzw. Dekomprimierung von Wasser und Sand sowie auf Überlegungen zur Dichte von Sand und Wasser, mit denen die Befragten die Bewegung des Wassers und die Bildung der Rillen näher zu erklären versuchen.

Tab. 116: Kategorie G5-SR-S zu generalisierten Erklärungen zum Strukturversuch

Kategorie	<i>Bewegt sich das Wasser, wird die Oberfläche des Sandes trockener, reißt auseinander und bildet Vertiefungen sowie Erhöhungen.</i>
Beschreibung	Diese generalisierte Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten erklären, dass durch die Bewegung des Wassers Prozesse einsetzen, durch welche die Oberfläche des Sandes trockener wird und schließlich auseinanderreißt, sodass Vertiefungen entstehen. Diesbezügliche Subkategorien werden kodiert, wenn die Trockenheit der Oberfläche mithilfe der Komprimierung und Dekomprimierung von Sand und Wasser erklärt wird sowie mit der unterschiedlichen Schwere (gemeint: Dichte) von Wasser und Sand.
Ankerbeispiele	„Natürlich durch die Bewegung, durch das hin- und herschütteln. Es findet an einigen Stellen eine Verdichtung statt. Wir haben ja gesehen, der schrumpft zusammen. Das drückt das Wasser raus. Wir haben gesehen, es drückt nach unten. Und dann fallen Furchen rein.“ (S1B, P. 126)
Kodierte Subkategorien	
G5a-SG-S	<i>Bei der Bewegung von Wasser wird jenes komprimiert und vermag nicht mehr den gesamten Sand zu bedecken, sodass der Sand trocken wird, auseinanderreißt und Vertiefungen entstehen.</i>
G5b-SG-S	<i>Bei der Bewegung von Wasser wird Sand komprimiert und das Wasser nach unten gedrückt, sodass die Oberfläche trocknet. Hört dann die Bewegung des Wassers auf, dekomprimiert der Sand wieder und reißt auseinander, sodass Vertiefungen entstehen.</i>
G5c-SG-S	<i>Das schwerere Wasser bewegt sich unter den Sand, sodass letzterer an der Oberfläche trocknet.</i>
G5d-SG-S	<i>Sand reißt an einer Stelle auseinander und türmt sich an anderer Stelle auf, weil sich Sandschichten gegeneinander verschieben.</i>
Zusammengeführte Kategorien	E2B-SR-S4, E3B-SR-S3, S1B-SR-S2, S1B-SR-S3, S2B-SR-S2, S2B-SR-S3, S3B-SR-S2, S3B-SR-S3, J2B-SR-S3, J3B-SR-S1, J4B-SR-S4, J4B-SR-S5, J5B-SR-S7

Wie im Kapitel zu den allgemeinen Erklärungen ist auch hier das Konzept weit verbreitet, dass vielgestaltige Unregelmäßigkeiten bei der Bewegung des Wassers oder bei der Bewegung des resultierenden Sandes zu Unregelmäßigkeiten, also zu Strukturen führen. Bemerkenswert ist, dass es bezüglich einer gleichmäßigen Bewegung von Wasser und Sand, zu denen bisweilen auch Überlegungen angestellt werden, zwei Fraktionen gibt. Beide vermuten, dass Gleichmäßigkeit resultiere, meinen damit aber etwas anderes: Eine Fraktion versteht unter Gleichmäßigkeit eine gleichartige, glatte Sandoberfläche – ohne Struktur. Die andere Fraktion versteht darunter eine gleichartige Abfolge von Sandanhäufungen – also eine Struktur. Das ist konsistent mit den Ergebnissen aus den Untersuchungen zur Begriffsbildung. Auch dort wurde bereits festgestellt, dass Befragte mit dem Attribut Gleichmäßigkeit sowohl das Vorhandensein von Strukturen begründen als auch das Gegenteil, also deren Abwesenheit. Unregelmäßigkeit bedeutet für die Befragten aber in jedem Fall, dass eine irgendwie geartete Struktur entsteht. Diesbezüglich zeigen sich im Versuch zwei Linien: Zum einen sei die Bewegung des Wassers in der Schale und deren resultierende Kraft auf den Sand stets Ungleichmäßigkeit. Zum anderen seien die Sandkörner an sich in Form, Größe und Gewicht unregelmäßig oder es gäbe sogar ganze

Sandschichten, die sich hinsichtlich ihrer Festigkeit unterscheiden. Mit einigen Konzepten werden die auftretenden Unregelmäßigkeiten näher begründet: Die Befragten sind z. B. der Ansicht, dass ein Mensch nicht in der Lage sei, die Schale mit dem Wasser gleichmäßig nach links und rechts zu bewegen. Deshalb werde das Wasser ungleichmäßig angetrieben. Eine Gruppe erklärt bezüglich der unterschiedlichen Sandformen, dass sich Partikel im Wasser befinden, die auf den Sand treffen und ihn abschleifen, sodass sich die Konturen der Sandkörner bei der Bewegung ständig verändern. Und eine weitere Gruppe bezieht sich auf die Unregelmäßigkeit der Sand-Wasser-Bewegung in Gänze und führt aus, dass die rückwärtige Bewegung des Sandes mit dem Wasser durch nachlaufende Wasserwellen behindert werde. Diese Interpretationen basieren auf den folgenden Kategorien:

- E1B-SR-S5:** Regelmäßige/gleichmäßige Bewegungen der Schale bzw. des Wassers führen zu regelmäßigen/gleichmäßigen Strukturen im Sand.
- E1B-SR-S6:** Unregelmäßige/ungleichmäßige Bewegungen der Schale bzw. des Wassers führen zu eher unregelmäßigen/ungleichmäßigen Strukturen im Sand.
- J1B-SR-S2:** Es entstehen unregelmäßige Sandanhäufungen, wenn die auf Wasser und Sand wirkende Kraft in beide Richtungen unausgeglichen ist.
- J3B-SR-S4:** Es entsteht eine Sandanhäufung, da die Bewegung des Sandes in beide Richtungen nicht in gleichem Maße erfolgt, denn die rückwärtige Sandbewegung wird durch nachlaufende Wasserwellen behindert, die sich schneller bewegen als der Sand.
- J3B-SR-S5:** Es entstehen unterschiedlich große Sandanhäufungen, da die Bewegung der Schale ungleichmäßig erfolgt, sodass unterschiedliche Mengen Sand an unterschiedlichen Orten aufeinandertreffen und sich verbinden.
- J4B-SR-S3:** Sand häuft sich auf einer Seite der Schale an, weil die Schale unregelmäßig nach rechts und links bewegt oder beim Bewegen nicht gerade gehalten wird.
- J5B-SR-S3:** Unregelmäßigkeiten der Strömungsgeschwindigkeit des Wassers bzw. der dadurch resultierenden Kräfte führen zu einer unregelmäßigen Anordnung von Sand, also zu einer Struktur.
- J5B-SR-S4:** Unregelmäßigkeiten in der Form der Sandkörner führen zu einer unregelmäßigen Anordnung von Sand, also zu einer Struktur.
- J5B-SR-S5:** Unregelmäßigkeiten der auf die Sandkörner wirkenden Kräfte kommen durch unregelmäßiges Schütteln der Schale zustande.
- J5B-SR-S6:** Unregelmäßigkeiten der Sandkörner kommen dadurch zustande, dass Partikel im Wasser die Sandkörner schleifen und in ihrer Form verändern.
- J5B-SR-S7:** Unterschiedliche Sandschichten (loser und fester) verschieben sich bei einer Wasserströmung gegeneinander und bilden so Rillen.

J5B-SR-10: Gleichmäßige Bewegungen des Wassers, z. B. auf einem Schüttelgerät, führen zu einer glatten Sandoberfläche.

Auf Grundlage der Darlegungen wird die finale generalisierte Kategorie gebildet, die das Erklärungskonzept *Unregelmäßigkeiten der Wasserbewegungen und des Sandes führen zu (unregelmäßigen) Strukturen im Sand* repräsentiert. Als Subkategorien werden Ideen zu den Ursachen der Unregelmäßigen repräsentiert.

Tab. 117: Kategorie G6-SR-S zu generalisierten Erklärungen zum Strukturversuch

Kategorie	<i>Unregelmäßigkeiten der Wasserbewegungen und des Sandes führen zu (unregelmäßigen) Strukturen im Sand.</i>
Beschreibung	Diese generalisierte Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten erklären, dass Unregelmäßigkeiten bei der Wasser- und Sandbewegung sowie Unregelmäßigkeiten in den Eigenschaften des Sandes zu (unregelmäßigen) Strukturen führen. Sie wird darüber hinaus kodiert, wenn die Interviewten erklären, dass aus gleichmäßigen Bewegungen entweder gleichmäßige Strukturen oder aber eine glatte, gleichartige Sandoberfläche resultiere.
Ankerbeispiele	„Ich vermute, dass sich durch die nicht ausgeglichene Schüttelfrequenz, die wir jetzt beide hatten, der Sand sich mehr oder weniger dann eben auf der einen Seite niederschlägt oder angehäuft wird. Wenn wir jetzt ein Gerät hätten, was eine konstante Schüttelfrequenz hat, würde das so nicht passieren.“ (E1B, P. 158)
Kodierte Subkategorien	
G6a-SG-S	<i>Unregelmäßige Wasserbewegungen resultieren aus dem Unvermögen des Menschen, die wassergefüllte Schale gleichmäßig nach rechts und links zu bewegen.</i>
G6b-SG-S	<i>Unregelmäßigkeiten der Sandkörner resultieren, weil Partikel im Wasser den Sand während der Wasserbewegung abschleifen.</i>
G6c-SG-S	<i>Unregelmäßigkeiten bei der Wasser-Sand-Bewegung resultieren, da deren rückwärtige Bewegung durch nachlaufende Wasserwellen behindert wird.</i>
Zusammengeführte Kategorien	E1B-SR-S5, E1B-SR-S6, J1B-SR-S2, J3B-SR-S4, J3B-SR-S5, J4B-SR-S3, J5B-SR-S3, J5B-SR-S4, J5B-SR-S5, J5B-SR-S6, J5B-SR-S7, J5B-SR-10

14.5 *Essenz: Beantwortung der Forschungsfragen*

14.5.1 *Forschungsfrage Nr. 1a: Begriffsbildungen (Strömungen)*

Die Beantwortung dieser Forschungsfrage basiert auf den Generalisierungen zu den Merkmalen und den Prototypen von Strömungen, die im Kapitel 14.4.1.2 niedergeschrieben sind.

Die aus den Gesprächen nachgezeichneten **Prototypen für Strömungen beziehen sich beinahe ausschließlich auf bewegtes Wasser. Wasser ist für alle Befragten die Materiesorte schlechthin, wenn von Strömungen die Rede ist. Das machen sie vor allem an den Beispielen Flüssen, Meer und Wellen fest** (vgl. P-SG). Flüsse werden dabei am häufigsten mit Strömungen assoziiert. Für die Interviewten ist klar, dass Strömungen auf jeden Fall mit Bewegungen zu tun haben müssen. Ohne Bewegung kann es aus ihrer Sicht keine Strömungen geben. Allerdings ist Bewegung nur ein notwendiges Merkmal einer Strömung, kein hinreichendes. Die Vorstellungen von hinreichenden Merkmalen werden durch die Aufgaben und Fragen während des Interviews angeregt: Ausgehend von ihren Erfahrungen an Flüssen und Meer sprechen sie einer Strömung eine gewisse Intensität z.: **Bei einer Strömung müsse es sich um eine Bewegung handeln, die einen gewissen Schwellenwert überschreitet, sowohl hinsichtlich der Masse, die sich bewegt, als auch hinsichtlich der Schnelligkeit, mit der sich die Masse bewegt. Strömungen seien etwas, das Wirkung auf die Umgebung entfaltet, sie verändern kann und dadurch auch über ein Gefahrenpotenzial für Leib und Leben verfügt** (vgl. G1-SG). Diese Vorstellung ist konsistent zu den nachgezeichneten Prototypen, denn die Teilnehmenden berichten mit Blick auf Strömungen meist von ihren Erfahrungen in Flüssen und am Meer (z. B. die Veränderung von Landschaften durch heranwogende Wellen). Häufig sind diese aber auch durch unangenehme Erlebnisse geprägt, beispielsweise gesperrte Strände und Badeverbote oder gar knapp entgangene Unfälle bei der Gefahr bestand, wegen zu starker Wasserströmungen zu ertrinken. Diese Erlebnisse machten den Befragten vermutlich klar, dass Strömungen eine deutlich wahrzunehmende Wirkung auf ihre Umwelt entfalten, so dass ein (subjektives) Mindestmaß an Intensität (Masse, Geschwindigkeit) für die Klassifizierung einer Bewegung als Strömung vorausgesetzt wird. Das Mindestmaß ist durch ihre visuellen und taktilen Erfahrungen festgelegt. Denn sie führen als Prototypen Flüsse und Meere an, in denen sie Wasser sehen oder in denen sie sich bereits mit dem eigenen Körper befunden und so Strömungen gefühlt haben. Es muss sich aus ihrer Sicht also um eine Masse und Schnelligkeit der bewegten Materie in einer Größenordnung handeln, die mit den menschlichen Sinnen deutlich wahrzunehmen ist.

Über das Beispiel eines Flusses kommen die Probandinnen und Probanden sehr häufig auf die Richtung von Bewegungen zu sprechen. Bestimmte Richtungen und Wechsel ein- oder auszuschließen, scheint für die Befragten sehr wichtig bei der Charakterisierung von Strömungen zu sein. Allerdings gibt es diesbezüglich zwei unterschiedliche Meinungen in den Interviews. Manche geben an, dass es sich bei einer Strömung um eine Bewegung handelt, die in eine ganz bestimmte Richtung verläuft und die diese Richtung auch

beibehält. Andere meinen damit, dass sich die Richtung zwar ändern darf, die Richtungsänderung von der Materie allerdings in Gänze ausgeführt werden müsse. Interessant ist, dass neben den Vorstellungen von Strömungen in den Interviews auch Vorstellungen von Richtungen erfasst werden, die von den fachlichen Vorstellungen abweichen. So vertreten einige Interviewte die Meinung, dass es sich bei einer Kreisbewegung um eine Bewegung in ausschließlich eine Richtung handle. Sie nennen sie Kreisrichtung. Personen aus dieser Gruppe, die fordern, dass sich bei Strömungen die Materie stets nur in eine einzige Richtung bewegt, zählen auf Basis jener Vorstellung Kreisbewegungen zu Strömungen hinzu, obwohl dies aus fachlicher Sicht ihrer eigenen Definition widerspricht, da sich bei Kreisbewegungen die Richtung ständig ändert. Aus diesem Grund wird als Merkmal festgehalten, dass es sich bei **Strömungen um Bewegungen handelt, die kollektiv erfolgen** (vgl. G2-SG). Damit wird beiden Gruppen Genüge getan. Eine der Gruppen sieht die Kollektivität nur etwas strenger und beschränkt sie auf eine Richtung oder eben auf Kreisbewegungen. Strenge ist überdies ein gutes Stichwort, denn erschwerend kommt hinzu, dass die Probandinnen und Probanden unterschiedlich starke Abweichungen von der Kollektivität der Bewegung erlauben. Während einige selbst bei kleinsten Abweichungen von der Kollektivität nicht mehr von Strömungen sprechen wollen, bezeichnen andere Bewegungen noch als Strömung, wenn schon relativ große Teile der Materie sich nicht mehr kollektiv bewegen. Auch hier herrscht also ein großes Maß an Subjektivität vor, wenn Strömungen auf Basis von Richtungen klassifiziert werden.

In allen Interviews – bis auf eines – wird neben bewegtem Wasser auch Wind als Beispiel für Strömungen herangezogen. Zusätzlich werden am Rande sogar Feststoffe benannt, z. B. Sand, Autos und Menschen, die unter bestimmten Bedingungen ebenfalls strömen können. Hier zeigt sich ein bemerkenswertes Muster: Die Bewegung dieser Feststoffe wird immer dann als Strömung bezeichnet, wenn einzelne Objekte in großer Zahl vorkommen und sich dann gemeinsam bewegen. Die Ausmaße eines einzelnen Objekts müssen klein sein gegenüber der Ausdehnung der sich insgesamt bewegenden Materie. So könne es zu einer Sandströmung kommen, wenn viele Sandkörner durch den Wind bewegt werden. Autos, die in großer Zahl auf der Autobahn fahren, werden als Verkehrsstrom tituiert. Und Menschenmassen, die sich aus einem Geschäft hinausbewegen oder gemeinsam zu einer Veranstaltung laufen, könne man als Menschenströmung bezeichnen. Sind die einzelnen sich bewegenden Objekte klein gegenüber der gesamten sich bewegenden Materie, dann kommen sie dem Verhalten von Luft und von Wasser nahe. Denn auch hier sind die Einzelteile, die sich in Form von Molekülen erst auf mikroskopischer Ebene darstellen, sehr klein gegenüber den Ausmaßen von Wasser und Luft in der Größenordnung der menschlichen Wahrnehmung. Daher scheinen sich Wasser und Luft lückenlos und fließend zu bewegen, sie sind kontinuierliche Medien. Feststoffe mit hohem Zerteilungsgrad, wie der eben genannte Sand oder die Auto- sowie Menschenmassen, scheinen sich ebenfalls lückenlos und beinahe fließend zu bewegen. Deshalb können sie als quasi-kontinuierlich bezeichnet werden. Bei hohem Zerteilungsgrad sind sie dem Verhalten des gut beobachtbaren Wassers in Flüssen und im Meer ähnlich, die als Prototyp für den Begriff Strömung nachgezeichnet wurden. **Deshalb ist ein weiteres Merkmal von Strömungen,**

dass sich kontinuierliche bzw. quasi-kontinuierliche Materie bewegt, die in der Lage ist, sich annähernd fließend und lückenlos zu bewegen (vgl. G3-SG).

Bei Strömungen sind neben der Kollektivität der Bewegung im Wesentlichen Maßstäbe und Referenzen von Bedeutung, die durch die menschliche Wahrnehmung geprägt sind und sich in den genannten Prototypen niederschlagen: Die Intensität der Strömung muss so groß sein, dass die Bewegung im Bereich der menschlichen Größenordnung wahrnehmbar ist. Und die Materie muss so stark zerteilt sein, dass der Mensch die Bewegung der einzelnen Objekte nicht mehr so stark wahrnimmt, sondern eine kontinuierliche Bewegung der Materie als kollektives Ganzes ausmacht.

Kurzgefasst lassen sich die folgenden Merkmale und Prototypen nachzeichnen:

- Strömende Materie verfügt über einen hohen Zerteilungsgrad, sodass sie kontinuierlich bzw. quasi-kontinuierlich erscheint.
- Strömende Materie bewegt sich weitgehend kollektiv.
- Strömungen verfügen über ein Mindestmaß an Masse und Schnelligkeit der sich bewegenden Materie, sodass sie deutlich wahrnehmbare Wirkung auf ihre Umgebung entfalten.
- Die fließende Bewegung von Wasser in Flüssen, im Meer sowie Wellen und Wind sind zentrale Begriffsprototypen.

14.5.2 Forschungsfrage Nr. 1b: Begriffsbildungen (Strukturen)

Die Beantwortung dieser Forschungsfrage basiert auf den Generalisierungen zu den Merkmalen und den Prototypen von Strukturen, die im Kapitel 14.4.2.2 niedergeschrieben sind.

Ein für die Befragten sehr wichtiges Merkmal von Strukturen ist die Abwesenheit von absoluter Gleichheit. Um das deutlich zu machen, verwenden die Befragten die Begriffe Regelmäßigkeit und Gleichmäßigkeit. Damit möchten sie ausdrücken, dass es sich beispielsweise bei einer glatten Fläche, die ausschließlich dieselbe Farbe aufweist, um das Gegenteil von einer Struktur handelt. Das lässt sich nicht nur auf räumliche Strukturen, sondern auch auf zeitliche Strukturen beziehen: Ein Tagesablauf, der durch eine immerwährend gleiche Tätigkeit gekennzeichnet ist, besitzt ebenfalls keine Struktur. Folglich seien aus der Sicht mancher Probandinnen und Probanden Unregelmäßigkeiten und Ungleichmäßigkeiten – also auszumachende Unterschiede – eine notwendige Bedingung für das Vorhandensein von Strukturen. Dies erklärt, aus welchem Grund einige der Interviewten die Meinung vertreten, dass es sich bei Gleichmäßigkeit und Regelmäßigkeit um das Gegenteil von Strukturen handelt. Bemerkenswert und erschwerend ist, dass manche Interviewte unter Gleichmäßigkeit und Regelmäßigkeit aber auch Merkmale von Strukturen verstehen: Denn solche Probandinnen und Probanden beziehen sich auf einen Zustand, in dem bereits Unterschiede auszumachen sind und wollen mit Gleichmäßigkeit und Regelmäßigkeit deutlich machen, dass jene Unterschiede in einer Abfolge wiederkehren, die sich vom Zufall und vom Chaos abgrenzt. Die Ambiguität der Begriffe zeigt sich pointiert an der Aussage eines Interviewten, der erklärt, dass sich eine Struktur durch eine regelmäßige Abfolge von Unregelmäßigkeiten auszeichne. Weil die Begriffe Regelmäßigkeit und Gleichmäßigkeit also sowohl verwendet werden, um das Gegenteil von Strukturen zu beschreiben als auch die Charakteristika von Strukturen, haben sie nicht den Status eines Merkmals über alle Befragten hinweg. Je nachdem, ob sich die Lernenden auf die Abgrenzung von der absoluten Gleichheit oder auf die Abfolge bereits vorhandener Unterschiede beziehen, kann es zu Missverständnissen kommen, falls die Begriffe zur Beschreibung von Strukturen ohne nähere Klärung eingesetzt werden. Was die Befragten insgesamt mit Gleichmäßigkeit und Regelmäßigkeit meinen, kommt vielmehr einer Form von Ähnlichkeit gleich. Denn Ähnlichkeit bedingt, dass es zum einen Unterschiede gibt, deren Abfolge sich aber zum anderen deutlich vom Zufall und vom Chaos abgrenzt. Ähnlichkeit bezieht sich in diesem Kontext stets auf das Innere von Strukturen und wird deshalb als **Intra-Ähnlichkeit** (vgl. G1-SR) bezeichnet. Intra-Ähnlichkeit meint, dass eine vorhandene Abfolge von Unterschieden (z. B. von Tätigkeiten bei zeitlichen Strukturen oder von Materie bei räumlichen Strukturen) in ähnlicher Weise innerhalb der Struktur wiederkehrt und sich wiederholt. Ist die Abfolge identisch, dann ist der Ähnlichkeitsgrad maximal. Ein minimaler Ähnlichkeitsgrad bedeutet hierbei eine zufällige, chaotische Abfolge.

Das Merkmal Intra-Ähnlichkeit hängt direkt mit einem weiteren Merkmal von Strukturen zusammen, bei dem es sich um die **Unterteilung von Strukturen in künstlich und**

natürlich (G2-SR) handelt. In beinahe jedem Interview unterscheiden die Befragten zwischen Strukturen, die bewusst durch eine ordnende Intelligenz erzeugt werden und jenen, die ungewollt durch Zufälligkeiten entstehen. Vor allem an den nachgezeichneten Begriffsprototypen wird dies deutlich. **Die Probandinnen und Probanden nennen häufig Anordnungen von Sand und auch von Wolken in Folge von Wasser- bzw. Luftströmungen als typische Strukturen** (vgl. P-SR). Aber auch künstliche Anordnungen von Sand in Form von Abdrücken eines Reifens, Schuhsohlen und Harken werden vielfach genannt. Für die Befragten zeichnen sich die Strukturen dadurch aus, dass sie einer dieser beiden Gruppen zugeordnet werden können. Die Verbindung zum Merkmal Intra-Ähnlichkeit besteht darin, dass die Probandinnen und Probanden künstlichen Strukturen einen höheren Ähnlichkeitsgrad zusprechen als natürlichen Strukturen. Es gibt durchaus künstliche Strukturen mit maximalem Ähnlichkeitsgrad, also mit identischer Abfolge innerhalb der Struktur. Strukturen in der Natur weichen allerdings eher vom maximalen Ähnlichkeitsgrad ab. Damit befinden sich der Ähnlichkeitsgrad natürlicher Strukturen genau zwischen Chaos und künstlichen Strukturen. Und genau hier zeigt sich abermals, dass die Begriffe Regelmäßigkeit, Gleichmäßigkeit und deren Antonyme nicht geeignet sind, um Strukturen zu beschreiben (auch wenn man sich ausschließlich auf die Abfolge von Unterschieden innerhalb der Struktur bezieht): Im Vergleich mit künstlichen Strukturen sind natürliche Strukturen eher unregelmäßig bzw. ungleichmäßig. Im Vergleich mit einer zufälligen, chaotischen Abfolge sind natürliche Strukturen hingegen eher gleichmäßig und regelmäßig. Gleichmäßigkeit und Regelmäßigkeit sind keine objektiven Konstrukte. Es hängt also vom Referenzrahmen ab, ob natürliche Strukturen eher gleichmäßig oder ungleichmäßig scheinen. Weil sich der Referenzrahmen von jedem Lernenden unterscheiden kann, sind die Begriffe zur Beschreibung von Strukturen nur bedingt geeignet, denn es muss der Eindeutigkeit halber stets ein Referenzrahmen vorgegeben werden.

An vielen Stellen erläutern die Befragten, dass sich Strukturen sowohl durch Veränderlichkeit als auch durch Einmaligkeit auszeichnen. Das verwundert zunächst, denn wenn dynamische Strukturen, wie beispielsweise Rippel, einmalig sind, dann dürften eigentlich keine Rippel mehr vorliegen, wenn sie sich verändern. Die Auflösung dieses scheinbaren Widerspruchs offenbart ein weiteres Merkmal von Strukturen aus der Sicht der Befragten: **die Unterscheidung zwischen konkreten, einmaligen Strukturen und Strukturklassen** (vgl. G3-SR). Ein konkretes Rippelmuster, das zu einer bestimmten Zeit an einem bestimmten Ort auftritt, ist in seiner Gestalt einmalig und tritt exakt so nie wieder auf. Dennoch gibt es an vielen Orten auf der Welt, jetzt und in Zukunft, Muster im Sand, die mit Fug und Recht als Rippel bezeichnet werden. Konkrete Strukturen können sich also in gewissen Grenzen durchaus verändern oder auch an einem anderen Ort auftreten und trotzdem der gleichen Strukturklasse angehören. Bedingung hierfür ist, dass zwischen den Strukturen eine gewisse Ähnlichkeit herrscht. Es muss ein Zusammenhang zwischen den beiden Strukturen zu erkennen sein, der die Zuordnung der konkreten Strukturen zur selben Strukturklasse legitimiert. Ähnlichkeit ist also abermals entscheidend für diese Zuordnung. Allerdings ist hier nicht die Ähnlichkeit innerhalb der Struktur, sondern die

Ähnlichkeit zwischen Strukturen gemeint, für die die Bezeichnung **Inter-Ähnlichkeit** (vgl. G3-SR) genutzt wird.

Kurzgefasst wurden die folgenden Merkmale und Prototypen nachgezeichnet:

- Strukturen repräsentieren die Abwesenheit von vollständiger Gleichheit, sodass eine Abfolge von unterschiedlichen Zuständen möglich ist, die sich durch (Intra-)Ähnlichkeit auszeichnet und so vom Zufall und Chaos abgrenzt.
- Strukturen sind entweder natürlich oder künstlich, wobei die Abfolge in natürlichen Strukturen tendenziell über einen geringeren Grad an Ähnlichkeit verfügt als die Abfolge in künstlichen Strukturen.
- Konkrete, einmalige Strukturen und Strukturklassen sind zu unterscheiden. Sind konkrete Strukturen ähnlich zueinander (Inter-Ähnlichkeit), gehören sie zu einer Strukturklasse.
- Sandformationen (künstlich und natürlich) sowie Wolkenanordnungen sind zentrale Begriffsprototypen.

14.5.3 Forschungsfrage Nr. 2a: Erklärungen (Strömungen)

Die Beantwortung dieser Forschungsfrage basiert auf den Generalisierungen (Kapitel 14.4.3.2) zu den allgemeinen Erklärungen von Strömungen und jenen, die sich auf den konkreten Versuch zur Erzeugung einer Konvektionszelle beziehen.

Für die Probandinnen und Probanden handelt es sich bei der Bewegung von Wasser, besonders in einem Fluss, um den Prototypen für Strömungen schlechthin. Deshalb beziehen sich viele ihrer Ideen zur Erzeugung von Strömungen explizit auf Wasser. Da Bewegung für sie eine notwendige Bedingung für jedwede Strömung darstellt, sind sie in den Interviews stets bemüht zu erklären, aus welchen Gründen ruhende Materie in Bewegung versetzt wird. Sehr häufig führt ihre Suchrichtung auf bereits **vorhandene Bewegungen, die sich schlussendlich auf die ruhende, fließbare Materie (vornehmlich Wasser) übertragen und jene fließbare Materie in Bewegung versetzen, was die Entstehung einer Strömung begründet** (vgl. G1-SG-A). So erklären die Befragten beispielsweise, dass bewegte Luft in Form von Wind das Wasser antreibt, die Bewegung tektonischer Platten zu Strömungen infolge eines Tsunamis führt oder der Mensch selbst draußen an der Luft oder in einem Pool Strömungen erzeugen kann, wenn er sich dort stets in eine bestimmte Richtung bewegt. Hierzu konsistent sprechen viele der Teilnehmenden davon, **dass Energie oder auch Kraft auf die fragliche Materie übertragen werden muss, damit eine Strömung erzeugt wird** (vgl. G2-SG-S). Es muss aus der Sicht von den Befragten also eine Art Antrieb geben. Sprechen die Befragten von strömenden Lebewesen, wie beispielsweise Menschen, sei dieser Antrieb durch einen Gruppenzwang gegeben.

Einen Antrieb unbelebter Materie kann jedoch nicht nur bereits vorhandene Bewegung bieten, sondern auch Erwärmung. Wird Materie an einem anderen Ort zusätzlich noch abgekühlt, dann ist für die Befragten beinahe natürlicherweise klar, dass sich Strömungen oder gar Kreisläufe entwickeln. Die Grundidee, **dass Temperaturunterschiede zu (kreisförmigen) Bewegungen in Luft und Wasser führen** (vgl. G3-SG-A; G6-SG-A), ist sehr tief verankert. Sie nennen hierzu viele Beispiele aus dem Geographieunterricht – Gewitter, Passatwinde, der Golfstrom etc. – und berichten, bei einem Temperaturunterschied passiere immer irgendetwas Besonderes. Vielfach nennen sie jene genannten Beispiele, ziehen Parallelen zum durchgeführten Versuch im Interview und sehen die sich bildende Konvektionszelle damit als geklärt an. Für sie gibt es deshalb zunächst wenig zusätzlichen Erklärungsbedarf.

Erst bei dezidierten Nachfragen, versuchen die Interviewten zu verdeutlichen, wie es bei vorhandenen Temperaturunterschieden zu einer Bewegung kommt. Diesbezüglich wenden beinahe alle das Erklärungskonzept an, **warmes Wasser bzw. warme Luft steige auf und kaltes Wasser bzw. kalte Luft sinke ab** (vgl. G3-SG-S). Manche sind auch in der Lage, das Aufsteigen bzw. Absinken näher zu begründen. Hierbei fällt allerdings auf, dass sie das Konzept der Dichte nicht richtig einsetzen, denn niemand spricht von dichten bzw. weniger dichten Stoffen, sondern nur von schwereren und leichteren. Sie geben zu Protokoll, **dass erwärmte Materie sich ausdehne und leichter werde, sich abkühlende**

Materie hingegen ziehe sich zusammen und werde schwerer. Weil leichtere Stoffe sich stets nach oben bewegen und schwerere Stoffe nach unten, komme es zum Aufstieg bzw. Abstieg von Materie (vgl. G3a-SG-S; G3b-SG-S) infolge einer Temperaturveränderung. Ein weiteres Konzept umfasst die Geschwindigkeit der Teilchenbewegung: So erläutern die Probandinnen und Probanden, **die Geschwindigkeit der Teilchen sei in höher temperiertem Wasser höher als in Wasser mit einer geringen Temperatur** (G7-SG-S). Auch hierdurch entstehe mit zunehmender Erwärmung eine Bewegung im Bassin.

Der Fokus der Befragten liegt vor allem im durchgeführten Versuch eindeutig auf der vertikalen Bewegung von Wasser und Tinte. Die ebenso beobachtbare horizontale Bewegung wird nur am Rande von den Befragten thematisiert, obwohl erst beide Bewegungen zusammen die Kreislaufbewegung des Wasser-Tinte-Gemischs vervollständigen, die von fast allen Personen beobachtet wird. Anhand ihrer Ausführungen wird deutlich, dass sie anderweitige Bewegungen meist als Folge der vertikalen Bewegung ansehen. Es wird ein Aktiv-passiv-Schema deutlich: **Während sich das Wasser durch die Erwärmung bzw. Abkühlung aktiv bewegt, wird durch diese Bewegung anderweitiges Wasser passiv bewegt, das eben nicht unmittelbar erwärmt bzw. abgekühlt wird** (vgl. G4-SG-S). Hierzu erläutern manche Teilnehmende, dass sich durch die Erwärmung von Wasser jenes (aktiv) ausdehne und somit umliegendes Wasser (passiv) zusammengedrückt werde. Umgekehrt führe die Abkühlung zu einer (aktiven) Kontraktion des Wassers und der freiwerdende Raum werde dann (passiv) vom umliegenden Wasser eingenommen. **Dies geschehe, weil die Moleküle des Wassers auf mikroskopischer Ebene durch Brückenbindungen stets verbunden seien, sodass sich Veränderungen an einem Ort schließlich über die Bindungen an anderen Orten auswirken** (vgl. G4A-SG-S). Dadurch erstreckt sich die Bewegung auf das gesamte Wasser im Gefäß, nicht nur auf die vertikale Bewegung bei der Heizung und bei der Kühlung.

Eine ganz andere Idee zur Erklärung von Bewegungen, die durch Temperaturunterschiede ausgelöst werden, bezieht sich auf das Vorhandensein von Abstoßungs- und Anziehungskräften, die bisweilen von den Interviewten auch als Abstoßungs- und Anziehungsreaktionen bezeichnet werden. Die genaue Beschreibung ist hier jedoch nicht eindeutig, weil sich einige nur auf das warme und kalte Wasser konzentrieren, während andere auch die Heizung sowie die Kühlung mit in ihre Überlegungen zur Anziehung und Abstoßung einbeziehen. So geben einige Probandinnen und Probanden an, dass die Heizung eine Abstoßungsreaktion erzeuge und das umliegende Wasser daher wegdrücke. Dann werde das Wasser vom Eis zugleich angezogen. Andere Befragten geben jedoch ebenfalls zu Protokoll, dass Eis Wasser abstoße und es vom warmen Wasser angezogen werde. Diese sich scheinbar widersprechenden Vorstellungen hängen wohl damit zusammen, dass sich das Wasser innerhalb der Konvektionszelle sowohl von warm zu kalt (an der Oberfläche) als auch von kalt zu warm (am Boden) bewegt. Je nachdem, welche Bewegung sie gerade stärker wahrnehmen, kommen sie vermutlich zu einer umgekehrten Klassifizierung der Anziehung und Abstoßung. Dementsprechend lässt sich als

Vorstellung lediglich nachzeichnen, **dass das Vorhandensein von warm und kalt zu Anziehung und Abstoßung im/von Wasser führe, sodass Bewegung und damit eine Strömung erzeugt werde** (vgl. G6-SG-S). Denn hiermit werden alle diesbezüglichen Darlegungen der Interviewten repräsentiert.

Viele der Befragten sind ferner der Meinung, dass sich Wasser und auch Tinte im Wasser natürlicherweise verteilen und so den ihnen zur Verfügung stehenden Raum einnehmen. Dementsprechend geben sie eine Vielzahl von Beispielen für die Erzeugung von Strömungen an, in denen sie erklären, dass Barrieren entfernt werden müssen, damit das Wasser strömend in die nun erreichbaren Gebiete gelangen kann. Darüber hinaus verteile sich das Wasser nicht nur auf einer Fläche, sondern es bewege sich stets zum Ort mit der geringsten Höhe. Werden also Barrieren entfernt, die das Wasser daran hindern, zu einem Ort mit einer geringeren Höhe zu gelangen, dann setzt sofort eine Strömung ein. Das Konzept, dass **Wasser ströme, weil es sich – wenn möglich – natürlicherweise verteilt oder weil es zu einem Ort mit geringerer Höhe gelangen kann** (vgl. G2-SG-A; G5-SG-A; G5-SG-S), repräsentiert somit ein Erklärungskonzept.

Zuletzt spielen auch die Gezeiten für die Entstehung von Strömungen aus der Studienteilnehmenden eine herausragende Rolle. Bemerkenswert ist jedoch, dass die Gezeiten nur sehr oberflächlich erklärt werden können. Darüber hinaus werden diesbezügliche Begriffsbildungen und Konzepte deutlich, die von der fachlichen Sichtweise abweichen. So erklären die Befragten teilweise, dass Strömungen *durch* die Gezeiten entstehen, obwohl es sich bei den Gezeiten um einen Begriff handelt, der stellvertretend für das Kommen und Gehen des Wassers durch die Anziehungskraft des Mondes steht. Auch geben manche Befragte zu Protokoll, die Gezeiten hingen von den Mondphasen ab. Hier ist unklar, ob damit indirekt gemeint ist, dass die Stellung der Sonne die Tidenhöhe beeinflusst oder ob damit schlichtweg gemeint ist, dass die Mondphasen – also die sichtbare Fläche des Mondes – einen direkten Einfluss auf die Gezeitenströmungen besitzen. An dieser Stelle ist also noch weiterer Forschungsbedarf hinsichtlich der Lernendenvorstellungen von Gezeiten angezeigt. Es kann daher nur die etwas weichere Vorstellung nachgezeichnet werden, **dass Strömungen im Rahmen der Gezeiten entstehen** (vgl. G4-SG-A).

Insgesamt zeigt sich, dass die Befragten während ihrer Interviews stark darauf konzentriert sind zu erklären, aus welchem Grund sich fließbare Materie bewegt. Sie bleiben dabei in vielen Fällen recht oberflächlich und erläutern, dass Energie oder Kräfte nötig seien, damit eine Strömung entstehe. Energie bzw. Kraft erhalte die für eine Strömung infrage kommende Materie durch bereits vorhandene Bewegungen, die sich auf sie übertragen oder aber durch Erwärmung. Und auch das Vorhandensein von Temperaturunterschieden, die aus ihrer Sicht zu Strömungen und Kreislaufen führen, ist eine Vorstellung, die sich noch sehr nah an der eigentlichen Beobachtung befindet. Dass die Vorstellung bei so vielen Befragten jedoch sehr tief verankert zu sein scheint, erklärt sich auf Basis der Theorie des erfahrungsbasierten Verstehens, in der Gropengießer (vgl. 2007, S. 111f.) erklärt, dass es bestimmte, aus der Erfahrung erwachsene Schemata gebe, unter deren

Blickwinkel Menschen ihre Umwelt wahrnehmen und zu verstehen versuchen. Gemäß Niebert (vgl. 2010, S. 19) gehöre hierzu ebenfalls ein Kreislauf-Schema.

Den Befragten entgeht allerdings häufig die Erklärung der besonderen Merkmale/Charakteristika, die gemäß den Angaben der Lernenden eine Bewegung erst als Strömung auszeichnet. Im Kapitel zu den Begriffsbildungen von Strömungen steht beispielsweise beschrieben, dass es sich um eine kollektive Bewegung von Materie handelt. Wie es allein durch Temperaturunterschiede zu einer kollektiven Bewegung kommt, insbesondere zur charakteristischen Kreislaufbewegung in der Konvektionszelle, kann häufig nicht erklärt werden. Einzig die vertikalen Wasser- bzw. Luftbewegungen werden von dem Befragten entschlüsselt. Alle weiteren vorgebrachten Erklärungen können zwar begründen, dass *irgendeine* Bewegung stattfindet, nicht jedoch Strömungen, deren Bewegung sich von anderen Bewegungsformen abgrenzt. Häufig geben sie sich damit zufrieden, *irgendeine* willkürliche Bewegung zu erklären und explizieren keinen weiteren Erklärungsbedarf.

Zusammenfassend lassen sich die folgenden Erklärungen nachzeichnen:

- Strömungen entstehen, wenn bereits vorhandene Bewegungen (Wind, menschliche Bewegungen...) auf fließbare Materie übertragen werden.
- Strömungen entstehen, wenn ein Antrieb in Form von Energie oder Kraft vorliegt.
- Temperaturunterschiede führen zu Strömungen und Kreisläufen.
- Strömungen (vertikal) entstehen, weil warme(s) Wasser/Luft sich ausdehnt, leichter wird und aufsteigt, kalte(s) Wasser/Luft sich hingegen zusammenzieht, schwerer wird und absinkt.
- Strömungen entstehen, weil sich die Teilchen des warmen Wassers schneller bewegen als die des kalten Wassers.
- Strömungen entstehen, weil sich die vertikale Bewegung erwärmten bzw. abgekühlten Wasser durch die Wechselwirkung mit anderen Wassermolekülen (z. B. über Brückenbindungen) in alle Richtungen verteilt.
- Strömungen entstehen durch Abstoßungs- und Anziehungskräfte von warm und kalt.
- Strömungen entstehen, wenn Barrieren entfernt werden, sodass sich Wasser natürlicherweise verteilen bzw. zu einem tiefergelegenen Ort gelangen kann.
- Wo *irgendwelche* Bewegungen in fließbarer Materie entstehen (Verteilung von Wasser, Gezeiten, ...), da sind auch Strömungen.

14.5.4 Forschungsfrage Nr. 2b: Erklärungen (Strukturen)

Die Beantwortung dieser Forschungsfrage basiert auf den Generalisierungen (Kapitel 14.4.4.2) zu den allgemeinen Erklärungen von Strukturen und jenen, die sich auf den konkreten Versuch zur Erzeugung einer Struktur beziehen.

Die Entschlüsselung von künstlichen Strukturen bereitet den Befragten nur wenige Probleme. Hier wird eine **ordnende Intelligenz** (vgl. G1-SR-A) angenommen, die entweder Materie anordnet oder einen Zeitplan festlegt, deren Anordnungen bzw. Abfolgen sich durch ein gewisses Maß an Ähnlichkeit auszeichnen, sodass räumliche bzw. zeitliche Strukturen erzeugt werden.

Eine viel größere Herausforderung für die Befragten ist die Entschlüsselung von natürlichen Strukturen, bei denen sie keine ordnende Intelligenz annehmen können. Hier setzen sie sehr häufig eine Strategie ein, die es ihnen erlaubt, die Herausforderung einer Erklärung von Strukturen zu vermeiden: Sie setzen bereits vorhandene Strukturen voraus und machen mehr oder minder deutlich, dass die **vorhandene Struktur auf unstrukturierte Materie übertragen** (vgl. G5-SR-A) werde. Damit sehen sie die sich bildende Struktur als ausreichend begründet an; obwohl dann eigentlich die Aufgabe bestünde, die vorausgesetzte Struktur zu erklären. Hierfür gibt es viele Beispiele: So nehmen die Probandinnen und Probanden an, dass sich ein Zebrafell bildet, weil ein **Bauplan in der DNA** (vgl. G2-SR-A) der Tiere vorangelegt ist und dann durch den Bauplan gesteuerte Prozesse ablaufen, sodass ein typisches schwarz-weißes Muster auf dem Fell entsteht. Wie die hochstrukturierte DNA allerdings entstanden ist, wird nicht erklärt. Das Prinzip der Strukturübertragung wird auch zur Erklärung von Strukturen in der unbelebten Natur eingesetzt: Die Befragten nehmen beispielsweise an, **dass sich die Wellenform des Wassers in den Sand drückt und so wellenförmige Rippel entstehen** (vgl. G3-SR-S). Auch erklären sie, dass Wolkenformationen entstehen, weil es eine besondere Temperaturverteilung (Strukturierung) gebe, sodass sich die Wolken entsprechend dieser Temperaturverteilung formen. In beiden Fällen wird jedoch nicht erklärt, wie die Struktur des Wassers bzw. der Temperaturverteilung überhaupt zustande kommt. Die Befragten umgehen dadurch das Problem der Entschlüsselung von Strukturen. Bisweilen wird diese Technik gar mehrfach eingesetzt und die Temperaturverteilung mit der geordneten Stellung von Bäumen (Strukturierung der Bäume) auf einem Feld erklärt, welche wiederum die Erwärmung der Luft und damit die Strukturierung der Temperaturverteilung beeinflussen. So kommt es zu einer argumentatorischen Verkettung von Strukturübertragungen, was allerdings keinen Mehrwert für die Erklärung von Strukturen aus der Strukturlosigkeit heraus bietet.

Ein hierzu sehr ähnliches Konzept bezieht sich auf Unregelmäßigkeiten. Bereits in den Untersuchungen zur Begriffsbildung machen die Befragten deutlich, dass Strukturen sich durch die Abwesenheit von absoluter Gleichheit auszeichnen. Es müssen zunächst Unterschiede vorhanden sein, die sich dann in einer gewissen Abfolge wiederholen. Diese Abgrenzung von der Gleichheit wird von vielen Befragten als Unregelmäßigkeit bezeichnet. Unregelmäßigkeiten sind daher aus der Sicht von Befragten für Strukturen sehr

wichtig. Auch diesbezüglich setzen die Befragten zur Erklärung von Strukturen eine Übertragungsidee ein: **Unregelmäßigkeiten führen zu Unregelmäßigkeiten in Form von Strukturen** (G6-SR-S). Insbesondere bei der Erklärung des Strukturversuchs suchen die Befragten systematisch nach Unregelmäßigkeiten, durch die in ihren Augen schließlich Strukturen entstehen. Sie sprechen von einer unregelmäßigen Wasserbewegung, so dass unregelmäßige Kräfte auf den Sand einwirken und ihn entsprechend unregelmäßig formen. Und auch mit Blick auf die verwendeten Sandkörner werden Unregelmäßigkeiten beschrieben. So geben die Befragten an, dass sich jedes Sandkorn unterscheide oder unterschiedliche Sandschichten existieren, die wegen ihrer unterschiedlichen Eigenschaften jeweils anders vom Wasser beeinflusst werden, sodass sich Strukturen formen. Bei genaueren Nachfragen gehen die Befragten bemerkenswerterweise nicht auf die Prozesse ein, die beim Vorhandensein von Unregelmäßigkeiten letztlich zur Bildung von Strukturen führen, sondern sie beginnen, immer genauer zu erklären, wie die Unregelmäßigkeiten entstehen, die ihrer Meinung nach zu Strukturen führen. So geben sie beispielsweise an, dass sich **Partikel im Wasser befinden, die Sandkörner abschleifen und so deren Form individualisieren** (vgl. G6b-SR-S). Oder sie erläutern, dass **die Bewegung der wassergefüllten Schale mit den Händen nie gleichmäßig erfolgen könne, sodass sich das Wasser im Inneren stets unregelmäßig bewege** (vgl. G6a-SR-S). Sobald sie in dieser Weise Unregelmäßigkeiten benannt und begründet haben, sehen sie in der Regel keinen weiteren Erklärungsbedarf und die Strukturbildung damit als geklärt an.

Sehr präsent ist ferner die Idee, dass durch Strömungen in der Luft und im Wasser Strukturen entstehen. Vielfach machen die Lernenden dies an ihren Erfahrungen aus dem Alltag fest, weil es sich bei den meisten Personen um Menschen aus der nordwestdeutschen Küstenregion handelt, die oft aus eigener Erfahrung mit Phänomenen an der Küste vertraut sind. Ihre dortigen Beobachtungen haben zu einer solchen Verknüpfung von bewegtem Wasser bzw. Luft und den Mustern im Sand geführt, dass sich daraus ein Erklärungskonzept entwickelt hat: **Wo Wasser/Luft über Sand fließt/bläst, da entstehen Strukturen im Sand** (vgl. G3-SR-A; G1-SR-S). Darüber hinaus kann aus den Gesprächen nachgezeichnet werden, dass sich Strukturen und Strömungen eine dynamische Abhängigkeit verbindet. Viele machen deutlich, dass bei einer Veränderung von Wasser- und Luftströmungen alte Strukturen zerstört und neue gebildet werden: **Strukturen reagieren auf die Veränderungen von Strömungen und passen sich an** (vgl. G6-SR-A). Einige Interviewte geben sich bereits mit diesen Prinzipien zufrieden und sehen keinen weiteren Erklärungsbedarf.

Bei genauerem Nachfragen durch den Interviewer gehen die Probandinnen und Probanden abermals nicht auf die durch die Strömungen induzierten Prozesse ein, wegen derer sich Strukturen bilden. Sie legen den Fokus bei Nachfragen beispielsweise darauf zu erläutern, wie es zu Strömungen in der Luft und im Wasser kommt. An dieser Stelle fallen die Erklärungen zur Erzeugung von Strukturen und Strömungen also zusammen: Wenn Strukturen durch Strömungen entstehen, dann sind die Ursachen von Strömungen letztlich auch die Ursachen von Strukturen. Dementsprechend äußern die Lernenden die

Vorstellung, dass **Umweltbedingungen (Temperatur, Druck, Dichte etc.) Strömungen und somit auch die Entstehung von Strukturen beeinflussen** (vgl. G4-SR-A). Wie genau jedoch Veränderungen der Umgebungsbedingungen Strukturen entstehen lassen, geben sie nicht an.

In manchen Interviews zum Strukturversuch gelingt es, den Teilnehmenden noch einen weitergehenden Erklärungsbedarf zu verdeutlichen. Sie warten dann mit Ideen auf, die sich auf dynamische Prozesse der Wasserbewegung in der Schale im Zusammenspiel mit den bewegten Sandkörnern beziehen. Als Ideen formulieren sie, **Wasser sei in der Lage, sich mit dem Sand zu vermischen, ihn abzutragen und an einer anderen Stelle wieder anzulagern, sodass sich Strukturen bilden** (vgl. G2-SR-S). Des Weiteren geben sie zu Protokoll, die **Anhäufungen von Sand entstehen, weil sich Sand und Wasser mischen und der feuchte Sand über adhäsive Eigenschaften verfüge. Feuchter Sand klebe zusammen und häufe sich bei der Bewegung der Sandkörner an** (vgl. G4-SR-S). Eine weitere Beobachtung, die viele Probandinnen und Probanden im Versuch machen, betrifft die Bewegung des Wassers in den Sand hinein, während die Schale von links nach rechts bewegt wird. Sobald das Wasser von der Oberfläche verschwunden sei, so die Interviewten, **trockne die Sandoberfläche und reiße schließlich ein, wodurch rillenartige Vertiefungen und Erhöhungen gebildet werden** (vgl. G5-SR-S). Auch hierfür bieten sie wiederum einige Erklärungsansätze an: So erläutern sie, **dass das Wasser bei der Bewegung komprimiert werde oder auch schwerer sei (gemeint: dichter), dadurch nicht mehr die ganze Oberfläche bedecke, jene austrockne und deshalb einreiß** (vgl. G5a-SR-S, G5c-SR-S). Vermutet wird auch eine **Komprimierung des Sandes während der Bewegung, sodass der Sand beim Bewegungsstopp wieder dekomprimiere und daher einreiß** (vgl. G5b-SR-S). Ebenfalls lässt sich die Vorstellung nachzeichnen, **dass sich im leicht getrockneten, immer noch feuchten Sand Schichten gegeneinander verschieben (ähnlich einem Faltengebirge) und damit Vertiefungen und Erhöhungen erzeugt werden** (vgl. G5d-SR-S). Mit den vorgebrachten drei Ideen sind sie zwar in der Lage zu erklären, dass sich Sand anhäuft bzw. Vertiefungen entstehen, aber sie sind nicht in der Lage zu begründen, weshalb eine strukturierte Anordnung entsteht: Wenn feuchter Sand über adhäsive Eigenschaften verfügt, stellt sich die Frage, wie es dazu kommt, dass sich stets Anordnungen von bestimmter Größe in definierten Abständen bilden und nicht etwa zufällige Anordnungen. Und es wird ebenfalls nicht erläutert, aus welchem Grund der Sand beim Trocknen der Oberfläche exakt so einreißt, dass Rillen mit sehr ähnlichen Abständen zueinander gebildet werden. Die Befragten scheinen zufrieden zu sein, erklären zu können, dass sich irgendeine Anordnung bildet. Strukturen werden also oftmals dann schon als geklärt angesehen, wenn bereits das Vorhandensein von willkürlichen Anordnungen begründet werden kann.

In den Untersuchungen zur Begriffsbildung von Strukturen steht geschrieben, es handle sich bei Strukturen um besondere Anordnungen, die sich durch eine innere Ähnlichkeit auszeichnen. Und es seien Anordnungen, die sich in ähnlicher Weise an einem anderen Ort und zu einer anderen Zeit wiederfinden lassen, weil sie in ähnlicher Weise nochmals

auftreten. Die Probandinnen und Probanden sind mit ihren Erklärungen zwar in der Lage zu entschlüsseln, wie sich Anordnungen bilden, aber sie können das Besondere an den sich bildenden Anordnungen nicht erklären – also die auftretenden Ähnlichkeiten, die aus willkürlichen Anordnungen erst Strukturen machen. Häufig kommt bei den Erklärungen der Befragten zu einem/einer gedanklichen Sprung/Lücke, denn sie nehmen auf einmal schlichtweg eine Strukturiertheit an bzw. sehen keinen weiteren Erklärungsbedarf. Oder sie wenden die Idee der Übertragung an und erklären die Strukturiertheit mithilfe von bereits vorhandenen Strukturen. So entledigen sie sich der Herausforderung, die Entstehung einer Struktur konsistent ausgehend von einem Zustand der Strukturlosigkeit zu beschreiben.

Kurzgefasst lassen sich die folgenden Erklärungen nachzeichnen:

- Strukturen entstehen, indem Intelligenzen bewusst Anordnungen/Abläufe schaffen.
- Strukturen entstehen, wenn bereits vorhandene Strukturen auf unstrukturierte Materie einwirken und so ihre Strukturiertheit übertragen.
- Strukturen entstehen, wenn die Komponenten, aus denen Strukturen gebildet werden, Unregelmäßigkeiten aufweisen.
- Strukturen entstehen, wenn sich Wasser bzw. Wind über formbare Materie bewegen.
- Strukturen verändern sich, wenn sich die Bewegung von Wasser bzw. Wind ändert.
- Strukturen hängen von Umgebungsbedingungen (Temperatur, Dichte, Druck...) ab.
- Strukturen entstehen, wenn Sand durch Austrocknen einreißt.
- Strukturen entstehen, wenn Sand durch Bewegung komprimiert und wieder dekomprimiert wird und deshalb einreißt, sodass Vertiefungen und Erhöhungen entstehen.
- Strukturen entstehen, wenn sich Sandschichten gegeneinander verschieben und sich so übereinander lagern.
- Wo *irgendwelche* Anordnungen entstehen (durch Verlagerung/Adhäsion von Sand, Einreißen der trockenen Sandoberfläche...), da sind auch Strukturen.

15 Strukturierungsaufgabe

15.1 Vergleich zwischen Fach- und Lernendenperspektive

Das vorliegende Kapitel dient zur Vorbereitung der Strukturierungsaufgabe, bei der es sich um die dritte Aufgabe handelt, die im Modell der Didaktischen Rekonstruktion vorgesehen ist. Um eine didaktische Strukturierung vornehmen zu können, die sowohl der fachlichen Sicht als auch der Perspektive der Lernenden Rechnung trägt, müssen beide miteinander verglichen und in Beziehung gesetzt werden. Genau hierzu dient das vorliegende Kapitel: Nacheinander werden die Essenzen der empirischen Untersuchung (Kategorien, die Begriffsbildungen und Erklärungen von Lernenden repräsentieren) mit den fachlichen Erklärungen verglichen, die im analytischen Kapitel herausgearbeitet worden sind. Es wird in einem diagnostischen Teil zunächst diskutiert, inwieweit beide voneinander abweichen bzw. miteinander übereinstimmen. Daran werden anschließend Handlungsoptionen festgemacht, wie eine etwaige Lehr-Lern-Situation gestaltet werden könnte, die dem Anspruch genügt, Lernende dort abzuholen, wo sie stehen. Als Zusammenfassung dieser Handlungsoptionen werden Bausteine für didaktische Strukturierungen formuliert.

Nachfolgend behandeln die Unterkapitel die jeweiligen nachgezeichneten Vorstellungen der Lernenden aus dem empirischen Kapitel, um die Bedeutung der Lernendensicht zu unterstreichen. Die Unterkapitel enden jeweils mit einem Satz von Bausteinen, der als Essenz eines Vergleichs zwischen herauspräparierter fachlicher Sicht und empirisch untersuchter Lernendensicht im jeweiligen Bereich zu verstehen ist.

15.1.1 Gebiet I: Strömungen (Begriffsbildung)

Im Folgenden werden die Begriffsbildungen der Befragten zum Terminus Strömung thematisiert. Hierbei fließen sowohl die von Interviewten genannten Merkmale zum Terminus ein als auch die Prototypen, die aus den Interviewdaten nachgezeichnet wurden.

15.1.1.1 Strömungen verfügen über ein Mindestmaß an Intensität

Die nachfolgenden Darstellungen basieren auf herausgearbeiteten Kategorien, die im Kapitel 14.4.1.2 dargestellt sind. Konkret handelt es sich hierbei um die Kategorie: **G1-SG**.

(1) *Diagnose:* Viele Lernende sehen eine Wasser- bzw. Luftbewegung erst dann als Strömung an, wenn sie über ein Mindestmaß an Intensität (hinsichtlich Masse und Geschwindigkeit der sich bewegenden Materie) verfügt. Die Interviews zeigen, dass es eine individuelle Intensitätsschwelle zu geben scheint, unterhalb derer Wasser- und Luftbewegungen nicht als Strömungen wahrgenommen werden. Dies entspricht nicht der fachlichen Perspektive, denn Wasser- und Luftbewegungen können auch dann als Strömungen bezeichnet werden, wenn sie von geringer Intensität sind. Die Vorstellung der Lernenden scheint sich aus ihren Alltagserfahrungen zu speisen: Als Begriffsprototypen werden primär Strömungen in einem Fluss und Wellen am Strand genannt. Diesbezügliche Strömungen sind mitunter so intensiv, dass sie eine Gefahr für Leib und Leben bedeuten.

Entsprechend sehen die Lernenden Strömungen als intensiv und als tendenziell gefährlich an. Umgekehrt wird die mit der hohen Intensität der Strömungen einhergehende ausgeprägte Wirkung auf Materie aber auch positiv gesehen: So sei es mithilfe von Strömungen sehr gut möglich, elektrischen Strom zu erzeugen.

(2) *Handlungsoptionen:* Dass durch den Strömungsbegriff bei Lernenden zunächst Vorstellungen von recht intensiven Wasserbewegungen aktiviert werden (z. B. in einem Fluss oder im Zuge von Wellen) lässt sich gut für Lehr-Lern-Situationen zur physikalischen Dynamik an der Küste nutzen. Bei vielen Strömungsphänomenen an der Küste handelt es sich nämlich um sehr intensive Strömungen (z. B. Sturmfluten, Gezeiten, Tornados etc.). Durch jene lässt sich an die Lernendenvorstellung gut anknüpfen. Außerdem ist im Kontext der physikalischen Dynamik an der Küste die Beeinflussung von granularer Materie durch Strömungen wichtig. Hierzu bedarf es einer gewissen Intensität, die vom Kontext abhängig ist, in dessen Rahmen eine Struktur gebildet wird. Denn erst durch ausreichend große Strömungen wird granulare Materie so bewegt, dass sich Strukturen herausbilden, die die physikalische Dynamik der Küste ebenfalls charakterisieren. Ausgehend von diesen eher intensiven Strömungsphänomenen ließen sich sodann auch Strömungsphänomene im Kleinen betrachten, die ebenfalls für die physikalische Dynamik der Küstenregionen maßgeblich sind.

Baustein 1: Das von den Lernenden genannte Strömungsmerkmal *Intensität* am Beispiel der Wirkung von Wasser bzw. Luft auf Sand thematisieren und dabei deutlich machen, dass es zur Charakterisierung von Strömungen keines Mindestmaßes an Intensität bedarf.

15.1.1.2 Strömungen sind Kollektivbewegungen

Die nachfolgenden Darstellungen basieren auf herausgearbeiteten Kategorien, die im Kapitel 14.4.1.2 dargestellt sind. Konkret handelt es sich hierbei um die Kategorie: **G2-SG**.

(1) *Diagnose:* Als zentrales Merkmal von Strömungen sehen die Befragten eine Bewegung an, die dadurch gekennzeichnet ist, dass sie in eine ganz bestimmte Richtung erfolgt. Die Interviews verdeutlichen allerdings, dass die Lernenden mit ihrer Beschreibung aus fachlicher Sicht eher eine kollektive Bewegung meinen als eine Bewegung in eine immer gleiche Richtung. Aus Lernendensicht ist nämlich durchaus eine Veränderung der Richtung erlaubt, solange die Richtungsänderung des strömenden Mediums kollektiv erfolgt. Dies offenbart einen deutlichen Unterschied zwischen dem fachlichen Richtungsbegriff, der einen ganz bestimmten Vektor meint und dem Richtungsbegriff der Lernenden. Denn Bewegungen interpretieren die Lernenden auch dann noch als in eine Richtung erfolgend, wenn noch eine gewisse Kollektivität der Bewegung bei der Richtungsänderung gewahrt bleibt. So machen sie bisweilen deutlich, dass es sich bei der Bewegung von Wasser in einem Strudel um eine Bewegung in eine einzige Richtung handle – sie nennen sie Kreisrichtung.

(2) *Handlungsoptionen:* Mit ihren Beschreibungen treffen die Lernenden ein zentrales Merkmal von Strömungen: die Kollektivität der Bewegung. Dies lässt sich in Lehr-Lern-Situationen sehr gut zur Charakterisierung von Strömungen nutzen. Allerdings ist die Beschreibung der Lernenden aus fachlicher Sicht nicht angemessen, da sie lediglich von einer Bewegung in einer ganz bestimmten Richtung sprechen und dabei sogar Kreisbewegungen als Bewegung in eine Richtung (eine sog. Kreisrichtung) deuten. Hier bietet es sich an, die Vorstellung der Lernenden umzudeuten: Was sie mit der Bewegung *in eine Richtung* meinen, ist tatsächlich eine gemeinsame Bewegung des Wassers bzw. der Luft. Die Kollektivität, also die Gemeinsamkeit während der Bewegung muss hervorgehoben werden. Das ist es, was die Lernenden mit einer Bewegung in eine Richtung meinen. Denn das strömende Medium verfügt zwar zu einem bestimmten Zeitpunkt über die gleiche Richtung, allerdings vermag sich die Richtung durchaus ändern, sofern die Veränderung kollektiv erfolgt. Die Umdeutung ist wichtig, denn andernfalls sind insbesondere bei Kreisbewegungen Verständnisschwierigkeiten zu erwarten, wenn aus fachlicher Sicht argumentiert wird, dass es sich bei Kreisbewegungen trotz konstanter Schnelligkeit immer um beschleunigte Bewegungen handelt, da sich die Richtung der Bewegung – und damit die Geschwindigkeit – ständig ändern.

Baustein 2: Als Strömungsmerkmal das Gemeinsame (Kollektive) an der Bewegung herausstellen.

15.1.1.3 Strömungen sind Bewegungen (*quasi*-)kontinuierlicher Medien

Die nachfolgenden Darstellungen basieren auf herausgearbeiteten Kategorien, die im Kapitel 14.4.1.2 dargestellt sind. Konkret handelt es sich hierbei um die Kategorie: **G3-SG**.

(1) *Diagnose:* Obwohl es sich bei der kollektiven Bewegung von Wasser um einen Begriffstypen handelt, zählen die meisten Lernenden ebenso die kollektive Bewegung von Luft zu Strömungen. Bemerkenswert ist hierbei, dass sich ihr Verständnis von Strömungen nicht auf die beiden Fluide beschränkt. In vielen Fällen sehen sie auch die gemeinsame Bewegung von jeweils Menschen, Tieren oder Autos als eine Strömung an. Das gilt unter der Annahme, dass die Ausmaße des sich bewegenden Teilobjekts klein gegenüber den Ausmaßen der Gesamtbewegung sind. So werden vornehmlich große Menschenmassen, viele Tiere und viele Autos, die z. B. aus einem Helikopter beobachtet werden, zu einer Strömung gezählt, sofern sie sich kollektiv bewegen. Die Äußerungen der Befragten deuten darauf hin, dass sie nicht zwischen den Termini Strömung und Strom unterscheiden. Merkmale einer Strömung werden von ihnen nicht an Materiesorten festgemacht, sondern am *Zerteilungsgrad* der betrachteten Materie. Denn hiervon hängt es ab, ob die Materie zu fließen scheint. So werden beispielsweise Sand fließende Eigenschaften zugeordnet, sofern sich viele Sandkörner gemeinsam bewegen.

(2) *Handlungsoptionen:* Dass die Vorstellungen der Lernenden von Strömungen nicht an Materiesorten festgemacht werden, sondern an dem Zerteilungsgrad der Materie, zeigt eine Nähe zu fachlichen Konzepten in der Kontinuumsmechanik. Dort werden zum

Studium der Belastung von Materialien (z. B. Schiffsschrauben) jene in gedankliche Teile (finite Elemente) zerlegt. Ziel ist es, einen Zerteilungsgrad herzustellen, der zum einen nicht zu grob ist, sodass belastbare Erkenntnisse gewonnen werden können. Zum anderen darf der Zerteilungsgrad auch nicht so fein sein, weil dies eine Überlastung der Rechen-systeme ohne großen Mehrwert bedeuten würde. Ziel ist es somit, einen für den Zweck optimalen Zerteilungsgrad zu erreichen, der quasi-kontinuierlich ist. Die Bewegungen von Tieren, Menschen oder Autos in einem kollektiven Verbund lassen sich also durchaus als quasi-kontinuierliche Bewegungen bezeichnen. Ferner bietet die Sichtweise der Lernenden einen Zugang zur mikroskopischen Ebene. Denn die Bewegung eines einzelnen Tieres steht zur Bewegung der gesamten Herde wie die Bewegung eines Wassermoleküls zur Bewegung der Wasserströmung. Der Unterschied zwischen den Termini Strömung und Strom lässt sich dann aus dem quantitativen Vergleich zwischen der Gesamtbewegung und den jeweiligen Einzelteilen deutlich machen: Der Unterschied zwischen den Ausmaßen der Wassermoleküle und den Ausmaßen der Wasserströmung ist wesentlich größer als zwischen den Ausmaßen der Tiere und den Ausmaßen der aus ihnen gebildeten Herde.

Baustein 3: Strömungen durch das Merkmal Fließbarkeit und eine *Bewegung ohne Sprünge* charakterisieren. Erläutern, dass eine solche fließende Bewegung von Wasser und Luft als Strömung zu bezeichnen ist, die kollektive Bewegung von Tieren Menschen etc. aus physikalischer Sicht als Materiestrom gilt.

15.1.2 Gebiet II: Strukturbildungen (Begriffsbildung)

Im Folgenden werden die Begriffsbildungen der Befragten zum Terminus Strukturbildung thematisiert. Hierbei fließen sowohl die von Interviewten genannten Merkmale zum Terminus ein als auch die Prototypen, die aus den Interviewdaten nachgezeichnet wurden.

15.1.2.1 Strukturen lassen sich in natürliche und künstliche unterteilen

Die nachfolgenden Darstellungen basieren auf herausgearbeiteten Kategorien, die im Kapitel 14.4.2.2 dargestellt sind. Konkret handelt es sich hierbei um die Kategorie: **G1-SR**.

(1) *Diagnose:* In den Interviews neigen die Lernenden dazu, Strukturbildungen in zwei Kategorien einzuteilen. Das sind zum einen menschengemachte Strukturen und zum anderen Strukturen, die in der Natur vorkommen. Diese beiden Kategorien werden dabei mit unterschiedlichen Attributen verknüpft. So gelten aus ihrer Sicht menschengemachte Strukturen eher als gewollt, verfügen über einen höheren Ordnungsgrad und sind zudem als künstlich zu bezeichnen. Umgekehrt handelt es sich aus ihrer Sicht bei Strukturen in der Natur um solche mit geringerem Ordnungsgrad, sie sind natürlich und entstehen tendenziell ungewollt. Die Attribute, die den beiden Kategorien zugeordnet werden, führen allerdings in vielen Fällen ins Leere und erzeugen Widersprüche. Zwar sind jeweilige Extremfälle für künstliche Strukturen (z. B. ein Fliesenmuster) und natürliche Strukturen (z. B. Rippelmuster an der Nordsee) eindeutig, allerdings existieren viele Mischfälle, die sich nicht mehr eindeutig klassifizieren lassen. Dazu zählen beispielsweise Rippelstrukturen, die von einem Menschen in einem Gefäß erzeugt werden. Diese sehen manche Lernende als natürliche Strukturen an, da sie den Rippelstrukturen in der Nordsee entsprechen. Andere hingegen interpretieren sie als künstlich, weil sie gewollt und unter menschlichem Zutun entstanden sind. Teilweise fluktuiert die Einteilung sogar bei denselben Personen innerhalb eines Interviews.

(2) *Handlungsoptionen:* Hinsichtlich der genannten Widersprüche besteht die Möglichkeit, die Lernenden mit nicht eindeutig zuordbaren Strukturen zu konfrontieren. Hierzu zählen neben den Rippelmustern in einem Gefäß beispielsweise auch Inselstrukturen. Denn letztere werden von Menschen immer wieder durch Sandaufschüttungen beeinflusst und in eine gewünschte Form gebracht, um der natürlichen und unerwünschten Verlagerung von Sand entgegenzuwirken. Damit verfügen diese Strukturen sowohl über natürlichen als auch künstlichen Charakter. Die Konfrontation lässt sich sehr gut nutzen, um Charakteristika von Strukturen zu erarbeiten, die im Küstenraum auftreten. Allen voran lässt sich der Ordnungsgrad von Strukturen an der Küste im Vergleich zu Strukturen thematisieren, die anhand eines Bauplans von Menschen erzeugt werden. Es zeigt sich, dass die natürlichen Strukturen nicht über eine perfekte Abfolge verfügen; Teile von natürlichen Strukturen sind nicht identisch zueinander, sondern (nur) ähnlich. Damit lässt sich *Ähnlichkeit* als zentrales Merkmal von natürlichen Strukturen im Vergleich zu künstlichen Strukturen thematisieren. Da diese Unterteilung (natürlich vs. künstlich) aus den erläuterten Gründen nicht wirklich trennscharf ist, lässt sich durch diese Auseinandersetzung ferner eine neue Unterteilung anbahnen: Eine Unterteilung in selbstorganisierte und

fremdorganierte Strukturbildungen. Menschengemachte Strukturen sind fremdorganisiert, wohingegen natürliche Strukturbildungen für eine Selbstorganisation stehen. Bei Rippelmustern handelt es sich deshalb selbst dann um selbstorganisierte Strukturen, wenn ein Mensch sie in einer Schale erzeugt. Denn die Person bietet lediglich eine Bühne für die Strukturbildung, sie stellt die Struktur nicht selbst her, weil sie die Anhäufungen durch Griff in den Sand nicht selbst erzeugt. Wäre dies der Fall, dann läge tatsächlich eine fremdorganisierte Strukturbildung vor.

Baustein 4: Unterteilung in fremdorganisierte Strukturbildungen (durch Intelligenz hervorgebracht) und selbstorganisierte Strukturbildungen (aus sich selbst heraus entstehend) vornehmen.

15.1.2.2 Strukturen zeichnen sich durch innere Ähnlichkeiten aus

Die nachfolgenden Darstellungen basieren auf herausgearbeiteten Kategorien, die im Kapitel 14.4.2.2 dargestellt sind. Konkret handelt es sich hierbei um die Kategorie: **G2-SR**.

(1) *Diagnose:* Für die Beschreibung von Strukturbildungen nutzen die Befragten sowohl die Termini Regelmäßigkeit bzw. Gleichmäßigkeit als auch die Termini Unregelmäßigkeit bzw. Ungleichmäßigkeit. Hierdurch besteht die Gefahr von Widersprüchlichkeiten, wenn nicht eindeutig geklärt wird, auf welche spezifischen Charakteristika von Strukturen die beiden Termini bezogen sind. Mit dem Terminus Unregelmäßigkeit bzw. Ungleichmäßigkeit versuchen manche Befragte zu verdeutlichen, dass für das Vorhandensein von Strukturen zunächst ein Unterschied bestehen müsse, durch das sich etwas von einer als gleichmäßig und homogen empfunden Umgebung absetzt: Bei Dünen setzt sich schon eine einzelne Sandanhäufung von einer glatten Umgebung ab. Diese Anhäufung gilt für manche Befragte im Vergleich zur glatten Umgebung als Unregelmäßigkeit und damit als Struktur. Andere Personen sprechen im Interview allerdings erst dann von Strukturen, wenn mehrere Anhäufungen in einer bestimmten Abfolge auftreten (wie beim Phänomen der Rippel). Für sie ist wichtig, dass die Anhäufungen in einem festen Abstand voneinander stehen, was sie als Regelmäßigkeit interpretieren. Folglich ordnen sie den Strukturen das Merkmal Regelmäßigkeit zu.

Aber selbst wenn auf die Anordnung verschiedener Bereiche fokussiert wird, muss man nicht immer zum Schluss kommen, dass Regelmäßigkeit vorherrscht. Ein weiteres Beispiel: Eine Wand, die mit einer Wischtechnik gestrichen wurde, weist hellere und dunklere Farbbereiche auf. Die Wand lässt sich zum einen als homogen, zum anderen aber auch als inhomogen bezeichnen. Sie ist inhomogen, weil sie mal dunkle und mal helle Farbbereiche zeigt. Sie ist aber auch homogen; und zwar in Bezug auf die angewendete Wischtechnik: Überall wurde die Wischtechnik eingesetzt, überall lassen sich die alternierenden hellen und dunklen Farbbereiche erkennen. Es wird in bestimmten Teilen der Wandfläche nicht auf einmal eine andere Farbe oder eine andere Streichtechnik verwendet. Ähnlich ist es auch mit den Rippelmustern. Sie sind inhomogen, weil es Hügel und Vertiefungen gibt. Nicht alles ist einfach homogen glatt. Die Rippelmuster sind aber

homogen in Bezug auf die Abfolge von Auf und Ab. In diesem Sinne können sie deshalb auch als regelmäßig angesehen werden. Genauso gut kann aber auch mit Unregelmäßigkeit argumentiert werden, weil die Oberfläche nicht immer gleich (also glatt) ist, sondern Unebenheiten aufweist. Es kommt hier auf die Skalierung der Betrachtung, auf den Auflösungsgrad an, der vom Betrachtenden gerade eingenommen wird.

(2) *Handlungsoptionen:* Wann immer in Lehr-Lern-Situationen auf die Regelmäßigkeit von Strukturen verwiesen wird, besteht die Möglichkeit eines kognitiven Konflikts bei all jenen Lernenden, die gedanklich gerade nicht auf die regelmäßige Abfolge von Unterschieden fokussieren, sondern bspw. auf eine einzelne Unregelmäßigkeit, die sich von ihrer Umgebung abgrenzt. Regelmäßigkeit, Gleichmäßigkeit und Homogenität liegen im Auge des Betrachters. Sie alle sind nicht dichotom, sondern in einem Spektrum zwischen den beiden Polen zu denken, das sprachlich durch die jeweiligen Termini aufgemacht wird. Das bietet Raum, sich der subjektiven Einordnungen bewusst zu werden. Dadurch werden die Lernenden damit konfrontiert, dass die pauschale Charakterisierung von Strukturen als gleichmäßig/regelmäßig oder ungleichmäßig/unregelmäßig nicht zielführend ist. Außerdem lässt sich anhand der Konfrontation eine alternative Charakterisierung von Strukturbildungen motivieren. Eine Unterstützung bei der schwierigen Charakterisierung von Strukturen bietet das Konzept der *Ähnlichkeit*. Es ist semantisch weicher und macht deshalb die Charakteristika von Strukturen besser deutlich. Außerdem wird damit der Tatsache Rechnung getragen, dass sich gerade die Abfolge bei Strukturen in der Küstenregion nicht durch eine perfekte Regelmäßigkeit auszeichnet. Es existieren dort Abweichungen von der Regelmäßigkeit, die sich allerdings deutlich von Willkür und Zufall unterscheiden. Der Terminus *Ähnlichkeit* ist in diesem Zusammenhang ideal, denn er vermag eine Abstufbarkeit auszudrücken, zu der die Terminpaare Regelmäßigkeit/Unregelmäßigkeit bzw. Gleichmäßigkeit/Ungleichmäßigkeit nicht in der Lage sind.

Baustein 5: Probleme bei der Charakterisierung von Strukturbildungen durch das Terminpaar Regelmäßigkeit/Unregelmäßigkeit offensiv konfrontieren und das Merkmal *Ähnlichkeit* als Ausweg aus dem erzeugten Konflikt anbieten.

15.1.2.3 Strukturen sind zwar einmalig, kommen aber in ähnlicher Weise abermals vor

Die nachfolgenden Darstellungen basieren auf herausgearbeiteten Kategorien, die im Kapitel 14.4.2.2 dargestellt sind. Konkret handelt es sich hierbei um die Kategorie: **G3-SG**.

(1) *Diagnose:* In ihrer Auseinandersetzung mit dem Terminus Strukturbildung stellen die Lernenden nicht nur Vergleiche innerhalb der Strukturbildungen an, sondern auch zwischen Strukturen. Hierbei kommen sie zu einer Klassifizierung, die zunächst widersprüchlich erscheint. So erklären sie, dass Strukturen grundsätzlich einmalig seien. Um ihre Ansicht zu unterstreichen, verwenden einige Befragte den Terminus Fingerabdruck zur Charakterisierung von Strukturen. Eine Struktur wie beispielsweise die Rippel komme aus ihrer Sicht exakt nicht noch einmal vor. Dennoch berichten die Befragten von

Rippelstrukturen an ganz unterschiedlichen Orten und zu ganz unterschiedlichen Zeiten. Rippelstrukturen an sich sind also nicht einzigartig, denn sie treten erneut auf. Der Widerspruch zwischen Einmaligkeit und erneutem Auftreten wird aufgelöst, wenn berücksichtigt wird, dass die Befragten zwischen einer konkreten, einmaligen Strukturbildung und zwischen der Familie/Klasse der Strukturbildung unterscheiden. Innerhalb einer Familie sind sich die Strukturbildungen ähnlich. Die Aussagen der Befragten verfügen über eine große Nähe zur fachlichen Perspektive, denn die Wahrscheinlichkeit, dass natürliche Strukturen in exakter Weise erneut auftreten ist sehr gering, indessen nicht unmöglich. Viel wahrscheinlicher ist jedoch, dass die Struktur in ähnlicher Weise erneut auftritt, so dass sie der gleichen Strukturfamilie/-klasse zugeordnet wird.

(2) *Handlungsoptionen:* Die Unterscheidung und Charakterisierung von einmaligen, konkreten Strukturen und Strukturfamilien lässt sich gut nutzen, um das Konzept der Ähnlichkeit zu vertiefen. Denn der scheinbare Widerspruch zwischen der Einmaligkeit einer Struktur und dem erneuten Auftreten von Strukturen lässt sich durch den Terminus Ähnlichkeit auflösen: Konkrete natürliche Strukturen lassen sich durchaus als einmalig und einzigartig bezeichnen, denn die Wahrscheinlichkeit ist äußerst gering, dass sie in exakter Weise abermals gebildet werden. Sie treten nicht exakt, sondern lediglich in ähnlicher Weise erneut auf. Anhand der Ähnlichkeit zwischen zwei oder mehreren konkreten Strukturen wird festgemacht, ob sie zu einer gemeinsamen Strukturfamilie gehören. So sind die am Strand befindlichen wellenartigen Strukturen auf Wangerooge im Vergleich zu denen auf Spiekeroog zwar nicht exakt gleich (also sind sie jeweils einmalig), aber sie ähneln sich insofern, als es gerechtfertigt erscheint, sie beide zu den Rippelstrukturen zu zählen. Damit grenzen sie sich von anderen Strukturen wie den Dünen ab. Dünen und Rippel erscheinen nicht ähnlich genug, um sie zu einer gemeinsamen Strukturfamilie zu zählen. Ungeachtet der Tatsache, dass sich deren Strukturfamilien auf bestimmter Ebene wiederum ähneln, da sich bei beiden um Sandstrukturen handelt.

Baustein 6: Konflikt zwischen der Einmaligkeit von Strukturen und ihrem erneuten Auftreten nach vorne stellen. Dazu die Bezeichnung *Fingerabdruck* zur Verdeutlichung heranziehen. Erneut das Merkmal der (äußeren) Ähnlichkeit anbieten, um den Konflikt aufzulösen.

15.1.3 Gebiet III: Strömungen (Erklärungen)

Im Folgenden werden die Vorstellungen der Interviewten von der Entstehung von Strömungen thematisiert. Im Interview werden hierbei zwei Teile unterschieden. Zum einen werden Strömungen im Allgemeinen behandelt und zum anderen eine spezielle Strömung (Konvektionszelle) im Versuch, der zusammen mit den Befragten durchgeführt wird. Im vorliegenden Kapitel werden die Vorstellungen, die sich aus beiderlei Daten nachzeichnen lassen, gemeinsam behandelt. Denn die speziell zum Versuch nachgezeichneten Vorstellungen lassen sich den allgemeinen Vorstellungen von Strömungen zuordnen. Sie sind gewissermaßen deren teilweise Konkretisierung. Um trotz dieser Zusammenfügung eine Verbindung zu den nachgezeichneten Vorstellungen im empirischen Kapitel herstellen zu können, sind in jedem der nachfolgenden Abschnitte entsprechende Verweise zu den allgemeinen und speziellen Erklärungsansätzen von Strömungen angegeben.

15.1.3.1 Strömungen werden durch Energie, Bewegung und Kraft angetrieben

Die nachfolgenden Darstellungen basieren auf herausgearbeiteten Kategorien, die im Kapitel 14.4.3.2 dargestellt sind. Konkret handelt es sich hierbei um die Kategorien: **G1-SG-A**, **G2-SG-S**, **G4-SG-S**.

(1) *Diagnose:* Wann immer Lernende im Interview über die Entstehung von Strömungen sprechen, kommt die Idee eines Antriebs auf, der für das Aufkommen von Dynamik unbedingt erforderlich sei. Diesbezüglich bringen die Befragten unterschiedliche Termini vor. Dazu zählen Energie, Kraft und Bewegung. Die Interviewergebnisse deuten darauf hin, dass die Interviewten in Bezug auf diese Termini Begriffe gebildet haben, die von der fachlichen Sicht abweichen. Denn Energie, Kraft und Bewegung werden fast synonym genutzt und dienen zur sprachlichen Veranschaulichung, dass für Strömungen ein Antrieb nötig sei. Häufig nennen die Befragten als Ursache von Strömungen schlicht Energie: Es müsse Energie an Luft oder Wasser übertragen werden. So komme es zu einer Strömungsbewegung. Damit geben sich bereits viele Lernende zufrieden und sehen die Entstehung von Strömungen als geklärt an. Andere Befragte präferieren in ihren Darstellungen den Terminus Kraft: So sei eine Kraft erforderlich, die auf Luft oder Wasser einwirke und so eine Strömungsbewegung verursache. Hiermit meinen die Befragten äußere Kräfte auf Materie, die für Strömungen infrage kommt; aus fachlicher Sicht handelt es sich hier um erzwungene Strömungen. Zwar lassen sich durchaus auch freie Strömungen auf (innere) Kräfte beziehen, diese Variante wird von den Lernenden jedoch nicht beschrieben. Generell zeigt sich, dass hinsichtlich freier Strömung tendenziell eher mit dem Terminus Energie und hinsichtlich erzwungener Strömungen mit dem Terminus Kraft argumentiert wird. In beiden Fällen sind aus fachlicher Sicht jedoch grundsätzlich jeweils beide Beschreibungsarten möglich. So lassen sich durchaus auch die Gezeiten mithilfe

von Energieübertragungen entschlüsseln, sodass sich zum Beispiel die gebundene Rotation zwischen Mond und Erde erklären lässt – obwohl im Fachlichen vornehmlich mit (äußeren) Anziehungskräften argumentiert wird.

In vielen Fällen gehen die Befragten von bereits in Bewegung befindlicher Materie aus, um Strömungen zu erklären. Auch hierbei nutzen sie eine Übertragungsvorstellung. So erklären sie, die Bewegung der Materie werde auf Luft oder Wasser übertragen. Als Beispiele hierfür führen sie Lebewesen an, die durch ihre eigene Bewegung Luft und Wasser verdrängen und damit in Bewegung versetzen. In Zuge dessen wird ebenfalls deutlich, dass sie von einer Verteilung/Verkettung der Bewegungsvorgänge ausgehen. Denn sie erklären, dass bereits in Bewegung befindliches Wasser weiteres Wasser in Bewegung versetze. Wasser bzw. Luft werde dadurch weitergeschoben und es entstehe eine Strömungsbewegung. Generell lässt sich festhalten, dass die Lernenden in ihren Erklärungen präferieren, Strömungsbewegungen nicht aus der Bewegungslosigkeit heraus zu erklären, sondern von einem Zustand ausgehen, in dem bereits Bewegung vorherrscht. Entsprechend fokussieren sie eher auf erzwungene Strömungen denn auf freie.

Insgesamt zeigt sich anhand der Lernendenvorstellungen eine gewisse Oberflächlichkeit bei ihren Erklärungen zur Entstehung von Strömungen. Für die Lernenden ist lediglich entscheidend, dass überhaupt Energie bzw. Bewegung auf Fluide übertragen werde oder eine Kraft wirke. Aus fachlicher Sicht kommt es allerdings auf die Unterschiede an, die sich dabei herausbilden. Hierzu zählen Gradienten von Temperatur, Konzentration oder Impulsdichte. Die Gradienten erzeugen Strömungen, die Relativbewegungen darstellen. Sie sind erst dadurch wahrzunehmen, dass es innerhalb des Wassers/der Luft oder aber zwischen Wasser/Luft und Bezugspunkten eine Relativbewegung gibt. Wird beispielsweise eine Wanne mit Wasser vorsichtig transportiert, so ist keine Strömung wahrzunehmen, obwohl sich das Wasser samt Wanne bewegt. Und auch die Dynamik der Erdrotation wird nicht wahrgenommen, weil die Erde selbst als Bezugssystem für die dortige Dynamik fungiert.

(2) *Handlungsoptionen:* Da die Lernenden auf erzwungene Strömungen fokussieren, ist mit diesen zu beginnen. Hier ist zunächst die Thematisierung von Kräften angezeigt, denn die Lernenden sprechen häufig davon, dass Strömungen durch Kräfte angetrieben werden. Diesbezüglich besteht eine Nähe zur fachlichen Sichtweise, die erzwungene Strömungen als solche Strömungen betrachtet, die durch äußere Kräfte verursacht werden. Kräfte helfen dabei, phänomenologisch recht unterschiedliche Strömungen einer gemeinsamen Ursachenkategorie zuzuordnen. So werden die Gezeiten durch die Anziehungskraft des Mondes verursacht. Die Strömungen in einem Fluss werden durch die Anziehungskraft der Erde angetrieben, da ausgehend von einem Gebirge bis zum Meer ein Höhenunterschied überwunden wird. Und auch bei Strömungen die durch elektrische Geräte (Ventilator, Pumpe) oder durch Verdrängung mit dem eigenen Körper (z. B. beim Schwimmen) verursacht werden, lassen sich Kräfte als Ursache für Strömungen anführen.

Im Anschluss wird eine Verknüpfung zwischen Bewegung und Energie genutzt, um eine energetische Perspektive einzunehmen. Hier herrscht eine Nähe zur Fachperspektive, denn auch in den Werken zur Geophysik und Geografie (z. B. Grotzinger & Jordan, 2017; Bahlburg & Breitzkreuz, 2018) werden Energiequellen für die exogene und endogene Dynamik auf der Erde intensiv diskutiert. Insbesondere die von den Befragten geäußerte Vorstellung, Bewegung werde auf Wasser bzw. Luft übertragen, lässt sich auf Bewegungsenergie umdeuten und gut als Einstieg in die Ursachen von Strömungen nutzen. Das betrifft sowohl die Übertragung der Bewegungsenergie von anderweitiger Materie auf Wasser bzw. Luft als auch die Übertragung von Bewegungsenergie von bewegtem Wasser bzw. bewegter Luft auf noch unbewegte Fluide. Auch die Wirkung von Pumpen/Ventilatoren lässt sich anhand von Energieübertragungen deuten: Die Bewegungsenergie der beweglichen Geräteteile, deren Bewegungsenergie wiederum aus elektrischer Energie stammt, wird auf das fragliche Fluid übertragen. Im Hinblick auf die Gezeiten muss der Konsistenz wegen dann auch die dortige Energieübertragung diskutiert werden: Die Bewegungsenergie des durch die Gezeiten bewegten Wassers stammt aus der Bewegungsenergie des Erde-Mond-Systems, das wegen der Energieerhaltung folglich abgebremst wird. Damit führen die energetischen Betrachtungen des Gezeitenphänomens in die Nähe des Konzepts der Gezeitenreibung, das nicht nur auf der Erde, sondern auch auf anderen Planeten eine Rolle spielt.

Ausgehend von der Bewegungsenergie lässt sich der Antrieb für Strömungen dann schließlich auf weitere Energieformen ausdehnen. Hierzu zählt insbesondere thermische Energie durch die Einstrahlung der Sonne. Anhand dessen lassen sich neben den erzwungenen Strömungen, die von den Lernenden offenbar stärker wahrgenommen werden, auch freie Strömungen thematisieren. Hierbei muss vor allem herausgestellt werden, dass es sich um die Bewegung von Wasser und Luft handelt, die aus einem Zustand der (makroskopischen) Bewegungslosigkeit heraus erfolgt. Denn in ihren Erklärungen beschreiben die Befragten in den meisten Fällen eine Situation, in der bereits eine Bewegung vorherrscht, die sich dann auf Wasser oder Luft übertrage. Dies ist zwar bei vielen beobachtbaren Strömungen tatsächlich der Fall, bei freien Strömungen allerdings nicht. Daher sind letztere nicht an den Anfang von Lehr-Lern-Angeboten zu stellen!

Zuletzt – und am weitesten von der Lernendenperspektive entfernt – kommt es darauf an, adressatengerecht zu verdeutlichen, dass die Wirkung der Energiequellen Unterschiede in Fluiden hervorruft. Hierbei lassen sich mit den Lernenden Temperaturunterschiede und auch Konzentrationsunterschiede (letzteres wegen der Verdunstung von Wasser) thematisieren. Die Konzentrationsunterschiede sollten der Einfachheit halber als Salzgehaltunterschiede im Wasser dargestellt werden. Die Unterschiede sind es, welche die Strömungen in Form von Relativbewegungen hervorbringen (Ausgleichsprinzip). Denn die gleichmäßige Übertragung von Energie an Fluide würde nicht zu einer beobachtbaren Strömung führen. An dieser Stelle kann auch bei freien Strömungen der Blick auf Kräfte gelenkt werden, um die aufkommende Bewegung zu begründen. Die Temperatur- und Salzgehaltunterschiede rufen Dichteunterschiede hervor, sodass wiederum innere Kräfte

im Fluid wirken, die selbiges in Bewegung versetzen. Durch diese Verknüpfung wird eine Symmetrie erzeugt: Bei Erzwungenen und bei freien Strömungen werden sowohl Kräfte als auch Energien betrachtet.

Im Hinblick auf erzwungene Strömungen ist der Terminus des *Impulsdichteunterschieds*, der in den fachlichen Darstellungen verwendet wird, weit von der Lernendenperspektive entfernt. Anders als Temperatur- und Salzgehaltunterschiede sind Impulsdichteunterschiede sehr abstrakt und lassen sich in Lehr-Lern-Situationen nicht thematisieren. An deren Stelle träten Strömungen, die durch Anziehungskraft bzw. eine Übertragung von Bewegungsenergie hervorgerufen werden. Bei dieser Form der Strömung breitet sich die Bewegung der Fluide innerhalb derselben aus, weil Bewegungsenergie von einem Teil des Wassers/der Luft auf andere Teile übertragen wird. Die Energie verteilt sich. Was als fachlicher Sicht als Ausgleich gilt, lässt sich für die Lernenden somit eher als *Prinzip der Verteilung* verdeutlichen. Schlussendlich wird die Bewegungsenergie durch Reibung in thermische Energie umgewandelt.

- Baustein 7:** Erzwungene Strömungen zuerst thematisieren, anschließend dann freie Strömungen.
- Baustein 8:** Strömungen sowohl unter dem Blickwinkel von Kräften als auch von Energie betrachten. Beide Perspektiven jedoch deutlich trennen. Bei erzwungenen Strömungen mit Kräften beginnen, bei freien Strömungen mit Energie.
- Baustein 9:** Bei freien Strömungen betonen, dass sie aus einem Zustand der Bewegungslosigkeit heraus entstehen können.
- Baustein 10:** Auf die Bewegungsenergie der Strömungen fokussieren, um die Frage nach den Quellen dieser Bewegungsenergien zu motivieren.
- Baustein 11:** Statt von abstrakten Konzentrationsunterschieden besser von konkreteren Salzgehaltunterschieden sprechen.
- Baustein 12:** Bei erzwungenen Strömungen das *Prinzip der Verteilung* anbringen: Bewegungsenergie verteilt sich zum einen selbst (Bewegung breitet sich aus), zum anderen wird durch Reibung Bewegungsenergie in thermische Energie umgewandelt, die sich ebenfalls in der Materie verteilt.

15.1.3.2 Strömungen entstehen, wenn Barrieren wegfallen

Die nachfolgenden Darstellungen basieren auf herausgearbeiteten Kategorien, die im Kapitel 14.4.3.2 dargestellt sind. Konkret handelt es sich hierbei um die Kategorien: **G2-SG-A**, **G5-SG-S**.

(1) *Diagnose:* Lernende bringen anhand von Alltagsbeispielen in vielen Fällen zum Ausdruck, dass Strömungen dann entstehen, wenn Barrieren entfernt werden, die Wasser bzw. Luft begrenzen. Umgekehrt ließen sich Strömungen stoppen, indem Barrieren errichtet werden, die Wasser bzw. Luft auf einen bestimmten Raumbereich beschränken.

Die Äußerungen der Befragten implizieren eine natürliche Tendenz, dass sich Wasser und Luft im zur Verfügung stehenden Raum ausbreiten und verteilen. Denn sie führen einzig das Entfernen bzw. das Hinzufügen von Barrieren an, um die Entstehung bzw. das Ausbleiben von Dynamik in Luft bzw. Wasser zu erklären. An dieser Stelle zeigt sich eine relative Nähe zwischen den Vorstellungen der Befragten und den fachlichen Konzepten. Denn die Darstellungen der Befragten erinnern an ein Prinzip der Verteilung: Auch in der Literatur (z. B. Holzner & Holzner, 2018) wird zur Unterscheidung von Festkörpern und Fluiden bisweilen angeführt, dass Flüssigkeiten sich flächenhaft im ihnen zur Verfügung stehenden Raum ausbreiten. Gase verteilen sich sogar im gesamten Raum. Ganz im Gegensatz zu Festkörpern, die ihre Form nicht verändern und sich daher auch nicht im Raum ausbreiten. Damit ergibt sich auch eine Nähe zur Erklärung von Strömungen über Konzentrationsunterschiede. Denn auch diesbezüglich wird erläutert, dass sich Stoffe mittels Diffusion oder freier Konvektion letztlich so verteilen, dass ein ausgeglichener Zustand hergestellt wird; ein Zustand ohne Konzentrationsunterschiede. Nach der Entfernung einer Barriere, die Luft bzw. Wasser eingrenzen, liegt eine ganz ähnliche Situation vor: Nun befindet sich in einem bestimmten Raumbereich Luft bzw. Wasser und in einem anderen nicht. Es liegt ein Unterschied im Raum vor. Die Fluide beginnen sich zu verteilen, sodass sich der Grad des Ausgleichs mit der Zeit erhöht, ggf. wird sogar ein ausgeglichener Zustand erreicht und in jedem Raumsegment befindet sich dann etwa die gleiche Stoffmenge Wasser bzw. Luft. Ferner kann auch noch eine tiefere Erklärungsebene herangezogen werden, die ebenfalls an die Vorstellung der Lernenden anknüpft: Sind Wasser und Luft beschränkt, dann bestehen ggf. Druckunterschiede. Diese bewirken, dass sich Wasser bzw. Luft nach Entfernen der Barriere zu verteilen beginnen. Auch hier liegt dann eine Ausgleichssituation vor, denn durch die Verteilung werden die Druckunterschiede verringert. Sie werden letztlich ausgeglichen. Hierzu passt auch eine Vorstellung, die aus den Äußerungen der Befragten bei der Auseinandersetzung mit dem Versuch zur Erzeugung einer Konvektionszelle nachgezeichnet wurde. Einige Befragte gehen hier davon aus, dass sich die Tinte im Wasser verteilen wird. Sie nehmen hierfür keinen speziellen Antrieb an, es müsse keine besondere Ursache geben, denn Tinte verteile sich natürlicherweise mit der Zeit im Wasser. Sie bleibe nicht dauerhaft als Tintentropfen im Wasser bestehen.

(2) *Handlungsoptionen:* Das von den Lernenden vorgebrachte Erklärungsprinzip, dass das Entfernen bzw. das Errichten von Barrieren Strömungen auslöst bzw. verhindert, ist noch auf einer stark beschreibenden Ebene verortet und rührt von den Alltagsbeobachtungen der Lernenden her. Allerdings lässt sich hier sehr gut an die Lernendenperspektive anknüpfen, um auf das Prinzip der Verteilung bzw. des Ausgleichs zu sprechen zu kommen. Beim Ausgleich bzw. Gleichgewichtsprinzip handelt es sich ferner ebenfalls um ein grundlegendes Schema menschlicher Wahrnehmung, das im Rahmen der Theorie des erfahrungsbasierten Verstehens von Gropengießer (2007) genannt wird. Im vorliegenden Kontext äußert sich das Streben nach Gleichgewicht wie folgt: Wann immer Flüssigkeiten, Gase oder auch gelöste Stoffe nicht gleichverteilt vorliegen und keine Barrieren vorherrschen, die sie einschränken, kommt es zu Ausgleichsprozessen und damit zu einer

Verteilung jener Fluide. Die Verteilung läuft stets freiwillig ab. Der umgekehrte Prozess hingegen muss von außen angeregt werden, z. B. durch das Verrichten von Arbeit. Ein gutes Beispiel ist das Mischen und Entmischen von zwei unterschiedlichen Produkten (z. B. zwei unterschiedliche Wandfarben, zwei Sorten Granulate etc.): Das Mischen ist sehr einfach und erfolgt in der Regel schnell. Das Entmischen hingegen ist mit großem Aufwand verbunden und dauert in der Regel länger. Genau an dieser Stelle lässt sich als Beispiel auch die Beobachtung heranziehen, die beim Versuch zur Erzeugung einer Konvektionszelle auszumachen ist: Die dort verwendete Tinte verteilt sich sogar im Wasser, wenn überhaupt kein Temperaturunterschied besteht. Die Befragten vermuteten bereits zu Beginn, dass sich die Tinte natürlicherweise mit der Zeit im Wasser verteilen werde. Hieran kann angeknüpft werden, indem das Prinzip des Ausgleichs zur Erklärung herangezogen wird. Das Prinzip der Verteilung und des Ausgleichs ist damit ein mächtiges Instrument, um in der Natur ablaufende Prozesse beschreiben und vorhersagen zu können.

An dieser Stelle bieten sich viele Differenzierungsmöglichkeiten an, durch die sehr gut auf die individuellen Voraussetzungen und das Bedürfnis nach der Tiefe der Erklärungen reagiert werden kann: Während einige schlicht das Prinzip der Verteilung bzw. des Ausgleichs kennenlernen, können die Phänomene mit anderen Lernenden noch stärker theoretisch erschlossen werden. Hier besteht die Möglichkeit, Salzgehalt und Salzgehaltunterschiede bzw. Druck und Druckunterschiede einzuführen. In beiden Fällen kann wiederum das Prinzip der Verteilung und des Ausgleichs zur Klärung herangezogen werden: Salzgehaltunterschiede gleichen sich mit der Zeit aus, die gelösten Stoffe verteilen sich. Auch Druckunterschiede bauen sich ab, die Stoffe verteilen sich im Raum. Dies ist als Druckausgleich wahrzunehmen. Sogar der Ausgleich von Temperaturunterschieden lässt sich ggf. an dieser Stelle am Beispiel eines heißen Kaffees thematisieren, der an der Luft abkühlt. In diesem Fall muss darauf eingegangen werden, dass sich die thermische Energie des Kaffees auf die Umgebung verteilt, sodass es zu einem Abbau des Temperaturunterschieds zwischen Kaffee und Umgebung kommt.

Bis zu diesem Differenzierungslevel wird Verteilung und Ausgleich schlicht als Naturprinzip geführt. Der höchste Anspruchslevel wird dann erreicht, wenn die Frage beantwortet werden soll, aus welchem Grund sich ein ausgeglichener, verteilter Zustand gegenüber einem unausgeglichene Zustand bevorzugt einstellt. Zur Beantwortung der Frage muss mit Wahrscheinlichkeiten argumentiert werden. Hier ist ein hohes Abstraktionslevel gefragt, was folglich nur für besonders interessierte Lernende geeignet ist, die ferner über relativ hohe Abstraktionsfähigkeiten verfügen und vorgebildet sind. Als hilfreiche Illustration kann auf diesem Level das im fachlichen Kapitel dargestellte Münzbeispiel herangezogen werden. Bereits anhand von zehn Münzen lässt sich sehr gut verdeutlichen, dass es für einen ausgeglichenen Zustand viel mehr Münzkombinationen gibt als für nicht ausgeglichene Zustände und die ausgeglichenen Zustände deshalb mit höherer Wahrscheinlichkeit realisiert werden. Hier besteht eine sehr große fachliche Nähe zur Entropie, die als Maß für die möglichen Kombinationen zur Realisierung eines bestimmten Zustands eingeführt werden kann. Sie ist umso größer, je mehr Kombinationen es für

einen bestimmten Zustand gibt. Fall gewünscht, lässt sich hier die Entropie einführen, allerdings verfügt der Terminus über eine Ferne zur Sicht der Lernenden.

Baustein 13: Bei freien Strömungen das *Prinzip des Ausgleichs* anbringen: Ohne weiteren äußeren Einfluss gleichen sich räumliche Dichte-, Temperatur-, Salzgehalt-, Druckunterschiede oder auch Unterschiede in der thermischen Energie mit der Zeit aus. Ausgleich ist eine natürliche Tendenz.

Baustein 14: Begründen, dass ein ausgeglichener Zustand wahrscheinlicher ist als ein unausgeglichener Zustand und er deshalb realisiert wird. Hier ist ein Münzboxbeispiel hilfreich: Dort gibt es mehr Kombinationen für gemischte (ausgeglichene) Zustände als für (unausgeglichene) Zustände, in denen alle Münzen mit Kopf oder alle Münzen mit Zahl oben liegen. Begriff der Entropie wegen der Ferne zur Lernenden-sicht nicht verwenden.

15.1.3.3 Strömungen entstehen durch Temperaturunterschiede

Die nachfolgenden Darstellungen basieren auf herausgearbeiteten Kategorien, die im Kapitel 14.4.3.2 dargestellt sind. Konkret handelt es sich hierbei um die Kategorien: **G3-SG-A, G1-SG-S, G3-SG-S, G6-SG-S, G7-SG-S**.

(1) *Diagnose:* Wegen des im Interview durchgeführten Versuchs zur Konvektionszelle konnten viele Lernendenvorstellungen nachgezeichnet werden, die sich auf Temperaturunterschiede als Antrieb für Strömungen beziehen. Dabei fällt auf, dass sich viele Lernende mit dem einfachen Prinzip zufriedengeben, dass Temperaturunterschiede Strömungen bewirken. Die Befragten sehen das Phänomen durch dieses Prinzip als geklärt an und verspüren oftmals keinen Bedarf mehr für weiterführende Erklärungen. Werden sie auf die besondere Form der Strömungsbewegung (Konvektionszelle als Kreislauf) hingewiesen, dann erweitern sie das Prinzip insofern, als durch Temperaturunterschiede Kreisläufe entstehen. Wiederum sehen sie das Phänomen durch dieses Prinzip als geklärt an. Daran ist zu erkennen, dass viele Lernende auf einer beschreibenden, nicht jedoch auf einer erklärenden Ebene argumentieren. Nur manche lassen sich kognitiv auf weiterführende Überlegungen ein, bei denen die Frage im Zentrum steht, wie das Vorhandensein von Temperaturunterschieden letztlich in eine Strömungsbewegung mündet, die sich in einem Kreislauf manifestiert.

Einige Lernende verweisen diesbezüglich auf das Prinzip, Luft/Wasser mit höherer Temperatur steige gegenüber Luft/Wasser mit geringerer Temperatur auf. Damit ist eine relative fachliche Nähe gegeben, die sich gut nutzen lässt, um daran das Prinzip der Dichte zu erläutern, die sich mit der Temperatur des jeweiligen Fluids verändert. Es gibt im Interview durchaus einige Lernende, die das Konzept der Dichte selbstständig heranziehen und somit auf eine tiefere Erklärungsebene vordringen. Sie erläutern, dass die Dichte von Wasser/Luft mit höherer Temperatur kleiner sei als von Wasser/Luft mit niedrigerer

Temperatur. Große Probleme bereitet ihnen hierbei allerdings die Dichteanomalie des Wassers. Denn im Versuch wurde zur Kühlung Eis eingesetzt, das auf der Wasseroberfläche schwimmt. Aus der Beobachtung folgern die Lernenden, Eis besitze eine geringere Dichte als das wärmere Wasser. Da sie aber eine lineare Dichteabhängigkeit von der Temperatur vermuten, steht diese Beobachtung im Widerspruch zu dem von ihnen zunächst aufgestellten Erklärungsprinzip (Je kälter, desto höher die Dichte). Es liegt ein Konflikt vor. Daher schwanken ihre Erklärungen zur Dichte: mal erläutern sie, wärmeres Fluid sei dichter als kälteres Fluid und mal sei es weniger dicht. Dies macht ihre Darstellungen inkonsistent. Es gibt allerdings auch einige Befragte, die Strömungen durch Temperaturunterschiede ohne das Konzept der Dichte zu erklären versuchen und sich so diesem Konflikt entziehen. Hierbei nehmen sie die mikroskopische Ebene in den Blick. Die Lernenden geben zu Protokoll, dass sich die zugrundeliegenden Teilchen im warmen Wasser schneller bewegen als im kalten Wasser. Hierdurch komme es zu einer Bewegung, die sich ausgehend vom warmen Wasser ausbreite. Es zeigt sich, dass die Lernenden in ihren Ausführungen immer wieder Teile von Erklärungen heranziehen, die aus fachlicher Sicht zueinander in einem engen Zusammenhang stehen, was die Lernenden jedoch nicht erkennen. So bedeuten unterschiedliche Temperaturen im Fluid eine unterschiedliche Schnelligkeit der zugrundeliegenden Teilchen. Dies wiederum führt zu unterschiedlichen mittleren Massen in einem Normvolumen und damit zu unterschiedlichen Dichten.

Zusätzlich werden aber auch Erklärungen vorgebracht, die der fachlichen Sicht fernstehen. So interpretieren manche Befragte die Bewegung beim Vorhandensein von warm und kalt als Resultat von Abstoßungseffekten durch das warme Wasser bzw. von Anziehungseffekten durch das kalte Wasser. Und auch Wind wird u. a. nicht dadurch erklärt, dass jener sich durch die Temperaturunterschiede der Luftmassen bildet, sondern erst als Reaktion auf das Zusammentreffen von warmer und kalter Luft.

(2) *Handlungsoptionen:* Die Interviews verdeutlichen, dass das Prinzip *Temperaturunterschiede bewirken eine Strömung* der Sichtweise der Lernenden entspricht. In Lehr-Lern-Situationen kann daher mit diesem, noch auf einer beschreibenden Ebene gelagerten Prinzip an die Perspektive der Lernenden angeknüpft werden. Dieses Prinzip verfügt noch über eine große Nähe zur direkten Beobachtung, sodass kein großes Abstraktionsvermögen erforderlich ist, um es nachvollziehen zu können. Im Sinne einer Differenzierung handelt es sich bei diesem Prinzip deshalb um das Level mit dem geringsten kognitiven Anspruch. Sind weiterführende Informationen erwünscht, z. B. aus welchem Grund Temperaturunterschiede zu einer solch spezifischen Bewegung im Wasser führen, dann ist von einer beschreibenden auf eine stärker erklärende Ebene überzugehen: Es lässt sich verdeutlichen, dass die Dichte von flüssigem Wasser (oberhalb des Dichteminimums bei 4 °C) mit zunehmender Temperatur abnimmt. Damit wird gezeigt, dass Temperaturunterschiede und Dichteunterschiede im Wasser zusammenhängen. Beim Medium Luft lässt sich nach dem gleichen Muster ein Zusammenhang zwischen dem Luftdruck und der Lufttemperatur herstellen. Auch hier sind Temperaturunterschiede für Luftdruckunterschiede ursächlich. Die Verknüpfung von Temperatur mit Dichte bzw. Druck erfordert

bereits ein höheres Abstraktionslevel und ist daher nicht für alle Lernenden geeignet. Es ist jedoch ggf. sinnvoll, die Zusammenhänge zwischen Temperatur und Dichte bzw. Druck zu klären. Denn ansonsten könnte für Lernende der Eindruck entstehen, dass die verschiedenen Erklärungsansätze (Strömungen durch Druckunterschied, Dichteunterschied oder Temperaturunterschied) in Konkurrenz stehen und nur einer dieser Unterschiede für die Erklärung von Strömungen tatsächlich fachlich angemessen ist.

Der höchste Schwierigkeitsgrad wird für die Lernenden dann erreicht, wenn zusätzlich geklärt werden soll, wie Temperaturunterschiede zu Druck- bzw. zu Dichteunterschieden führen. Um dies zu entschlüsseln, ist die mikroskopische Ebene zu betrachten, wie sie bereits von einigen Lernenden im Zuge der Versuchsdiskussion herangezogen wurde. Entscheidend ist das Prinzip, dass die Schnelligkeit der zugrundeliegenden Teilchen mit steigender Temperatur zunimmt. Die Lernenden nutzen dieses Prinzip im Interview auch, allerdings lediglich, um zu verdeutlichen, dass überhaupt eine Bewegung im Bassin entsteht. Es gelingt ihnen jedoch nicht, damit die spezifische Bewegung des Wassers (Kreislauf) zu entschlüsseln. Daher wäre hier angezeigt, sie mit diesen Grenzen ihres Erklärungsansatzes zu konfrontieren. Auf Basis der hierdurch hervorgerufenen Irritation lässt sich ein Erklärungsansatz anbieten, der das Prinzip der schnelleren Teilchenbewegung von wärmerem Wasser/wärmerer Luft mit dem Konzept von Dichte- bzw. Druckunterschieden verknüpft: Bewegen sich Teilchen schneller, dann verfügen sie über eine höhere Reichweite. Ihr Abstand voneinander vergrößert sich. Folglich befinden sich bei wärmerem Wasser dann im Mittel in einem fixen Raumvolumen weniger Wasserteilchen als bei kälterem Wasser. Da die Anzahl der Teilchen in einem fixen Raumvolumen die dort vorhandene Masse bestimmt, verändert sich also die Dichte des Wassers mit der Temperatur; sie sinkt bei zunehmender Temperatur. Auch Druckunterschiede lassen sich durch die temperaturabhängige Bewegung der zugrundeliegenden Teilchen entschlüsseln. Bewegen sich die Teilchen schneller, stoßen sie intensiver mit ihrer Umgebung und auch mit den Grenzen eines gedachten, fixen Raumvolumens. Diese Intensivierung der Stöße ist auf der Makroebene als Druckerhöhung wahrzunehmen.

Durch die vorgestellten Handlungsoptionen werden die Erklärungen der Lernenden stets dafür genutzt, auf die vorhandenen Unterschiede (Temperatur, Druck bzw. Dichte) im Wasser bzw. in der Luft zu verweisen. Hierdurch ist es auch in diesem Vorstellungsbe- reich möglich, das Prinzip des Ausgleichs einzusetzen. Strömungen sind ein phänomeno- logischer Ausdruck von Ausgleichsprozessen. Somit kann das Prinzip des Ausgleichs und der Verteilung als mächtiges Erklärungsinstrument zur Entschlüsselung und Vorhersage von Strömungen profiliert werden.

Im Hinblick auf die fachlich nicht angemessenen Vorstellungen der Lernenden sind kon- frontative Strategien einzusetzen. Dass warmes Wasser einen Abstoßungseffekt, kaltes hingegen einen Anziehungseffekt verursacht, ist bei der Betrachtung der vollständig aus- gebildeten Konvektionszelle nicht haltbar. Denn weil es sich um einen Kreislauf handelt, fließt Wasser sowohl von warm zu kalt als auch von kalt zu warm. Gäbe es lediglich

Abstoßungs- bzw. Anziehungseffekte durch warmes bzw. kaltes Wasser, wäre der Kreislauf nicht möglich. Auch ihre Erklärungsansätze zur Entstehung von Wind sind inkonsistent. Denn sie führen aus, dass Wind erst beim Aufeinandertreffen von warmen und kalten Luftmassen entstehe. Diese Erklärung erinnert an eine Art chemische Reaktion, bei der die warmen und kalten Luftmassen als zwei Reaktanden fungieren, die aufeinandertreffen und reagieren, sodass dadurch etwas Neues gebildet wird. Allerdings nehmen die Befragten bereits an, dass sich die warmen bzw. kalten Luftmassen aufeinander zubewegen. Sie gehen also von einer Luftbewegung aus, um damit eine sich bildende Luftbewegung zu erklären, fallen damit also einem Zirkelschluss anheim. Deshalb müssen die Lernenden in einer Lehr-Lern-Situation ggf. aufgefordert werden, die ursprüngliche Luftbewegung zu erklären, die es ihrer Meinung nach ermöglicht, dass die warmen und kalten Luftmassen aufeinandertreffen.

- Baustein 15:** Bei freien Strömungen auf Temperaturunterschiede fokussieren. Hier-von ausgehend Dichte- bzw. Druckunterschiede erarbeiten. Dann in al-len Fällen das *Prinzip des Ausgleichs* anbringen.
- Baustein 16:** Die Dichteanomalie des Wassers thematisieren, falls in einem Versuch oder in einer Erklärung neben flüssigem Wasser auch Eis vorkommt.
- Baustein 17:** Versuch zur Bildung einer Konvektionszelle einbinden, denn durch die Ausbildung eines Kreislaufs lässt sich die Lernendenvorstellung kon-frontieren, es gäbe Abstoßungs- bzw. Anziehungseffekt zwischen kal-tem und warmem Wasser.

15.1.3.4 Strömungen entstehen durch Gezeiten

Die nachfolgenden Darstellungen basieren auf herausgearbeiteten Kategorien aus dem Kapitel 14.4.3.2. Konkret handelt es sich hierbei um die Kategorie: **G4-SG-A**.

(1) *Diagnose:* Ist von Strömungen an den Küsten die Rede, besitzt das Phänomen der Gezeiten eine sehr hohe Prävalenz im Interview. Beinahe alle Interviewten kommen re-gelmäßig darauf zu sprechen, dass Strömungen an der Küste *durch* die Gezeiten hervor-gerufen. Dies ist insofern nachvollziehbar, als alle Befragten aus dem Nordwesten Nie-dersachsens stammen und daher in der Regel mit der Küste vertraut sind. Bei ihren Er-klärungen zu den Gezeiten ist allerdings oftmals eine Unschärfe auszumachen, denn die Lernenden erklären, dass Strömungen *durch* die Gezeiten verursacht werden und verwen-den den Terminus Gezeiten quasi als Ursache für die an der Küste aufkommenden Strö-mungen. Aus fachlicher Sicht besitzt der Begriff der Gezeiten lediglich beschreibenden, nicht jedoch erklärenden Charakter: Die Gezeiten *sind* eine Wasserströmung. Der Gezei-tenbegriff taugt daher nicht, um eine Wasserströmung zu erklären, sondern nur, um sie zu kategorisieren. Um eine Erklärung herauszuarbeiten, muss der fachliche Gezeitenbe-griff aufgebohrt werden. Er bedeutet, dass es sich um eine besondere Form einer Was-serströmung handelt, die durch die Anziehung zwischen Erde und Mond hervorgerufen wird, während sich Erde und Mond um einen gemeinsamen Schwerpunkt bewegen (Re-volution) und die Erde sich zugleich um ihre eigene Achse dreht (Rotation). Werden die

Probandinnen und Probanden im Interview aufgefordert zu erklären, wie die Gezeiten zustandekommen, dann nennen sie schlichtweg den Mond oder auch die Mondphasen. Der Mond sei für die Entstehung der Gezeiten verantwortlich. Wie genau jedoch das Vorhandensein des Mondes eine Strömung auf der Erde verursacht, kann von den Befragten nicht konsistent erläutert werden. Es werden immer nur Stichworte benannt, eine Argumentationskette wird hingegen nicht aufgebaut. Es kann resümiert werden, dass die Sicht der Befragten nicht grundsätzlich von der fachlichen Sicht abweicht. Das liegt allerdings nur daran, dass die Erklärungen der Befragten so oberflächlich sind, dass wenig Raum für fachlich Falsches besteht. Außerdem herrschen begriffliche Unschärfen vor und die fachlichen Elemente, die es braucht, um Gezeiten zu entschlüsseln, sind nur bruchstückhaft vorhanden.

(2) *Handlungsoptionen:* Die Gezeiten eignen sich sehr gut, um Strömungen mit Lernenden zu thematisieren. Denn zum einen kommen die Befragten sehr häufig auf sie zu sprechen, wodurch davon ausgegangen werden kann, dass sie Gezeiten als typische Variante eines Strömungsphänomens ansehen (Auswahlstichprobe). Und zum anderen handelt es sich bei den Gezeiten um ein sehr gut wahrzunehmendes dynamisches Phänomen. Denn wie in Kapitel 13.3.1 erläutert, gibt es Phänomene, die nur aus wissenschaftlicher Sicht als dynamisch gelten, weil deren Ausmaße und Dauer sehr weit von den üblicherweise als dynamisch empfundenen Phänomenen abweichen (z. B. Gesteinskreislauf). Die Gezeiten hingegen passen sehr gut zur Alltagsvorstellung von Dynamik, weil sie mit einer zwölfstündigen Periodizität auftreten und die Wirkung an der Küste sehr gut wahrzunehmen ist. Sie sind daher ein Phänomen des Alltags an der norddeutschen Küste.

Die im Zuge der Gezeiten hervorgerufenen Tidenströmungen lassen sich daher in Lehr-Lern-Situationen über die physikalische Dynamik an der Küste als Prototyp für Strömungen nutzen. Hierbei sind allerdings nicht die zwei Flutberge entscheidend. In vielen didaktischen Strukturierungen werden die Entstehung der Gezeiten und die Entstehung von zwei Flutbergen gleichgesetzt. Auf die zwei Flutberge muss man allerdings erst zu sprechen kommen, wenn eine globale Perspektive eingenommen wird. Aus einer lokalen Perspektive heraus, handelt es sich bei den Gezeiten lediglich um das periodische Kommen und Gehen von Wasser an der Küste. Als Ausdruck einer Differenzierung kann zunächst diese lokale Sicht auf die Gezeiten eingenommen werden. Um an die Vorstellungen der Lernenden anzuknüpfen, muss auf jedem Level der Differenzierung explizit auf den Mond als Verursacher der Gezeiten eingegangen werden. Hierzu lässt sich ganz im Sinne der Handlungsoptionen zur Vorstellung (Kapitel 15.1.3.1) einen Blick auf die Energiebilanzen werfen. Es steht die Frage im Raum, woher bei den Gezeiten die Bewegungsenergie des Wassers stammt. Diese Frage lässt sich über das Phänomen der Gezeitenreibung beantworten. Durch die Anziehung zwischen Erde und Mond wird die Bewegungsenergie der Himmelskörperbewegungen auf das Wasser übertragen. Die Himmelskörper werden dadurch tatsächlich minimal langsamer.

Auf einem höheren Differenzierungslevel lässt sich diese Sicht erweitern, indem auf die zwei Flutberge und Ebbetäler fokussiert wird. Erneut wird dabei die Wirkung des Mondes zur Erklärung herangezogen. Es ist empfehlenswert, einzig auf die Anziehung zwischen Erde und Mond zu verweisen, um die Flutberge zu entschlüsseln. Denn die Anziehung sorgt für eine Verzerrung des Wasserfilms auf der Erde, sodass zwei Flutberge und zwei korrespondierende Ebbetäler entstehen. Diese sind wegen der Erdrotation nicht ortsfest, sondern relativ zur Erdoberfläche dynamisch. Fliehkräfte werden bei dieser Erklärungsweise lediglich benötigt, um die Stabilität des Erde-Mond-Systems zu erklären.

Mit Blick auf die Erklärung der Befragten, dass die Gezeiten durch Mondphasen hervorgerufen werden, muss eine solare Perspektive auf die Gezeiten eingenommen werden. Denn die Mondphasen korrelieren mit dem Auftreten von Spring- und Nipptiden: Je nach Position von Sonne, Erde und Mond zueinander verstärken sich deren Anziehungskräfte, und damit deren verzerrende Wirkung auf den Wasserkörper der Erde, oder sie konkurrieren. Vollmond und Neumond bedeuten eine relative Position der Himmelskörper zueinander, in der sich die Anziehungskräfte verstärken. Bei Halbmond liegt eine Position vor, in der die Anziehungskräfte konkurrieren. An der Behandlung und Entschlüsselung der Spring- und Nipptiden lässt sich deutlich machen, dass Mondphasen und Gezeiten lediglich korrelieren, nicht jedoch in einem kausalen Zusammenhang stehen. Die Mondphasen sind, unter dem Blickwinkel der Gezeiten, als Begleitphänomen der Position zwischen Sonne, Erde und Mond zu deuten. Weil in diesem Fall Sonne, Erde und Mond gleichzeitig betrachtet werden, handelt es sich um das anspruchsvollste Level der Differenzierung.

- Baustein 18:** Gezeiten in Form von Tidenströmungen in die Thematisierung erzwungener Strömungen integrieren. Denn dadurch werden sie zum einen entmystifiziert und zum anderen der starke Fokus der Lernenden auf die Gezeiten relativiert, da verdeutlicht wird, dass es sich bei den Gezeiten auch nur um ein Strömungsphänomen handelt.
- Baustein 19:** Den Gezeitenbegriff klären, damit deutlich wird, dass Tidenströmungen nicht *durch* Gezeiten entstehen, sondern Gezeiten sind. Unter der energetischen Perspektive auf erzwungene Strömungen und das Phänomen der Gezeitenreibung fokussieren.
- Baustein 20:** Soll den Gezeiten doch mehr Raum bei der Thematisierung gegeben werden, ist eine Differenzierung angezeigt, die von lokalen, über globale bis hin zu solaren Betrachtungen des Gezeitenphänomens reicht (s. Ausführungen im obigen Text).

15.1.3.5 Strömungen entstehen durch Höhenunterschiede

Die nachfolgenden Darstellungen basieren auf herausgearbeiteten Kategorien aus dem Kapitel 14.4.3.2. Konkret handelt es sich hierbei um die Kategorie: **G5-SG-A**.

(1) *Diagnose:* Zwischen der Erde selbst und der auf ihr befindlichen Materie herrscht eine gegenseitige Anziehung, die mit der Masse der jeweils betrachteten Materie skaliert. Die vorhandene Wechselseitigkeit der Anziehungskraft ist im Alltag jedoch in der Regel nicht erfahrbar, denn die Masse der Erde und die Masse eines üblicherweise betrachteten Objekts auf der Erde unterscheiden sich sehr stark voneinander. Wegen der dadurch resultierenden Asymmetrie scheint es so, als übe lediglich die Erde eine Anziehung auf die auf der Erde befindlichen Objekte aus und erfahre selbst keine Anziehung. Deshalb bildet sich im Alltag hinsichtlich der Erdanziehung eine Vorstellung heraus, die auf dem Prinzip basiert, dass alle Objekte stets nach unten fallen; wenn die Möglichkeit zu einer solchen Fallbewegung besteht. Dieses Prinzip setzen die Befragten im Interview ebenfalls ein, um das Auftreten von Strömungen zu erklären. Sie geben zu Protokoll, Wasser sei stets bestrebt, sich zu einem tiefergelegenen Ort zu bewegen. Diese Bewegung äußere sich in einer Strömung. So fließe Wasser strömend von einem Berg hinunter oder nach Öffnen des Waschbeckenstöpsels in den tieferliegenden Abfluss. Fachlich gesehen sind die genannten Beispiele eine Subkategorie von erzwungenen Strömungen, wenn unter erzwungenen Strömungen Fluidbewegungen verstanden werden, die durch äußere Kräfte hervorgerufen werden. In allen genannten Fällen handelt es sich bei der äußeren Kraft um die Erdanziehungskraft.

(2) *Handlungsoptionen:* In einer künftigen Lehr-Lern-Situation lassen sich die Vorstellungen von Tidenströmungen und die Vorstellungen von Strömungen, die durch Höhenunterschiede hervorgerufen werden, gut miteinander verknüpfen. Denn es existiert eine strukturelle Ähnlichkeit, da beiderlei durch gravitative Anziehung hervorgerufen werden: durch die Anziehung des Mondes bzw. die Anziehung der Erde. Genau wie auch bei den Gezeiten kann eine energetische Perspektive auf die Strömungen eingenommen werden. Die Bewegungsenergie stammt aus der potentiellen Energie, deren Wert sich bei der Bewegung des Wassers im Gravitationsfeld ändert. Bei der Bewegung zu einem tiefergelegenen Ort wird potentielle Energie in Bewegungsenergie umgewandelt. Ein gutes Beispiel sind Flussströmungen, denn Wasser dringt von Gebirgen über Flüsse bis hin zum tieferliegenden Meer. Das Prinzip, dass Anziehungskräfte Strömungen auslösen können, ist hierbei also nicht nur ein Phänomen an sich, sondern ein ganzer Phänomenbereich.

Baustein 21: Die Lernendenvorstellung – Strömungen entstehen durch Höhenunterschiede – auf die Wirkung der Erdanziehungskraft umdeuten und am Beispiel von Flussströmungen phänomenologisch verdeutlichen.

15.1.3.6 Wirbel entstehen, wenn Strömungen aneinander abprallen

Die nachfolgenden Darstellungen basieren auf herausgearbeiteten Kategorien aus dem Kapitel 14.4.3.2. Konkret handelt es sich hierbei um die Kategorie: **G6-SG-A**.

(1) *Diagnose:* Wie an der Auseinandersetzung mit der Vorstellung von Kollektivität zu erkennen ist, sehen manche Befragte Strömungen als Bewegungen an, die stets in dieselbe Richtung verlaufen. Andere hingegen sehen eine Strömung auch dann noch als gegeben

an, wenn sich die Richtung verändert. Die Veränderung der Richtung muss hierbei allerdings kollektiv erfolgen. Ein Paradebeispiel, das von den Interviewten diesbezüglich genannt wird, ist der Wirbel. Die Befragten erklären die Entstehung eines Wirbels auf Basis von zwei Strömungen, die aufeinandertreffen. Beim Aufeinandertreffen, so die Lernenden, käme es zu einem Abprallen beider Strömungen und zu einem Eindrehen, sodass sich eine wirbelhafte Erscheinung im Wasser ausbilde. Diese konkrete Vorstellung gehört zu einer Oberkategorie von Vorstellungen, die im Kern darauf basieren, dass zwei Kontraste, zwei Unterschiedlichkeiten aufeinandertreffen und dadurch ein Phänomen auftritt. Die Befragten machen im Interview sehr pointiert deutlich, dass stets etwas passiere, wenn etwas Kaltes und etwas Warmes aufeinandertreffen. Dem ist zu entnehmen, dass die Lernenden vorherrschenden Kontrasten bzw. Unterschiedlichkeiten, die sich räumlich sehr nah sind, ein hohes Erklärungspotenzial für die Entstehung von Phänomenen einräumen. Sie verfolgen hier also oftmals eine lokale Argumentation. Dies mündet hierbei sowohl in fachlich angemessene als auch fachlich unangemessene Erklärung. Eine fachlich unangemessene Erklärung herrscht bisweilen beim elektrischen Strom vor: Manche Lernende gehen davon aus, dass aus den mit + und – gekennzeichneten Anschlüssen jeweils entsprechende Ströme emittiert werden, die dann im Verbraucher zusammentreffen, sodass aus der Reaktion beider Ladungsträger heraus beispielsweise ein technisches Gerät betrieben werden kann (vgl. Duit, 2007b, S. 584; vgl. Grob, Rhöneck & Völker, 1993, S. 160). Fachlich konsistente Vorstellungen dieser Art (die jedoch nicht weit genug führen) werden durch Literatur der Meteorologie angeregt: So ist häufig davon die Rede, dass warme Luft- und Wassermassen aufeinandertreffen und in der Folge Unwetter (Gewitter, Stürme etc.) hervorgerufen werden. Zur Erinnerung: Es wurde nachgezeichnet (z. B. J4A-SG-A3), dass die Befragten sich Wind teilweise so erklären, dass dieser erst durch ein Aufeinandertreffen von warmen und kalten Luftmassen entstehe.

Selbst bei den Vorstellungen, die noch als fachlich angemessen gelten dürfen, ist gut zu erkennen, dass die Erklärungen nicht weit genug führen. Die Befragten geben sich meist mit dem Benennen der Unterschiedlichkeiten bzw. der Kontraste zufrieden. Es werden lediglich die Situation und die Akteure beschrieben. Dann resultiere schlichtweg das zu erklärende Phänomen. Es bleibt allerdings die Frage im Raum, wie allein das Aufeinandertreffen von warm und kalt bzw. von unterschiedlichen Strömungen etc. solch spezifische Phänomene wie Gewitter, Wirbel etc. hervorrufen können, welche Wirkmechanismen also ablaufen. Fachliche Nähe besteht hinsichtlich dieser Lernendenvorstellungen zum einen zu Ausgleichsprozessen, da in allen Fällen jeweils zwei Kontraste vorliegen. Zum anderen bestehen Anknüpfungsmöglichkeiten zu Kelvin-Helmholtz-Instabilitäten, mit denen sich sowohl Wasserwellen als auch Wirbelerscheinungen entschlüsseln lassen. Denn diesbezügliche Erklärungen basieren auf dem Vorhandensein zweier Strömungen, die sich in ihrer Geschwindigkeit oder der Dichte des strömenden Mediums unterscheiden, sodass eine Grenzschicht vorherrscht, die durch Fluktuationen gestört wird, wodurch selbstorganierte Wirbelphänomene initiiert werden.

(2) *Handlungsoptionen*: Es bietet sich an, an die Vorstellungen der Lernenden anzuknüpfen. Damit ist gemeint, dass die Kontraste, die Unterschiede als Ursache für die Entstehung von Strömungsphänomenen in den Vordergrund gerückt werden. Hierbei lassen sich jeweils vielfältige Beispiele heranziehen, insbesondere Temperaturunterschiede oder Druckunterschiede bei der Bildung von Gewittern bzw. von Unwettern im Allgemeinen. Mit Blick auf wirbelhafte Erscheinungen müssen zwei Strömungen in den Blick genommen werden, die – in zwei Schichten gedacht – mit unterschiedlicher Geschwindigkeit oder unterschiedlicher Dichte aneinander vorbeiströmen. Auf Grundlage weiterer Beispiele lässt sich herausarbeiten, dass die Unterschiede für die Entstehung der jeweiligen Phänomene notwendig sind. Bis hierhin entspricht dies den Vorstellungen, die von den Lernenden im Interview geäußert wurden. Sie sehen die Phänomene allerdings bereits jetzt schon als entschlüsselt an. Deshalb muss Wert darauf gelegt werden, noch etwas weiterzudenken: Die jeweiligen Unterschiede müssen die Möglichkeit haben, sich ausgleichen zu können. Diese Möglichkeit wird durch das Aufeinandertreffen zwischen warmen und kalten Luft- bzw. Wassermassen realisiert. Mit Blick auf die Grenzschicht zwischen zwei Strömungen besteht noch keine Möglichkeit zum Austausch. Hier sind die Störungen in der Grenzschicht entscheidend, welche die Wirbelbildung initiieren. Denn durch die Störung der Grenzschicht besteht eine Möglichkeit zum Austausch zwischen beiden Schichten. Es kommt zu Ausgleichsprozessen, denn beim Aufeinandertreffen werden die einstmals vorhandenen Unterschiede dynamisch reduziert/abgebaut. Die auftretenden Phänomene sind damit ein phänomenologischer Ausdruck des Ausgleichsbestrebens. Denn ohne den Prozess des Ausgleichs würden die jeweiligen Unterschiede bestehen bleiben und nebeneinander existieren, sodass es keine Ursache für eine auftretende Dynamik gäbe. Die Vorstellungen von der Entstehung von Wirbeln lässt sich also als geeigneter Zugang wählen, um mithilfe des Ausgleichsprinzips zu argumentieren. Daran wird deutlich, dass die Unterschiede (zwischen Temperatur, Strömungsgeschwindigkeit etc.) nur den Beginn einer konsistenten Erklärung darstellen, nicht aber das Ende einer Erklärung.

Ob mit Ausgleichsprinzip oder ohne: Es bleibt die Frage offen, wie Unterschiede in der Temperatur bzw. in den Strömungsgeschwindigkeiten zu solch spezifischen Phänomenen führen können wie die auftretenden Wasserwirbel. Um dies zu klären, muss fachlich tiefer gedacht werden. Dies bedeutet einen höheren kognitiven Anspruch, sodass diesbezüglich gute Möglichkeiten der Differenzierung bestehen: Während mit dem einen Lernenden lediglich die Unterschiede thematisiert werden, die sich ausgleichen und in die entsprechenden Phänomene münden, kann mit dem anderen Lernenden näher auf die Prozesse während des Ausgleichs eingegangen werden. Insbesondere muss bei der Wirbelbildung die Grenzschicht thematisiert werden, die durch zufällige Fluktuationen gestört wird. Diese Störungen verstärken sich daraufhin selbst, was in eine selbstorganisierte Wirbelbildung mündet. Genau an dieser Stelle ist ein Übergang zwischen Strömungen und Strukturbildungen geschaffen. Denn Wirbel sind beides. Ihre spezifische Struktur, die sich stark von Strömungen in einer Richtung abgrenzt, lässt sich nicht allein mit dem Prinzip des Ausgleichs entschlüsseln. Hier bedarf es Prozesse, die auf Selbstverstärkung

und Selbstbeschränkung basieren. Beiderlei werden im Rahmen der Vorstellungen im nachfolgenden behandelt, die sich explizit auf Strukturbildungen beziehen.

Baustein 22: Anhand eines Wirbels verdeutlichen, dass es Phänomene gibt, die sich sowohl zu Strömungen als auch zu Strukturbildungen zählen lassen.

Baustein 23: Wirbel thematisieren, um zu verdeutlichen, dass minimale Fluktuationen (hier: in der Grenzschicht) als Keim für Strukturbildungen fungieren. Analogie zur Entstehung von Wellen herstellen.

Baustein 24: Unterstreichen, dass schon das alleinige Vorhandensein von Unterschieden (Temperatur, Dichte etc.) zu Strömungen führt. Es kommt nicht erst zu einer Strömung, wenn Wasser bzw. Luft mit jenen Unterschieden aufeinandertreffen.

15.1.4 Gebiet IV: Strukturbildungen (Erklärungen)

Im Folgenden werden die Vorstellungen der Interviewten von der Entstehung von Strukturbildung thematisiert. Im Interview wurden hierbei zwei Teile unterschieden: Zum einen wurden Strukturbildungen im Allgemeinen behandelt und zum anderen eine spezielle Strukturbildungen (granulare Strukturen) im Versuch, der zusammen mit den Befragten durchgeführt wurde. Im vorliegenden Kapitel werden die Vorstellungen, die aus beiden Datenbereichen nachgezeichnet wurde, gemeinsam behandelt. Denn die speziell zum Versuch nachgezeichneten Vorstellungen lassen sich den allgemeinen Vorstellungen von Strukturbildungen zuordnen. Sie sind gewissermaßen deren Konkretisierung. Um trotz dieser Zusammenfügung eine Verbindung zu den nachgezeichneten Vorstellungen im empirischen Kapitel herstellen zu können, sind in jedem der nachfolgenden Unterkapitel entsprechende Verweise zu den allgemeinen und speziellen Erklärungsansätzen von Strukturbildungen angegeben.

15.1.4.1 Strukturen entstehen, weil ein Bauplan umgesetzt wird

Die nachfolgenden Darstellungen basieren auf herausgearbeiteten Kategorien, die im Kapitel 14.4.4.2 dargestellt sind. Konkret handelt es sich hierbei um die Kategorien: **G1-SR-A**, **G2-SR-A**.

(1) *Diagnose:* Sollen Lernende in den Interviews die Bildung von Strukturen erklären, dann beziehen sich zunächst stets auf Strukturen, die bewusst von Menschen hergestellt werden. Denn die diesbezügliche Erklärung ist denkbar einfach: Menschen sind der Lage, durch ihre ordnende Intelligenz Strukturen bewusst zu erschaffen. Hierzu zählen beispielsweise die Pflasterung einer Auffahrt, das Anordnen von Pflanzen im Garten oder auch das Erstellen eines Arbeitsplans: Menschen erschaffen zur Erzeugung jener Strukturen einen gedanklichen Bauplan/Ablaufplan und arbeiten ihn ab. Eine ähnliche Erklärung wird von Lernenden mit Blick auf den strukturierten Aufbau von Lebewesen eingesetzt. Sie erklären, dass die DNA einen Bauplan beinhalte, auf dessen Grundlage sich die dort vorangelegten Strukturen entwickeln. So würden Pflanzen und Tiere nach festgelegtem Muster wachsen und gedeihen. Im Vergleich mit der fachlichen Perspektive zeigt

sich eine gewisse Oberflächlichkeit beim Blick der Lernenden auf Strukturen. Denn auch gesetzt den Fall, dass ein Bauplan in der DNA enthalten sei, der dann abgearbeitet werde, stellt sich die Frage, wie denn überhaupt der Bauplan innerhalb der DNA (ebenfalls eine Struktur) entstanden ist und wie die zur Umsetzung des Plans nötigen Prozesse in einer strukturierten Weise ablaufen. Daran ist zu erkennen, dass das Argument, ein Plan werde abgearbeitet, nur eine scheinbare Erklärung für die Ausbildung von Strukturen darstellt. Die Erläuterungen der Lernenden machen auch in Bezug auf Strukturen in der unbelebten Natur oftmals deutlich, dass sie deren Auftreten nicht als besonders und damit nicht als erklärenswert erachten. Die Strukturen bilden sich schlicht, dies sei von der Natur so vorgeesehen.

(2) *Handlungsoptionen:* Die nachgezeichnete Vorstellung lässt sich gut mit einem der Merkmale von Strukturen zusammendenken, das von den Lernenden im ersten Interview vorgebracht wurde. Dabei handelt es sich um die Unterscheidung in künstliche, bewusst durch den Menschen verursachte Strukturen (fremdorganisiert) und in Strukturen, die ohne den direkten Einfluss des Menschen in der unbelebten Natur entstanden sind (selbstorganisiert). Da sich die Lernenden bewusst erzeugte, fremdorganisierte Strukturen gut vorstellen können, weil sie jene schon einmal selbst erzeugt haben und daher deren Ursache leicht benennen können, können solche Strukturen in einer Lehr-Lern-Situation ganz bewusst an den Anfang gestellt werden. Dadurch lassen sich die Charakteristika, die Merkmale von Strukturbildungen (z. B. Ähnlichkeit, Unterscheidung zwischen konkreter Struktur und Strukturklasse) an bekannten und naheliegenden Beispielen herausarbeiten. Die Auseinandersetzung kann dahingehend kulminieren, dass die Fragestellung aufgeworfen wird, wie denn die anderen, selbstorganisierten Strukturbildungen gebildet werden. Denn jene werden nicht durch einen äußeren Einfluss bewusst erschaffen. Sie bilden sich auch, wenn kein Mensch in der Nähe ist, der etwaige Prozesse der Strukturbildung steuern könnte. An dieser Stelle bieten sich einer Lehr-Lern-Situation zwei Optionen: Zum einen lassen sich Strukturen in der belebten Umwelt thematisieren. Dazu gehören Pflanzen oder auch die Muster auf Tieren, die von vielen Lernenden als Strukturen benannt werden. Hier ist wahrscheinlich, dass die Lernenden jene Strukturen mit einem Bauplan in der DNA der Lebewesen begründen. Darauf kann insofern reagiert werden, als den Lernenden verdeutlicht wird, dass es sich nur um eine scheinbare Erklärung handelt. Das Problem einer Erklärung wurde nur verlagert. Denn es ist weiterhin die Frage offen, wie die DNA – ebenfalls eine Struktur – gebildet worden ist und weshalb es eine Variabilität in den Fellzeichnungen der Tiere im Vergleich zueinander gibt. Zum anderen lassen sich Strukturen in der unbelebten Umwelt thematisieren. Hier gibt es keinen Bauplan; weder in Bezug auf die DNA, noch auf ein bewusstes menschliches Handeln. Die Lernenden werden hierbei gezwungen, weiterführende Erklärungsvorschläge zu unterbreiten. Gerade im Kontrast zu den fremdorganisierten Strukturen lässt sich an dieser Stelle der Begriff der selbstorganisierten Strukturbildung einführen, dem im weiteren Verlauf der Lehr-Lern-Situation nachgegangen wird. Die von den Lernenden vorgebrachte Erklärung kann demnach resümierend als Einstieg in die Ausdifferenzierung des

Strukturbildungsbegriffs fungieren. Dadurch wird ein begriffliches Fundament für weiterführende Entschlüsselungsansätze von Strukturbildungen gelegt.

Baustein 25: Kontrast zwischen fremdorganisierten und selbstorganisierten Strukturbildungen herausstellen und daran die Beantwortung der Frage motivieren, wie sich selbstorganisierte Strukturbildungen ganz ohne jegliche Intelligenz formieren.

15.1.4.2 Strukturen hängen von Umgebungsbedingungen ab

Die nachfolgenden Darstellungen basieren auf herausgearbeiteten Kategorien aus dem Kapitel 14.4.4.2. Konkret handelt es sich hierbei um die Kategorie: **G4-SR-A**.

(1) *Diagnose:* Sind die Befragten gezwungen, das Auftreten von selbstorganisierten Strukturbildungen zu begründen, dann fokussieren sie häufig auf Veränderungen in den Umgebungsbedingungen wie Temperatur, Dichte und Druck. Unter der Oberkategorie der Umgebungsbedingungen fassen sie aber auch die Sonne, Sonneneinstrahlung, Erddrehung oder den Wind. All jene Faktoren seien für die Strukturbildungen irgendwie verantwortlich. Die Befragten sind allerdings nicht in der Lage, genauer zu begründen, wie Veränderungen in den Umgebungsbedingungen oder das reine Vorhandensein von Sonneneinstrahlung, Erddrehung oder Wind in ein Muster, z. B. im Sand oder in den Wolken, münden. Hier ist also ein gedanklicher und argumentatorischer Sprung in den Ausführungen der Interviewten auszumachen. Außerdem ist zu erkennen, dass die Befragten im Spannungsfeld zwischen fremdorganisierten und selbstorganisierten Strukturbildungen meist auf der Seite der fremdorganisierten argumentieren. Diese sind einfacher zu entschlüsseln; eben begründet durch einen äußeren Einfluss, der sowohl das notwendige als auch das hinreichende Erklärungselement für die Entstehung von Strukturen darstellt. Dass Strukturen für Lernende vornehmlich von außen bestimmt werden, lässt sich auch sehr gut am durchgeführten Versuch (Strukturbildung von Sand in einer Schüssel) im Interview erkennen. Denn dort begründen die Befragten die Entstehung des Sandmusters mit der Bewegung der Schüssel: Die Struktur in der Schüssel entstehe, da der Versuchsleiter die Schüssel bewege. Was die Befragten hierbei allerdings nicht im Blick haben, ist die Tatsache, dass es sich um eine selbstorganisierte Strukturbildung handelt, bei der die Dynamik, die von außen durch die Bewegung der Schüssel induziert wird, nur die notwendige Bedingung für die Strukturbildung darstellt. Im Zuge der Dynamik kommt es dann schließlich zur Dissipation von Bewegungsenergie, deren Rate wiederum von den Sandkörnern abhängig ist, die sich an einem bestimmten Ort gerade aufhalten. Diese Dissipation in Zusammenspiel mit der vorherrschenden Dynamik stellt erst das hinreichende Element in einer Erklärung zu einer selbstorganisierten Strukturbildung dar.

(2) *Handlungsoptionen:* Obgleich des argumentativen Sprungs in den Erklärungen der Befragten lässt sich ihre Fokussierung auf die genannten Umgebungsbedingungen gut für Lehr-Lern-Situationen nutzen. In allen Fällen dienen dergleichen nämlich zur impliziten und expliziten Begründung von aufkommender Dynamik. Daran lässt sich anknüpfen:

Die Sonneneinstrahlung bei gleichzeitiger Erddrehung führt dazu, dass auf der Erde Temperaturunterschiede entstehen. Temperaturunterschiede und daraus resultierende Druck- bzw. Dichteunterschiede führen zu einer Dynamik von Luft und Wasser. Letztere werden in Form von Wind und den Gezeiten von den Befragten auch explizit benannt. Dass Dynamik für die Entstehung von Strukturen entscheidend ist, machen die Lernenden auch bei ihrer Erklärung zur Strukturbildung in der Schüssel deutlich, die sie mit der Bewegung der Schüssel durch den Versuchsleitenden begründen. Diese Bewegung führt zunächst zu einer Dynamik des Wassers und zu einer Wechselwirkung mit Sand, sodass schließlich eine Struktur gebildet wird. Damit ist ein Zusammenhang gebildet, der auch in der fachlichen Perspektive auf die Dynamik an der Küste genannt wird: Strömungen und Strukturbildungen hängen zusammen. Dadurch sind, in einer argumentativen Kette gedacht, die Ursachen von Strömungen auch gleichzeitig die Ursachen für Strukturbildungen an der Küste, die ja durch Strömungen hervorgerufen werden. Allerdings ist in einer etwaigen didaktischen Strukturierung zu unterstreichen, dass die Entschlüsselung von Strömungen nicht automatisch eine Entschlüsselung von Strukturbildungen bedeutet – hier ist noch weiterzudenken; insbesondere, da es sich um Strukturbildungen handelt, die aus sich selbst heraus organisiert werden.

Dementsprechend ist in einer Lehr-Lern-Situation abermals angezeigt, zwischen fremdorganisierten und selbstorganisierten Strukturbildungen explizit zu unterscheiden und sich an dieser Unterscheidung abzuarbeiten: Fremdorganisierte Strukturbildungen erklären sich allein durch die Umgebungsbedingungen, durch die äußeren Einflüsse. Dazu zählt beispielsweise ein Mensch, der ein Muster fließt oder eine Auffahrt mit einer Pflasterung versieht. Selbstorganisierte Strukturbildungen erklären sich nicht allein durch die Umgebungsbedingungen. Umgebungsbedingungen sind ein notwendiges Element für die Entstehung von Struktur, denn sie initiieren Prozesse der Strukturbildung. Wie allerdings diese Prozesse ablaufen, kann allein durch die Nennung von Umgebungsbedingungen noch nicht zufriedenstellend beantwortet werden. Hier bedarf es zusätzlicher Klärung hinsichtlich der Wirkmechanismen. Daran wird auch verdeutlicht, dass – obwohl von einem Menschen initiiert – die Strukturbildung in der Schale keine fremdorganisierte, sondern eine sich selbst organisierende Struktur darstellt.

Baustein 26: An die Fokussierung der Lernenden auf die Bedeutung der Umgebungsbedingungen bei Strukturbildungen anknüpfen, indem vorherrschende Strömungen als relevante Umgebungsbedingungen für die Entstehung von Strukturbildungen dargestellt werden.

Baustein 27: Mithilfe der spezifischen Merkmale von Strukturbildungen begründen, dass allein das Nennen von Umgebungsbedingungen Strukturbildungen noch nicht schlüssig erklärt.

15.1.4.3 Strukturen breiten sich durch Strukturübertragung aus

Die nachfolgenden Darstellungen basieren auf herausgearbeiteten Kategorien, die im Kapitel 14.4.4.2 dargestellt sind. Konkret handelt es sich hierbei um die Kategorien: **G5-SR-A**, **G3-SR-S**, **G6-SR-S**.

(1) *Diagnose:* Im allgemeinen Teil und auch im speziellen Teil des Interviews zur Entstehung von Strukturbildungen spielen bereits vorhandene Strukturen für die Bildung neuer Strukturen eine große Rolle. Es lässt sich die Vorstellung nachzeichnen, dass bereits vorhandene Strukturen ihre Strukturiertheit auf noch unstrukturierte Materie übertragen, sodass letztere ebenfalls eine Strukturierung erfährt. In angemessener Weise machen die Lernenden hier ihre Alltagserfahrungen geltend. Sie nennen als Beispiele die Abdrücke einer Schuhsohle oder einer Harke im Sand: Durch das Einwirken der Sohle bzw. der Harke werde der Sand strukturiert. Dieses Prinzip des Abdrucks ziehen die Befragten auch zur Erklärung von Rippelmustern am Strand oder auch von Sandstrukturen im durchgeführten Versuch heran. Diese, so die Interviewten, rühren von der Strömung her, die sich wellenförmig über den Sand bewege. Hierbei drücke sich die Form der Welle im Sand ab. Es entstehe ein Muster im Sand. Ungeachtet der Tatsache, dass die Erklärung der Befragten nicht der tatsächlichen Ursache für diese Strukturbildung entspricht, liegt damit ein Henne-Ei-Problem vor: Die Strukturen im Sand werden mithilfe von Wellen erklärt (ebenfalls Strukturen), sodass das Problem, eine Struktur zu erklären, noch immer besteht. Das Problem wird lediglich vom Medium Sand auf das Medium Wasser transferiert. Es stellt sich nämlich nun die Frage, wie es zu einer Strukturierung des Wassers in Form von Wellen gekommen ist, die schließlich die Struktur im Sand erzeugt. Auch hier ist wieder das gleiche Prinzip zu erwarten; dass auch die Wellenstrukturen wiederum selbst durch andere Strukturen erklärt werden. Rosenau (2019) berichtet in seiner Studie beispielsweise davon, dass Interviewte wellenhafte Strukturen im Wasser durch die angenommene Strukturiertheit des Windes erklären, der seine Struktur auf das Wasser übertrage. Bei Strukturen, die tatsächlich Abdrücke sind, also durch Objekte wie eine Schuhsohle, Harke o. Ä. erzeugt worden sind, gibt es eine äquivalente Verkettung (Henne-Ei-Problem) von Strukturen nicht. Denn hier ist direkt plausibel, dass die ursprünglichen Strukturen, also die Sohle und Harke, ganz bewusst durch menschliches Handeln designt und gebaut worden sind.

Sehr ähnlich hierzu ist auch die Tendenz der Lernenden, etwaige Merkmale, die sie in Strukturen zu erkennen glauben, auf die Ursachen für Strukturbildungen zu übertragen. Damit existiert eine sehr große Nähe zwischen ihren Erklärungskonzepten und ihren Begriffsbildungen von Strukturen. Denn Interviewte, die Strukturbildungen als unregelmäßig ansehen – Unregelmäßigkeit als Abgrenzung von der (homogenen) Umgebung – nehmen als Ursache für die Strukturen Unregelmäßigkeiten in den Versuchsbedingungen an. So sprechen sie im durchgeführten Versuch davon, dass die Strukturen deshalb entstehen, weil Menschen nicht in der Lage seien, die verwendete Schüssel mit Sand und Wasser perfekt regelmäßig zu bewegen. Es käme zu Unregelmäßigkeiten, die sich dann in Unregelmäßigkeiten im Sand, also als Strukturen, widerspiegeln. Außerdem seien die

Sandkörner nicht identisch. Deren Größe sei unregelmäßig. Auch dies schlage sich letzten Endes in Unregelmäßigkeiten in der Anordnung des Sands nieder, sodass eine Struktur gebildet werde. Angenommen alle Sandkörner seien identisch und die Bewegung der Schüssel erfolge perfekt regelmäßig, dann sei keine Strukturbildung im Sand zu erwarten. Hier wird also auf Basis einer Idealisierung von Rahmenbedingungen argumentiert.

Insgesamt lässt sich eine übergeordnete Erklärungsstrategie in der Form *Gleiches führt zu Gleichem* ausmachen: Strukturen führen zu Strukturen. Unregelmäßigkeiten in den Umgebungsbedingungen führen zu unregelmäßigen Anordnungen, die als Strukturen identifiziert werden, da sie sich von der Umgebung und auch vom vorherigen Zustand deutlich abgrenzen. Im Gegensatz zu ihren Erklärungen von Strömungen besteht bei ihren Erklärungen zu Strukturbildungen eine relative Ferne zur fachlichen Sicht. Denn die Lernenden entledigen sich durch diese Erklärungsstrategie der Herausforderung, Strukturbildungen aus der Strukturlosigkeit heraus zu erklären bzw. zu verdeutlichen, wie z. B. durch Unregelmäßigkeiten in den Versuchsbedingungen unregelmäßige Strukturen gebildet werden.

(2) *Handlungsoptionen:* Es bietet sich an dieser Stelle an, die Lernenden mit dem Henne-Ei-Problem zu konfrontieren, falls es in einer Lehr-Lern-Situation auftritt. Es ist immer wieder nachzufragen, wie die Strukturen entstehen, die der unstrukturierten Materie durch Übertragung eine Strukturierung verleihen. Durch diese Fragetechnik wird eine Kette in Gang gesetzt, mit der verdeutlicht wird, dass man mit einer Übertragungsvorstellung dem Problem, eine Strukturbildung konsistent zu erklären, nicht enttrinnen kann. Das von den Befragten selbst gewählte Beispiel, in dem Strukturen wie ein Abdruck übertragen werden, kann hierzu offensiv genutzt und in stetem Vergleich mit anderen Strukturen (in granularer Materie) eingesetzt werden, um einen Kontrast zu bilden. Hierbei ist es jedoch wichtig zweierlei zu unterscheiden, denn die Lernenden, die sich die Rippel im Sand mit einer Abdruckvorstellung erklären machen zwei logische Denkfehler: Zum einen tritt das Henne-Ei-Problem auf, was dazu führt, dass sich dem Problem, Strukturen zu erklären, nicht richtig angenommen wird. Zum anderen ist die Vorstellung, dass Wellen auch den Meeresboden erfassen und ihre wellenhafte Strukturen in den Sand drücken, fachlich nicht haltbar. In Bezug auf beides lässt sich am Beispiel von Schuhsohle und Harke sehr deutlich machen, dass eine Abdruckvorstellung in Bezug auf natürliche Strukturbildungen im Sand (z. B. Rippel) nicht zum Erfolg führt, also Strukturbildungen im Sand anders entschlüsselt werden müssen. Insgesamt kann so auf die Notwendigkeit aufmerksam gemacht werden, Strukturbildungen ausgehend von einem Zustand der Strukturlosigkeit zu erklären.

Genau an dieser Stelle lässt sich auch die zweite nachgezeichnete Vorstellung einbinden, dass Unregelmäßigkeiten (in den Umgebungsbedingungen) zu Unregelmäßigkeiten in granularer Materie führen, die als Strukturen gedeutet werden. Obwohl die Lernenden diesbezüglich eine naive Schlussfolgerung ziehen, so ist aus einer bestimmten Perspektive doch eine gewisse Nähe zur fachlichen Sicht gegeben. Denn die Befragten machen

deutlich, dass für sie keine absolute Gleichheit in den Rahmenbedingungen zur Strukturbildung herrscht. Die von ihnen angenommenen Unregelmäßigkeiten lassen sich in Lehr-Lern-Situationen aktivieren und als statistische Fluktuationen umdeuten: Die Sandkörner fluktuieren um einen Mittelwert ihrer Größe, die Bewegung der Sandkörner ist nicht absolut gleichmäßig, sondern fluktuiert ebenfalls etc. Das gilt desgleichen für die in der vorigen Vorstellung genannte Grenzschicht zwischen zwei Strömungen unterschiedlicher Geschwindigkeit. Die Grenzschicht ist nicht absolut starr, sondern fluktuiert. Diese Fluktuationen bilden den Startpunkt für Strukturbildungen, Wirbel in dem Fall. Der Vergleich der Lernendenperspektive mit der fachlichen Sichtweise offenbart, dass die Lernenden in ihren Ausführungen einen gedanklichen Sprung vollführen. Es bleibt nämlich die Frage offen, wie Unregelmäßigkeiten in den Rahmenbedingungen plötzlich zu solch spezifischen Erscheinungen wie Rippelstrukturen führen. Die Lernenden schließen von vorhandenen Unregelmäßigkeiten in den Rahmenbedingungen direkt auf Unregelmäßigkeiten im Sand, die sie als Strukturen deuten. Das Benennen der Unregelmäßigkeiten als Ursache für Strukturbildungen stellt sie bereits zufrieden und sie sehen die Bildung jener Strukturen als geklärt an. In einer Lehr-Lern-Situation kann hier Abhilfe geschaffen werden, denn durch die Strategie des Umdeutens werden die Unregelmäßigkeiten zu *statistischen Fluktuationen*. Sie stellen nicht das Ende, sondern den Beginn einer Erklärung dar, die die Strukturen als Ergebnis einer Selbstorganisation deutet, also auf die Wirkmechanismen fokussiert. Fluktuationen – Unregelmäßigkeiten, wenn man so will – sind der Keim für jene Wirkmechanismen zur Bildung von Strukturen

- Baustein 28:** Statistische Fluktuationen, die als Keim für Strukturbildungen fungieren, als Unregelmäßigkeiten in den Umgebungsbedingungen deuten, um so an die Lernendensicht anzukoppeln.
- Baustein 29:** An die Abdruckvorstellung der Lernenden anknüpfen und verdeutlichen, dass sie ausreichen, um fremdorganisierte Strukturen zu entschlüsseln. Dann selbstorganisierte Strukturen einführen, davon abgrenzen und betonen, dass jene sich nicht durch eine Strukturübertragung erklären lassen, da sie aus der Strukturlosigkeit heraus entstehen.
- Baustein 30:** Lernende hinsichtlich ihrer Abdruckvorstellungen mit dem Henne-Ei-Problem konfrontieren, um dann Selbstorganisation (durch Selbstverstärkung und Hemmung) als Ausweg aus diesem Konflikt anbieten.

15.1.4.4 Strukturen entstehen durch Strömungen

Die nachfolgenden Darstellungen basieren auf herausgearbeiteten Kategorien, die im Kapitel 14.4.4.2 dargestellt sind. Konkret handelt es sich hierbei um die Kategorien: **G3-SR-A**, **G6-SR-A**, **G1-SR-S**, **G2-SR-S**.

(1) *Diagnose:* In ihrer Auseinandersetzung mit dem Versuch zur Erzeugung von Mustern im Sand, geben sich die Interviewten vielfach mit einfachen Prinzipien zufrieden. Sie sprechen davon, dass die Muster im Sand durch das überströmende Wasser erzeugt werden, das sich wiederum in Bewegung befinde, weil die Schale mit den Händen bewegt

werde. Auffällig ist, dass sie die Lernenden vielfach auf einer beschreibenden, beobachtenden Ebene argumentieren, diese Ebene jedoch für geeignet und ausreichend halten, um gegenüber dem Interviewer als Erklärung für die auftretende Strukturbildung zu fungieren. Auch wenn stärker nachgehakt wird, dringen die Befragten nur scheinbar auf eine erklärende Ebene vor. So erläutern sie, das Wasser trage den Sand bei vorherrschender Strömung ab und lagere ihn an einer anderen Stelle wieder an. Bisweilen nennen sie als Ergänzung auch physikalische Termini wie z. B. Kraft. Kräfte wirken aus ihrer Sicht ausgehend vom bewegten Wasser auf den Sand und verursachen so eine Formung, die als Struktur zu bezeichnen ist. Die Befragten können allerdings nicht begründen, aus welchem Grund der Sand so abgetragen und abgelagert wird bzw. die Kräfte in einer solch spezifischen Weise wirken, dass Sand so geformt wird, dass er in den Augen der Befragten als Struktur gilt. Hier gibt es gewissermaßen eine Nähe zur vorigen Vorstellung, denn die Befragten nehmen vermutlich stillschweigend eine bereits strukturierte Wirkung des Wassers bzw. der Kraft an, die dann anhand der Formung des Sandes sichtbar wird. Ob sie wirklich der Überzeugung sind, dass ihre Erklärungen die Formung der Struktur konsistent und bewusst begründen können, kann nicht mit Sicherheit bestimmt werden. Es kann nur mit Sicherheit gesagt werden, dass die Lernenden ihre Erklärung als so Erklärungswirksam erachten, dass sie die Chance sehen, damit die Nachfragen des Interviewenden zu seiner Zufriedenheit beantworten zu können.

Ferner zeigt sich in den empirischen Untersuchungen, dass die Lernenden zum Teil auch einen dynamischen Zusammenhang zwischen den Strömungen und resultierenden Strukturbildungen vermuten. So erläutern sie, dass bei einer Veränderung der Strömungssituation bestehende Strukturen zerstört werden, im Gegenzug allerdings wieder neue entstehen. Damit ist eine fachliche Nähe hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen Strömungen und Strukturbildungen gegeben. Das gilt insbesondere für die wechselseitige Abhängigkeit, die im Rahmen der Theorie komplexer Systeme stark thematisiert wird: Veränderungen in Teilen des Systems (hier: Strömungen des Wassers) wirken sich auch auf andere Teile des Systems (hier: die Formung und Musterung des Sandes) aus.

(2) *Handlungsoptionen:* Wiederum stellen die Äußerungen der Befragten den Beginn etwaiger Erklärungen da, nicht deren Ende. Deshalb lässt sich sehr gut an deren Vorstellungen anknüpfen. Offenbar ist es für die Lernenden kein Problem, die Strömungen, die sich über den Sand bewegen, als Ursache für die Strukturbildungen in granularer Materie auszumachen. Dann allerdings sind sie mit dem gedanklichen Sprung zu konfrontieren, den sie vollführen. Denn sie springen von einer Beschreibung der Beobachtungen, ggf. professionalisiert durch den Terminus Kraft, direkt zu einer Strukturbildung. Es ist empfehlenswert, an dieser Stelle die Merkmale von Strukturbildungen heranzuziehen, die aus den Äußerungen der Befragten im ersten Interview nachgezeichnet wurden. Dort machen die Interviewten deutlich, dass sich Strukturen von einer homogenen Umgebung abgrenzen, indem Ähnlichkeiten (Regelmäßigkeiten) in den Anordnungen auftreten, die als Muster zu identifizieren sind. Den Befragten kann so vor Augen geführt werden, dass ihre Erklärungen zwar durchaus ausreichen, um irgendwelche, willkürliche Anordnungen

zu begründen, nicht jedoch solche, die ihren Merkmalen von Strukturen aus dem ersten Interview gerecht werden. Hierdurch wird auf die Frage fokussiert, wie die Bewegung von Wasser auf dem Sand zu einer solch spezifischen Struktur in der granularen Materie führt. Die Vorstellungen der Lernenden bieten damit einen Ansatzpunkt, um plausibel zu machen, dass zur Entschlüsselung der Strukturbildung noch weiterzudenken ist.

Besonders hilfreich für künftige Lehr-Lern-Situation ist die Vorstellung der Lernenden, dass Strömungen und Strukturbildungen dynamisch miteinander verknüpft sind: Verändern sich Strömungen, verändern sich auch Strukturen. Damit ist ein Zugang zu einer Sichtweise gegeben, die in der Theorie der komplexen Systeme zentral ist. Um diese Sicht stärker zu forcieren, muss allerdings die wechselseitige Abhängigkeit von Strömungen und Strukturbildungen verdeutlicht werden. Es ist aus fachlicher Sicht nämlich nicht nur so, dass die Strömungen zu Strukturbildungen führen, sondern dass Strukturbildungen ebenfalls Strömungen verändern. Besonders eindrücklich wird letzteres am Beispiel des Deichbaus oder Rippel. Beim Deichbau sorgen Strukturen, die ganz bewusst von Menschen geschaffen worden sind, dafür, dass sich Strömungen in einer erwünschten Weise so verändern, dass sie für die Bevölkerung sowie deren Hab und Gut keine Gefahr mehr darstellen. Bei den Rippeln wiederum sorgen die Anhäufungen für eine Veränderung von auftreffenden Strömungen, sodass die Strömungen hinter den Anhäufungen turbulent werden und Wirbel entstehen. Das dynamische Wechselspiel an der Küste zwischen Strömungen und Strukturbildungen scheint als ein gutes Beispiel, als eine exemplarische Konkretisierung für Konzepte aus dem Bereich der komplexen Systeme bzw. der Systemtheorie zu taugen.

Baustein 31: Da Lernende einen Zusammenhang zwischen Strömungen und Strukturen vermuten, wird daran angeknüpft, um die Frage aufzuwerfen, wie simple Strömungen zu den sehr speziellen Anordnungen führen, die als Strukturen wahrgenommen werden.

Baustein 32: Die Vorstellung von einem dynamischen Zusammenhang zwischen Strömungen und Strukturbildungen (z. B. Inselverlagerung, Deichbau) zu einem Einstieg in das Systemdenken nutzen.

15.1.4.5 Strukturen im Sand werden gebildet, weil Wasser bindet und Sand verhakt

Die nachfolgenden Darstellungen basieren auf herausgearbeiteten Kategorien aus dem Kapitel 14.4.4.2. Konkret handelt es sich hierbei um die Kategorie: **G4-SR-S**.

(1) Diagnose: Bisweilen dringen die Lernenden in eine tiefere Erklärungsebene vor. Dann stellen sie Überlegungen zum Wirkmechanismus an, wie also die Bewegung von Wasser und Sand letztlich in eine auftretende Strukturbildung mündet. Dabei fokussieren sie zunächst auf die bindende Wirkung von Wasser. Ihnen ist aus ihrer Alltagserfahrung bekannt, dass sich feuchter Sand anders verhält als vollständig trockener Sand. Wasser binde den feuchten Sand zusammen, sodass dieser nicht mehr auseinanderfalle und Anhäufungen bilde, die in Gänze als Struktur anzusehen seien. Bei den Befragten spielt

allerdings auch die Form des Sandes eine wichtige Rolle bei der Strukturbildung. Ihrer Meinung nach seien die Sandkörner von unterschiedlicher Form. Wann immer zwei Sandkörner zusammenkommen, die wie ein Puzzleteil zusammenpassen, fallen sie ineinander. Geht dieser Prozess des Ineinanderfallens immer weiter, dann werden Anhäufungen gebildet. Die Vorstellungen zum Verhaken von Sandkörnern sind den fachlichen Konzepten zur Strukturbildung relativ nahe. Grenzen des Erklärungsansatzes der Lernenden liegen aber insofern vor, als damit nicht begründet werden kann, wie es zu mehreren Anhäufungen kommt, die einen definierten Abstand voneinander aufweisen, sodass das Ergebnis als Struktur wahrgenommen wird.

(2) *Handlungsoptionen:* Auf Grundlage der nachgezeichneten Vorstellungen in diesem Bereich lässt sich direkt an die Handlungsoptionen im vorigen Unterkapitel ankoppeln. Ausgehend von hiesiger Vorstellung wird hinsichtlich der sich bildenden Struktur weitergedacht: Die Entstehung von ersten Anhäufungen wird entschlüsselt. Hierbei ist auf die Form des Sandes zu fokussieren. Das Wasser ist lediglich insoweit von Bedeutung, als es den Sand in Bewegung versetzt. Die Vorstellung, dass Sandkörner wie Puzzleteile zusammenkommen muss umgedeutet werden: Denn zentral ist, dass die Sandkörner nicht perfekt rund sind. Von Nahem – hier ist die Verwendung eines Mikroskops angezeigt – erscheinen sie uneben, unrund und mit Haken versehen. Diese Unebenheit führt dazu, dass sich Sandkörner ineinander verhaken können, sodass sie trotz der Anziehungskraft der Erde nicht sofort von den Anhäufungen herunterrollen. Das Verhaken begründet ebenfalls, dass die Anhäufungen bei der Bewegung von Sand weiter anwachsen, denn Sand trifft auf die Anhäufung und bleibt dort hängen. Ausgehend von der Vorstellung der Lernenden lässt sich also das Prinzip der Selbstverstärkung (positive(s) Rückkopplung/Feedback), das für ein Verständnis der selbstorganisierten Strukturbildung entscheidend ist, sehr anschaulich einführen.

Ausgehend hiervon wird ein Bereich erschlossen, der von den Lernenden noch nicht in den Blick genommen wurde: die Größe der Anhäufungen wächst nicht nur, sie ist auch beschränkt. Auch dies lässt sich wiederum mit dem umgedeuteten Konzept des Verhakens verdeutlichen. Denn durch ein Wachsen der Anhäufung werden diese immer steiler. Irgendwann ist eine so hohe Steilheit erreicht, dass die Sandkörner sich nicht mehr auf der bestehenden Anhäufung *halten* können und herunterrollen oder abrutschen. Anschließend lagern sich neue Sandkörner wieder an, bis erneut eine so große Steilheit erreicht ist, dass die Sandkörner hinabrollen. Die Größe der Anhäufung fluktuiert demnach um einen Mittelwert. Daran lässt sich verdeutlichen, dass bereits eine einzelne Anhäufung als Struktur gilt, die durch ein Wechselspiel von Selbstverstärkung (Anhäufen durch Hängenbleiben) sowie Selbstbeschränkung (Hinunterrollen wegen Steilheit) entsteht. Dies ist als Selbstorganisation zu verstehen. Das neu eingeführte Konzept der Selbstbeschränkung ist ebenfalls der angestrebten Umdeutung zuträglich und forciert sie weiter. Denn damit lässt sich erklären, dass sich die Sandkörner nur bis zu einer bestimmten Steilheit aneinanderlagern können. Wird diese Steilheit überschritten, dann rollt/rutscht Sand hinunter. Die Anhäufung wird nicht größer.

Nachdem die Bildung einer einzelnen Anhäufung entschlüsselt wurde, bleibt noch zu klären, aus welchem Grund Anhäufungen entstehen, die sich in einem solchen Abstand zueinander bilden, dass das Gesamtbild der Anhäufungen als Muster/Struktur wahrgenommen wird. An dieser Stelle kommt die in diesem Bereich als erste dargestellte Vorstellung ins Spiel, die von einer gegenseitigen Abhängigkeit von Strömungen und Strukturbildungen handelt. Die wechselseitige Abhängigkeit muss hier erneut zum Thema gemacht werden: Die Strömungen beeinflussen nicht nur die Strukturbildungen, sondern auch umgekehrt. Eine einzelne Anhäufung beeinflusst die Strömung insofern, als Wirbel hinter den Anhäufungen entstehen. Diese verhindern, dass die Anhäufungen in horizontaler Richtung weiterwachsen können. Demnach besteht für den Sand erst hinter dem Wirbel, in einem Abstand von der Anhäufung, die Möglichkeit sich erneut zu einer weiteren Anhäufung anzulagern. Der Bereich hinter dem Wirbel wird erreicht, weil die auf einer Sandanhäufung befindlichen Sandkörner von dort mit einer um einen Mittelwert fluktuierenden Sprungweite wegspringen.

Es ist empfehlenswert, die dargestellten Prinzipien ausgehend von Strukturen in granularer Materie auch auf weitere Strukturbildungen in der Natur anzuwenden, um ihre Erklärungsmächtigkeit zu illustrieren. Hierzu zählen viele Strukturen, die als gut wahrnehmbare und vor allem bekannte Phänomene Teil der Alltagswelt sind: Wirbelstürme, Inseln, Mäander, Priele, Dünen, Wolkenstraßen, Wellen etc. (s. Kapitel 13.3.2.3).

- Baustein 33:** An die Vorstellung, dass Sandkörner nicht vollständig rund sind und sich daher verhaken können, ist anzuknüpfen. Hieran ist das Prinzip der Selbstverstärkung/positive Rückkopplung zu erarbeiten.
- Baustein 34:** Anknüpfend daran, dass Anhäufungen nicht beliebig anwachsen können, das Prinzip der Selbstbeschränkung/negative Rückkopplung erarbeiten.
- Baustein 35:** Bei der Behandlung von Rippeln ist als beschränkender Faktor zusätzlich die Wirbelbildung hinter den Anhäufungen zu benennen, die erst in einem bestimmten Abstand von einer Anhäufung weitere erlaubt.
- Baustein 36:** Die Prinzipien negativer und positiver Rückkopplung auch auf andere Phänomenbereiche (z. B. Mäander, Wirbelstürme, Wellen etc.) anwenden, um deren Erklärungsmächtigkeit zu illustrieren.

15.1.4.6 Strukturen im Sand entstehen durch (De-)komprimierung von Wasser und Sand

Die nachfolgenden Darstellungen basieren auf herausgearbeiteten Kategorien aus dem Kapitel 14.4.4.2. Konkret handelt es sich hierbei um die Kategorie: **G5-SR-S**.

(1) *Diagnose:* Manche Probandinnen und Probanden versuchen die Strukturbildung im Sand – die im Versuch auftritt, der während des Interviews durchgeführt wird – mithilfe von Komprimierung und Dekomprimierung zu erklären. Die Lernenden führen hierzu aus, dass bei der Bewegung der Schüssel der darin befindliche Sand bzw. das enthaltene

Wasser komprimiert werde. Vermutlich machen sie ihre Aussagen an ihren Erfahrungen im Alltag fest, denn wenn etwas in einem geschlossenen Behälter hin- und herbewegt wird, dann wird der Inhalt gegen die Wand gedrückt und ggf. zusammengepresst. Und auch selbst kann man fühlen, dass eine Veränderung von Bewegungszuständen mit dem Wirken von Kräften einhergeht: Wird ein Fahrzeug beschleunigt, werden die Insassen in die Sitze gedrückt. Offenbar vermuten die Lernenden, dass eine solche Kraft auf Wasser bzw. auf Sand zu deren Komprimierung führe. Ausgehend von diesem Prinzip erklären sie die Bildung von Strukturen wie folgt: Mit Blick auf die Komprimierung von Wasser geben die Interviewten zu Protokoll, dass hierdurch nicht mehr genügend Wasser vorhanden sei, um den Sand vollständig mit Wasser zu bedecken. Hierdurch trockne der Sand an der Oberfläche und reiße schließlich ein. Es entstehen sodann überall in der Schale Furchen, die in Gänze als Struktur zu bezeichnen seien. Eine weitere Möglichkeit der Strukturbildung besteht hinsichtlich der Komprimierung des Sandes, denn diesbezüglich erläutern sie, dass der Sand beim Stopp der Bewegung wieder dekomprimiere und dadurch auseinanderfalle. Auch hier entstehen aus ihrer Sicht deshalb Furchen in der Schale, die den Interviewten als Strukturen erscheinen. Fachlich besteht hier eine Ferne zu den Vorstellungen der Lernenden. Denn zum einen ist Wasser annähernd inkompressibel. Zum anderen handelt es sich bei den Sandkörnern um einen Feststoff, der ebenfalls inkompressibel ist. Einzig die Freiräume zwischen den Sandkörnern könnten durch die Bewegung der Schüssel kleiner werden. Der Sand rückt quasi zusammen, wodurch der Eindruck einer Kompressibilität entsteht. Ungeachtet dieser Tatsache wird durch die vermutete Komprimierung bzw. Dekomprimierung jedoch nicht begründet, weshalb die Risse bzw. die Furchen so spezifisch auftreten, dass am Ende ein Muster in der Schale vorliegt. Auch wenn die Freiräume zwischen den Sandkörnern bei der Bewegung kleiner und bei einem Bewegungsstopp wieder größer werden, dann ist immer noch ungeklärt, aus welchem Grund schließlich viele der Freiräume an bestimmten Orten gehäuft auftreten, sodass eine Furche und damit eine Struktur entsteht. Aus statistischen Gründen ist es viel wahrscheinlicher, dass die sich auftuenden Freiräume gleichmäßig in der Schale verteilen, sodass keinerlei Furchen – also Konzentrationen von Freiräumen – auftreten, sondern überall schlichtweg lockerer Sand.

(2) *Handlungsoptionen:* Es bietet sich an, die doch recht konkreten Vorstellungen der Lernenden von einer Komprimierung bzw. Dekomprimierung der bewegten Materie zu konfrontieren. Ein kleiner Behälter wird vollständig mit Wasser befüllt und verschlossen. Egal wie der Behälter dann bewegt wird, bleibt das Volumen des im Inneren befindlichen Wassers stets gleich. Daran wird deutlich, dass das Volumen des Wassers unabhängig von seinem Bewegungszustand ist. Tatsächlich ist die Ursache dafür, dass die Sandoberfläche trockenfällt, die unterschiedliche Dichte von Wasser und Sand. Bei der Bewegung wird das Wasser an die Seiten der Schale gedrückt, während der Sand in der Schale verteilt ist. Mit Blick auf das Einreißen der Sandoberfläche kann auf die Regelmäßigkeit der entstehenden Furchen verwiesen werden. Es ist sehr unwahrscheinlich, dass das Einreißen des Sands so spezifisch erfolgt (also die Freiräume konzentriert auftreten), dass schlussendlich eine Struktur in der Schale gebildet wird. Dass auch die Komprimierung

bzw. Dekomprimierung des Sands keine Ursache für die Bildung von Strukturen darstellen, kann an einem analogen Versuch verdeutlicht werden. Ist ein Behälter vollständig mit Sand gefüllt und wird dann bewegt, kann keine Veränderung des Volumens beobachtet werden. Und auch wenn der Sand in der Schale ohne das Vorhandensein von Wasser bewegt wird, bilden sich keine Strukturen. Dies müsste jedoch der Fall sein, wenn die Vermutung der Lernenden zuträfe. Denn dann käme es durch die Bewegung der Schale noch immer zu einer Komprimierung des Sands und nach Bewegungsstopp zu einer Dekomprimierung, in deren Folge strukturierte Furchen in der Schale gebildet werden.

An diese Stelle lässt sich ein neues Erklärungskonzept anbieten, das sich die Fokussierung der Lernenden auf die entstehenden Vertiefungen zunutze macht. Denn die Strukturbildung zeichnet sich nicht nur durch die jeweiligen Anhäufungen in der Schale aus, sondern – wie das Negativ eines Fotos gedacht – auch durch die Vertiefungen, die von den Befragten als Furchen bezeichnet werden. Werden die Anhäufungen durch das Konzept der Selbstverstärkung bzw. Selbstbeschränkung entschlüsselt, dann wird anhand der Furchen auf das Wechselspiel zwischen Strömungen und Strukturbildung verwiesen. Anhand der Auseinandersetzung mit den Furchen lässt sich verdeutlichen, dass nicht nur Strömungen Strukturbildungen beeinflussen, sondern auch umgekehrt: Die gebildeten Anhäufungen verändern die Strömung insofern, als hinter den Anhäufung Wirbel gebildet werden. Der Wirbel führt dazu, dass Sand vom Boden abgetragen wird und eine Vertiefung zurückbleibt. Der Wirbel verhindert darüber hinaus, dass sich in der Vertiefung Sand ansammeln kann. Dadurch kommt es im Bereich hinter einer Anhäufung nicht zu einer Situation, in der auf Basis des Selbstverstärkungsprinzips Sand zu einer Anhäufung anwächst.

Baustein 37: Strukturbildung im Sand in einem kleinen Versuch nacherleben und dabei zeigen, dass sowohl Sand als auch Wasser für die Strukturbildung erforderlich sind. Eine Komponente reicht nicht. Ggf. mit Versuchen ergänzen (s. o.), um Vorstellungen zu konfrontieren, dass eine etwaige Komprimierung von Sand oder Wasser für die Strukturbildung ursächlich ist.

15.1.5 Resümee

Die entwickelten 37 Bausteine sind Ausdruck des Bestrebens, die Sicht der Lernenden in zu konzipierende didaktische Strukturierungen einzubinden. Denn die Bausteine sind die Essenzen eines Vergleichs zwischen der fachlichen Sicht und der Sicht der Lernenden. Sie bieten einen Vorschlag, wie sich die angestrebten fachlichen Inhalte unter Berücksichtigung der Lernendenperspektive erarbeiten lassen. Dies mündet in das erste, übergeordnete Leitprinzip für die Erzeugung einer didaktischen Strukturierung:

Leitprinzip I:

Eine didaktische Strukturierung muss der Sichtweise der Lernenden Rechnung tragen. Hierzu sind die herausgearbeiteten Bausteine für didaktische Strukturierungen zu berücksichtigen.

Die fachlichen Analysen verdeutlichen, dass sich die physikalische Dynamik im Kontext Küste und Meer durch Strömungs- und Strukturbildungsphänomene charakterisieren lässt. Deshalb sind in der vorliegenden Arbeit eben jene Phänomene in der empirischen Untersuchung zum Thema gemacht worden, wobei hinsichtlich der Strukturbildungsphänomene Strukturen im Sand betrachtet wurden. Die Ergebnisse der empirischen Untersuchung bieten wertvolle Anregungen, wie sich entsprechende Phänomene in einer Lehr-Lern-Situation thematisieren lassen. Um das maximale Potenzial der Ergebnisse aus dem Vergleich zwischen der fachlichen Sicht und der Lernendensicht abrufen zu können, müssen beide Phänomenbereiche in einer didaktischen Strukturierung im Zentrum stehen und als Ausdruck der physikalischen Dynamik im Kontext Küste und Meer profiliert werden. Demnach wird stets von den Phänomenen ausgegangen. Sie bilden den Beginn einer didaktischen Strukturierung im Kontext Küste und Meer. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Strömungen durchaus ohne Strukturbildungen im Sand thematisiert werden können. Umgekehrt gilt dies jedoch nicht, weil für die Entschlüsselung von Strukturbildungen im Sand auch immer Strömungen von Bedeutung sind. Es gibt also eine Reihenfolge: In einer didaktischen Strukturierung müssen Strömungen vor Strukturbildungen thematisiert werden.

Leitprinzip II:

Eine didaktische Strukturierung zur physikalischen Dynamik im Kontext Küste geht von Phänomenen aus. Hierbei werden zuerst Strömungs- und dann Strukturbildungsphänomene thematisiert.

Bei der Entwicklung der Bausteine fällt auf, dass die Erläuterungen der Befragten beim Begriffsbildungsteil oftmals durchdachter sind als beim Erklärungsteil. Die Befragten sind bei den Merkmalen der Termini *Strömung* und *Strukturbildung* sehr streng. Es müssen exakte Merkmale erfüllt sein, damit sie sich erlauben, von einer Strömung bzw. von einer Strukturbildung zu sprechen. In ihren Bemühungen, die Entstehung von Strömungen und Strukturbildungen zu erklären, fehlt ihnen diese Strenge. Sie sind oftmals nicht in der Lage, die vorher selbst aufgestellten Merkmale der Termini schlüssig zu begründen bzw. sehen dies nicht mehr als nötig an. Die Lernenden sehen im zweiten Interview Strömungen und Strukturbildungen als geklärt an, obwohl sie die Merkmale nicht richtig begründen können. Mit den Erklärungen zu Strömungsphänomenen geben sie sich bereits dann zufrieden, wenn irgendeine Form der Bewegung erklärt werden kann. Bei Strukturbildungen reichen bereits irgendwelche willkürlichen Anordnungen aus, die sie zu begründen in der Lage sind. Hierbei kommt es häufig zu einer Vermischung von Beobachtungs- und Erklärungsebene. Denn oftmals ziehen die Lernenden die gemachten Beobachtungen sogleich als oberflächliche Erklärung heran. So sprechen sie u. a. davon,

dass Strukturen entstehen, weil der Versuchsleiter die Schüssel mit Wasser und Sand bewegt. Die Befragten sehen ihre Darlegungen als ausreichend an (oder sie vermuten zumindest, dass der Interviewende sie als ausreichend akzeptiert), um bestimmte Phänomene zu erklären, wozu die Darlegungen unter fachlichen Gesichtspunkten jedoch nicht in der Lage sind. Deshalb ist angezeigt, die Merkmale von Strömungen und Strukturbildungen in einer Lehr-Lern-Situation ebenfalls zum Thema zu machen. Lernende sollen sich so bewusst werden, über welche spezifische Merkmale die beiden Phänomenklassen verfügen. Dies lässt sich dann sehr gut als Anlass nutzen, als Motivation für weiterführende fachliche Überlegungen, die dazu geeignet sind, die eingeführten Merkmale von Strömungen und Strukturbildungen zu entschlüsseln. Dies passt auch gut zum Leitprinzip II, denn wenn Phänomene thematisiert worden sind, lassen sich die Merkmale von Strömungen und Strukturbildungen direkt an den Phänomenen verdeutlichen.

Leitprinzip III:

Aus Basis der Phänomene werden die Merkmale der verwendeten Termini (*Strömung* und *Strukturbildung*) verdeutlicht, welche die Termini erst zu Fachbegriffen machen. Die Merkmale fungieren anschließend als Anlass für weiterführende fachliche Überlegungen und Klärungen.

Wie anhand der fachlichen Analysen und auch an den herausgearbeiteten Bausteinen zu erkennen ist, lassen sich an Strömungen und Strukturbildungen viele grundsätzliche physikalische Grundprinzipien im Sinne von Scientific Literacy erarbeiten. Bei Strömungen zählen hierzu Überlegungen hinsichtlich Energieübertragungen und wirkender Kräfte, die eine Strömungsbewegung verursachen. Mit Blick auf Strukturbildungen im Sand lassen sich Prinzipien der nichtlinearen Physik (z. B. Selbstorganisation) gut verdeutlichen. Deshalb muss die zu erstellende didaktische Strukturierung jene Stärken der Phänomenbereiche nutzen und entsprechende physikalische Prinzipien darstellen.

Leitprinzip IV:

In einer didaktischen Strukturierung zur physikalischen Dynamik im Kontext Küste und Meer werden anhand von Strömungs- und Strukturbildungsphänomenen physikalische Grundprinzipien/-ideen (z. B. Energieumwandlungen, Kräfte als Ursache von Bewegung, Selbstorganisation etc.) verdeutlicht. Sie dienen der Entschlüsselung der genannten Phänomene.

Um die thematisierten Ideen zur Entschlüsselung der Phänomene als physikalische Grundprinzipien zu profilieren, muss deren Erklärungsmächtigkeit auch in anderen Kontexten unter Beweis gestellt werden. Dies dient der Dekontextualisierung, also fortlaufender Abstraktion. Bei Strömungen und Strukturbildungen besteht hier die Besonderheit, dass jene systemisch miteinander verknüpft sind. Dies machen bereits einige der herausgearbeiteten Bausteine deutlich. Erklärungen der nichtlinearen Physik – also u. a. das Auftreten von Kreisläufen, Rückkopplungen oder Selbstorganisation – spielen eine sehr große Rolle in der Theorie komplexer Systeme. Durch die Thematisierung des systemischen

Zusammenhangs von Strömungs- und Strukturbildungsphänomenen lassen sich Prinzipien der Dynamik in komplexen Systemen gut verdeutlichen. Zu denen gehört auch das System Klima, dessen Wandel entsprechenden Systemprinzipien gehorcht. Eine Übertragung der erarbeiteten Prinzipien auf das System Klima ist demnach angezeigt.

Leitprinzip V:

In einer didaktischen Strukturierung werden auf der Basis des systemischen Zusammenhangs zwischen Strömungen und Strukturbildungen Systemprinzipien (Kreisläufe, Rückkopplungen, Selbstorganisation etc.) verdeutlicht und auf andere Systeme übertragen.

Die bisher festgelegten fünf Leitprinzipien geben schon eine grobe Struktur für eine künftige didaktische Strukturierung vor. Gleichzeitig repräsentieren sie jedoch auch die Idee einer Differenzierung: Da Strukturbildungen im Sand von Strömungen abhängen, verfügen Strömungen über einen geringeren kognitiven Anspruch als Strukturbildungen, bei denen Strömungen stets mitbedacht werden müssen. Daher dienen Strömungen als Einstieg in die physikalische Dynamik im Kontext Küste und Meer. Manche Besucherinnen und Besucher lernen im Sinne einer Differenzierung dann lediglich Strömungen als Ausdruck der physikalischen Dynamik an der Küste kennen. Dies hält das Themengebiet relativ schmal und überschaubar. Wer eine höhere kognitive Anregung wünscht, kann stärker in die Breite gehen und mehr über Strukturbildungen im Sand erfahren. Der höchste kognitive Anspruch wird erreicht, wenn Wissen über die systemische Verknüpfung zwischen Strömungen und Strukturbildungen konstruiert wird. Dies ist als Differenzierung in die Breite der thematischen Inhalte zu verstehen. Darüber hinaus gibt es noch eine weitere Möglichkeit der Differenzierung, die durch die bisherigen Leitprinzipien ausgedrückt wird: In jedem Fall – sei es hinsichtlich Strömungen, Strukturbildungen oder deren systemischem Zusammenhang – wird mit der Phänomenologie begonnen. Dann stehen die Merkmale im Vordergrund, die aus den verwendeten Termini Fachbegriffe machen. Erst dann werden physikalische Grundprinzipien und -ideen (z. B. Energieerhaltung etc.) verdeutlicht, mit denen ein Beitrag zur Entschlüsselung der Phänomene geleistet wird. Zuletzt werden der Abstraktionsgrad erhöht und die Erkenntnisse auf andere Kontexte angewendet. Dies ist als eine Differenzierung in die Tiefe zu verstehen. Insgesamt bietet sich dadurch die Möglichkeit einer zweidimensionalen Differenzierung in einer didaktischen Strukturierung zur physikalischen Dynamik im Kontext Küste und Meer:

Leitprinzip VI:

Es ist eine Differenzierung vorzunehmen. Zum einen im Hinblick auf die Anzahl der thematisierten Phänomenbereiche (Differenzierung in die Breite) und zum anderen im Hinblick auf den Abstraktionsgrad der angebotenen Inhalte zur Entschlüsselung der Phänomene (Differenzierung in die Tiefe).

15.2 *Beispielhafte Didaktische Strukturierung auf Basis der Bausteine*

Das vorliegende Kapitel schließt die Bemühungen einer Didaktischen Rekonstruktion im Kontext Küste und Meer ab; zumindest in dieser Arbeit. Ausgehend von den im Vorfeld formulierten Bausteinen und den Leitprinzipien wird eine beispielhafte didaktische Strukturierung für die physikalische Dynamik im Kontext Küste und Meer erarbeitet. Hierbei bilden die Leitprinzipien einen Rahmen für die zu konzipierende didaktische Strukturierung. Die Bausteine, die sich auf den Vergleich zwischen fachlicher Sicht und Sicht der Lernenden stützen, dienen dazu, den Rahmen auszugestalten.

Es ist an dieser Stelle anzumerken, dass es ganz unterschiedliche Kombinationen der Leitprinzipien und der Bausteine geben kann. Sicherlich sind viele didaktische Strukturierungen dazu geeignet, den Forderungen der formulierten Leitprinzipien und Bausteinen Rechnung zu tragen. Eine beispielhafte didaktische Strukturierung wird erarbeitet, um die Leitenden der Lernorte, an die sich die Prinzipien und Bausteine richten, zu unterstützen. Es ist dann an den Leitenden, ob sie diese didaktische Strukturierung in Anspruch nehmen oder ob sie auf Basis der Leitprinzipien und Bausteine eine eigene entwickeln möchten. Wichtig ist nur, dass die Leitprinzipien und Bausteine konsistent in eine didaktische Strukturierung integriert werden. Im Folgenden wird eine Tabelle mit zwei Spalten angelegt. Die erste Spalte enthält die Abfolge einer beispielhaften didaktischen Strukturierung. Die zweite Spalte dient der Begründung: Hier werden die jeweiligen Leitprinzipien und Bausteine aufgeführt, um daran die Entscheidungen in der ersten Spalte zu begründen. Hierdurch soll dem Lesenden ermöglicht werden, die jeweiligen Entscheidungen gut nachvollziehen zu können.

Bei der nachfolgenden didaktischen Strukturierung ist zentral, dass sie auf der Idee einer Differenzierung beruht (s. **Leitprinzip VI**). Es wird stets mit einem Phänomen begonnen. Dies wird entweder durch ein Video dargestellt oder ggf. auch in einem kleinen Versuch modelliert, sodass sich die Lernenden jeweils Bild von den phänomenologischen Eigenarten der physikalischen Dynamik an der Küste und im Meer machen können. Hierdurch wird dem **Leitprinzip II** Rechnung getragen. In jedem Fall schließen sich gemäß **Leitprinzip III** Begriffsklärungen an, um die Merkmale von Strömungen und Strukturbildungen zu thematisieren und als „frag-würdig“ (Klafki, 1962, S. 18) erscheinen zu lassen. Phänomenologie und Begriffsklärung bilden demnach das erste Differenzierungslevel in der nachfolgenden didaktischen Strukturierung ab. Ausgehend von den Phänomenen und deren Merkmalen wird jeweils die Thematisierung von physikalischen Inhalten motiviert, um das Beobachtete entschlüsseln zu können. Dadurch wird **Leitprinzip IV** umgesetzt, was gleichzeitig den zweiten Level der Differenzierung darstellt, der im Folgenden als *Basics* bezeichnet wird. Zuletzt werden die Erkenntnisse gemäß **Leitprinzip V** abstrahiert und auf weitere Kontexte bezogen. Da dies wegen des recht hohen Abstraktionsgrads kognitiv anspruchsvoll ist, gilt es als höchstes Differenzierungslevel in der nachfolgenden didaktischen Strukturierung. Das Level wird als *Pro* bezeichnet. In Anlehnung an das **Leitprinzip I** werden diese drei Level in verschiedenen, nebeneinanderstehenden Bereichen umgesetzt. Bei diesen nebeneinanderstehenden Bereiche handelt es sich um

eine Einführung in die physikalische Dynamik als Advance Organizer, um Strömungen (die sich in erzwungene und freie Strömungen untergliedern), um die Bildung von granularer Materie durch Strömungen, um Strukturbildungen und schließlich um den systemischen Zusammenhang zwischen Strömungen und Strukturbildungen.

Insgesamt wird durch die Anwendung der sechs Leitprinzipien ein Rahmen für didaktische Strukturierungen aufgespannt, der auf der nächsten Seite in einer Tabelle verdeutlicht wird.

Tab. 118: Durch die Leitprinzipien aufgespannter Rahmen für die didaktische Strukturierung

	Bereich I: Physikalische Dynamik (Einführung)	Bereich II: Erzwungene Strömung	Bereich III: Freie Strömungen	Bereich IV: Bildung granularer Materie durch Strömungen	Bereich V: Strukturbildung im Sand	Bereich VI: Strömungen und Strukturbildun- gen systemisch
Level I: Phänomenologie/ Begriffsklärung						
Level II: Vertiefung (Basics)						
Level III: Vertiefung (Pro)						

An dieser Darstellung lässt sich die genannte zweidimensionale Differenzierung gut erkennen: Der kognitive Anspruch nimmt sowohl mit steigenden Bereichen (Breite) als auch mit steigendem Level (Tiefe) zu. So bieten sich viele Möglichkeiten der Differenzierung. Beispielsweise könnte einige Lernenden sich durch alle Bereiche ausschließlich auf dem Level I bewegen. Andere hingegen betrachten nur die ersten Bereiche, dringen aber bis auf Level III vor. Es wird deutlich: Ausgehend von oben links nimmt der kognitive Anspruch nach unten rechts zu. Im Folgenden gilt es nun, diesen durch die Leitprinzipien aufgespannten Rahmen mit den herausgearbeiteten Bausteinen (s. Kapitel 15.1) auszugestalten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Lernende die Bereiche auf jeweils einem Level konsistent durchlaufen können, wenn sie dies wünschen. Es muss also beispielsweise sichergestellt werden, dass in Bereich II auf Level II nicht Begriffe und Konzepte benötigt werden, die im Bereich I auf Level III aufgeführt worden sind. Der Vorschlag für eine Ausgestaltung dieses Rahmens lautet wie folgt:

15.2.1 Bereich I: Physikalische Dynamik an der Küste und im Meer

1. Ebene: Phänomenologie und Begriffsklärung

Inhaltliche Abfolge	Begründung
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Begriffsklärung zur physikalischen Dynamik vornehmen:</i> Dynamik bedeutet hier zunächst Bewegung und Veränderung. Physikalische Dynamik meint solche, die nicht durch Lebewesen verursacht wird. Küste und Meer sind nicht starr und unveränderlich, sondern befinden sich in stetem Wandel. Sie reagieren auf Veränderungen in den Umgebungsbedingungen. 	<p>Da es einen alltagssprachlichen und physikalischen Dynamikbegriff gibt, wird im Sinne des übergeordneten Projektnamens (s. Kapitel 1) Dynamik zunächst alltagssprachlich verstanden (s. Leitprinzip III; Kapitel 15.1.5). Sensibilität knüpft an Forschungsbericht des AWI (2007) an (s. Kapitel 3). Bezeichnung <i>unbelebte Natur</i> ist zu vermeiden, denn Rosenau (2019) zeigt, dass Lernende darunter einen Naturraum ohne Lebewesen verstehen.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Phänomene zeigen/vorstellen:</i> Geeignet sind u. a. Strömungen in einem Fluss, Brandungsrückströmungen, Gezeiten, Wind, Dünenbildung, Rippelbildung, Inselverlagerung etc. 	<p>Auswahl der Phänomene basiert auf nachgezeichneten Begriffsprototypen (s. Kapitel 14.4.1.2 & 14.4.2.2), die gleichzeitig eine wichtige Rolle im Kontext Küste und Meer spielen. Die Phänomene werden in späteren Bereichen zwecks Quervernetzung erneut behandelt (s. Leitprinzip II; Kapitel 15.1.5).</p>
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Phänomene kategorisieren:</i> Aufgeführte Phänomene in zwei Kategorien einteilen: in Strömungen und Strukturbildungen im Sand. 	<p>Die zwei Kategorien bilden aus fachlicher Sicht die physikalische Dynamik im Kontext Küste und Meer ab (s. Kapitel 13.4). Damit stellen sie die nachfolgenden Bereiche und fungieren an dieser Stelle als Advance Organizer (Ausubel, 1960).</p>
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Generalisieren und motivieren:</i> Strömungen und Strukturbildungen zu entschlüsseln bedeutet die physikalische Dynamik an der Küste zu entschlüsseln. Deshalb beschäftigt man sich im Folgenden mit beiden Bereichen. 	<p>Es lassen sich anhand von Strömungs- und Strukturbildungsphänomenen physikalische Erklärungen (s. Kapitel 13.4) illustrieren, deren Erklärungsmächtigkeit über den konkreten Kontext hinausragt (s. Baustein 36; Kapitel 15.1.4.5).</p>

2. Ebene: Vertiefung (Basics)

Inhaltliche Abfolge	Begründung
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Fachbegriff Dynamik klären (→ Blick auf Kraft):</i> Aus physikalischer Sicht ist Dynamik das Teilgebiet, das sich mit dem Wirken von Kräften beschäftigt: Um Materie zu beschleunigen und somit in Bewegung zu versetzen, müssen Kräfte wirken. Diese Kräfte werden in den folgenden Bereichen betrachtet. - <i>Nach Energiequellen fragen (→ Blick auf Energie):</i> Wann immer sich Materie zu bewegen beginnt, erhöht sich ihre Bewegungsenergie. Woher stammt diese Bewegungsenergie, die für die dynamischen Phänomene (Strömungen & Strukturbildungen) an der Küste benötigt wird? Dieser Frage wird im weiteren Verlauf der Bereiche nachgegangen. 	<p>Lernende versuchen Strömungen und Strukturen mit Kräften zu entschlüsseln, vermischen die jedoch mit energetischen Betrachtungen. Daher ist angezeigt, dass beides thematisiert, dennoch aber getrennt dargestellt wird (s. Baustein 8; Kapitel 15.1.3.1).</p> <p>Die Einnahme einer energetischen Perspektive wird sowohl durch fachliche Analysen als auch durch empirische Untersuchungen gestützt. Lernende suchen nach einem Antrieb für Strömungsphänomene, daran wird angeknüpft (s. Baustein 8; Kapitel 15.1.3.1).</p>

3. Ebene: Vertiefung (Pro)

Inhaltliche Abfolge	Begründung
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Zusammenhang andeuten:</i> Strömungen und Strukturen im Sand wechselwirken. Strömungen formen Strukturen im Sand (z. B. Rippel). Die geformten Strukturen beeinflussen wiederum die Strömungen (z. B. bei Prielien). - <i>Grundlegende Naturprinzipien ansprechen:</i> Die Auseinandersetzung mit Strömungen führt auf Naturprinzipien wie Ausgleich, Verteilung, Kreisläufe, Rückkopplungen und Selbstorganisation. Diese Prinzipien spielen auch in anderen Bereichen (z. B. beim Klima) eine Rolle. 	<p>Lernende erkennen deutliche Zusammenhänge zwischen beiden Phänomenbereichen; daran gilt es anzuknüpfen (s. Baustein 32; Kapitel 15.1.4.4). Dies ist ferner als Advance Organizer zu verstehen, weil dies im Bereich VI intensiv thematisiert wird.</p> <p>Wie fachliche Analysen zeigen (s. Kapitel 13.3.2.3), lassen sich positive und negative Rückkopplungen auch zur Entschlüsselung von Strukturen einsetzen, die über Strukturen im Sand hinausgehen. Die erarbeiteten Prinzipien sind zur Dekontextualisierung (Leisen, 2016) auch auf andere Phänomene anzuwenden (s. Baustein 36; Kapitel 15.1.4.5).</p>

15.2.2 Bereich II: Erzwungene Strömungen

1. Ebene: Phänomenologie und Begriffsklärung

Inhaltliche Abfolge	Begründung
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Unterscheidung vornehmen und Begriff klären:</i> Es existieren zwei Typen von Strömungen: erzwungene und freie. Zunächst stehen erzwungene Strömungen im Fokus. Erzwungene Strömungen werden durch einen Zwang von außen angetrieben/angeregt. Es werden hierbei Strömungen im Wasser und der Luft betrachtet. - <i>Phänomene zeigen/darstellen:</i> Zu erzwungenen Strömungen zählen die Tidenströmungen bei den Gezeiten, Strömungen in Flüssen, aber auch Strömungen, die künstlich durch Pumpen oder Ventilatoren hervorgerufen werden. Ebenso solche, die durch Verdrängung entstehen (z. B. von Wasser beim Schwimmen in einem Pool, von Tee beim Rühren oder von Luft beim Fahrradfahren). Bei den Gezeiten muss zusätzlich Wert auf eine Begriffsklärung gelegt werden: Die Gezeiten <i>sind</i> die Wasserbewegungen, die durch die Anziehungskraft des Mondes hervorgerufen. Sie entstehen nicht <i>durch</i> die Gezeiten. - <i>Merkmale am Phänomen anbringen:</i> Strömungen sind besondere Formen der Bewegung. Wasser bzw. Luft bewegen sich gemeinsam (kollektiv). Es können auch Kreisbewegungen sein, die Richtungen darf sich also ändern, sofern die Richtungsänderung gemeinsam erfolgt. 	<p>Gemäß Leitprinzip II (s. Kapitel 15.1.5) wird mit Strömungen begonnen. Da die Lernenden sich unter Strömungen ferner vornehmlich erzwungene Strömungen vorstellen, werden diese vor freien Strömungen thematisiert (s. Baustein 7; Kapitel 15.1.3.1). Außerdem werden die beiden Medien Luft und Wasser benannt, in denen Strömungen betrachtet werden (s. Baustein 3; Kapitel 15.1.1.3).</p> <p>Gemäß Leitprinzip II (s. Kapitel 15.1.5) werden Phänomene ausgewählt, die ferner von den Lernenden im Rahmen der empirischen Untersuchung genannt und teilweise als Begriffsprototypen nachgezeichnet wurden. Entsprechende Prototypen und genannte Strömungsphänomene sind in den Kapiteln 14.4.1.2 und 14.4.3.2 niedergeschrieben. Zusätzlich wird wegen der begrifflichen Unschärfe zum Terminus Gezeiten eine Begriffsklärung angefügt (s. Baustein 19; Kapitel 15.1.3.4). Es ist, wie in Baustein 18 (s. Kapitel 15.1.3.4) beschrieben, empfehlenswert, die Tidenströmung bei den Gezeiten schlicht als erzwungene Strömung zu führen.</p> <p>Ausgehend von den betrachteten Strömungen wird das erste Merkmal gemäß Baustein 2 (s. Kapitel 15.1.1.2) eingeführt. Dabei wird anhand einer kreisförmigen Strömung die Problematik des Richtungsbegriffs berücksichtigt, da Lernende fachlich unangemessen von einer Kreisrichtung sprechen (s. auch Kapitel 14.5.1).</p>

2. Ebene: Vertiefung (Basics)

Inhaltliche Abfolge	Begründung
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Gemeinsamkeit herausstellen:</i> Allen aufgeführten erzwungenen Strömungen ist gemein, dass sie durch Kräfte verursacht werden, die von außen auf Wasser bzw. Luft wirken. Die Kräfte führen dazu, dass Wasser bzw. Luft in Bewegung versetzt werden: <ul style="list-style-type: none"> ○ Die Anziehungskraft des Mondes verursacht die Tidenströmung. ○ Die Anziehungskraft der Erde verursacht Flussströmungen. ○ In Ventilatoren und Pumpen üben die beweglichen Teile eine Kraft auf Wasser bzw. Luft aus. ○ Der Schwimmer, Fahrradfahrer oder der bewegte Löffel üben eine Kraft auf Wasser bzw. Luft aus. - <i>Energiequellen diskutieren:</i> Werden Wasser bzw. Luft in Bewegung versetzt, dann nimmt deren Bewegungsenergie zu. Diese Bewegungsenergie ist das Produkt einer Energieumwandlung: <ul style="list-style-type: none"> ○ Bei Tidenströmung wird Rotationsenergie der Himmelskörper (Gezeitenreibung diskutieren) in Bewegungsenergie umgewandelt. ○ Bei Flussströmungen wird Höhenenergie in Bewegungsenergie umgewandelt. ○ Bei Strömungen durch Ventilatoren und Pumpen wird erst elektrische Energie in Bewegungsenergie der beweglichen Teile umgewandelt und dann in die Bewegungsenergie von Luft bzw. Wasser. ○ Bei Strömungen durch Verdrängung wird Bewegungsenergie des Körpers, die wiederum aus chemischer Energie der Nahrung stammt, in Bewegungsenergie von Luft bzw. Wasser umgewandelt. 	<p>Bei erzwungenen Strömungen wird gemäß Baustein 8 (s. Kapitel 15.1.3.1) der Blick erst auf Kräfte gelegt, weil sich die genannten Phänomene dadurch gut kategorisieren lassen.</p> <p>Entsprechend werden für die genannten Phänomene nacheinander die Kräfte aufgeführt, die die jeweilige Strömung antreiben. In Bezug auf die Anziehungskraft der Erde werden gemäß Baustein 21 (s. Kapitel 15.1.3.5) Flussströmungen ebenfalls aufgeführt.</p> <p>Wie von Baustein 8 gefordert (s. Kapitel 15.1.3.1), wird bei erzwungenen Strömungen im Anschluss eine energetische Perspektive eingenommen. Dabei wird nach Baustein 10 (s. Kapitel 15.1.3.1) auf die Bewegungsenergie der Strömungen fokussiert und nach Energiequellen für jene Bewegungsenergie gesucht.</p> <p>Der Symmetrie zur Kraftbetrachtung wegen werden auch hier nacheinander die Energiequellen benannt, deren Energie in die Bewegungsenergie des strömenden Wassers bzw. der strömenden Luft umgewandelt wird. Bei Flussströmungen wird gemäß Baustein 21 (s. Kapitel 15.1.3.5) an die Vorstellung der Lernenden hinsichtlich der Höhenunterschiede angeknüpft.</p>

3. Ebene: Vertiefung (Pro)

Inhaltliche Abfolge	Begründung
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Erzwungene Strömung als Prozess der Verteilung darstellen:</i> Die Bewegungsenergie des Wassers bzw. der Luft verteilt sich im Wasser bzw. in der Luft. Denn die zugrundeliegenden Teilchen stoßen zufällig miteinander und übertragen so Bewegungsenergie untereinander. - <i>Thermische Energie als Endstation der Energieumwandlung thematisieren:</i> Bei der Bewegung des Wassers bzw. der Luft wird wegen Reibung Bewegungsenergie kontinuierlich auch in thermische Energie umgewandelt. Die Bewegungsenergie nimmt daher ab und die Strömung wird schwächer. - <i>Notwendigkeit einer Aufrechterhaltung von erzwungenen Strömungen folgern:</i> Die Verteilung von Bewegungsenergie und der Verlust von Bewegungsenergie durch Umwandlung in thermische Energie muss ständig kompensiert werden. Deshalb müssen zur Aufrechterhaltung der Strömung weiterhin die sie erzeugenden Kräfte wirken bzw. Energiequellen zur Verfügung stehen, deren Energie in Bewegungsenergie des Wassers bzw. der Luft umgewandelt wird. - <i>Auf andere Kontexte übertragen:</i> Eine Verteilung von Bewegungsenergie und der Verlust von Bewegungsenergie durch reibungsbedingte Umwandlung in thermische Energie findet sich sehr häufig in anderen Bereichen; z. B. beim Auto, sodass zur Aufrechterhaltung einer bestimmten Geschwindigkeit weiterhin chemische Energie des Kraftstoff in Bewegungsenergie umgewandelt werden muss. 	<p>Auf diesem Differenzierungslevel werden die fachlichen Inhalte weiter abstrahiert. Auf Grundlage von Baustein 12 (s. Kapitel 15.1.3.1) wird die Tendenz der Verteilung von Bewegungsenergie in den Blick genommen.</p> <p>Ebenfalls auf Grundlage von Baustein 12 (s. Kapitel 15.1.3.1) wird die natürliche Tendenz dargestellt, dass Bewegungsenergie wegen Reibung in thermische Energie umgewandelt wird.</p> <p>Dies ist eine Folge der beiden vorigen Spiegelstriche auf diesem Differenzierungslevel: Denn wenn es einen steten Verlust von Bewegungsenergie gibt, dann muss dieser Verlust zur Aufrechterhaltung der Strömung immerwährend kompensiert werden (s. Kapitel 13.2).</p> <p>Zur Dekontextualisierung (Leisen, 2016) müssen gemäß Leitprinzip V (s. Kapitel 15.1.5) die erarbeiteten Prinzipien im Kontext Küste und Meer auf andere Kontexte übertragen und angewendet werden. Dadurch wird ihre Erklärungsmächtigkeit unterstrichen und ihr Rang als grundlegende Naturprinzipien gefestigt.</p>

15.2.3 Bereich III: Freie Strömungen

1. Ebene: Phänomenologie und Begriffsklärung

Inhaltliche Abfolge	Begründung
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Begriff klären und Entstehung aus Bewegungslosigkeit betonen:</i> Beim zweiten Strömungstyp, den freien Strömungen, gibt es keinen Zwang von außen. Sie werden von innen heraus angetrieben, wenn Wärmequellen vorherrschen. Dabei entstehen die Strömungen aus der Bewegungslosigkeit heraus. - <i>Phänomene zeigen/darstellen:</i> Zu freien Strömungen zählen thermohaline Zirkulationen wie der Golfstrom. Wind (insbesondere das See-Land-Windsystem). Strömungen in und außerhalb von Heizkörpern sind weitere Beispiele für freie Konvektion. - <i>Merkmal an Phänomenen anbringen:</i> Strömungen zeichnen sich durch ihre Eigenschaft des Fließens aus, die Bewegung ist lückenlos und nicht ruckartig. Solche Bewegung können von kontinuierlichen Medien wie Luft und Wasser vollführt werden. Die massenhafte und kollektive Bewegung von Tieren, Menschen etc. ist quasi-kontinuierlich und eher als Strom zu bezeichnen. - <i>Frage aufwerfen:</i> Wie kommt es durch den Einfluss der Sonne oder Wärmequellen zu einer solch speziellen, fließenden Bewegung? Dieser Frage soll im Folgenden nachgegangen werden. 	<p>In Einklang mit Baustein 7 (s. Kapitel 15.1.3.1) werden nun, nach Behandlung erzwungener Strömungen, freie Strömungen thematisiert. Außerdem wird gemäß Baustein 9 (s. Kapitel 15.1.3.1) unterstrichen, dass die Strömungen aus einem Zustand der Bewegungslosigkeit heraus erfolgen.</p> <p>Wie in Leitprinzip II (s. Kapitel 15.1.5) gefordert, werden direkt an den Beginn des Bereichs entsprechende Strömungsphänomene gestellt, die in diesem Fall durch Temperaturunterschiede in Luft bzw. Wasser hervorgerufen werden.</p> <p>Am Beispiel des Golfstroms lässt sich gut das Merkmal der Kontinuität anbringen. Außerdem werden Strömungen an dieser Stelle auf Flüssigkeiten und Gase eingegrenzt (hier: Luft und Wasser) und somit begrifflich von einem Strom unterschieden, da Lernende im Interview auch viele sich bewegende Menschen oder Tiere als Strömung bezeichnen (s. Baustein 3; Kapitel 15.1.1.3).</p> <p>Das vorab eingeführte Merkmal wird wieder aufgegriffen und gemäß Leitprinzip III (s. Kapitel 15.1.5) hinterfragt, um weitere Entschlüsselung zu motivieren.</p>

471

<p>daher einen größeren Abstand zueinander, folglich nimmt die Dichte ab.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Je höher der Salzgehalt der Materie, desto mehr Teilchen befinden sich in einem bestimmten Raumgebiet, die Dichte nimmt daher zu. <p>Wegen der Dichteunterschiede resultieren Auftriebskräfte, innere Kräfte, die Luft bzw. Wasser in Bewegung versetzen. Erzwungene Strömungen werden also durch äußere, freie Strömungen durch innere Kräfte hervorgerufen.</p> <p>- <i>Versuch zur Bildung einer Konvektionszelle in Wasser durchführen:</i> Mit einem Versuch wie in Kapitel 14.3.2 lässt sich zum einen verdeutlichen, dass allein Temperaturunterschiede zur Ausbildung einer Strömung aus der Bewegungslosigkeit ausreichen. Zum anderen lässt sich hier die ggf. auftretende Vorstellung der Lernenden, es gäbe Abstoßungs- und Anziehungseffekte zwischen warmem und kaltem Wasser, durch Betrachtung des gesamten Kreislaufs konfrontieren. Wird im Versuch Eis eingesetzt, dann muss auch die Dichteanomalie des Wassers angesprochen werden.</p>	<p>den Temperatur- bzw. den Salzgehaltunterschieden und der Bewegung von Luft bzw. Wasser begründet.</p> <p>In Einklang mit Baustein 17 (s. Kapitel 15.1.3.3) wird ein Versuch durchgeführt, bei dem sich die Ausbildung einer Konvektionszelle aus der Bewegungslosigkeit beobachten lässt. Hier lässt sich ggf. gut die Vorstellung von Abstoßungs- und Anziehungskräften zwischen warm und kalt konfrontieren, da letztlich ein Kreislauf zu erkennen ist. Weil die Lernenden beim Einsatz von Eis Schwierigkeiten mit der Beschreibung der Dichte haben, muss gemäß Baustein 16 (s. Kapitel 15.1.3.3) auch die Dichteanomalie des Wassers erläutert werden.</p>
--	--

3. Ebene: Vertiefung (Pro)

Inhaltliche Abfolge	Begründung
<p>- <i>Freie Strömungen als Prozesse des Ausgleichs darstellen:</i> Freie Strömungen werden durch Unterschiede hervorgerufen. Sie sind als Ausgleichsprozesse zu deuten, denn freie Strömung vermindern die sie erzeugenden Unterschiede:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Weil sich Wasser bzw. Luft bewegen, vermischen sich wärmere und kältere Bereiche zusehends und die Temperaturunterschiede gleichen sich aus. ○ Wenn sich Wasser bewegt, vermischen sich Bereiche mit höherem und niedrigerem Salzgehalt und gleichen sich an. 	<p>In Anlehnung an Baustein 13 (Kapitel 15.1.3.2) wird anhand der Vermischung von Wasser bzw. infolge der durch Unterschiede aufkommenden Strömung erläutert, dass Strömungen als Ausgleichsprozesse zu interpretieren sind. Denn durch die Strömung nehmen die Unterschiede ab, sie gleichen sich aus.</p>

<ul style="list-style-type: none"> - <i>Mit Wahrscheinlichkeiten argumentieren:</i> Die Unterschiede bleiben nicht erhalten, weil ein Ausgleich stets wahrscheinlicher ist als das Bestehenbleiben von Unterschieden. Für den Ausgleich gibt es mehr Möglichkeiten als für einen nicht ausgeglichenen Zustand. Zur kombinatorischen Verdeutlichung kann ein Münzboxbeispiel herangezogen werden; Ausgleich heißt hier, dass beim Schütteln von Münzen in einer Box etwa so viele mit dem Kopf nach oben wie mit dem Kopf nach unten liegenbleiben. 	<p>Bis hierhin ist der Ausgleich nur phänomenologisch gedeutet, nicht jedoch erklärt worden. Als Konsequenz von Baustein 14 (s. Kapitel 15.1.3.2) kann eine Erklärung auf Basis von Wahrscheinlichkeiten erfolgen, die über kombinatorische Überlegungen begründet wird. Zur Verdeutlichung ist ein Münzboxbeispiel gut geeignet (s. Kapitel 13.2.2.8). Der Begriff der Entropie ist wegen der Ferne zur Lernendensicht zu vermeiden.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Folge der Ausgleichsprozesse unterstreichen:</i> Verringern sich die Unterschiede durch die Strömung, dann verringern sich auch die inneren Kräfte. Folglich schwächt sich die Strömung ab und kommt schließlich zum Erliegen. Die freie Strömung wirkt ihrer eigenen Ursache entgegen. 	<p>Dies ist eine Folge der beiden vorigen Spiegelstriche auf diesem Differenzierungslevel: Denn wenn es einen steten Verlust von Unterschieden durch Ausgleich gibt, werden die Strömungen mit der Zeit schwächer.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Notwendigkeit einer Aufrechterhaltung von freien Strömungen folgern:</i> Wie auch bei den erzwungenen Strömungen müssen zur Aufrechterhaltung der freien Strömungen die Energiequellen permanent einwirken. Denn hier muss die Verringerung der Unterschiede durch die Strömung ständig aufs Neue kompensiert werden. Unterschiede müssen immer wieder neu erzeugt/aufrechterhalten werden. 	<p>Hier wird an den vorigen Spiegelstrich angeknüpft und eine Symmetrie zum analogen Level im Bereich <i>erzwungene Strömungen</i> hergestellt. Denn wenn Strömungen ihrer eigenen Ursache entgegenwirken, müssen die Ursachen immer wieder neu erzeugt oder aufrechterhalten werden.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Auf andere Kontexte übertragen:</i> Auch bei Batterien/Akkus braucht es Unterschiede, zwei Ladungspole (Plus und Minus), sodass ein elektrischer Strom fließt. Der elektrische Strom führt zum Ladungsausgleich („der Akku ist leer“) und wirkt damit seiner eigenen Ursache entgegen. Beim Laden des Akkus werden die Unterschiede, die zwei Ladungspole, wiederhergestellt, sodass anschließend abermals elektrischer Strom fließen kann. 	<p>Zur Dekontextualisierung (Leisen, 2016) müssen gemäß Leitprinzip V (s. Kapitel 15.1.5) die erarbeiteten Prinzipien im Kontext Küste und Meer auf andere Kontexte übertragen und angewendet werden. Dadurch wird ihre Erklärungsmächtigkeit unterstrichen und ihr Rang als grundlegende Naturprinzipien gefestigt.</p>

15.2.4 Bereich IV: Strömungen beeinflussen granulare Materie

1. Ebene: Phänomenologie und Begriffsklärung

Inhaltliche Abfolge	Begründung
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Begriff klären:</i> Granulare Materie bedeutet, dass feste Stoffe in viele kleine Einzelteile zerlegt worden sind. Sand ist ebenfalls granulare Materie. - <i>Phänomene zeigen/darstellen:</i> Sand wird durch Strömungen transportiert, sodass es zu Versandungen oder auch Verschlickungen kommen kann. Wegen letzterem müssen manche Häfen regelmäßig wieder ausgebaut werden. 	<p>Gemäß Leitprinzip III (s. Kapitel 15.1.5) wird Begriffsklärung betrieben und Sand als granulare Materie eingeführt.</p> <p>Um eine Verbindung zwischen Strömungen und Strukturbildungen im Sand zu erschaffen, wird das Phänomen der Verschlickung von Häfen thematisiert (s. Leitprinzip II; Kapitel 15.1.5)</p>

2. Ebene: Vertiefung (Basics)

Inhaltliche Abfolge	Begründung
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Abhängigkeit von Strömungsgeschwindigkeit und Korngröße erläutern:</i> Trifft eine Wasserströmung oder eine Luftströmung auf Sand, wirken Kräfte. Sind die Kräfte groß genug, dann wird der Sand in Bewegung versetzt: Je größer die Strömungsgeschwindigkeit oder je kleiner die Korngröße, desto eher wird granulare Materie von der Strömung bewegt. Die Wasser- bzw. Luftbewegung ist allerdings unabhängig von ihrer Intensität als Strömung zu bezeichnen. Es ist auch noch eine Strömung, wenn sie nicht in der Lage ist, den Sand zu bewegen. - <i>Energieübertragung verdeutlichen:</i> Wird Sand in Bewegung versetzt, wird Bewegungsenergie der Strömung in die Bewegungsenergie des Sands umgewandelt. Die Strömung wird dadurch langsamer. 	<p>An dieser Stelle wird erläutert, dass Strömungen Sand in Bewegung versetzt, wenn die wirkenden Kräfte groß genug sind. Über die Intensität der Strömung wird an ein weiteres Merkmal von Strömungen angeknüpft, das von den Lernenden in der empirischen Untersuchung, angeführt wird. Es wird dann gemäß Baustein 1 (s. Kapitel 15.1.1.1) betont, dass es für Strömungen keines Mindestmaßes an Intensität bedarf, wohl aber für die Bewegung von granularer Materie durch Strömungen.</p> <p>In Anlehnung an die vorigen Bereiche (s. Baustein 8; Kapitel 15.1.3.1) wird auch hier eine energetische Perspektive auf die Wechselwirkung zwischen Strömungen und Strukturen im Sand eingenommen.</p>

3. Ebene: Vertiefung (Pro)

Inhaltliche Abfolge	Begründung
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Bildung von Sand thematisieren:</i> Sand entspringt Gebirgen. Durch Verwitterung wird Gebirge erstmals zerkleinert. Strömungen von Wasser und Luft zerkleinern das Gestein weiter (Erosion). Das Gestein wird fortlaufend bis auf die Größe von Sand zerkleinert und durch Flüsse schließlich ans Meer transportiert. - <i>Gesteinskreislauf und Wasserkreislauf nachzeichnen:</i> Am Strand ist für die Bewegung der Sandkörner noch nicht Schluss. Sie werden immer weiter in die Tiefe verfrachtet und verschmelzen durch Druck und Hitze wieder zu einer größeren Einheit (Diagenese). Durch tektonische Verschiebungen entstehen aus diesen Einheiten wieder neue Gebirge. Ein Kreislauf, ein Gesteinskreislauf, ist gegeben. Etwas Ähnliches wie mit den Gesteinen gibt es auch beim Wasser: Das Meereswasser verdunstet und regnet in höherer Lage wieder ab. Von dort ausgehend strömt es wegen der Anziehungskraft der Erde durch Flüsse zurück in tiefere Lagen, also zum Meer. Dort verdunstet es dann erneut. 	<p>In diesem Bereich wird ein Beitrag zur Umsetzung von Baustein 32 (s. Kapitel 15.1.4.4) geleistet. Denn bereits die Entstehung von Sand verdeutlicht einen Zusammenhang zwischen Strömungen und Strukturbildungen im Sand.</p> <p>Zur Anbahnung von Bereich VI, in dem es um systemische Zusammenhänge geht, werden an dieser Stelle der Gesteinskreislauf und der Wasserkreislauf thematisiert: Strömungen, z. B. Flussströmungen, sind Teil des Wasserkreislaufs. Sand, und damit auch dortige Strukturbildungen, sind Teil eines Gesteinskreislaufs (s. Kapitel 13.2 & 13.3). In beiden Fällen wird dann später deutlich, dass die beschriebenen Strömungs- und Strukturbildungsphänomene Teil eines größeren Ganzen sind und Kreisläufe auf der Erde häufig vorkommen. Kreisläufe sind ein Ausdruck komplexer Systeme.</p>

15.2.5 Bereich V: Strukturbildungen im Sand

1. Ebene: Phänomenologie und Begriffsklärung

Inhaltliche Abfolge	Begründung
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Begriff klären:</i> Eine Struktur meint hier eine als besonders empfundene Abfolge/Anordnung, die sich von ihrer Umgebung abgrenzt. Hier sind Strukturbildungen gemeint, die ohne äußere, bewusste Steuerung entstehen. - <i>Phänomene zeigen/darstellen:</i> Dünen, Rippel, Priele oder gar Inseln sind Beispiele für Strukturen, die im Sand gebildet worden sind. Sie grenzen sich deutlich von der Umgebung ab und werden deshalb gut wahrgenommen. - <i>Merkmale anbringen:</i> Strukturen können sowohl als regelmäßig als auch als unregelmäßig bezeichnet werden: Eine einzelne Sandanhäufung bei einer Düne ist unregelmäßig im Vergleich zu einer homogenen (glatten) Umgebung. Mehrere Sandanhäufungen im Vergleich, z. B. bei Rippeln, können als regelmäßig angesehen werden. Deshalb ist Ähnlichkeit als Merkmal zu bevorzugen; und zwar im zweifachen Sinn: Es gibt bei Strukturen zum einen Ähnlichkeiten im Inneren einer Struktur (z. B. bei Rippeln). Zum anderen sind Strukturen einmalig (wie ein Fingerabdruck), aber sie tauchen in ähnlicher Form erneut auf, an einem anderen Ort oder zu einer anderen Zeit – genau wie Fingerabdrücke. <p><i>Frage aufwerfen:</i> Wie schafft es die Natur, ohne bewusste Steuerung, ohne Intelligentes Wirken Strukturen hervorzubringen, die sich durch ein hohes Maß an Ähnlichkeit auszeichnen? Dieser Frage wird folgend nachgegangen.</p>	<p>Da der Terminus Struktur auch im Alltag eingesetzt wird, wird betont, dass es im Kontext Küste und Meer um Strukturen im Sand geht, die nicht bewusst durch Lebewesen erzeugt werden (s. Leitprinzip III; Kapitel 15.1.5)</p> <p>Auswahl der Phänomene basiert gemäß Leitprinzip II (s. Kapitel 15.1.5) auf nachgezeichneten Begriffsprototypen und Beschreibungen von Befragten zu Strukturen im Sand (s. Kapitel 14.4.2.2).</p> <p>Um die Eigenschaften von Strukturen im Sand näher zu erschließen, werden zwei Merkmale thematisiert, die von den Lernenden genannt werden (s. Baustein 5 & 6; Kapitel 15.1.2.2 & 15.1.2.3). In beiden Fällen wird ein kognitiver Konflikt eingesetzt, um das Merkmal der Ähnlichkeit zu profilieren, das sich gut für die Beschreibung von Strukturen eignet.</p> <p>In Anlehnung an die begriffliche Klärung wird die Frage aufgeworfen, wie Strukturen im Sand ohne Einfluss von Lebewesen entstehen. Damit soll weiterer Klärungsbedarf unterstrichen werden (s. Baustein 25; Kapitel 15.1.4.1).</p>

2. Ebene: Vertiefung (Basics)

Inhaltliche Abfolge	Begründung
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Abdruckvorstellung thematisieren und Merkmal anbringen:</i> Beispiele für Strukturbildungen nennen, die von Menschen durch einen Abdruck erzeugt werden (z. B. Harkenspur, Reifenspur, Schuhabdruck etc.). An diesen Beispielen den Begriff fremdorganisierte Strukturbildungen einführen und von den genannten Phänomenen, die nicht durch Lebewesen entstehen, abgrenzen. Letztere werden als selbstorganisierte Strukturbildungen bezeichnet. Sie können nicht mit einer Abdruckvorstellung entschlüsselt werden. Zur Begründung auf das Henne-Ei-Problem verweisen. Selbstorganisierte Strukturbildungen entstehen aus der Strukturlosigkeit heraus. 	<p>Da viele Lernenden zur Erklärung von Strukturen eine Abdruckvorstellung verwenden, soll daran zunächst angeknüpft werden. Als Beispiele dienen Reifenspuren etc. Die Abgrenzung von den in diesem Bereich behandelten Strukturen im Sand erfolgt durch die Unterteilung in fremd- und selbstorganisierte Strukturbildungen (s. Baustein 4; Kapitel 15.1.2.1). Hier kann das Henne-Ei-Problem (s. Baustein 30; Kapitel 15.1.4.3) thematisiert werden, um gemäß Baustein 29 (s. Kapitel 15.1.4.3) zu verdeutlichen, dass sich selbstorganisierte Strukturbildungen nicht mit einer Abdruckvorstellung entschlüsseln lassen, sondern aus der Strukturlosigkeit heraus entstehen.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Minimale Ungleichgewichte als Beginn der Strukturierung deuten:</i> Sind irgendwo Unregelmäßigkeiten in den Umgebungsbedingungen vorhanden, also z. B. bereits eine kleine Sandanhäufung oder ein Hindernis, dann ist dies der Start für die Strukturbildung, denn dort häuft sich im Zuge der Strömungen, die den Sand bewegen, immer mehr Sand an. Unregelmäßigkeiten in den Umgebungsbedingungen daher als Beginn einer Entschlüsselung von Strukturbildungen darstellen, nicht als Ende. 	<p>Lernende vermuten als Ursache für Strukturbildungen Unregelmäßigkeiten in den Umgebungsbedingungen. Hieran wird angeknüpft und das Zusammenspiel zwischen Strömungen und Strukturbildungen akzentuiert (s. Baustein 26; Kapitel 15.1.4.2). Allerdings muss verdeutlicht werden, dass das alleinige Nennen der Unregelmäßigkeiten nur den Beginn einer Entschlüsselung von selbstorganisierten Strukturbildungen darstellt (s. Baustein 27; Kapitel 15.1.4.2).</p>
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Versuch zur Bildung einer Struktur im Sand durchführen:</i> Mit einem Versuch wie in Kapitel 14.3.2 lässt sich gut zeigen, dass sowohl Wasser als auch Sand für die Strukturbildung erforderlich sind. Sand alleine reicht nicht. Demnach handelt es sich bei der Ursache von Strukturbildungen im Sand nicht um eine Komprimierung und Dekomprimierung von Sand. Ggf. noch weitere Versuche aufführen, die zeigen, dass Sand und Wasser inkompressibel sind. 	<p>Mit dem Versuch wird gemäß Leitprinzip V (s. Kapitel 15.1.5) umgesetzt, denn es kann gut dargelegt werden, dass es einen engen Zusammenhang zwischen Strömungen und Strukturbildungen gibt und die Unregelmäßigkeiten in den Umgebungsbedingungen (Verteilung des Sandes, Sandkorngröße etc.) als Keim für Strukturbildungen fungieren (s. auch Baustein 26; Kapitel 15.1.4.2)</p>

<ul style="list-style-type: none"> - <i>Energetische Perspektive ergänzen:</i> Befindet sich mehr Sand an einem bestimmten Ort, dann gibt es dort mehr Stöße zwischen den Körnern. Dabei wird Bewegungsenergie in thermische Energie umgewandelt. Deshalb sind die Sandkörner an einem Ort mit mehr Körnern tendenziell langsamer und bleiben mit höherer Wahrscheinlichkeit dort hängen und verhaken. - <i>Begrenzung des Wachstums begründen:</i> Die Anhäufung wächst jedoch nicht ins Unermessliche, weil sie irgendwann so steil wird, dass die Körner von den Anhäufungen hinunterrollen. - <i>Ergänzung für Rippel vornehmen:</i> Die besondere Struktur der Rippel erklärt sich durch einen weiteren, das Wachstum beschränkenden Faktor. Ist eine erste Anhäufung entstanden, bildet sich dahinter ein Wirbel. Dieser bewirkt eine Vertiefung und verhindert, dass sich direkt hinter der Anhäufung erneut eine bildet. - <i>Selbstorganisation folgern:</i> Durch das Wechselspiel von Wachstum und Begrenzung pendelt sich eine Struktur ein. Dies wird als Selbstorganisation gedeutet, denn die Strukturierung erfolgt ohne einen von außen steuerndem Einfluss. Das Gegenteil hiervon sind fremdorganisierte Strukturen (z. B. wenn ein Mensch einen Garten anlegt oder einen Schuhabdruck hinterlässt). 	<p>Eine Selbstverstärkung der Anhäufungen wird verdeutlicht, indem eine energetische Perspektive eingenommen wird, wobei jedoch ebenfalls an die Vorstellung der Lernenden angeknüpft wird, dass Sand sich verhakt und deshalb Anhäufungen bilden kann (s. Baustein 33; Kapitel 15.1.4.5).</p> <p>Dass sich Anhäufungen nicht beliebig stark vergrößern können, wird durch eine umgangssprachliche Version des Prinzips kritischer Schüttwinkel begründet (s. Baustein 34; Kapitel 15.1.4.5).</p> <p>Rippeln sind eine besondere Struktur, weil die einzelnen Anhäufungen in ihrem Abstand zueinander wiederum eine Struktur repräsentieren. Daher bedarf es zusätzlicher Klärung, die mithilfe von Wirbeln erfolgt, die den Abstand der Anhäufungen zueinander entschlüsseln (s. Baustein 35; Kapitel 15.1.4.5).</p> <p>Durch Zusammenführung der Überlegungen zum Wachstum und zur Begrenzung der Anhäufungen den Begriff der Selbstorganisation begründen, abermals von fremdorganisierten Strukturierungen abgrenzen (Baustein 4; Kapitel 15.1.2.1) und betonen, dass die Strukturierung ohne eine Intelligenz und aus der Strukturlosigkeit heraus erfolgt ist (s. Baustein 29; Kapitel 15.1.5).</p>
--	--

2. Ebene: Vertiefung (Pro)

Inhaltliche Abfolge	Begründung
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Wachstum als positive Rückkopplung (Selbstverstärkung) deuten:</i> Haben sich erste Körner angesammelt, dann nimmt die dortige Stoßrate und damit die Rate der Energieumwandlung zu. Folglich bleiben dort noch mehr Körner hängen, was wiederum das Wachstum beschleunigt. Dies ist als Selbstverstärkung zu deuten, die auch als positive(s) Rückkopplung/Feedback bezeichnet wird. - <i>Begrenzung als negative Rückkopplung (Selbstbeschränkung) deuten:</i> Durch das Wachstum der Anhäufungen wird eine Steilheit erreicht, die letztlich ein weiteres Anwachsen der Anhäufung verhindert. Dies ist als Selbstbeschränkung zu deuten, die auch als negative(s) Rückkopplung/Feedback bezeichnet wird. - <i>Perspektiven zusammenbringen:</i> Das Wechselspiel von positiven und negativen Rückkopplungen führt zu selbstorganisierten Strukturbildungen. Einen äußeren steuernden Einfluss braucht es nicht. - <i>Auf andere Kontexte übertragen:</i> Selbstorganisierte Strukturbildung durch das Wechselspiel positiven und negativen Feedbacks erklärt auch weitere Strukturbildungen (z. B. Mäander, Wirbelstürme, Wolkenstraßen, Wellen etc.). 	<p>Die bisherigen Erkenntnisse aus der Auseinandersetzung mit Strukturbildungen werden auf dieser Ebene stärker abstrahiert. Im Sinne von Baustein 33 (s. Kapitel 15.1.4.5) wird das Wachstum als Selbstverstärkung/positive Rückkopplung gedeutet.</p> <p>Da sich die Anhäufungen selbsttätig so vergrößern, dass sie in einen Zustand gelangen, indem kein weiteres Wachstum mehr möglich ist, wird die Begrenzung des Wachstums als Selbstbeschränkung/negative Rückkopplung interpretiert (s. Baustein 34; Kapitel 15.1.4.5)</p> <p>Im Hinblick auf den nachfolgenden Bereich wird an dieser Stelle insofern ein Charakteristikum von komplexen Systemen angebahnt, als Selbstorganisation als Wechselspiel von positiven und negativen Rückkopplungen interpretiert wird: Strukturen regeln sich ein.</p> <p>Gemäß Baustein 36 (s. Kapitel 15.1.4.5) wird das Prinzip der Selbstorganisation durch positive und negative Rückkopplung zur Entschlüsselung von weiteren Phänomenen angewendet (s. Kapitel 13.3.2.3), um die Erklärungsmächtigkeit des Prinzips und dessen Nützlichkeit zu illustrieren.</p>

15.2.6 Bereich VI: Strömungen und Strukturen systemisch gedacht

1. Ebene: Phänomenologie und Begriffsklärung

Inhaltliche Abfolge	Begründung
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Begriffe klären:</i> Strömungen und Strukturbildungen hängen eng zusammen. Verändern sich Strömungen, dann verändern sich die Strukturen, was wiederum die Strömungen beeinflusst. So stellt sich ein neuer Zustand ein. Den engen Zusammenhang bezeichnet man als systemisch. Strömungen und Strukturbildungen sind Systemkomponenten und bilden ein System. - <i>Phänomene zeigen/darstellen:</i> Der systemische Zusammenhang lässt sich gut am Beispiel von Inselverlagerungen, bei Rippeln und der Verschlickung von Häfen infolge von Baumaßnahmen illustrieren. Letztere führen dazu, dass Häfen und Zuläufe ständig ausgebagert werden müssen (Beispiel: Ems-Verschlickung). 	<p>Unter Berücksichtigung von Leitprinzip III (s. Kapitel 15.1.5) wird der Zusammenhang zwischen Strömungen und Strukturbildungen als systemisch bezeichnet. Diesbezüglich wird eine begriffliche Klärung vorgenommen, die einen wechselseitigen Zusammenhang impliziert.</p> <p>Es werden gemäß (s. Baustein 32; Kapitel 15.1.4.4) Phänomene aufgeführt, die verdeutlichen, dass Strömungen Strukturbildungen im Sand beeinflussen und Strukturbildungen wiederum Strömungen.</p>

2. Ebene: Vertiefung (Basics)

Inhaltliche Abfolge	Begründung
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Zusammenhang zwischen Strömungen und Strukturbildungen vertiefen:</i> Ändert sich die Strömungsgeschwindigkeit, dann ändert sich auch die Energie, die an den Sand übertragen wird. Folglich verändern sich auch die positiven und negativen Rückkopplungen. Sie stellen sich neu ein. - <i>Selbstorganisation als Gleichgewicht zwischen Rückkopplungen deuten:</i> Bei der Veränderung der Rückkopplungen stellt sich ein neuer Zustand ein, indem die positiven und negativen Rückkopplungen wieder im Gleichgewicht sind. Bei Rippelmuster verändern sich hierbei die Abstände der Kämme zueinander. 	<p>Es wird eine dynamische, systemische Verknüpfung zwischen Strömungen und Strukturbildungen sowie den resultierenden positiven und negativen Rückkopplungen hergestellt.</p> <p>Es wird verdeutlicht, dass bei der Veränderung der Umgebungsbedingungen das Zusammenspiel der Rückkopplungen aus dem Gleichgewicht gerät. Die Einstellung eines neuen Gleichgewichts erfolgt durch Selbstorganisation, es bildet sich eine neue Struktur.</p>

3. Ebene: Vertiefung (Pro)

Inhaltliche Abfolge	Begründung
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Verteilung und Ausgleich sowie Selbstorganisation als grundlegende Prozessprinzipien in der Natur darstellen:</i> Ausgleichs- und Verteilungsprozesse sowie Selbstorganisation gehen Hand in Hand. Sie charakterisieren die physikalische Dynamik an der Küste und bedingen sich gegenseitig. - <i>Auf einen Überlapp von Strömungen und Strukturen hinweisen:</i> Die Verbindung von Strömungen und Strukturbildungen ist u. a. so eng, dass manche Phänomene gleichzeitig als Strömungen und als Strukturen aufgefasst werden können (z. B. Wirbel, Konvektionszellen etc.). - <i>Auf andere Kontexte übertragen:</i> Der systemische Zusammenhang zwischen Strömungen und Strukturen im Sand ist lediglich ein Beispiel. Systemische Zusammenhänge gibt es auf der Erde häufig. So sind beispielsweise Atmosphäre, Hydrosphäre, Lithosphäre etc. systemisch verknüpft: Etwas, das in der Atmosphäre passiert, hat auch Auswirkungen auf die anderen Bereiche. - <i>Klimawandel als systemisches Problem herausstellen:</i> Dass ein erhöhter Kohlenstoffgehalt der Atmosphäre, zu einem Meeresspiegelanstieg führt, der wiederum die Landmassen und die dortige Flora und Fauna verändert, ist Ausdruck systemischer Abhängigkeiten. Da die Auswirkungen mitunter nur schwierig zu durchschauen sind, werden solche Systeme als komplexe Systeme bezeichnet. - <i>Auf die herausgearbeiteten Naturprinzipien rückbeziehen:</i> In komplexen Systemen wie dem Klimasystem bewirken die genannten Prozesse des Ausgleichs, der Verteilung und der/des Rückkopplungen/Feedbacks bei Veränderung in Teilen 	<p>Zusammenfassend werden die in den verschiedenen Bereichen erarbeiteten Prinzipien Ausgleich, Verteilung, Rückkopplung, Kreisläufe und Selbstorganisation als grundlegende Prinzipien der physikalischen Dynamik an der Küste herausgestellt.</p> <p>Gemäß Baustein 22 (Kapitel 15.1.3.6) wird u. a. an Wirbeln verdeutlicht, dass es viele Strömungen gibt, die auch als Struktur gesehen werden können. Es besteht folglich nicht nur ein enger Zusammenhang, sondern sogar ein Überlapp zwischen Strömungen und Strukturen.</p> <p>Es wird abermals abstrahiert. An dieser Stelle wird betont, dass nicht nur Strömungen und Strukturbildungen ein System bilden, sondern dass es solche Systeme auf der Erde häufig gibt, z. B. zwischen einzelnen Komponenten des Systems Erde (s. Kapitel 3).</p> <p>Auch das Klima kann als eine Strukturbildung auf der Erde angesehen werden (s. Kapitel 13.3.1). Die einzelnen Klimakomponenten bilden ein komplexes System. Veränderungen in einzelnen Klimakomponenten führen zu Veränderungen in anderen. Die Veränderung der Struktur des Klimas ist als Klimawandel zu deuten. Hierdurch wird Leitprinzip V (s. Kapitel 15.1.5) umgesetzt.</p> <p>Die Dynamik des Klimas, dessen Wandel, lässt sich mit den herausgearbeiteten Naturprinzipien entschlüsseln. Die Prinzipien werden also auf das Phänomen Klima angewendet (s. Baustein 36; Kapitel 15.1.4.5).</p>

<p>des Systems mitunter eine Veränderung des Gesamtsystems. Wird das Klimasystem als Strukturbildung interpretiert, dann handelt es sich bei der Veränderung dieser Strukturbildung, aufgrund einer Neueinstellung von Ausgleichs- und Rückkopplungsprozessen, um einen Klimawandel. Durch die genannten Prozesse kommt es zur Selbstorganisation eines neuen Zustands, bei dem es sich ggf. um einen unerwünschten und problematischen Zustand handelt.</p>	<p>Dadurch wird die Komplexität des Klimasystems belegt und verdeutlicht, dass Veränderungen in Teilen des Systems zu unerwarteten Reaktionen im Gesamtsystem führen, in deren Zuge neue Strukturen, also neue Zustände gebildet werden (s. auch Jacobeit, 2007).</p>
--	---

F DISKUSSION UND AUSBLICK

Im Zuge der Rekonstruktionsaufgaben wurden in dieser Arbeit fachliche Analysen und empirische Untersuchungen durchgeführt und durch den Vergleich der Ergebnisse beider Aufgabenfelder Leitprinzipien und Bausteine für didaktische Strukturierungen entwickelt. Die entstandene didaktische Strukturierung repräsentiert eine rekonstruierte Sachstruktur, die explizit die Sichtweisen derjenigen Besuchenden einbezieht, für die künftig Lernstationen und Exponate entwickelt werden. Da die Didaktische Rekonstruktion iterative Forschung und Entwicklung bedeutet, sind weiterführende Forschungserkenntnisse zu gewinnen, die dabei helfen, die didaktischen Strukturierungen zu erweitern und zu verbessern. Diese verbesserten Strukturierungen lassen sich schließlich erneut empirisch überprüfen usw. Erst wenn die eigenen Maßstäbe, die man an die Wirksamkeit einer konzipierten didaktischen Strukturierung anlegt, durch eine empirische Untersuchung als erfüllt gelten, ist die Didaktische Rekonstruktion vorläufig abgeschlossen, wobei durch neue Fragen und Zielstellungen weiterer Rekonstruktionsbedarf entstehen kann.

Im Regelfall wird das Modell eingesetzt, um neue Lehr-Lern-Situationen im Bereich Hochschule oder Schule zu entwickeln. Im Fall des hochschuldidaktischen Einsatzes sind die Entwickelnden gleichzeitig diejenigen, die mit den Adressaten kommunizieren und die entwickelten Lehr-Lern-Situationen umsetzen. Wird das Modell von Hochschullehrenden für den Schulunterricht eingesetzt, ist zu berücksichtigen, dass die Durchführung der entwickelnden Lehr-Lern-Situation den Lehrkräften obliegt. Ihre Vorstellungen und Einstellungen beeinflussen die Durchführung der entwickelten Lehr-Lern-Situation maßgeblich. Allerdings besteht zwischen den Lehrkräften und den Hochschullehrenden noch immer eine gedankliche Nähe. Denn Lehrkräfte sind durch ihr Studium fachdidaktisch sozialisiert; sie sind in der Lage, didaktische Strukturierungen und ihre Genese nachzuvollziehen. Ferner besteht auch eine fachliche Nähe, denn die Lehrkräfte unterrichten nach Fächern unterteilt, sodass von der Physikdidaktik etwas für den Physikunterricht entwickelt wird, von der Chemiedidaktik für den Chemieunterricht usw. Als wichtige Faktoren sind die Überzeugungen und das Handeln der Lehrkräfte damit wiederum Forschungsgegenstände, den es zu berücksichtigen gilt.

An außerschulischen Lernstandorten liegt die Situation anders: Hier sind die Themen interdisziplinär angelegt, die Leitenden in der Regel keine Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktiker und nur in wenigen Fällen ausgebildete Lehrkräfte. Aufgrund ihrer Berufsbiographie stehen sie physikalischen Zugängen tendenziell fern. Und nur sie kommunizieren mit den Besuchenden, also den Adressaten der zu entwickelnden Lehr-Lern-Situationen. Die Leitenden nutzen hierbei die Freiheit der Interdisziplinarität und gestalten ihre Lehr-Lern-Angebote motiviert durch ihre berufsbiographisch bedingten Präferenzen. Dementsprechend besteht bei der Gestaltung von Lehr-Lern-Angeboten bzw. bei der zugehörigen Aufbereitung der Inhalte für außerschulische Lernstandorte eine doppelte Herausforderung: Zum einen müssen die Leitenden in die fachlichen Grundlagen des Themengebiets eingeführt werden. Zum anderen sind die entwickelten Leitprinzipien, Bausteine, und beispielhaften didaktische Strukturierungen gegenüber den Leitenden zu plausibilisieren.

Dazu ist deren Genese zu thematisieren, was wiederum grundsätzliche fachdidaktische Denk- und Vorgehensweisen impliziert. Um in Bezug auf die Besuchenden der Lernstandorte Wissenschaftskommunikation betreiben zu können, ist in Bezug auf die Leitenden also *fachdidaktische Wissenschaftskommunikation* zu leisten.

Diese fachdidaktische Wissenschaftskommunikation ist als Fortführung der vorliegenden Studie im Rahmen des übergeordneten Forschungsprojekts (DBU-Projekt) zu leisten. Hierzu wird eine Broschüre entwickelt, die sich explizit an die Leiterinnen und Leiter außerschulischer Lernstandorte an der Küste richtet. Die Broschüre thematisiert zunächst fachliche Erklärungen aus dem analytischen Kapitel vorliegender Studie. Ausgehend von den fachlichen Inhalten wird ferner verdeutlicht, dass die fachliche Sachstruktur allein noch nicht für Vermittlungszwecke



Abb. 10: Aufgabenfelder bei einer erneuten Didaktischen Rekonstruktion

geeignet ist, weil sie nicht an die Sichtweise der Lernenden ankoppelt. Auch die Ergebnisse empirischer Untersuchungen zu den Vorstellungen von Lernenden, müssen bei der Gestaltung neuer Lehr-Lern-Situationen berücksichtigt werden. Nur wenn fachliche Sichtweisen und die Sichtweisen der Lernenden aufeinander bezogen werden, lassen sich sowohl adressatengerechte als auch fachgerechte Lernstationen/Exponate konzipieren. Dabei werden in der zu entwickelnden Broschüre die Leitprinzipien und Bausteine der vorliegenden Arbeit als Baukasten vorgestellt. Die Bausteine sind bereits Ausdruck des systematischen Aufeinanderbeziehens von fachlicher Sicht und Lernendensicht. Sie geben notwendige Hinweise, welchen Ansprüchen eine didaktische Strukturierung zur physikalischen Dynamik im Kontext Küste und Meer genügen muss. Die Bausteine lassen sich vielfältig kombinieren, sodass auf ihrer Grundlage multiple didaktische Strukturierungen gestaltet werden können. Als Unterstützung für die Lernstandortleitenden ist in der Broschüre darüber hinaus die entwickelte, beispielhafte didaktische Strukturierung aus Kapitel 15.2 aufgeführt. Das Gesamtpaket soll den Leitenden bei ihrer Zusammenarbeit mit Ausstellungsagenturen eine Unterstützung bieten, wenn neue Lernstationen und Exponate an den außerschulischen Lernstandorten entwickelt werden.

Die Inhalte der Broschüre sind als fachdidaktischer Inhalt zu verstehen, den es für die Leitenden der Lernorte zu verarbeiten gilt. Die Lernortleitenden treten diesbezüglich als Lernende auf, die Wissen über die Inhalte aufbauen, die in der Broschüre niedergeschrieben stehen. Damit ist eine abermalige Didaktischen Rekonstruktion durchzuführen (s. Abb. 10). Hierbei sind die bisherigen, in dieser Arbeit geschilderten Ergebnisse aus den drei Aufgabenfeldern relevant. Sie bilden das analytische Feld der zweiten Didaktischen Rekonstruktion. Um die beschriebene Broschüre für Lernortleitende entwickeln zu

können, mangelt es noch an Kenntnissen über die Vorstellungen der Leitenden von der physikalischen Dynamik im Kontext Küste und Meer und diesbezüglichen fachdidaktischen Vorstellungen. Daher ist eine weitere empirische Untersuchung angezeigt. Es müssen Interviews mit den Leitenden geführt werden, in denen die Ergebnisse der ersten Didaktischen Rekonstruktion und deren Genese der Diskussionsgegenstand sind. Die Ergebnisse der Interviewstudie dienen in Analogie zum bisherigen Vorgehen dazu, die Erkenntnisse der ersten Didaktischen Rekonstruktion (dieser Arbeit) an die Sichtweisen der Leitenden der Lernorte als neue Adressaten anzupassen, indem die Inhalte für ihre Zwecke erneut rekonstruiert werden. Aus diesen Darlegungen ergibt sich somit die erste Entwicklungslinie, die über die vorliegende Arbeit hinausweist.

Entwicklungslinie I: Sicht der Leitenden an den Lernstandorten integrieren.

Es sind Interviews mit den Leitenden durchzuführen, um die Ergebnisse, die während der Didaktischen Rekonstruktion (in dieser Arbeit) generiert wurden, im Sinne einer erneuten Didaktischen Rekonstruktion an die Sichtweise und Einstellungen der Lernstandortleitenden anzupassen (s. Abb. 10). Das Ergebnis bildet eine Broschüre mit den zweistufig fachdidaktisch rekonstruierten Inhalten.

In einem weiteren Entwicklungsschritt lässt sich die Broschüre einsetzen, um konkrete Exponate und Lernstationen zu entwickeln, die die physikalische Dynamik im Kontext Küste und Meer repräsentieren. Hierbei müssen mehrere Akteure zusammenarbeiten: die Leitenden, die Szenographen (Ausstellungsmacher*innen) und schließlich Fachdidaktiker*innen, wobei letztere ggf. durch die Broschüre vertreten werden. Die Lernstandortleitenden entscheiden hierbei, was finanziell machbar ist und welche Themen dargestellt werden sollen. Die Szenographen zeigen die Möglichkeiten und Einschränkungen von Ausstellungsszenen auf. Und die fachdidaktische Seite berät beide hinsichtlich der Ziele und didaktischen Dramaturgien, die im Themenfeld unter dem Blickwinkel gängiger Bildungskonzeptionen – hier: Scientific Literacy – erreicht werden können. Sie unterbreitet ferner entsprechende Vorschläge (Bausteine und didaktische Strukturierungen), wie die ausgewählten Themen sich im aufgespannten Rahmen der szenografischen Möglichkeiten sowohl fachgerecht als auch adressatengerecht darstellen lassen.

Die fachdidaktische Unterstützung erschöpft sich jedoch nicht in der Planung der neuen Exponate und Lernstationen. Es geht insofern weiter, als im Anschluss empirische Untersuchungen über die Wirksamkeit der zuvor entwickelten Stationen durchgeführt werden müssen. Um hier zielgerichtete Verbesserungen erbringen zu können, reicht es nicht, nur grobe Ziele davon zu formulieren, was die jeweiligen Stationen leisten sollen. Es müssen kognitive Prozesse angebahnt werden, die an den jeweiligen Lernstationen bei den Handlungsaufforderungen und den dargebotenen Inhalten vermutlich und wünschenswerterweise angeregt werden. Diese kognitiven Prozesse bilden das Vergleichsmaß für eine empirische Untersuchung im Feld. Ausgangspunkt für die Festlegung von kognitiven Prozessen kann hierbei die beispielhafte didaktische Strukturierung aus Kapitel 15.2 sein. Zu jeder inhaltlichen Abfolge lassen sich erwünschte kognitive Prozesse

(Edelmann & Wittmann, 2012; Anderson, 2013) festlegen, die durch den jeweiligen Inhalt angeregt werden sollen, was anschließend empirisch zu prüfen ist. Im Folgenden ist ein Beispiel angegeben; hierfür dient der Bereich III (Freie Strömungen) auf dem 2. Differenzierungslevel (s. Kapitel 15.2.3):

"2. Ebene": Vertiefung (Basics)

Inhaltliche Abfolge	Angestrebte Kognitionen
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Energiequellen diskutieren:</i> Die aufgeführten freien Strömungen werden durch Wärmequellen angetrieben. Sie fungieren als Energiequellen. In der Natur ist diese Wärmequelle meist die Sonne. <ul style="list-style-type: none"> ○ Der Golfstrom und Wind werden durch die Einstrahlung der Sonne angetrieben. Die Energie der Sonne wird letztlich also in die Bewegungsenergie von Luft bzw. Wasser umgewandelt. ○ Bei Strömungen in und außerhalb von Heizkörpern ist die Energiequelle der verbrennende Treibstoff. Die chemische Energie des Treibstoffs wird letztlich in Bewegungsenergie von Luft bzw. Wasser umgewandelt. - <i>Bedeutsamkeit von Unterschieden herausstellen:</i> Durch die Wärmequellen werden in Luft und Wasser Temperaturunterschiede hervorgerufen. Darüber hinaus kommt es durch die Sonne zu einer Verdunstung von Wasser, sodass sich dessen Salzgehalt ändert und Salzgehaltunterschiede resultieren. Sind ausreichend große Temperatur- und Salzgehaltunterschiede vorhanden, dann entstehen freie Strömungen. Es ist für die Entstehung der Strömung ausreichend, wenn jene Unterschiede vorhanden sind, nicht erst, wenn Wasser/Luft mit diesen unterschiedlichen Eigenschaften aufeinandertreffen. - <i>Über die Unterschiede zu inneren Kräften überleiten:</i> Sind in Wasser bzw. Luft Temperatur- bzw. 	<p>Indem ausgehend vom Lehrenden bzw. vom Begleittext die Frage nach Energiequellen für freie Strömungen aufgeworfen wird, erkennen die Lernenden anhand der vorgestellten Phänomene, dass freie Strömungen in der Natur im Wesentlichen durch den Einfluss der Sonne angetrieben werden. Sie generalisieren ihre Beobachtung und argumentieren, dass das Vorhandensein von Wärmequellen für die Ausbildung freier Strömungen entscheidend sei. Entsprechend nennen sie weitere Wärmequellen, beispielsweise Treibstoff; der gerade verbrannt wird und in einer Heizung Wasser erhitzt. Sie bilden damit den Begriff freie Strömung.</p> <p>Die Lernenden stellen einen Zusammenhang zwischen den Wärmequellen und dem Auftreten von Temperaturunterschieden in der Luft und im Wasser her. In Bezug auf die Sonne begründen sie über die Verdunstung von Wasser zusätzlich die Entstehung von Salzgehaltunterschieden. Sie folgern daraus, dass für die Entstehung von freien Strömungen Temperaturunterschiede und Salzgehaltunterschiede notwendig sind. Damit wird die Begriffsbildung von freien Strömungen weiter forciert.</p> <p>Die Lernenden verknüpfen die gefolgerten Temperatur- und Salzgehaltunterschiede mit Dichteunterschieden.</p>

<p>Salzgehaltunterschiede vorhanden, dann ist dies gleichbedeutend mit vorhandenen Dichteunterschieden. Ggf. zur Verdeutlichung auf die mikroskopische Ebene übergehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Je höher die Temperatur der Materie, desto schneller bewegen sich die zugrundeliegenden Teilchen. Sie haben daher einen größeren Abstand zueinander, folglich nimmt die Dichte ab. ○ Je höher der Salzgehalt der Materie, desto mehr Teilchen befinden sich in einem bestimmten Raumgebiet, die Dichte nimmt daher zu. <p>Wegen der Dichteunterschiede resultieren Auftriebskräfte, innere Kräfte, die Luft bzw. Wasser in Bewegung versetzen. Erzwungene Strömungen werden also durch äußere Kräfte, freie Strömungen durch innere Kräfte hervorgerufen.</p> <p>- <i>Versuch zur Bildung einer Konvektionszelle in Wasser durchführen:</i> Mit einem Versuch wie in Kapitel 14.3.2 lässt sich zum einen verdeutlichen, dass allein Temperaturunterschiede zur Ausbildung einer Strömung aus der Bewegungslosigkeit ausreichen. Zum anderen lässt sich hier die ggf. auftretende Vorstellung der Lernenden, es gäbe Abstoßungs- und Anziehungseffekte zwischen warmem und kaltem Wasser, durch Betrachtung des gesamten Kreislaufs konfrontieren. Wird im Versuch Eis eingesetzt, dann muss auch die Dichteanomalie des Wassers angesprochen werden.</p>	<p>Hierzu argumentieren sie unter Rückgriff auf die mikroskopische Ebene:</p> <p>Sie lernen, dass eine höhere Temperatur eine schnellere Bewegung der Teilchen bedeutet, die Teilchen ihren Abstand dadurch vergrößern und dadurch die Dichte sinkt. Sie lernen ferner, dass die Zunahme des Salzgehalts mit einer Erhöhung der Teilchenzahl pro Raumgebiet einhergeht, wodurch die Dichte steigt. Auf Basis von beiderlei begründen sie, dass Temperatur- und Salzgehaltunterschiede Dichteunterschiede bedeuten. Dichteunterschiede setzen sie wiederum mit Auftriebskräften in Beziehung und schließen darüber auf eine Bewegung des Wassers bzw. der Luft.</p> <p>Indem die Lernenden einen Versuch zur Ausbildung einer Konvektionszelle in Wasser durchführen und mit den entsprechenden Versuchskomponenten hantieren, nehmen sie wahr, dass zur Kühlung eingesetztes Eis auf flüssigem Wasser schwimmt und folgern daraus eine geringere Dichte des Eises gegenüber dem flüssigen Wasser. Dass flüssiges warmes Wasser trotzdem gegenüber kälterem aufsteigt, begründen sie mithilfe der Dichteanomalie des Wassers.</p> <p>Bei der Durchführung des Versuchs nehmen die Lernenden einen Kreislauf des Wassers wahr, der durch die verwendete Tinte angezeigt wird. Sie folgern auf Basis des Kreislaufs, dass es keine Abstoßungs- bzw. Anziehungskräfte zwischen warm und kalt geben kann. Stattdessen argumentieren sie ausgehend von den erzeugten Temperaturunterschieden über die Dichte und schließlich über Auftriebskräfte, die das Wasser ausgehend von der Bewegungslosigkeit in Bewegung versetzen.</p>
---	---

Da die aufgeführten kognitiven Prozesse angestrebt werden, muss eine empirische Untersuchung die tatsächlich angeregten kognitiven Prozesse mittels nachgängiger qualitativer Interviews (Misoch, 2019) oder begleitender, ethnografischer Lehr-Lern-Forschung (Breidenstein, 2008) (z. B. durch Aufforderung zum lauten Denken) klären. Durch einen Vergleich zwischen den nachgezeichneten und den geplanten kognitiven Prozessen lässt sich die Wirksamkeit der konzipierten Lernstationen und der zugehörigen didaktischen Strukturierungen eruieren. Aus Abweichungen lassen sich Ideen folgern, wie zielgerichtete Verbesserungen und Feinabstimmungen vorzunehmen sind. Auch hierbei handelt es sich um einen iterativen Prozess. Denn die verbesserten Lernstationen lassen sich immer wieder empirisch untersuchen. Erst wenn die angestrebten kognitiven Prozesse in ausreichendem Maße (das ist subjektiv) empirisch nachgezeichnet werden können, ist die Entwicklung der Station vorläufig abgeschlossen und die/das Station/Exponat kann in einer Ausstellung dauerhaft eingesetzt werden. Damit endet die fachdidaktische Unterstützung für die außerschulischen Lernstandorte. Aus den bisherigen Darstellungen ergibt sich somit eine weitere Entwicklungslinie der vorliegenden Studie:

Entwicklungslinie II: Kognitive Wirkung von Exponaten erheben.

Zusammen mit Leitenden und Szenograph*innen werden Lernstationen und Exponate auf Grundlage der zuvor entwickelten Broschüre entwickelt, die als Handreichung fungiert. Die konkrete Ausgestaltung wird an Kognitionen festgemacht, die an den jeweiligen Stationen bei den Besuchenden angeregt werden sollen. Mithilfe einer empirischen Untersuchung, die tatsächlich angeregte Kognitionen nachzuzeichnen ersucht, werden anhand des Vergleichs angestrebter und nachgezeichneter Kognitionen in einem iterativen Prozess Verbesserungen eruiert und vorgenommen. Die Didaktische Rekonstruktion ist auch hier das (iterative) theoretische Rahmenmodell. Die Verbesserung ist vorläufig abgeschlossen, wenn angestrebte und nachgezeichnete Kognition hinreichend übereinstimmen, was wiederum auf Basis individueller Maßstäbe des Forschenden entschieden wird.

G VERZEICHNISSE

16 Abbildungsverzeichnis

<i>Abb. 1:</i> Die Erde als System miteinander interagierender Komponenten	8
<i>Abb. 2:</i> Systematik von schulischen und außerschulischen Lernorten.....	43
<i>Abb. 3:</i> Zentrale Aufgaben im Modell der Didaktischen Rekonstruktion.....	79
<i>Abb. 4:</i> Zur Illustration der Scherbeanspruchung auf Fluide	103
<i>Abb. 5:</i> Vergleich zeitlicher und räumlicher Größenordnungen von Phänomenen.....	125
<i>Abb. 6:</i> Vitalitätsniveau in einem Gewässer in Abhängigkeit von der Giftstoffkonz. .	134
<i>Abb. 7:</i> Fotografie des Versuchs zum Strömungsphänomen.....	182
<i>Abb. 8:</i> Fotografie des Versuchs zum Strukturbildungsphänomen	183
<i>Abb. 9:</i> Verteilung der Personen, die an der Interviewstudie teilnehmen.	191
<i>Abb. 10:</i> Aufgabenfelder bei einer erneuten Didaktischen Rekonstruktion	484

17 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Industrielle vs. postindustrielle Arbeitstugenden	18
Tab. 2: Vergleich zwischen verschiedenen Phänomenen, die das Resultat einer	152
Tab. 3: Beispiel Nr. 1 zu den Regeln der Transkription von Audiodateien.	192
Tab. 4: Beispiel Nr. 2 zu den Regeln der Transkription von Audiodateien.	193
Tab. 5: Beispiel Nr. 3 zu den Regeln der Transkription von Audiodateien.	193
Tab. 6: Beispiel zu den Regeln der Redigierung von Transkripten.	194
Tab. 7: Kategorie H-SG zu den Merkmalen von Strömungen	198
Tab. 8: Kategorie J5A-SG-M1 zu Merkmalen von Strömungen	202
Tab. 9: Kategorie J5A-SG-M2 zu Merkmalen von Strömungen	204
Tab. 10: Kategorie J5A-SG-M3 zu Merkmalen von Strömungen	207
Tab. 11: Kategorie J5A-SG-M4 zu Merkmalen von Strömungen	209
Tab. 12: Kategorie J5A-SG-M5 zu Merkmalen von Strömungen	216
Tab. 13: Kategorie J5-SG-P zu Prototypen von Strömungen mit Subkat.	220
Tab. 14: Kategorie E1A-SG-P zu Prototypen von Strömungen mit Subkat.	221
Tab. 15: Kategorie E2A-SG-P zu Prototypen von Strömungen mit Subkat.	222
Tab. 16: Kategorie E3A-SG-P zu Prototypen von Strömungen mit Subkat.	223
Tab. 17: Kategorie S1A-SG-P zu Prototypen von Strömungen mit Subkat.	224
Tab. 18: Kategorie S2A-SG-P zu Prototypen von Strömungen mit Subkat.	225
Tab. 19: Kategorie S3A-SG-P zu Prototypen von Strömungen mit Subkat.	226
Tab. 20: Kategorie J1A-SG-P zu Prototypen von Strömungen mit Subkat.	227
Tab. 21: Kategorie J2A-SG-P zu Prototypen von Strömungen mit Subkat.	228
Tab. 22: Kategorie J3A-SG-P zu Prototypen von Strömungen mit Subkat.	229
Tab. 23: Kategorie J4A-SG-P zu Prototypen von Strömungen mit Subkat.	230
Tab. 24: Kategorie G1-SG zu generalisierten Merkmalen von Strömungen	232
Tab. 25: Kategorie G2-SG zu generalisierten Merkmalen von Strömungen	234
Tab. 26: Kategorie G3-SG zu generalisierten Merkmalen von Strömungen	236
Tab. 27: Kategorie P-SG zu generalisierten Prototypen von Strömungen mit Subkat.	237
Tab. 28: Kategorie H-SR zu Merkmalen von Strukturen mit Subkat.	242
Tab. 29: Kategorie H-SR (J5A) zu Merkmalen von Strukturen.....	248
Tab. 30: Kategorie J5A-SR-M1 zu den Merkmalen von Strukturen	256
Tab. 31: Kategorie J5A-SR-M2 zu Merkmalen von Strukturen	258
Tab. 32: Kategorie J5A-SR-M3 zu Merkmalen von Strukturen	262
Tab. 33: Kategorie J5A-SR-M4 zu Merkmalen von Strukturen	266
Tab. 34: Kategorie J5A-SR-P zu Prototypen von Strömungen mit Subkat.	270
Tab. 35: Kategorie E1A-SR-P zu den Prototypen von Strukturen mit Subkat.	271
Tab. 36: Kategorie E2A-SR-P zu den Prototypen von Strukturen mit Subkat.	272

<i>Tab. 37:</i> Kategorie E3A-SR-P zu Prototypen von Strukturen mit Subkat.	273
<i>Tab. 38:</i> Kategorie S1A-SR-P zu Prototypen von Strukturen mit Subkat.	274
<i>Tab. 39:</i> Kategorie S2A-SR-P zu Prototypen von Strukturen mit Subkat.	275
<i>Tab. 40:</i> Kategorie S3A-SR-P zu Prototypen von Strukturen mit Subkat.	276
<i>Tab. 41:</i> Kategorie J1A-SR-P zu Prototypen von Strukturen mit Subkat.	277
<i>Tab. 42:</i> Kategorie J2A-SR-P zu Prototypen von Strukturen mit Subkat.	278
<i>Tab. 43:</i> Kategorie J3A-SR-P zu Prototypen von Strukturen mit Subkat.	279
<i>Tab. 44:</i> Kategorie J4A-SR-P zu Prototypen von Strukturen mit Subkat.	281
<i>Tab. 45:</i> Kategorie G1-SR zu generalisierten Merkmalen von Strukturen	283
<i>Tab. 46:</i> Kategorie G2-SR zu generalisierten Merkmalen von Strukturen	285
<i>Tab. 47:</i> Kategorie G3-SR zu generalisierten Merkmalen von Strukturen	287
<i>Tab. 48:</i> Kategorie P-SR zu generalisierten Prototypen von Strukturen mit Subkat. ..	288
<i>Tab. 49:</i> Kategorie J5A-SG-A zu Erklärungen von Strömungen mit Subkat.	298
<i>Tab. 50:</i> Kategorie J5B-SG-S zu Erklärungen vom Strömungsversuch mit Subkat....	310
<i>Tab. 51:</i> Kategorie E1A-SG-A zu Erklärungen von Strömungen mit Subkat.	312
<i>Tab. 52:</i> Kategorie E1B-SG-S zu Erklärungen vom Strömungsversuch mit Subkat... 313	
<i>Tab. 53:</i> Kategorie E2A-SG-A zu Erklärungen von Strömungen mit Subkat.	314
<i>Tab. 54:</i> Kategorie E2B-SG-S zu Erklärungen vom Strömungsversuch mit Subkat... 315	
<i>Tab. 55:</i> Kategorie E3A-SG-A zu Erklärungen von Strömungen mit Subkat.	316
<i>Tab. 56:</i> Kategorie E3B-SG-S zu Erklärungen vom Strömungsversuch mit Subkat... 317	
<i>Tab. 57:</i> Kategorie S1A-SG-A zu Erklärungen von Strömungen mit Subkat.....	318
<i>Tab. 58:</i> Kategorie S1B-SG-S zu Erklärungen vom Strömungsversuch mit Subkat. .. 319	
<i>Tab. 59:</i> Kategorie S2A-SG-A zu Erklärungen von Strömungen mit Subkat.....	320
<i>Tab. 60:</i> Kategorie S2B-SG-S zu Erklärungen vom Strömungsversuch mit Subkat. .. 321	
<i>Tab. 61:</i> Kategorie S3A-SG-A zu Erklärungen von Strömungen mit Subkat.....	322
<i>Tab. 62:</i> Kategorie S3B-SG-S zu Erklärungen vom Strömungsversuch mit Subkat. .. 323	
<i>Tab. 63:</i> Kategorie J1A-SG-A zu Erklärungen von Strömungen mit Subkat.	324
<i>Tab. 64:</i> Kategorie J1B-SG-S zu Erklärungen vom Strömungsversuch mit Subkat.... 325	
<i>Tab. 65:</i> Kategorie J2A-SG-A zu Erklärungen von Strömungen mit Subkat.	326
<i>Tab. 66:</i> Kategorie J2B-SG-S zu Erklärungen vom Strömungsversuch mit Subkat.... 327	
<i>Tab. 67:</i> Kategorie J3A-SG-A zu Erklärungen von Strömungen mit Subkat.	328
<i>Tab. 68:</i> Kategorie J3B-SG-S zu Erklärungen vom Strömungsversuch mit Subkat.... 329	
<i>Tab. 69:</i> Kategorie J4A-SG-A zu Erklärungen von Strömungen mit Subkat.	330
<i>Tab. 70:</i> Kategorie J4B-SG-S zu Erklärungen vom Strömungsversuch mit Subkat.... 331	
<i>Tab. 71:</i> Kategorie G1-SG-A zu generalisierten Erklärungen von Strömungen.....	334
<i>Tab. 72:</i> Kategorie G2-SG-A zu generalisierten Erklärungen von Strömungen.....	335
<i>Tab. 73:</i> Kategorie G3-SG-A zu generalisierten Erklärungen von Strömungen.....	336
<i>Tab. 74:</i> Kategorie G4-SG-A zu generalisierten Erklärungen von Strömungen.....	338
<i>Tab. 75:</i> Kategorie G5-SG-A zu generalisierten Erklärungen von Strömungen.....	339
<i>Tab. 76:</i> Kategorie G6-SG-A zu generalisierten Erklärungen von Strömungen.....	339
<i>Tab. 77:</i> Kategorie G1-SG-S zu generalisierten Erklärungen zum Strömungsversuch	341
<i>Tab. 78:</i> Kategorie G2-SG-S zu generalisierten Erklärungen zum Strömungsversuch	342
<i>Tab. 79:</i> Kategorie G3-SG-S zu generalisierten Erklärungen zum Strömungsversuch	343
<i>Tab. 80:</i> Kategorie G4-SG-S zu generalisierten Erklärungen zum Strömungsversuch	344
<i>Tab. 81:</i> Kategorie G5-SG-S zu generalisierten Erklärungen zum Strömungsversuch	346
<i>Tab. 82:</i> Kategorie G6-SG-S zu generalisierten Erklärungen zum Strömungsversuch	347
<i>Tab. 83:</i> Kategorie G7-SG-S zu generalisierten Erklärungen zum Strömungsversuch	347
<i>Tab. 84:</i> Kategorie J5A-SR-A zu Erklärungen von Strukturen mit Subkat.	355
<i>Tab. 85:</i> Kategorie J5B-SG-S zu Erklärungen zum Strukturversuch mit Subkat.	369
<i>Tab. 86:</i> Kategorie E1A-SR-A zu Erklärungen von Strukturen mit Subkat.	371
<i>Tab. 87:</i> Kategorie E1B-SR-S zu Erklärungen zum Strukturversuch mit Subkat.....	372
<i>Tab. 88:</i> Kategorie E2A-SR-A zu Erklärungen von Strukturen mit Subkat.	373

<i>Tab. 89:</i> Kategorie E2B-SR-S zu Erklärungen zum Strukturversuch mit Subkat.....	374
<i>Tab. 90:</i> Kategorie E3A-SR-A zu Erklärungen von Strukturen mit Subkat.	375
<i>Tab. 91:</i> Kategorie E3B-SR-S zu Erklärungen zum Strukturversuch mit Subkat.....	376
<i>Tab. 92:</i> Kategorie S1A-SR-A zu Erklärungen von Strukturen mit Subkat.	377
<i>Tab. 93:</i> Kategorie S1B-SR-S zu Erklärungen zum Strukturversuch mit Subkat.....	378
<i>Tab. 94:</i> Kategorie S2A-SR-A zu Erklärungen von Strukturen mit Subkat.	379
<i>Tab. 95:</i> Kategorie S2B-SR-S zu Erklärungen zum Strukturversuch mit Subkat.....	380
<i>Tab. 96:</i> Kategorie S3A-SR-A zu Erklärungen von Strukturen mit Subkat.	381
<i>Tab. 97:</i> Kategorie S3B-SR-S zu Erklärungen zum Strukturversuch mit Subkat.....	382
<i>Tab. 98:</i> Kategorie J1A-SR-A zu Erklärungen von Strukturen mit Subkat.	383
<i>Tab. 99:</i> Kategorie J1B-SR-S zu Erklärungen zum Strukturversuch mit Subkat.	384
<i>Tab. 100:</i> Kategorie J2A-SR-A zu Erklärungen von Strukturen mit Subkat.	385
<i>Tab. 101:</i> Kategorie J2B-SR-S zu Erklärungen zum Strukturversuch mit Subkat.	386
<i>Tab. 102:</i> Kategorie J3A-SR-A zu Erklärungen von Strukturen mit Subkat.	387
<i>Tab. 103:</i> Kategorie J3B-SR-S zu Erklärungen zum Strukturversuch mit Subkat.	388
<i>Tab. 104:</i> Kategorie J4A-SR-A zu Erklärungen von Strukturen mit Subkat.	389
<i>Tab. 105:</i> Kategorie J4B-SR-S zu Erklärungen zum Strukturversuch mit Subkat.	390
<i>Tab. 106:</i> Kategorie G1-SR-A zu generalisierten Erklärungen von Strukturen.....	392
<i>Tab. 107:</i> Kategorie G2-SR-A zu generalisierten Erklärungen von Strukturen.....	393
<i>Tab. 108:</i> Kategorie G3-SR-A zu generalisierten Erklärungen von Strukturen.....	395
<i>Tab. 109:</i> Kategorie G4-SR-A zu generalisierten Erklärungen von Strukturen.....	396
<i>Tab. 110:</i> Kategorie G5-SR-A zu generalisierten Erklärungen von Strukturen.....	397
<i>Tab. 111:</i> Kategorie G6-SR-A zu generalisierten Erklärungen von Strukturen.....	398
<i>Tab. 112:</i> Kategorie G1-SR-S zu generalisierten Erklärungen zum Strukturversuch..	401
<i>Tab. 113:</i> Kategorie G2-SR-S zu generalisierten Erklärungen zum Strukturversuch..	402
<i>Tab. 114:</i> Kategorie G3-SR-S zu generalisierten Erklärungen zum Strukturversuch..	403
<i>Tab. 115:</i> Kategorie G4-SR-S zu generalisierten Erklärungen zum Strukturversuch..	404
<i>Tab. 116:</i> Kategorie G5-SR-S zu generalisierten Erklärungen zum Strukturversuch..	406
<i>Tab. 117:</i> Kategorie G6-SR-S zu generalisierten Erklärungen zum Strukturversuch..	408
<i>Tab. 118:</i> Durch Leitprinzipien aufgespannter Rahmen für die did. Strukturierung ...	464

18 Literaturverzeichnis

- Ahnert, F. (2009). *Einführung in die Geomorphologie*. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.
- Ainsworth, H. L. & Eaton, S. E. (2010). *Formal, non-formal and informal learning in the Sciences*. Calgary: Onate Press.
- Altenbach, H. (2015). *Kontinuumsmechanik. Einführung in die materialunabhängigen und materialabhängigen Gleichungen*. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg.
- Anderson, J. R. (2013). *Kognitive Psychologie*. Berlin, Heidelberg: Springer VS.
- Anderson, R. S. (1990). Eolian ripples as examples of self-organization in geomorphological systems. *Earth-Science Reviews*, 29 (1-4), 77-96.
- Andresen, S. (2008). Bildungstheoretische Überlegungen im Kontext der Wissensgesellschaft. In H.-U. Otto & T. Rauschenbach (Hrsg.), *Die andere Seite der Bildung. Zum Verhältnis von formellen und informellen Bildungsprozessen* (S. 9-29). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Ansbacher, T. (1998). John Dewey's experience and education: Lessons for museums. *Curator*, 41(1), 36-50.
- Arnold, R. & Siebert, H. (1999). *Konstruktivistische Erwachsenenbildung. Von der Deutung zur Konstruktion von Wirklichkeit*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Ausubel, D. P. (1960). The Use of Advance Organizers in the Learning and Retention of Meaningful Verbal Material. *Journal of Educational Psychology*, 51 (5), 267-272.
- AWI (2007). Norddeutsches Wattenmeer im Klimawandel. Online verfügbar unter: <https://www.awi.de/nc/ueber-uns/service/presse-detailansicht/presse/norddeutsches-wattenmeer-im-klimawandel.html> [Zugriff: 13.07.2018].
- Ayrton, H. (1910). The Origin and Growth of Ripple-Mark. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A. Containing Papers of a Mathematical and Physical Character*, 84 (571), 285-310.
- Baar, R. & Schönknecht, G. (2018). *Außerschulische Lernorte: didaktische und methodische Grundlagen (= Bildungswissen Lehramt, Bd. 30)*. Weinheim, Basel: Beltz.
- Backhus, U. (2010). Gezeiten und Bezugssysteme. *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*, 1, DD 31.04. Online verfügbar unter: <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/download/220/280> [Zugriff: 07.08.2019].
- Baehr, H. D. & Stephan, K. (2013). *Wärme- und Stoffübertragung*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Baerns, M., Behr, A., Brehm, A., Gmehling, J., Hinrichsen, K.-O., Hofmann, H., Onken, U., Palkovits, R. & Renken, A. (2013). *Technische Chemie*. Weinheim: Wiley-VCH.
- Bahlburg, H. & Breitzkreuz, C. (2018). *Grundlagen der Geologie*. Berlin: Springer Spektrum.
- Bak, P. (1996). *How Nature Works. The science of self-organized criticality*. New York: Copernicus.
- Banerjee, P. K. (2005). *Oceanography for Beginners*. New Delhi u. a.: Allied Publishers.
- Bartelmann, M., Feuerbacher, B., Krüger, T., Lüst, D., Rebhan, A. & Wipf, A. (2015). *Theoretische Physik*. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum.
- Bar-Yam, Y. (1997). *Dynamics of Complex Systems (= Studies in Nonlinearity)*. Boulder, CO: Westview Press.
- Baum, S., Roth, J. & Oechsler, R. (2013). Schülerlabore Mathematik – Außerschulische Lernstandorte zum intentionalen mathematischen Lernen. *Der Mathematikunterricht*, 59 (5), 4-11.

- Baumert, J. (2001). PISA 2000: Untersuchungsgegenstand, theoretische Grundlagen und Durchführung der Studie. In Deutsches PISA-Konsortium (Hrsg.), *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich* (S. 15-68). Opladen: Leske + Budrich.
- Baumert, J. (2002). Deutschland im internationalen Bildungsvergleich. In N. Killius, J. Kluge & L. Reisch (Hrsg.), *Die Zukunft der Bildung* (S. 100-150). Frankfurt: Suhrkamp.
- Baumgartner, A. & Reichel, E. (1975). *The World Water Balance*. Amsterdam: Elsevier.
- Bechmann, W. & Schmidt, J. (2006). *Einstieg in die physikalische Chemie für Nebenfächler*. Wiesbaden: Teubner.
- Bender, D. & Pippig, E. (1973). *Einheiten, Maßsysteme, SI*. Berlin: Akademie-Verlag.
- Bereiter, C. & Scadarmalia, M. (1989). Intentional learning as a goal of instruction. In L. B. Resnick (Hrsg.), *Knowing, learning, and instruction: Essays in honor of Robert Glaser* (S. 361-392). Hillsdale, USA: Lawrence Erlbaum Associates.
- Bereiter, C. (1994). Constructivism, Socioculturalism, and Popper's World 3. *Educational Researcher*, 23 (7), 21-23.
- Berg, E. (1999). Dynamik nichtlinearer Systeme: Modelle als Hilfsmittel zur Unterstützung des Denkens und Lernens. In C. M. Brodersen & D. Möller (Hrsg.), *Zukunftsorientierte Betriebswirtschaft und Informationstechnologien in der Agrarwirtschaft (= Gießener Schriften zur Agrar- und Ernährungswirtschaft; Heft 29)* (S. 23-37). Frankfurt: DLG-Verlag.
- Bergsdorf, H. (2000). Rhetorik des Populismus am Beispiel rechtsextremer und rechtspopulistischer Parteien wie der „Republikaner“, der FPÖ und des „Front National“. *Zeitschrift für Parlamentsfragen*, 31 (3), 620-626.
- Bernard, E. & Titov, V. (2015). Evolution of tsunami warning systems and products. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 373 (2053). Online verfügbar unter: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsta.2014.0371> [Zugriff: 08.08.2019].
- Bertschy, F. (2008). Vernetztes Denken in der Grundschule fördern. *Umweltpsychologie*, 12 (2), 71-90.
- Besthorn, M. (2006). *Hydrodynamik und Strukturbildung. Mit einer kurzen Einführung in die Kontinuumsmechanik*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Bissolli, P., Göring, L. & Lefebvre, C. (2001). *Extreme Wetter- und Witterungsereignisse im 20. Jahrhundert*. Online verfügbar unter: https://www2.meteo.uni-bonn.de/mitarbeiter/CSchoelzel/fortbildung/publikationen/dwd_2001_extreme_20_jahrhundert.pdf. [Zugriff: 08.08.2019].
- Bleichroth, W. (1991). Elementarisierung, das Kernstück der Unterrichtsvorbereitung. *Naturwissenschaft im Unterricht. Physik*, 2 (6), 4-11.
- Bliesmer, K. (2016). *Fachdidaktische Analyse von Bildungsangeboten norddeutscher Meeresforschungsinstitute*. Masterarbeit: Universität Oldenburg.
- Blundell, S. J. & Blundell, K. M. (2010). *Concepts in Thermal Physics*. Oxford: Oxford University Press.
- Böckh, P. v. & Saumweber, C. (2013). *Fluidmechanik. Einführendes Lehrbuch*. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg.
- Bodenschatz, E., Pesch, W. & Ahlers, G. (2000). Recent Developments in Rayleigh-Bénard Convection. *Annual Review of Fluid Mechanics*, 32, 709-778.
- Böge, A. (2006). *Technische Mechanik. Statik – Dynamik – Fluidmechanik – Festigkeitslehre*. Wiesbaden: Vieweg.
- Bogner, A., Littich, B. & Menz, W. (2005). *Das Experteninterview. Theorie, Methode, Anwendung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

- Böhmer, J. (2001). *Der Maxwellsche Dämon als Praktikumsversuch*. Staatsexamensarbeit: Universität Oldenburg.
- Böllert, K. (2008). Bildung ist mehr als Schule — Zum kooperativen Bildungsauftrag von Familie, Schule, Kinder- und Jugendhilfe. In K. Böllert (Hrsg.), *Von der Delegation zur Kooperation. Bildung in Familie, Schule, Kinder- und Jugendhilfe* (S. 7-31). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Bollmann-Zuberbühler, B., Strauss, N.-C., Kunz, P. & Frischknecht-Tobler, U. (2016). Systemdenken als Schlüsselkompetenz einer Bildung für nachhaltige Entwicklung. Eine explorative Studie zum Transfer in Schule und Unterricht. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 34 (3), 368-383.
- Borghini, N. (2013). *Theoretische Physik IV. Teil A. Hydrodynamik*. Vorlesungsskript: Universität Bielefeld. Online verfügbar unter: https://www.physik.uni-bielefeld.de/~borghini/Teaching/Theorie-IV_13/Theorie-IV.pdf [Zugriff: 09.12.2019].
- Bormann, I., Heinrich, M., Hamborg, S., Lambrecht, M., Nickel, J., Haker, C. & Brüsemeister, T. (2016). Governance von Prozessen im Mehrebenensystem. Gegenstandsbezogene und methodologische Überlegungen. In I. Bormann, S. Hamborg & M. Heinrich (Hrsg.), *Governance-Regime des Transfers von Bildung für nachhaltige Entwicklung. Qualitative Rekonstruktionen* (S. 7-44). Wiesbaden: Springer VS.
- Böse, M., Ehlers, J. & Lehmkuhl, F. (2018). *Deutschlands Norden. Vom Erdaltertum zur Gegenwart*. Berlin: Springer.
- Brasseur, G. P., Jacob, D. & Schuck-Zöller, S. (2017). *Klimawandel in Deutschland: Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven*. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum.
- Braund, M. & Reiss, M. (2006). Towards a more authentic science curriculum: the contribution of out-of-school learning. *International Journal of Science Education*, 28 (12), 1373-1388.
- Breidenstein, G. (2008). Allgemeine Didaktik und Praxeologische Unterrichtsforschung. In M. A. Meyer, M. Prenzel & S. Hellekamps (Hrsg.), *Perspektiven der Didaktik (= Zeitschrift für Erziehungswissenschaft; Sonderheft 9)* (S. 201-218). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Bröking, K. (2006). *Warum fließen Flüsse nicht geradeaus bergab? Teil 2*. Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation. Online verfügbar unter: <https://www.ds.mpg.de/212128/20> [Zugriff: 02.09.2019].
- Buchanan, T. (2017). *Power of Patterns: Fractals*. Huntington Beach: Teacher Created Materials.
- Budde, J. Hummrich, M. (2016). Die Bedeutung außerschulischer Lernorte im Kontext Schule – eine erziehungswissenschaftliche Perspektive. In J. Erhorn & J. Schwier (Hrsg.), *Pädagogik außerschulischer Lernorte. Eine interdisziplinäre Annäherung* (S. 29-52). Bielefeld: transcript Verlag.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2015). *Zukunft der Ozeane. Gemeinsam forschen für eine gesunde Meeresumwelt*. Online verfügbar unter: https://www.fona.de/mediathek/pdf/BMBF_Zukunft_der_Meere_12_BARRIE-REFREI.pdf [Zugriff: 12.07.2018].
- Burk, K., Rauterberg, M. & Schönknecht, G. (2008). *Schule außerhalb der Schule. Lehren und Lernen an außerschulischen Orten (= Beiträge zur Reform der Grundschule, Bd. 125)*. Frankfurt am Main: Grundschulverband – Arbeitskreis Grundschule.
- Burmeister, M. & Eilks, I. (2013). Bildung für eine nachhaltige Entwicklung (BnE) in der Chemielehrerbildung. Ein Projekt partizipativer Aktionsforschung. *Chemikon*, 20 (2), 66-72.

- Bybee R. W. (1997a). *Achieving scientific literacy: from purposes to practices*. Portsmouth: Heinemann Publishing.
- Bybee, R. W. (1997b). Towards an understanding of Scientific Literacy. In W. Gräber & C. Bolte (Hrsg.), *Scientific literacy. An international symposium* (S. 37-68). Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften.
- Bybee, R. W. (2002). Scientific Literacy – Mythos oder Realität? In W. Gräber, P. Nentwig, T. Koballa & R. Evans (Hrsg.), *Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung* (S. 21-43). Opladen: Leske + Budrich.
- Carr, M. H., Woodson, C. B., Cheriton, O. M., Malone, D., McManus, M. A. & Raimondi, P. T. (2011). Knowledge through partnerships: integrating marine protected area monitoring and ocean observing systems. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9 (6), 342-350.
- Charette, M. A. & Smith, W. H. F. (2010). The volume of Earth's ocean. *Oceanography*, 23 (2), 112-114.
- Charnock, H. (1997). The Atmosphere and the Ocean. In C. Summerhayes & S. A. Thorpe (Hrsg.), *Oceanography: An Illustrated Guide* (S. 27-40). Boca Raton: Manson Publishing CRC Press.
- Clausen, S. (2015). *Systemdenken in der außerschulischen Umweltbildung. Eine Feldstudie*. Münster: Waxmann.
- Colucci-Gray, L., Camino, E., Barbiero, G. & Gray, D. (2006). From scientific literacy to sustainability literacy: An ecological framework for education. *Science Education*, 90 (2), 227-252.
- Constantin, A. (2011). *Nonlinear Water Waves with Applications to Wave-Current Interactions and Tsunamis*. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics.
- Corral, A. (2011). Tropical Cyclones as a Critical Phenomenon. In J. B. Elsner, R. E. Hodges, J. C. Malmstadt & K. N. Scheitlin (Hrsg.), *Hurricanes and Climate Change. Volume 2* (S. 81-100). Heidelberg, London, New York: Springer Dordrecht.
- Correia, P. R. M., Xavier do Valle, B., Dazzani, M. Infante-Malachiasa, E. (2010). The importance of scientific literacy in fostering education for sustainability: Theoretical considerations and preliminary findings from a Brazilian experience. *Journal of Cleaner Production*, 18 (7), 678-685.
- Costanza, R. (1999). The ecological, economic, and social importance of the oceans. *Ecological Economics*, 31 (2), 199-213.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. J., Sutton, P. & van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 129 (387), 253-260.
- Cullina, W. (2008). *Native Ferns, Moss & Grasses. From Emerald Carpet to Amber Wave: Serene and Sensuous Plants for the Garden*. New York: Houghton Mifflin Company.
- Dale, A. & Newman, L. (2005). Sustainable development, education and literacy. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 6 (4), 351-362.
- Dalrymple, R. A., MacMahan, J. H., Reniers, A. J. H. M. & Nelko, V. (2011). Rip Currents. *Annual Review of Fluid Mechanics*, 43, 551-581.
- Das, G. K. (2017). Bioturbation Structures. In G. K. Das (Hrsg.), *Tidal Sedimentation of the Sunderban's Thakuran Basin* (S. 123-140). Cham: Springer.
- Daubenfeld, T. & Zenker, D. (2017). *Reiseführer Physikalische Chemie. Entdecke die fantastische Welt der Thermodynamik!* Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum.

- Davenport, C. (2015). *Nations Approve Landmark Climate Accord in Paris*. In New York Times vom 13.12.2015, S. A1. Online verfügbar unter: <https://www.nytimes.com/2015/12/13/world/europe/climate-change-accord-paris.html> [Zugriff: 08.12.2019].
- De Haan, G., Kamp, G., Lerch, A., Martignon, L., Müller-Christ, G. & Nutzinger, H. G. (2008). *Nachhaltigkeit und Gerechtigkeit. Grundlagen und schulpraktische Konsequenzen (= Ethics of Science and Technology Assessment, Bd. 33)*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- DeAngelis, D., Post, W. M. & Travis, C. C. (1986). *Positive Feedback in Natural Systems*. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo: Springer.
- DeBoer, G. (2000). Scientific Literacy: Another Look at its Historical and Contemporary Meanings and its Relationship to Science Education Reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.
- Demirel, Y. & Gerbaud, V. (2019). *Nonequilibrium thermodynamics. Transport and rate processes in physical, chemical and biological systems*. Amsterdam, Oxford, Cambridge: Elsevier.
- Demirel, Y. (2014). *Nonequilibrium Thermodynamics. Transport and Rate Processes in Physical, Chemical and Biological Systems*. Amsterdam, Oxford: Elsevier.
- Demtröder, W. (2018). *Experimentalphysik 1. Mechanik und Wärme*. Berlin: Springer Spektrum.
- Demuth, R., Parchmann, I., Ralle, B. & Gräsel, C. (2005). *Chemie im Kontext. Hinweise zur Konzeption, Durchführung und Evaluation von Unterrichtseinheiten*. Kiel: IPN.
- Denker, H. (2009). Die Relevanz der Idee der nachhaltigen Entwicklung für die berufliche Bildung – eine bildungstheoretische Reflexion. In A. Fischer & K.-D. Mertin (Hrsg.), *Benachteiligtenförderung und Berufsbildung zur Nachhaltigkeit in einer modellhaften schulintegrierten Produktionsstätte (=Berufsbildungswissenschaftliche Erörterungen, Bd. 2)* (S. 23-44). Online verfügbar unter: http://bwp-schriften.univera.de/Band2_09/denker_Band2_09.pdf [Zugriff: 08.09.2018].
- Di Giulio, A. (2004). *Die Idee der Nachhaltigkeit im Verständnis der Vereinten Nationen. Anspruch, Bedeutung, Schwierigkeiten*. Münster: LIT.
- Dickey, T. D. (1990). Physical–optical–biological scales relevant to recruitment in large marine ecosystems. In K. Sherman, L. M. Alexander & B. D. Golf (Hrsg.), *Large marine ecosystems. Patterns, processes and yields* (S. 82-98). Washington: American Association for the Advancement of Science.
- Dierking, L. D., Falk, J. H., Rennie, L., Anderson D. & Ellenbogen, K. (2003). Policy statement of the “informal science education” ad hoc committee. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (2), 108-111.
- Dittes, F.-M. (2012). *Komplexität. Warum die Bahn nie pünktlich ist*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Divine, R. A. (1993) *The Sputnik Challenge*. New York, Oxford: Oxford University Press.
- Doelman, A. & van Harten, A. (1995). *Nonlinear Dynamics and Pattern Formation in the Natural Environment*. New York: John Wiley and Sons.
- Dronkers, J. (2017). *Dynamics of Coastal Systems*. New Jersey: World Scientific Publishing.
- Duit, R. (1995). Vorstellungen und Lernen von Physik und Chemie. Zu den Ursachen vieler Lernschwierigkeiten. *Plus Lucis*, 3 (2), 11-18.
- Duit, R. (2006). Initiativen zur Verbesserung des Physikunterrichts in Deutschland. *PhyDid A - Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*, 5 (2), 83-96.

- Duit, R. (2007a). Energie. Ein zentraler Begriff der Naturwissenschaften und des naturwissenschaftlichen Unterrichts. *Naturwissenschaften im Unterricht. Physik*, 18 (101), 4-7.
- Duit, R. (2007b). Alltagsvorstellungen und Physik lernen. In E. Kircher, R. Girwidz & P. Häußler (Hrsg.), *Physikdidaktik. Theorie und Praxis* (S. 581-606). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M. & Parchmann, I. (2012). The Model of Educational Reconstruction – a Framework for improving Teaching and learning Science. In D. Jorde & J. Dillon (Hrsg.), *Science Education Research and Practice in Europe. Retrospective and Prospective* (S. 13-37). Rotterdam, Boston, Taipei: Sense Publishers.
- Dunlap, R. E. (2013). Climate Change Skepticism and Denial: An Introduction. *American Behavioral Scientist*, 57 (6), 691-698.
- Durant, J. R. (1993). What is scientific literacy? In J. R. Durant & J. Gregory (Hrsg.), *Science and culture in Europe* (S. 129-137). London: Science Museum.
- Dürrenmatt, F. (1980). *Die Physiker*. Zürich: Diogenes Verlag.
- Durst, F. (2006). *Grundlagen der Strömungsmechanik: eine Einführung in die Theorie der Strömung von Fluiden*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Duske, P. (2017). *Bilingualer Unterricht im Fokus der Biologiedidaktik. Auswirkungen von Unterrichtssprache und -kontext auf Motivation und Wissenserwerb*. Berlin, Heidelberg: Springer VS.
- Düx, W. & Sass, E. (2005). Lernen in informellen Kontexten. Lernpotenziale in Settings des freiwilligen Engagements. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 8 (3), 394-411.
- Ebeling, W. & Lanius, K. (2000). *Zur Vorhersagbarkeit komplexer Prozesse*. Manuskript des Vortrags am 13.02.2000 bei der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin. Online verfügbar unter: https://leibnizsozietat.de/wp-content/uploads/2000/07/01_ebeling_lanius.pdf [Zugriff: 03.10.2019].
- Ebeling, W., Freund, J. & Schweitzer, F. (1998). *Komplexe Strukturen, Entropie und Information*. Stuttgart: Teubner.
- Eberlei, B. (2015). *Physikalische Schwerpunkte der deutschen Meeres- und Klimafor-schungsinstitute und abgeleitete fachdidaktische Entwicklungsansätze*. Bachelorarbeit: Universität Oldenburg.
- Eckert, T. & Kadera, S. (2018). Der sozialökologische Ansatz in der Erwachsenenbildung. In R. Tippelt & A. v. Hippel (Hrsg.), *Handbuch Erwachsenenbildung/Weiterbildung* (S. 185-203). Wiesbaden: Springer VS.
- Eckes, T. (1991). *Psychologie der Begriffe*. Göttingen: Hogrefe.
- Edelmann, W. & Wittmann, S. (2012). *Lernpsychologie*. Weinheim: Beltz.
- Einstein, A. (1905). Über die von der molekularkinetischen Theorie der Wärme geforderte Bewegung von in ruhenden Flüssigkeiten suspendierten Teilchen. *Annalen der Physik*, 322 (8), 549-560.
- Emanuel, K. (2003). Tropical Cyclones. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 31, 75-104.
- Erhorn, J. & Schwier, J. (2016). Außerschulische Lernorte. Eine Einführung. In J. Erhorn & J. Schwier (Hrsg.), *Pädagogik außerschulischer Lernorte. Eine interdisziplinäre Annäherung* (S. 7-13). Bielefeld: transcript Verlag.
- Eshach, H. (2007). Bridging In-school and Out-of-school Learning: Formal, Non-Formal, and Informal Education. *Journal of Science Education and Technology*, 16 (2), 171-190.
- Euler, M., Schüttler, T. & Hausamann, D. (2014). Schülerlabore: Lernen durch Forschen und Entwickeln. In E. Kircher, R. Girwidz & P. Häußler (Hrsg.), *Physikdidaktik. Theorie und Praxis* (S. 759-782). Berlin, Heidelberg: Springer.

- Fagherazzi, S. (2008). Self-organization of tidal deltas. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105 (48), 18692-18695.
- Falk, G. & Ruppel, W. (1976). *Energie und Entropie. Eine Einführung in die Thermodynamik*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Falk, J. & Dierking, L. D. (2010). The 95 Percent Solution. School is not where most Americans learn most of their science. *American Scientist*, 98 (6), 486-493.
- Faure, E., Herrera, F., Kaddoura, A.-R., Lopes, H., Petrovsky, A. V., Rahnema, M. & Ward, F. C. (1972). *Learning to be. The world of education today and tomorrow*. Paris: UNESCO Publishing. Online verfügbar unter: <http://unesdoc.unesco.org/images/0000/000018/001801e.pdf> [Zugriff: 19.08.2018].
- Feder, J. (1988). *Fractals*. New York: Springer.
- Feige, E.-A., Rutsch, J., Dörfler, T. & Rehm, M. (2017). Von der Alltagsvorstellung zum fachwissenschaftlichen Konzept. Schülervorstellungen diagnostizieren und weiterentwickeln, *Naturwissenschaften im Unterricht. Chemie*, 28 (159), 2-8.
- Feistel, R. & Ebeling, W. (2011). *Physics of Self-Organization and Evolution*. Weinheim: Wiley-VCH.
- Fensham, P. J. (1997). School science and its problems with scientific literacy. In R. Levinson & J. Thomas (Hrsg.), *Science today: Problem or crisis?* (S. 119–236). London: Routledge.
- Feynman, R., Leighton, R. B. & Sands, M. (1963). *The Feynman Lectures on Physics. Volume I*. Amsterdam: Addison-Wesley Longman.
- Fischer, A. & Seeber, G. (2007). Nachhaltigkeit und ökonomische Bildung. In A. Fischer & G. Seeber (Hrsg.), *Nachhaltigkeit und ökonomische Bildung* (S. 1-14). Bergisch Gladbach: Verlag Thomas Hobein.
- Fischler, H., Gebhard, U. & Rehm, M. (2018). Naturwissenschaftliche Bildung und Scientific Literacy. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 11-29). Berlin: Springer Nature.
- Flath, M. (2009). Die Region als Lernort – außerschulisches Lernen im Kontext Lebenslangen Lernens. In M. Flath & J. Schockemöhle (Hrsg.), *Regionales Lernen – Kompetenzen fördern und Partizipation stärken. Dokumentation zum HGD-Symposium, Vechta 09. - 10. Oktober 2008 (= Geographiedidaktische Forschungen, Bd. 45)* (S. 7-13). Weingarten: Selbstverlag des Hochschulverbandes für Geographie und ihre Didaktik e.V. (HGD).
- Flohn, H. (1951). Behrmanns „Prinzip der Selbstverstärkung“ in der Meteorologie und die Mäanderbildung in Atmosphäre und Ozean. *Die Erde – Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin*, 3, 211-219. Online verfügbar unter: <https://www.deutsche-digitale-bibliothek.de/item/ZEZBATB46HOSE-AMQAPAAVHUFDNIE4JWR> [Zugriff: 08.12.2019].
- Fox-Rabinovich, G. S. & Totten, G. E. (2006). *Self-Organization During Friction. Advanced Surface-Engineered Materials and Systems Design*. Boca Raton, London, New York: Taylor & Francis Group.
- Frank, S. A. (2011). Nachhaltigkeit als "regulative Idee". In P. S. Föhl, P. Glogner-Pilz, M. Lutz & Y. Pröbstle (Hrsg.), *Nachhaltige Entwicklung in Kulturmanagement und Kulturpolitik. Ausgewählte Grundlagen und strategische Perspektiven* (S. 207-218). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Frühwald, W. (1996). *Die Informatisierung des Wissens*. Stuttgart: Alcatel SEL Stiftung.
- Fuchs, A. (2013). *Nonlinear Dynamics in Complex Systems. Theory and Applications for the Life-, Neuro- and Natural Sciences*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Gallagher, J. & Harsch, G. (1997). Scientific literacy: Science education and secondary school students. In W. Gräber & C. Bolte (Hrsg.), *Scientific literacy. An*

- international symposium* (S. 13-34). Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften.
- Galloway, W. E. (1975). Process framework for describing the morphologic and stratigraphic evolution of deltaic depositional system. In M. L. Broussard (Hrsg.), *Deltas. Models for Exploration* (S. 87-98). Houston: Geological Society.
- Geena Davis Institute on Gender in Media (2018). The “Scully Effect”: I want to believe... in STEM. Online verfügbar unter: <https://seejane.org/wp-content/uploads/x-files-scully-effect-report-geena-davis-institute.pdf> [Zugriff: 22.08.2018].
- Gerstenmaier, J. & Mandl, H. (1995). Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. *Zeitschrift für Pädagogik*, 41 (6), 867-888.
- Gerstenmaier, J. & Mandl, H. (2018). Konstruktivistische Ansätze in der Erwachsenenbildung und Weiterbildung. In R. Tippelt & A. v. Hippel (Hrsg.), *Handbuch Erwachsenenbildung/Weiterbildung* (S. 221-233). Wiesbaden: Springer VS.
- Getling, A. V. (1998). *Rayleigh-Bénard Convection. Structures and Dynamics* (= *Advanced Series in Nonlinear Dynamics*, Vol. 11). Singapore: World Scientific Publishing.
- Giancoli, D. C. (2006). *Physik*. München: Pearson Studium.
- Gill, B. (2005). *Schule in der Wissensgesellschaft. Ein soziologisches Studienbuch für Lehrerinnen und Lehrer*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Gladwell, M. (2001). *The Tipping Point. How Little Things Can Make a Big Difference*. London: Abacus.
- Glaser, R., Hauter, C., Faust, D., Glawion, R., Saurer, H., Schulte, A. & Sudhaus, D. (2017). *Physische Geographie kompakt*. Berlin: Springer Spektrum.
- Gräber, W. (1999). „Scientific-Literacy“ – Naturwissenschaftliche Bildung in der Diskussion. In P. Döbrich (Hrsg.), *Qualitätsentwicklung im naturwissenschaftlichen Unterricht. Fachtagung am 15. Dezember 1999* (= *Materialien zur Bildungsforschung*, Bd. 7) (S. 1-28). Frankfurt am Main: Gesellschaft zur Förderung Pädagogischer Forschung.
- Greeno, J. G., Riley, M. S. & Gelman, R. (1984). Conceptual competence and children’s counting. *Cognitive Psychology*, 16 (1), 94-143.
- Grob, K., Rhöneck, C. v. & Völker, B. (1993). Soziales Umfeld, psychologische Motive und kognitive Fähigkeiten als Bedingungen des Langzeitlernens in der Elektrizitätslehre. In W. B. Schneider (Hrsg.), *Wege in der Physikdidaktik. Band 3. Rückblick und Perspektive* (S. 159-168). Erlangen: Verlag Palm & Enke.
- Gropengießer, H. (2007). Theorie des erfahrungsbasierten Verstehens. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden* (S. 105-116). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Grotzinger, J. & Jordan, T. (2017). *Press/Siever Allgemeine Geologie*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Grundmann, D. (2017). *Bildung für nachhaltige Entwicklung in Schulen verankern. Handlungsfelder, Strategien und Rahmenbedingungen der Schulentwicklung*. Wiesbaden: Springer VS.
- Grunwald, A. & Kopfmüller, J. (2006). *Nachhaltigkeit*. Frankfurt, New York: Campus Verlag.
- Guderian, P. (2007). *Wirksamkeitsanalyse außerschulischer Lernorte. Der Einfluss mehrmaliger Besuche eines Schülerlabors auf die Entwicklung des Interesses an Physik*. Dissertation: Humboldt-Universität zu Berlin.
- Hadjihoseini, A., Lind, P. G., Mori, N., Hoffmann, N. P. & and Peinke, J. (2018). Rogue waves and entropy consumption, *Europhysics Letters*, 120 (3), 30080p1-30080p7.

- Hahn, R. (2018). *Wunder aus Sand und Physik*. Frankfurter Allgemeine Zeitung. Online verfügbar unter: <https://www.faz.net/aktuell/wissen/duenen-wunder-aus-sand-und-physik-15767702.html> [Zugriff: 01.09.2019].
- Haken, H. (1983). *Synergetik. Eine Einführung. Nichtgleichgewichts-Phasenübergänge und Selbstorganisation in Physik, Chemie und Biologie*. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo: Springer.
- Hannoschöck, N. (2018). *Wärmeleitung und -transport. Grundlagen der Wärme- und Stoffübertragung*. Berlin: Springer Vieweg.
- Hargreaves, J. K. (2003). *The Solar-Terrestrial Environment. An Introduction to Geospace – the Science of the Terrestrial Upper Atmosphere, Ionosphere, and Magnetosphere*. Cambridge: University Press.
- Harms, N. C. (1977). *Project Synthesis: An interpretative consolidation of research identifying needs in natural science education*. Boulder: University of Colorado.
- Hassanzadeh, P., Chini, G. P. & Doering, C. R. (2014). Wall to wall optimal transport. *Journal of Fluid Mechanics*, 59 (751), 627-662.
- Hauenschild, K., Rode, H. & Bolscho, D. (2010). Bildung für Nachhaltige Entwicklung – eine Chance für die Grundschule? In K.-H. Arnold, K. Hauenschild, B. Schmidt & B. Ziegenmeyer (Hrsg.), *Zwischen Fachdidaktik und Stufendidaktik. Perspektiven für die Grundschulpädagogik (= Jahrbuch Grundschulforschung, Bd. 14)* (S. 173-176). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Herrmann, H. J. (2005). Spuren im Sand. Die Physik der Dünen. *Physik Journal*, 61 (8), 57-60.
- Herrmann, H.-P. (2016). *Tourismuspsychologie*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Heßler, M. & Kehrt, C. (2014). *Die Hamburger Sturmflut von 1962. Risikobewusstsein und Katastrophenschutz aus zeit-, technik- und umweltgeschichtlicher Perspektive*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Heylighen, F. (2001). The science of self-organization and adaptivity. *The Encyclopedia of Life Support Systems*, 5 (3), 253-280.
- Hillesheim, I. (2013). Kategoriale Bildung als Befremdung. Eine kritische Lektüre Klafkis aus bildungs(gang)theoretischer Perspektive. In K. Müller-Roselius & U. Hericks (Hrsg.), *Bildung – Empirischer Zugang und theoretischer Widerstreit* (S.184-203). Leverkusen: Budrich.
- Holzner, D. & Holzner, K. (2018). *Chemie für Technische Assistenten in der Medizin und in der Biologie*. Weinheim: WILEY-VCH.
- Hopf, C. (2015). Qualitative Interviews – ein Überblick. In U. Flick, E. Kardorff & I. Steinke (Hrsg.), *Qualitative Forschung. Ein Handbuch* (S. 349-360). Reinbek: Rohwohlt Taschenbuch Verlag.
- Hopf, M. & Wilhelm, T. (2018). Conceptual Change – Entwicklung physikalischer Vorstellungen. In H. Schecker, T. Wilhelm, M. Hopf & R. Duit (Hrsg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht. Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis* (S. 23-38). Berlin: Springer Spektrum.
- Hung, C. C. (2014). *Climate Change Education. Knowing, doing and being*. London, New York: Routledge.
- Hurd, P. D. (1958). Science literacy: Its meaning for American schools. *Educational Leadership*, 16, 13-16.
- Hurd, P. D. (1970). *New directions in teaching secondary school science*. Chicago: Rand McNally.
- Hüttl, R. F. J. (2011). The Complex System Earth. In R. F. J. Hüttl (Hrsg.), *Our Surprising Planet. New Insights into System Earth* (S. 3-16). Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

- Ikeda, M. & Apel, J. R. (1981). Mesoscale Eddies Detached from Spatially Growing Meanders in an Eastward-Flowing Oceanic jet Using a Two-Layer Quasi-Geostrophic Model. *Journal of Physical Oceanography*, 11 (12), 1638–1661.
- Ingel, L. K. (2014). On a positive-feedback mechanism in intense atmospheric vortices. *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*, 50 (1), 61–65.
- Ingold, M. (2012). Informationskompetenz und Information Literacy. In W. Sühl-Stroh-menger (Hrsg.), *Handbuch Informationskompetenz* (S. 12-35). Berlin: Verlag Walter de Gruyter.
- Itzek-Greulich, H. & Schwarzer, S. (2015). Potenziale und Wirkungen von Schülerlaboren: Vortragssymposium. In S. Bernholt (Hrsg.), *Heterogenität und Diversität – Vielfalt der Voraussetzungen im naturwissenschaftlichen Unterricht (= Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Bd. 35)* (S. 226-228). Kiel: IPN - Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik.
- Jacobbeit, J. (2007). Zusammenhänge und Wechselwirkungen im Klimasystem. In W. Endlicher & F.-W. Gerstengarbe (Hrsg.), *Der Klimawandel. Einblicke, Rückblicke und Ausblicke* (S. 1-16). Potsdam: PIK.
- Jäger, C. (1996). *Untersuchungen einer kohärenten Marangoni-Bénard-Konvektionszelle*. Diplomarbeit: Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen. Online verfügbar unter: <https://www.jäger-family.de/Carsten/Diplom/Bénard-Zellen.pdf> [Zugriff: 02.09.2019].
- Jank, W. & Meyer, H. (1994). *Didaktische Modelle. 3. Auflage*. Frankfurt am Main: Cornelsen Scriptor.
- Janssen, T. (2014). *Über die Kräfte, die die ostfriesischen Inseln gestalten*. Bremen: Maritime Press.
- Jetschke, G. (1989). *Mathematik der Selbstorganisation. Qualitative Theorie nichtlinearer dynamischer Systeme und gleichgewichtsferner Strukturen in Physik, Chemie und Biologie*. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg.
- Jones, L. S. & Schumm, S. A. (1999). Causes of Avulsion: An Overview. In N. D. Smith & J. Rogers (Hrsg.), *Fluvial Sedimentology VI* (S. 169-178). Oxford u. a.: Blackwell Science.
- Jung, W. (1984). Fachliche Zulässigkeit aus didaktischer Sicht. In J. Kahlke & F. M. Kath (Hrsg.), *Didaktische Reduktion und methodische Transformation. Quellenband (= Schriftenreihe: Erziehen – Beruf – Wissenschaft, Bd. 8)* (S. 111-122). Alsbach: Leuchtturm-Verlag.
- Kalitzin, G. (1968). *Thermodynamik irreversibler Prozesse*. Leipzig: Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie.
- Kampa, I. (2010). *Warum bilden sich Wellenmuster im Sand?* Welt der Physik. Online verfügbar unter: <https://www.weltderphysik.de/thema/hinter-den-dingen/wellenmuster/> [Zugriff: 01.09.2019].
- Kandler, M. & Tippelt, R. (2018). Weiterbildung und Umwelt. Bildung für nachhaltige Entwicklung. In R. Tippelt & A. v. Hippel (Hrsg.), *Handbuch Erwachsenenbildung/Weiterbildung* (S. 1001-1025). Wiesbaden: Springer VS.
- Kaplan, R. & Kaplan, S. (1989). *The experience of nature: A psychological perspective*. Cambridge: University Press.
- Kaplan, S. (1992). The Restorative Environment: Nature and Human Experience. In D. Relf (Hrsg.), *The Role of Horticulture in Human Well-Being and Social Development* (S. 134-142). Portland, OR: Timber Press.
- Karpa, K., Lübbecke, G. & Adam, B. (2015). Außerschulische Lernorte – Theoretische Grundlagen und praktische Beispiele. In D. Karpa, G. Lübbecke & B. Adam (Hrsg.), *Außerschulische Lernorte. Theorie, Praxis und Erforschung außerschulischer Lerngelegenheiten (= Theorie und Praxis der Schulpädagogik, Bd. 31)* (S. 11-25). Immenhausen: Prolog-Verlag.

- Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H. & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3 (3), 3-18.
- Khvorostyanov, V. I. & Curry, J. A. (2014). *Thermodynamics, Kinetics, and Microphysics of Clouds*. Cambridge: University Press.
- Kiel, E. (2018). Schlüsselprobleme weiter denken! In K.-H. Braun, F. Stübiger & H. Stübiger (Hrsg.), *Erziehungswissenschaftliche Reflexion und pädagogisch-politisches Engagement* (S. 109-123). Wiesbaden: Springer VS.
- Kircher, E. (2015a). Warum Physikunterricht? In E. Kircher, R. Girwidz & P. Häußler (Hrsg.), *Physikdidaktik. Theorie und Praxis* (S. 15-73). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Kircher, E. (2015b). Elementarisierung und didaktische Rekonstruktion. In E. Kircher, R. Girwidz & P. Häußler (Hrsg.), *Physikdidaktik. Theorie und Praxis* (S. 107-140). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Kittel, A. (2015). *Maxwellscher Dämon. Anleitung zum Praktikum an der Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg. Energie- und Halbleiterforschung*. Versuchsskript: Universität Oldenburg.
- Klafki, W. (1962). Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung. In H. Roth & A. Blumenthal (Hrsg.), *Grundlegende Aufsätze aus der Zeitschrift Die Deutsche Schule* (S. 5-32). Hannover: Hermann Schroedel Verlag KG.
- Klafki, W. (1975). *Studien zur Bildungstheorie und Didaktik*. Weinheim: Beltz.
- Klafki, W. (1986). Die Bedeutung der klassischen Bildungstheorien für ein zeitgemäßes Konzept allgemeiner Bildung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 32 (4), 455-476.
- Klafki, W. (1996). *Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik*. Weinheim, Basel: Beltz.
- Klafki, W. (2007). *Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik*. Weinheim: Beltz.
- Kleinschmidt, E. (1951). Grundlagen einer Theorie der tropischen Zyklonen. *Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie. Serie A. Meteorologie und Geophysik*, 4 (1), 53-72.
- Klieme, E. & Stanat, P. (2002). Zur Aussagekraft internationaler Schulleistungsvergleiche: Befunde und Erklärungen am Beispiel von PISA. *Bildung und Erziehung*, 55 (1), 25-44.
- Klose, B. & Klose, H. (2016). *Meteorologie. Eine interdisziplinäre Einführung in die Physik der Atmosphäre*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- KMK (2004). *Beschlüsse der Kultusministerkonferenz Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10)*. München: Luchterhand Literaturverlag.
- Koller, H.-C. (2004). *Grundbegriffe, Theorien und Methoden der Erziehungswissenschaft*. Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer.
- Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2001). *Mitteilung der Kommission. Einen europäischen Raum des lebenslangen Lernens schaffen (= KOM(2001) 678)*. Online verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2001:0678:FIN:DE:PDF> [Zugriff: 09.12.2019].
- Komorek, M. & Duit, R. (2004). The teaching experiment as a powerful method to develop and evaluate teaching and learning sequences in the domain of non-linear systems. *International Journal of Science Education*, 26 (5), 619-633.
- Komorek, M., Fischer, A. & Moschner, B. (2013). Fachdidaktische Strukturierung als Grundlage von Unterrichtsdesign. In Komorek, M. & Prediger, S. (Hrsg.), *Der lange Weg zum Unterrichtsdesign. Zur Begründung und Umsetzung*

- fachdidaktischer Forschungs- und Entwicklungsprogramme (= Fachdidaktische Forschungen, Bd. 5)* (S. 43-63). Münster: Waxmann.
- Kondepudi, D. & Prigogine, I. (2015). *Modern Thermodynamics. From Heat Engines to Dissipative Structures*. Chichester: Wiley.
- Korneck, F. (1998). *Die Strömungsdynamik als Zugang zur nichtlinearen Dynamik. Entwicklung, Erprobung und Evaluation einer Unterrichtsreihe für die gymnasiale Oberstufe und die Lehrerbildung*. Aachen: Shaker Verlag.
- Krabbe, H., Zander, S. & Fischer, H. E. (2015). *Lernprozessorientierte Gestaltung von Physikunterricht. Materialien zur Lehrerfortbildung*. Münster: Waxmann. Online verfügbar unter: <http://www.ganzin.de/wp-content/uploads/2015/10/Lernprozessorientierte-Gestaltung-von-Physikunterricht.pdf> [Zugriff: 10.12.2019].
- Kraft, S. (2006). Die Lehre lebt. „Lehrforschung“ und Fachdidaktiken für die Weiterbildung – Resümee und Forschungsbedarfe. In E. Nuissl (Hrsg.), *Vom Lernen zum Lehren. Lern- und Lehrforschung für die Weiterbildung* (S. 209–216). Bielefeld: Bertelsmann.
- Krapp, A. & Prenzel, M. (2011). Research on Interest in Science: Theories, Methods and Findings. *International Journal of Science Education*, 33 (1), 27-50.
- Kraume, M. (2014). *Transportvorgänge in der Verfahrenstechnik. Grundlagen und apparative Umsetzungen*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Kromhout, R. & Good, R. (1983). Beware of societal issues as organizers for science education. *School Science and Mathematics*, 83 (8), 647-650.
- Krüger, D. & Riemeier, T. (2014). Die qualitative Inhaltsanalyse – eine Methode zur Auswertung von Interviews. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 133-145). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Kuckartz, U. (2018). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung*. Weinheim, Basel: Beltz Juventa.
- Kulgemeyer, C. (2016). Lehrkräfte erklären Physik. Rolle und Wirksamkeit von Lehrerklärungen im Physikunterricht, *Naturwissenschaften im Unterricht. Physik*, 27 (152), 2-9.
- Kundu, A. (2007). *Tsunami and Nonlinear Waves*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Kunter, M. & Pohlmann, B. (2009). Lehrer. In J. Möller & E. Wild (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 261–282). Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Künzli David, C., Bertschy, F. & Di Giulio, A. (2010). Bildung für eine Nachhaltige Entwicklung im Vergleich mit Globalem Lernen und Umweltbildung. *Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften*, 32 (2), 213-231.
- Kurzweil, P. & Scheipers, P. (2010). *Chemie. Grundlagen, Aufbauwissen, Anwendungen und Experimente*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner.
- Kurzweil, P., Frenzel, B. & Gebhard, F. (2008). *Physik Formelsammlung. Für Ingenieure und Naturwissenschaftler*. Wiesbaden: Vieweg.
- Labudde, P. (2001). Chancen für den Physikunterricht in der heutigen Zeit. Zehn Thesen zur physikalischen Bildung, *Plus Lucis*, 9 (2), 2-6.
- Labudde, P. (2003). Fächer übergreifender Unterricht in und mit Physik: eine zu wenig genutzte Chance. *PhyDid A - Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*, 2 (1), 48-66.
- Labuhn, D. & Romberg, O. (2009). *Keine Panik vor Thermodynamik! Erfolg und Spass im klassischen „Dickbrettbohrerfach“ des Ingenieurstudiums*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner.
- Ladenthin, V. (2002). Bildung als Aufgabe der Gesellschaft. Prinzipien der Bildungsplanung nach PISA. In W. Bergsdorf, J. Court, M. Eckert & H. Hoffmeister (Hrsg.), *Herausforderungen der Bildungsgesellschaft. Ringvorlesung im*

- Sommersemester 2002 an der Universität Erfurt* (S. 331-344). Ilmenau: Rhino Verlag.
- Ladenthin, V. (2005). *Zukunft und Bildung. Entwürfe und Kritiken* (= *Grundfragen der Pädagogik, Bd. 5*). Bern, Pieterlen: Peter Lang Verlag.
- Ladenthin, V. (2006). Kulturelle Integration und der Lehrplan der Hauptschule. In J.-D. Gauger (Hrsg.), *Die Bildung der Persönlichkeit* (S. 223-255). Freiburg, Basel, Wien: Harder.
- Ladenthin, V. (2018). *Didaktik und Methodik des Pädagogikunterrichts: Eine Grundlegung* (= *Didaktik der Pädagogik, Bd. 4*). Münster: Waxmann.
- Lamnek, S. (2005). *Qualitative Sozialforschung. Lehrbuch*. Basel: Beltz.
- Latscha, H. P. & Klein, H. A. (1996). *Anorganische Chemie. Chemie-Basiswissen I*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Laugksch, R. C. (2000). Scientific Literacy: A Conceptual Overview. *Science Education*, 84 (1), 71-94.
- Lave, J. & Wenger, E. (1991). *Situated learning. Legitimate peripheral participation*. New York: Cambridge University Press.
- Lecheler, S. (2009). *Numerische Strömungsberechnung. Schneller Einstieg durch ausführliche praxisrelevante Beispiele*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of Science: Past, Present, and Future. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Hrsg.), *Handbook of research on science education* (S. 831-879). New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Leisen, J. (2016). Kompetenzorientierung in Lehramtsausbildung und Physikunterricht. *Plus Lucis*, 24 (2), 1-9.
- Leppäranta, M. & Myrberg, K. (2009). *Physical Oceanography of the Baltic Sea*. Berlin, Heidelberg, Chichester: Springer Praxis.
- Leu, H. R. (2014). *Non-formales und informelles Lernen – unverzichtbare Elemente frühpädagogischer Professionalisierung. Eine Analyse vor dem Hintergrund des Deutschen Qualifikationsrahmens* (= *Weiterbildungsinitiative Frühpädagogische Fachkräfte, WiFF Expertisen, Bd. 40*). München: Henrich Druck + Medien.
- Li, Y. & Xia, X. (2003). Analysis of nearshore cohesive sediment depositional process using fractals. In W. H. McAnally & A. J. Mehta (Hrsg.), *Coastal and Estuarine Fine Sediment Processes* (S. 189-200). Amsterdam u. a.: Elsevier.
- Liew, C.-W. & Treagust, D. F. (1998). *The Effectiveness of Predict-Observe-Explain Tasks in Diagnosing Students' Understanding of Science and in Identifying Their Levels of Achievement*. Meeting of the American Educational Research Association, San Diego, CA: 13.-17. April 1998. Online verfügbar unter: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED420715.pdf> [Zugriff: 11.06.2018].
- Lindley, D. (1994). *Das Ende der Physik. Vom Mythos der Großen Vereinheitlichten Theorie*. Basel: Springer.
- Louis, H. & Fischer, K. (1979). *Allgemeine Geomorphologie*. Berlin, New York: Walter de Gruyter.
- Lüdecke, D. & Lüdecke, C. (2000). *Thermodynamik. Physikalisch-chemische Grundlagen der thermischen Verfahrenstechnik*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Lunine, J. I. (1997). Tidal Heating. In J. H. Shirley & R. W. Fairbridge (Hrsg.), *Encyclopedia of Planetary Sciences* (S. 828). London: Chapman & Hall.
- Luo, Z. & Liu, C. (2008). A numerical study of multiple vortex self-organization as forced by mesoscale topography. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 99 (1-2), 65-76.
- Luo, Z., Zhou, X & Gao, S. (2006). Two possible mechanisms for vortex self-organization. *Science in China. Series D. Earth Sciences*, 49 (2), 202-211.
- Mahnke, R. Schmelzer, J. & Röpke, G. (1992). *Nichtlineare Phänomene und Selbstorganisation*. Stuttgart: B. G. Teubner.

- Mainzer, K. (1999). *Komplexe Systeme und Nichtlineare Dynamik in Natur und Gesellschaft*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Malcherek, A. (2010). *Gezeiten und Wellen. Die Hydromechanik der Küstengewässer*. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Malinverno, A. (1995). Fractals and Ocean Floor Topography: A Review and a Model. In C. C. Barton & P. R. La Pointe (Hrsg.), *Fractals in the Earth Sciences* (S. 107-130). New York: Springer Science+Business Media.
- Mandelbrot, B. B. & Wallis, J. R. (1995). Some-Long-Run Properties of Geophysical Records. In C. C. Barton & P. R. La Pointe (Hrsg.), *Fractals in the Earth Sciences* (S. 41-64). New York: Springer Science+Business Media.
- Manderson, A. K. (2006). A System based Framework to examine the Multi-Contextual Application of the Sustainability Concept. *Environment, Development and Sustainability*, 8 (1), 85–97.
- Mandl, H. & Krause, U.-M. (2001). *Lernkompetenz für die Wissensgesellschaft (= Forschungsbericht Nr. 145, Institut für Pädagogische Psychologie und Empirische Pädagogik)*. München: Ludwig-Maximilian-Universität. Online verfügbar unter: https://epub.ub.uni-muenchen.de/253/1/FB_145.pdf (Zugriff: 14.01.2018).
- Mandl, H., & Reinmann-Rothmeier, G. (1995). *Unterrichten und Lernumgebung gestalten (= Forschungsbericht Nr. 60, Institut für Pädagogische Psychologie und Empirische Pädagogik)*. München: Ludwig-Maximilian-Universität.
- Mansour, N. (2009). Science-Technology-Society (STS): A New Paradigm in Science Education. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 29 (4), 287–297.
- Maribus (2017). *Die Küsten – ein wertvoller Lebensraum unter Druck (= World Ocean Review, Bd. 5)*. Online verfügbar unter: https://worldoceanreview.com/wp-content/downloads/wor5/WOR5_de.pdf [Zugriff: 13.07.2018].
- Matthes, E. (1992). *Von der geisteswissenschaftlichen zur kritisch-konstruktiven Pädagogik und Didaktik. Der Beitrag Wolfgang Klafkis zur Entwicklung der Pädagogik als Wissenschaft*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. Weinheim: Beltz.
- McComas, W. F., Clough, M. P. & Almazroa H. (1998). The Role and Character of the Nature of Science in Science Education. In W. F. McComas (Hrsg.), *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies* (S. 3-39). Dordrecht: Springer.
- McCurdy, R. (1958). Toward a population literate in science. *The Science Teacher*, 25 (7), 366-367, 369, 408.
- Meaden, T. (2005). Whirlpool. In J. H. Lehr & J. Keeley (Hrsg.), *Water Encyclopedia*. Online verfügbar unter: <https://doi.org/10.1002/047147844X.me433> [Zugriff: 08.08.2019].
- Meueler, E. (2018). Didaktik der Erwachsenenbildung/Weiterbildung als offenes Projekt. In R. Tippelt & A. v. Hippel (Hrsg.), *Handbuch Erwachsenenbildung/Weiterbildung* (S. 1385-1401). Wiesbaden: Springer VS.
- Meyer, M. A. & Meyer, H. (2007). *Wolfgang Klafki. Eine Didaktik für das 21. Jahrhundert?* Weinheim: Beltz.
- Michelsen G. & Fischer, D. (2016). Bildung für nachhaltige Entwicklung. In K. Ott, J. Dierks & L. Voget-Kleschin (Hrsg.), *Handbuch Umweltethik* (S. 330-334). Stuttgart: J. B. Metzler.
- Millar, R. & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future. a report with ten recommendations*. London: King's College London. Online verfügbar unter: <https://www.nuffieldfoundation.org/sites/default/files/Beyond%202000.pdf> [Zugriff: 18.08.2018].
- Misoch, S. (2019). *Qualitative Interviews*. Berlin, Boston: Walter de Gruyter.

- Moore W. J., Hummel, D. O., Trafara, G. & Holland-Moritz, K. (1986). *Physikalische Chemie*. Berlin, New York: Walter de Gruyter.
- Moore, W. J. (1990). *Grundlagen der Physikalischen Chemie*. Berlin, New York: Walter de Gruyter.
- Mori, H. & Kuramoto, Y. (1998). *Dissipative Structures and Chaos*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Muckenfuß, H. (1995). *Lernen im sinnstiftenden Kontext. Entwurf einer zeitgemäßen Didaktik des Physikunterrichts*. Berlin: Cornelsen.
- Müller, O. (2005). *Chemie einfach und verständlich*. Norderstedt: Books on Demand GmbH.
- Müller, R. (2009). Die Gezeiten – eine schrittweise Einführung in ein komplexes Thema. *PhyDid A - Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*, 8 (1), 23-31. Online verfügbar unter: <http://www.phydid.de/index.php/phydid/article/view/68/78> [Zugriff; 07.08.2019].
- Murray, A. B. (2007). Two Paradigms in Landscape Dynamics: Self-Similar Processes and Emergence. In A. A. Tsonis & J. B. Elsner (Hrsg.), *Nonlinear Dynamics in Geosciences* (S. 17-36). New York: Springer.
- Nakano, M. (1957). On the Eddies of Naruto Strait. *Papers in Meteorology and Geophysics*, 7 (4), 425-434.
- National Commission on Excellence in Education (1983). *A nation at risk*. Washington D.C.: U.S. Government Printing Office.
- Nawrath, D. (2010). *Kontextorientierung. Rekonstruktion einer fachdidaktischen Konzeption für den Physikunterricht (= Beiträge zur didaktischen Rekonstruktion, Bd. 29)*. Oldenburg: BIS-Verlag.
- Nerdel, C. (2017). *Grundlagen der Naturwissenschaftsdidaktik. Kompetenzorientiert und aufgabenbasiert für Schule und Hochschule*. Berlin: Springer Spektrum.
- Nestler, F. (2015). *Naina-Debatte. Wie ein Tweet eine Bildungsdebatte auslösen konnte*. Frankfurter Allgemeine Zeitung. Online verfügbar unter: <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/netzwirtschaft/naina-debatte-wie-ein-tweet-eine-bildungsdebatte-ausloesen-konnte-13372015.html> [Zugriff: 08.09.2018].
- Neubert, S., Reich, K. & Voß, R. (2011). Lernen als konstruktiver Prozess. In T. Hug (Hrsg.), *Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten (= Wie kommt Wissenschaft zu Wissen?, Bd. 1)* (S. 253-265). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Niebert, K. & Gropengießer, H. (2014). Leitfadengestützte Interviews. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 121-132). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Niebert, K. (2010). *Den Klimawandel verstehen. Eine didaktische Rekonstruktion der globalen Erwärmung (= Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion, Bd. 31)*. Oldenburg: Didaktisches Zentrum.
- Niedersächsisches Kultusministerium (2015). *Rahmenkonzept für Bildungsregionen in Niedersachsen*. Online verfügbar unter: https://www.mk.niedersachsen.de/download/97425/Rahmenkonzept_fuer_Bildungsregionen_in_Niedersachsen.pdf [Zugriff: 09.12.2019].
- Niedrig, H. (1992). *Physik*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Nihoul, C. J. & Djenidi, S. (1987). Perspective in Three-Dimensional Modelling of the Marine System. *Elsevier Oceanography Series*, 45, 1-33.
- Nordmeier, V. & Schlichting, H. J. (2003). Nichtlinearität und Strukturbildung. Chaos für die Schule! *Physik in unserer Zeit*, 34 (1), 32-39.
- Nordmeier, V. (2006). Dünen und Sandrippel. Strukturbildungsphänomene in der Natur. *Praxis der Naturwissenschaften. Physik in der Schule*, 55 (3), 13-19.

- Nordmeier, V., Zeiger, K. & Schlichting, H. J. (1999). Flußnetzwerke - Strukturbildung in der natürlichen Umwelt. In Deutsche Physikalische Gesellschaft (Hrsg.), *Didaktik der Physik. Vorträge der Frühjahrstagung der DPG Ludwigsburg* (S. 513-518). Ludwigsburg: DPG.
- Nutsforda, D., Pearson, A. L., Kinghama, S. & Reitsmaa (2016). Residential exposure to visible blue space (but not green space) associated with lower psychological distress in a capital city. *Health & Place*, 39, 70-78.
- OECD (2017). *PISA 2015. Assessment and Analytical Framework. Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving*. Paris: OECD Publishing.
- Oertel jr., H. (2012). *Prandtl – Führer durch die Strömungslehre. Grundlagen und Phänomene*. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Ojakangas, G. W. & Stevenson, D. J. (1986). Episodic volcanism of tidally heated satellites with application to Io. *Icarus*, 66 (2), 341-358.
- Olah, N. (2011). *Einsteins trojanisches Pferd. Eine thermodynamische Deutung der Quantentheorie*. Wien, New York: Springer.
- Ooyama, K. V. (1982). Conceptual Evolution of the Theory and Modeling of the Tropical Cyclone. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 60 (1), 369-380.
- Oser, F. & Baeriswyl, F. (2001): Choreographies of Teaching. Bridging Instruction to Learning. In V. Richardson, (Hrsg.), *Handbook of Research on Teaching. Fourth Edition* (S. 1031–1065). Washington, D. C.: American Educational Research Association.
- Ossimitz, G. (2000). *Entwicklung systemischen Denkens. Theoretische Konzepte und empirische Untersuchungen*. München: Profil Verlag.
- Ott, K. (2016). Starke Nachhaltigkeit. In K. Ott, J. Dierks & L. Voget-Kleschin (Hrsg.), *Handbuch Umweltethik* (S. 190-195). Stuttgart: J. B. Metzler.
- Overwien, B. (2005). Stichwort: Informelles Lernen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 8 (3), 339-355.
- Overwien, B. (2010). Zur Bedeutung informellen Lernens. In N. Neuber (Hrsg.), *Informelles Lernen im Sport. Beiträge zur allgemeinen Bildungsdebatte* (S. 35-52). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Pachner, A. (2008). Lehren in der Erwachsenen- und Weiterbildung. In R. Tippelt & A. v. Hippel (Hrsg.), *Handbuch Erwachsenenbildung/Weiterbildung* (S. 1439-1456). Wiesbaden: Springer VS.
- Paslack, R. (1991). *Urgeschichte der Selbstorganisation: Zur Archäologie eines wissenschaftlichen Paradigmas*. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg.
- Pawek, C. (2009). *Schülerlabore als interessefördernde außerschulische Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler aus der Mittel- und Oberstufe*. Dissertation: Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Online verfügbar unter: https://www.dlr.de/schoollab/Portaldata/24/Resources/dokumente/Diss_Pawek.pdf [Zugriff: 17.08.2018].
- Peale, S. J., Cassen, P. & Reynolds, R. T. (1979). Melting of Io by Tidal Dissipation. *Science*, 203 (4383), 892-894.
- Pech, D. (2008). Wer ist eigentlich unterwegs? Kindverständnisse und "außerschulische Lernorte". In K. Burk, M. Rauterberg & G. Schönknecht (Hrsg.), *Schule außerhalb der Schule. Lehren und Lernen an außerschulischen Orten (= Beiträge zur Reform der Grundschule, Bd. 125)* (S. 66-72). Frankfurt am Main: Grundschulverband – Arbeitskreis Grundschule.
- Penzlin, H. (2016). *Das Phänomen Leben. Grundfragen der Theoretischen Biologie*. Berlin, Heidelberg: Springer.

- Peters, O. & Christensen, K. (2002). Rain: Relaxations in the sky. *Physical Review E. Covering statistical, nonlinear, biological, and soft matter physics*, 66 (3), 036120-036128.
- Petersen, J. & Pott, R. (2005). *Ostfriesische Inseln. Landschaft und Vegetation im Wandel*. Hannover: Schlütersche Verlagsgesellschaft.
- Pfeiler, W. (2016). *Experimentalphysik. Band II. Wärme, Nichtlinearität, Relativität*. Berlin, Boston: De Gruyter.
- Pleitner, B. (2012). Außerschulische historische Lernorte. In M. Barricelli & M. Lücke (Hrsg.), *Handbuch Praxis des Geschichtsunterrichts. Band 2* (S. 290-307). Schwalbach am Taunus: Wochenschau-Verlag.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change, *Science Education*, 66 (2), 211-227.
- Price, H. (1996). *Time's Arrow & Archimedes Point. New Directions for the Physics of Time*. New York, Oxford: Oxford University Press.
- Prigogine, I. (1978). Time, Structure, and Fluctuations. *Science*, 201 (4358), 777-785.
- Pye, K. & Tsoar, H. (2009). *Aeolian Sand and Sand Dunes*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Radons, G., Just, W. & Häussler, P. (2005). *Collective Dynamics of Nonlinear and Disordered Systems*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Rahmstorf, S. (2002). Ocean circulation and climate during the past 120,000 years. *Nature*, 419 (6903), 207-214.
- Ramsey, J. (1989). Curricular framework for community-based STS issue instruction. *Education and Urban Society*, 22 (1), 40-53.
- Rebhan, E. (2010). *Theoretische Physik: Thermodynamik und Statistik*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Reichert, U. (2014). Die Sonne. Unser Zentralgestirn. In Spektrum der Wissenschaft Kompakt (Hrsg.), *Das Sonnensystem. Unser Zuhause im Universum* (S. 8-20). Heidelberg: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft.
- Reinmann, G. & Mandl, H. (2006). Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie. Ein Lehrbuch* (S. 613-658). Weinheim: Beltz.
- Reinmann-Rothmeier, G. & Mandl, H. (2001). Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie. Ein Lehrbuch* (S. 601 - 646). Weinheim: Beltz.
- Rennie, L. J., Feher, E., Dierking, L. D. and Falk, J. H. (2003), Toward an agenda for advancing research on science learning in out-of-school settings. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (2), 112-120.
- Richards, K. J. & Gould, W. J. (1997). Ocean Weather – Eddies in the Sea. In C. Summerhayes & S. A. Thorpe (Hrsg.), *Oceanography: An Illustrated Guide* (S. 59-68). Boca Raton: Manson Publishing CRC Press.
- Riedel, E. & Janiak, C. (2015). *Anorganische Chemie*. Berlin: Walter de Gruyter.
- Rieß, W. & Mischo, C. (2008a). Entwicklung und erste Validierung eines Fragebogens zur Erfassung des systemischen Denkens in nachhaltigkeitsrelevanten Kontexten. In Bormann & G. de Haan (Hrsg.), *Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Operationalisierung, Messung, Rahmenbedingungen, Befunde* (S. 215-232). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Rieß, W. & Mischo, C. (2008b). *Evaluationsbericht „Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) an weiterführenden Schulen in Baden-Württemberg“. Maßnahme Lfd. 15 im Aktionsplan Baden-Württemberg*. Online verfügbar unter: <https://docplayer.org/12822057-Evaluationsbericht-bildung-fuer-nachhaltige->

- entwicklung-an-weiterfuehrenden-schulen-in-baden-wuerttemberg.html [Zugriff: 13.08.2018].
- Robert, C. & Bousquet, R. (2018). *Geowissenschaften. Die Dynamik des Systems Erde*. Berlin: Springer Spektrum.
- Rodewald, M. (1954). Der große Nordsee-Sturm vom 31. Januar und 1. Februar 1953. *Naturwissenschaften*, 41 (1), 1-10.
- Roedel, W. & Wagner, T. (2011). *Physik unserer Umwelt. Die Atmosphäre*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Rolff, H.-G. (2010). Schule in der Wissensgesellschaft. In B. Eickelmann (Hrsg.), *Bildung und Schule auf dem Weg in die Wissensgesellschaft* (S. 179-190). Münster: Waxmann.
- Rosenau, H. (2019). *Physikalische Wattwanderung – Evaluation einer didaktischen Strukturierung*. Bachelorarbeit: Universität Oldenburg.
- Rosenstiel, L. v. (2018). Weiterbildung von Führungskräften. In R. Tippelt & A. v. Hippel (Hrsg.), *Handbuch Erwachsenenbildung/Weiterbildung* (S. 1345-1361). Wiesbaden: Springer VS.
- Roskam, A. (2016). *Fachdidaktische Analyse außerschulischer Repräsentationen der (geo-) physikalischen Dynamik im Wattenmeer und an der Küste*. Masterarbeit: Universität Oldenburg.
- Ross, K., Lakin, L. & Callaghan, P. (2004). *Teaching Secondary Science*. London: David Fulton.
- Rost, J. (2005). Messung von Kompetenzen Globalen Lernens. *Zeitschrift für internationale Bildungsforschung und Entwicklungspädagogik*, 28 (2), 14-18.
- Rubincam, D. P. (1997). Tidal Friction. In J. H. Shirley & R. W. Fairbridge (Hrsg.), *Encyclopedia of Planetary Sciences* (S. 825-828). London: Chapman & Hall.
- Ruderich, R. (2012). *Thermodynamik für Dummies*. Weinheim: Wiley-VCH.
- Ruhland, C. (2019). *Vorstellungen und Begriffsbildungen von Strömungs- und Strukturbildungsphänomenen. Eine empirische Studie mit Erwachsenen*. Bachelorarbeit: Universität Oldenburg.
- Ruhrländer, M. (2014). *Aufstieg zu den Einsteingleichungen: Einführung in die quantitative Allgemeine Relativitätstheorie*. Berlin: Pro Business.
- Rybach, J. (2013). *Physik für Bachelors*. München: Carl Hanser Verlag.
- Rzveski, G. & Brebbia, C. A. (2017). *Complex Systems. Theory and Applications*. Southampton, Boston: WIT Press.
- Sälzer, C. & Reiss, K. (2016). PISA 2015 – die aktuelle Studie. In K. Reiss, C. Sälzer, A. Schiepe-Tiska & E. Klieme (Hrsg.), *PISA 2015. Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation* (S. 13-44). Münster, New York: Waxmann.
- Salzmann, C. (2009). Lernorte – Lerntheorie. In D. H. Heck & U. Sandfuchs (Hrsg.), *Grundschule von A bis Z* (S. 161-163). Braunschweig: Westermann.
- Sauerborn, P. & Brühne, T. (2012). *Didaktik des außerschulischen Lernens*. Hohengehren: Schneider Verlag.
- Schecker, H. & Duit, R. (2018). Schülervorstellungen und Physiklernen. In H. Schecker, T. Wilhelm, M. Hopf & R. Duit (Hrsg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht. Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis* (S. 1-21). Berlin: Springer Spektrum.
- Schecker, H., Wilhelm, T., Hopf, M., Duit, R. (2018). *Schülervorstellungen und Physikunterricht. Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis*. Berlin: Springer Spektrum.
- Schiepe-Tiska, A., Rönnebeck, S., Schöps, K., Neumann, K., Schmidtner, S., Parchmann, I. & Prenzel, M. (2016). Naturwissenschaftliche Kompetenz in PISA 2015 – Ergebnisse des internationalen Vergleichs mit einem modifizierten Testansatz. In K. Reiss, C. Sälzer, A. Schiepe-Tiska & E. Klieme (Hrsg.), *PISA*

2015. *Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation* (S. 45-98). Münster, New York: Waxmann.
- Schlichting, H. J. & Nordmeier, V. (2000). Thermodynamik und Strukturbildung am Beispiel der Entstehung eines Flussnetzwerkes. *MNU*, 53 (8), 450-454.
- Schlichting, H. J. & Farwig, P. (1977). Ebbe und Flut im Unterricht der Sekundarstufe I und II. *Physica Didact*, 4 (4), 197-218.
- Schlichting, H. J. & Nordmeier, V. (1996). Strukturen im Sand. Kollektives Verhalten und Selbstorganisation bei Granulaten. *MNU*, 49 (6), 323-332
- Schlichting, H. J. (1992). Schöne fraktale Welt - Annäherungen an ein neues Konzept der Naturwissenschaften. *MNU*, 45 (4), 202-214.
- Schlichting, H. J. (1993). Fraktales Wachstum am Beispiel der fingerartigen Durchdringung zweier Flüssigkeiten. *Physik in der Schule*, 31 (3), 113-117.
- Schlichting, H. J. (2000). Von der Dissipation zur dissipativen Struktur. *Praxis der Naturwissenschaften. Physik in der Schule*, 49 (2), 12-16.
- Schlichting, H. J., Nordmeier, V. & Buttkus, B. (1993). Wie fraktal ist der Mensch? *Physik in der Schule*, 31 (9), 310-313.
- Schlüter, A. (2016). Lernkulturwandel über die Herstellung von Transparenz für Bildungsberatung? Strategien im Rahmen des kommunalen Bildungsmanagements zur Gestaltung der Bildungsregionen. In O. Dörner, C. Iller, H. Pätzold & S. Robak (Hrsg.), *Differente Lernkulturen – regional, national, transnational* (S. 29-39). Opladen, Berlin, Toronto: Verlag Barbara Budrich.
- Schock, A.-C. (2014). *Befragung von Schüler/innen der Sekundarstufe I zu Naturerfahrung und Geomedien im Kontext von Bildung für nachhaltige Entwicklung* (= *Hildesheimer Geographische Studien; Bd. 3*). Hildesheim: Selbstverlag des Instituts für Geographie.
- Schockemöhle, J. (2009). *Außerschulisches regionales Lernen als Bildungsstrategie für eine nachhaltige Entwicklung. Entwicklung und Evaluierung des Konzeptes „Regionales Lernen 21+“* (= *Geographiedidaktische Forschung, Bd. 44*). Weingarten: Selbstverlag des Hochschulverbandes für Geographie und ihre Didaktik e.V.
- Schoemaker, J. (2019). *Vorstellungen und Begriffsbildungen von Strömungs- und Strukturbildungsphänomenen. Eine empirische Studie mit Senioren*. Bachelorarbeit: Universität Oldenburg.
- Schreiter, W. (2014). *Chemische Thermodynamik. Grundlagen, Übungen, Lösungen*. Berlin, Boston: Walter de Gruyter.
- Schurz, J. (2006). *Systemdenken in der Naturwissenschaft. Von der Thermodynamik zur Allgemeinen Systemtheorie*. Heidelberg: Carl-Auer-Verlag.
- Schwanke, K., Podbregar, N., Lohmann, D. & Frater, H. (2009). *Naturkatastrophen Wirbelstürme, Beben, Vulkanausbrüche – Entfesselte Gewalten und ihre Folgen*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Scott, P. H., Asoko, H. M. and Driver, R. H. (1992) Teaching for conceptual change: A review of strategies. In R. Duit, F. Goldberg & H. Niedderer (Hrsg.), *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies Proceedings of an International Workshop held at the University of Bremen, March 4-8, 1991* (S. 310-329). Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften.
- Seel, N. M. (1999). Instruktionsdesign: Modelle und Anwendungsgebiete. *Unterrichtswissenschaft*, 27 (2), 2-11.
- Seichter, S. (2020). Utilitarismus. In G. Weiß & J. Zirfas (Hrsg.), *Handbuch Bildungs- und Erziehungsphilosophie* (S. 215-224). Wiesbaden: Springer VS.
- Shabalova, M. V. & Können, G. P. (1995). Climate change scenarios: Comparisons of paleoreconstructions with recent temperature changes. *Climatic Change*, 29 (4), 409-428.

- Shamos, M. (1995). *The myth of scientific literacy*. New Brunswick: Rutgers University Press.
- Shamos, M. (2002). Durch Prozesse ein Bewusstsein für Naturwissenschaften entwickeln. In W. Gräber, P. Nentwig, T. Koballa & R. Evans (Hrsg.), *Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung* (S. 45-68). Opladen: Leske + Budrich.
- Shaw, R. (2015). *Recovery from the Indian Ocean Tsunami. A Ten-Year Journey*. Tokyo, Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer.
- Shell Deutschland (2015). *Jugend 2015. 17. Shell Jugendstudie*. Berlin: S. Fischer Verlag.
- Shortland, M. (1987). No business like show business, *Nature*, 328 (6127), 213-214.
- Siebert, H. (2005). *Pädagogischer Konstruktivismus. Lernzentrierte Pädagogik in Schule und Erwachsenenbildung*. Weinheim, Basel: Beltz.
- Siebert, H. (2009). *Didaktisches Handeln in der Erwachsenenbildung. Didaktik aus konstruktivistischer Sicht*. Augsburg: Ziel-Verlag.
- Sigloch, H. (2003). *Technische Fluidmechanik*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Smith, D. A., Greeno, J. G. & Vitolo, T. M. (1989). A Model of Competence for Counting. *Cognitive Science*, 13 (2), 183-211.
- Smyth, W. D. & Moum, J. N. (2012). Ocean Mixing by Kelvin-Helmholtz Instability. *Oceanography*, 25 (2), 140-149.
- Soto, D., De Larivière, A. B., Boutillon, X., Clanet, C. & Quéré, D. (2014). The force of impacting rain. *Soft Matter*, 10 (27), 4929-4934.
- Spurk, J. & Aksel, N. (2010). *Strömungslehre. Einführung in die Theorie der Strömungen*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Stadler, M. A. & Haynes, J.-D. (1999). Komplexität und Strukturerkennung. In K. Mainzer (Hrsg.), *Komplexe Systeme und Nichtlineare Dynamik in Natur und Gesellschaft* (S. 189-206). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Stadlmayr, W. (2018). *Thermodynamik – nicht nur für Nerds. Grundlagen der Thermodynamik mit Übungen und Beispielen*. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Stallins, J. A. & Parker, A. J (2003). The Influence of Complex Systems Interactions on Barrier Island Dune Vegetation Pattern and Process. *Annals of the Association of American Geographers*, 93 (1), 13-29.
- Standop, J. & Jürgens, E. (2015). *Unterricht planen, gestalten und evaluieren*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Steindorf, G. (2000). *Grundbegriffe des Lehrens und Lernens*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Stølum, H. H. (1996). River Meandering as a Self-Organization Process. *Science*, 271 (5256), 1710-1713.
- Storch, H. v. & Zwiers, F. W. (2009). *Statistical analysis in climate research*. Cambridge: University Press.
- Strehlow, R. (1995). *Grundzüge der Physik. Für Naturwissenschaftler und Ingenieure*. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg.
- Supplee, J. M. (1980). Diffusion as an example of entropy increase and the associated lost opportunity to perform work. *European Journal of Physics*, 1 (3), 153.
- Tack, P. & Robin, F. (2003). *Dünen. Sandmeere der Wüsten*. Hamburg: National Geographic Verlag.
- Taylor, G. & Eggleton, R. A. (2001). *Regolith Geology and Geomorphology*. Chichester, New York, Weinheim, Brisbane, Singapore, Toronto: John Wiley & Sons.
- Tenorth, H.-E. (2003). Wie ist Bildung möglich? Einige Antworten – und die Perspektive der Erziehungswissenschaften. *Zeitschrift für Pädagogik*, 49 (3), 422-430.
- Tenorth, H.-E. (2004). Bildungsstandards und Kerncurriculum. Systematischer Kontext, bildungstheoretische Probleme. *Zeitschrift für Pädagogik*, 50 (5), 650-661.

- Terhart, E. (1999). Konstruktivismus und Unterricht. Gibt es einen neuen Ansatz in der Allgemeinen Didaktik? *Zeitschrift für Pädagogik* 45 (5), 629-647.
- Thomas, B. (2009). Lernorte außerhalb der Schule. In K.-H. Arnold, U. Sandfuchs & J. Wiechmann (Hrsg.), *Handbuch Unterricht* (S. 283-287). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Thurner, S., Hanel, R. & Klimek, P. (2018). *Introduction to the Theory of Complex Systems*. Oxford: University Press.
- Titz, S. (2013). *Entropie*. Welt der Physik. Online verfügbar unter: <https://www.weltderphysik.de/thema/phaenomene-der-thermodynamik/entropie/> [Zugriff: 10.08.2019].
- TNS Emnid (2015). Wenn Sie Urlaub machen, fahren Sie da lieber ans Meer oder in die Berge? In Focus 27/2015 vom 27.06.2015. Online verfügbar unter: https://www.wiso-net.de/document/FOCU__f6c0f7447c5fa56d51c0e94ceb08b90982c854d7 [Zugriff: 11.01.2020].
- Truckenbrodt, E. (1989). *Fluidmechanik. Band 1. Grundlagen und elementare Strömungsvorgänge dichtebeständiger Fluide*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- U.S. Department of Education (1991). *America 2000. An education strategy sourcebook*. Washington, D.C.: U.S. Department of Education.
- UNESCO (2010). *Guidelines for TVET Policy Review* (= ED/ESB/TVET/2010/02). Online verfügbar unter: <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001874/187487e.pdf> [Zugriff: 16.08.2018].
- UNESCO (2012). *Education for Sustainable Development. Sourcebook*. Paris: UNESCO Publishing. Online verfügbar unter: <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002163/216383e.pdf> [Zugriff: 08.09.2018].
- UNESCO World Heritage Committee (2009). *Report of Decisions, Seville, 22-30 June* (= WHC09/33.COM/20). Online verfügbar unter: <http://whc.unesco.org/archive/2009/whc09-33com-20e.pdf> [Zugriff: 08.12.2019].
- United Nations (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development. Our Common Future* (= Annex to document A/42/427). Online verfügbar unter: https://www.are.admin.ch/are/en/home/sustainable-development/international-cooperation/2030agenda/un_-_milestones-in-sustainable-development/1987--brundtland-report.html [Zugriff: 08.12.2019].
- United Nations General Assembly (1992). *Report of the United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, 3-14 June 1992* (= A/CONF.151/26(Vol. III)). Online verfügbar unter: <http://www.un.org/documents/ga/conf151/aconf15126-3.htm> [Zugriff: 20.08.2018].
- United Nations General Assembly (2003). *Resolution adopted by the General Assembly. United Nations Decade of Education for Sustainable Development* (= A/RES/57/254). Online verfügbar unter: <http://www.un-documents.net/a57r254.htm> [Zugriff: 20.08.2018].
- United Nations General Assembly (2015). *Resolution adopted by the General Assembly on 1 September 2015. Draft outcome document of the United Nations summit for the adoption of the post-2015 development agenda* (= A/RES/69/315). Online verfügbar unter: <http://www.undocs.org/A/RES/69/315> [Zugriff: 20.08.2018].
- Vare, P. & Scott, W. R. (2007). Learning for a Change: Exploring the Relationship Between Education and Sustainable Development. *Journal of Education for Sustainable Development*, 1 (2), 191-198.
- Velarde, M. G. & Normand, C. (1980). Convection. *Scientific American*, 243 (1), 92-109.

- Vogt, M. (2015). Qualitative Forschung in den naturwissenschaftlichen Fachdidaktiken. In E. Kircher, R. Girwidz & P. Häußler (Hrsg.), *Physikdidaktik. Theorie und Praxis* (S. 15-73). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Voituriez, B. (2006). *The Gulf Stream*. Paris: UNESCO Publishing. Online verfügbar unter: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000148252> [Zugriff: 07.12.2019].
- Voss, M. (2010). *Der Klimawandel. Sozialwissenschaftliche Perspektiven*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Walstra, P. (2001). *Physical Chemistry of Foods*. New York, Basel: Marcel Dekker.
- Waterman, A. T. (1960). National Science Foundation. A ten-year résumé. *Science*, 131 (3410), 1341-1354.
- Welhöner, J. (2007). *Faszination Ozean. Der Traum von der Kontrolle des Unkontrollierbaren*. In Deutschlandfunk Kultur vom 01.02.2007. Online verfügbar unter: https://www.deutschlandfunkkultur.de/faszination-ozean.954.de.html?dram:article_id=142592 [Zugriff am 12.07.2018].
- Welsch, N., Schwab, J. & Liebmann, C. (2013). *Materie. Erde, Wasser, Luft und Feuer*. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum.
- White, R. & Gunstone, R. (1992). *Probing Understanding*. London: Routledge.
- Widodo, A. & Duit, R. (2004). Konstruktivistische Sichtweisen vom Lehren und Lernen und die Praxis des Physikunterrichts. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 233-255.
- Wiesner, H. & Schecker, H. & Hopf, M. (2011). *Physikdidaktik kompakt*. Hannover: Friedrich Verlag.
- Wilde, K. (1978). *Wärme- und Stoffübergang in Strömungen*. Darmstadt: Steinkopff.
- Wilhelm, T. (2018). *Stolpersteine überwinden im Physikunterricht. Anregungen zu fachgerechten Elementarisierungen*. Seelze: Aulis im Friedrich Verlag.
- Wilke, H. (1998). *Systemisches Wissensmanagement*. Stuttgart: UTB.
- Wilken, J. (2019). *Vorstellungen und Begriffsbildungen von Strömungs- und Strukturbildungsphänomenen. Eine empirische Studie mit Jugendlichen*. Bachelorarbeit: Universität Oldenburg.
- Witzel, A. (1985). Das problemzentrierte Interview. In G. Jüttemann (Hrsg.), *Qualitative Forschung in der Psychologie* (S. 227-255). Weinheim: Beltz.
- Wutz, M., Adam, H., Walcher, W. & Jousten, K. (2000). *Handbuch Vakuumtechnik. Theorie und Praxis*. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg.
- Zanke, U. C. (2002). *Hydromechanik der Gerinne und Küstengewässer. Für Bauingenieure, Umwelt- und Geowissenschaftler*. Berlin: Parey Buchverlag.
- Zepp, H. (2014). *Geomorphologie. Eine Einführung*. Paderborn: Schöningh UTB.
- Zeuner, C. (2018). Internationale Perspektiven der Erwachsenenbildung. In R. Tippelt, R. & A. v. Hippel (Hrsg.), *Handbuch Erwachsenenbildung/Weiterbildung* (S. 659-678). Wiesbaden: Springer VS.
- Ziegler, F. (1992). *Technische Mechanik der festen und flüssigen Körper*. Wien, New York: Springer.
- Zierep, J. & Bühler, K. (2015). *Grundzüge der Strömungslehre. Grundlagen, Statik und Dynamik der Fluide*. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Ziman, J. M. (1968). *Public knowledge, the social dimension of science*. Cambridge: University Printing House.

H FORMALIA

19 Publikationen mit Dissertationseinhalten

Bliesmer, K., Roskam, A. & Komorek, M. (2018). Elementarisierungen zu küstennahen Strukturbildungen und Strömungen. In C. Maurer (Hrsg.), *Qualitätvoller Chemie- und Physikunterricht - normative und empirische Dimensionen* (= Tagungsband der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik; Bd. 38) (S. 304-307). Regensburg: GDGP. Online verfügbar unter: http://www.gdcp.de/images/tb2018/TB2018_304_Bliesmer.pdf [Zugriff: 14.01.2020].

Bliesmer, K. & Komorek, M. (2018). Elementarisierungen zu Strömungen und Strukturbildungen. *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*. Online verfügbar unter: <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/view/875> [Zugriff: 14.01.2020].

Roskam, A., Bliesmer, K. & Komorek, M. (2018). Phänomenologisches und analoges lernen in Nationalparkhäusern. In C. Maurer (Hrsg.), *Qualitätvoller Chemie- und Physikunterricht - normative und empirische Dimensionen* (= Tagungsband der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik; Bd. 38) (S. 636-639). Regensburg: GDGP. Online verfügbar unter: http://www.gdcp.de/images/tb2018/TB2018_636_Roskam.pdf [Zugriff: 14.01.2020].

Bliesmer, K. & Komorek, M. (2019). Strömungsmuster für Ausstellungen didaktisch rekonstruieren. In C. Maurer (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung als Grundlage für berufliche und gesellschaftliche Teilhabe* (= Tagungsband der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik; Bd. 39) (S. 177-180). Regensburg: GDGP. Online verfügbar unter: http://www.gdcp.de/images/tb2019/TB2019_177_Bliesmer.pdf [Zugriff: 14.01.2020].

Bliesmer, K. & Komorek, M. (2020, eingereicht). Physikalische Dynamik an der Küste didaktisch rekonstruieren. In S. Habig (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Kompetenzen in der Gesellschaft von morgen*. (= Tagungsband der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik; Bd. 40) (noch ausstehend). Essen: GDGP.

Bliesmer, K. & Komorek, M. (2020, eingereicht). Physikalische Dynamik der Küste für außerschulische Lernorte didaktisch rekonstruieren. Einsatz der Didaktischen Rekonstruktion zur Weiterentwicklung außerschulischer Lernorte. In S. Dannemann, J. Heeg & Y. von Roux (Hrsg.), *Didaktische Rekonstruktion in der Lehrerbildung: Ein Planungs- und Forschungsrahmen für Hochschule und Schule* (= Themenheft: Herausforderung Lehrer_innenbildung – Zeitschrift zur Konzeption, Gestaltung und Diskussion (HLZ)) (noch ausstehend). Bielefeld: HLZ.

Bliesmer, K. & Komorek, M. (2020, eingereicht). Didaktische Leitlinien für Ausstellungen zu Strukturphänomenen. In L. Beyer, C. Gorr, C. Kather, M. Komorek, P. Rößen & S. Selle (Hrsg.), *Orte und Prozesse außerschulischen Lernens erforschen und weiterentwickeln* (= Außerschulische Lernorte – Beiträge zur Didaktik; Bd. 6) (noch ausstehend). Münster, Berlin, Wien, Zürich: LIT-Verlag.

20 Kurzlebenslauf

Kai Bliesmer, geboren am 25.12.1989 in Barßel:

- 08/2014: Zwei-Fächer-Bachelor in Physik und Chemie (Abschluss: B.Sc.),
Universität Oldenburg
- 07/2016: Master of Education (Gymnasium) in Physik und Chemie
(Abschluss: M.Ed.), Universität Oldenburg
- 08/2016-
05/2020: Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Arbeitsgruppe Didaktik der
Physik und Wissenschaftskommunikation an der Universität Olden-
burg im DBU-Projekt:
*Klimawandel und die physikalische Dynamik des Wattenmeeres als
Gegenstand schulischer und außerschulischer Umweltbildung*
- 12/2016 -
03/2020: Promovend in der Arbeitsgruppe Didaktik der Physik und Wissen-
schaftskommunikation, Universität Oldenburg

I ANHANG

Der Anhang zu dieser Dissertation enthält die Transkripte und redigierten Fassung aller 22 durchgeführten Interviews. Außerdem sind dort die kleinschrittigen Auswertungen von 20 Interviews zu finden, da im Hauptteil der Dissertation lediglich die exemplarische Auswertung von 2 Interviews dargestellt wird und bezüglich aller weiteren Interviews nur die Ergebnisse aufgeführt sind. Der Anhang ist in der Open Access-Publikation zu finden.

Anhangsverzeichnis

21	Daten der Interviewstudie	522
21.1	Transkripte der ersten Interviewreihe (A)	522
21.1.1	Interview E1A	522
21.1.2	Interview E2A	532
21.1.3	Interview E3A	543
21.1.4	Interview S1A	560
21.1.5	Interview S2A	572
21.1.6	Interview S3A	597
21.1.7	Interview J1A	613
21.1.8	Interview J2A	638
21.1.9	Interview J3A	663
21.1.10	Interview J4A	679
21.1.11	Interview J5A	693
21.2	Transkripte der zweiten Interviewreihe (B)	767
21.2.1	Interview E1B	767
21.2.2	Interview E2B	779
21.2.3	Interview E3B	792
21.2.4	Interview S1B	805
21.2.5	Interview S2B	813
21.2.6	Interview S3B	824
21.2.7	Interview J1B	830
21.2.8	Interview J2B	837
21.2.9	Interview J3B	854
21.2.10	Interview J4B	865
21.2.11	Interview J5B	876
21.3	Redigierungen der ersten Interviewreihe (A)	908
21.3.1	Interview E1A	908
21.3.2	Interview E2A	916
21.3.3	Interview E3A	925
21.3.4	Interview S1A	936
21.3.5	Interview S2A	945
21.3.6	Interview S3A	959
21.3.7	Interview J1A	972
21.3.8	Interview J2A	988
21.3.9	Interview J3A	1004
21.3.10	Interview J4A	1016
21.3.11	Interview J5A	1030

21.4	Redigierungen der zweiten Interviewreihe (B)	1073
21.4.1	Interview E1B	1073
21.4.2	Interview E2B	1082
21.4.3	Interview E3B	1091
21.4.4	Interview S1B	1100
21.4.5	Interview S2B	1105
21.4.6	Interview S3B	1113
21.4.7	Interview J1B	1119
21.4.8	Interview J2B	1124
21.4.9	Interview J3B	1136
21.4.10	Interview J4B	1145
21.4.11	Interview J5B	1156
22	Auswertung der Interviewstudie	1177
22.1	Auswertungen zu Begriffsbildungen: Strömungen (Merkmale).....	1177
22.1.1	Interview E1A.....	1177
22.1.2	Interview E2A.....	1181
22.1.3	Interview E3A.....	1189
22.1.4	Interview S1A	1196
22.1.5	Interview S2A	1202
22.1.6	Interview S3A	1210
22.1.7	Interview J1A.....	1217
22.1.8	Interview J2A.....	1228
22.1.9	Interview J3A.....	1240
22.1.10	Interview J4A.....	1250
22.2	Auswertungen zu Begriffsbildungen: Strömungen (Prototypen).....	1260
22.2.1	Interview E1A.....	1260
22.2.2	Interview E2A.....	1262
22.2.3	Interview E3A.....	1263
22.2.4	Interview S1A	1265
22.2.5	Interview S2A	1267
22.2.6	Interview S3A	1268
22.2.7	Interview J1A.....	1269
22.2.8	Interview J2A.....	1273
22.2.9	Interview J3A.....	1275
22.2.10	Interview J4A.....	1277
22.3	Auswertungen zu Begriffsbildungen: Struktur (Merkmale)	1281
22.3.1	Interview E1A.....	1281
22.3.2	Interview E2A.....	1290

22.3.3	Interview E3A.....	1297
22.3.4	Interview S1A	1304
22.3.5	Interview S2A	1313
22.3.6	Interview S3A	1321
22.3.7	Interview J1A.....	1328
22.3.8	Interview J2A.....	1338
22.3.9	Interview J3A.....	1352
22.3.10	Interview J4A.....	1359
22.4	Auswertungen zu Begriffsbildungen: Struktur (Prototypen)	1368
22.4.1	Interview E1A.....	1368
22.4.2	Interview E2A.....	1371
22.4.3	Interview E3A.....	1373
22.4.4	Interview S1A	1375
22.4.5	Interview S2A	1378
22.4.6	Interview S3A	1381
22.4.7	Interview J1A.....	1383
22.4.8	Interview J2A.....	1384
22.4.9	Interview J3A.....	1387
22.4.10	Interview J4A.....	1389
22.5	Auswertungen zu Erklärungen: Strömungen (Allgemein).....	1393
22.5.1	Interview E1A.....	1393
22.5.2	Interview E2A.....	1395
22.5.3	Interview E3A.....	1397
22.5.4	Interview S1A	1399
22.5.5	Interview S2A	1401
22.5.6	Interview S3A	1403
22.5.7	Interview J1A.....	1405
22.5.8	Interview J2A.....	1408
22.5.9	Interview J3A.....	1412
22.5.10	Interview J4A.....	1415
22.6	Auswertungen zu Erklärungen: Strömungen (Speziell).....	1418
22.6.1	Interview E1B	1418
22.6.2	Interview E2B	1423
22.6.3	Interview E3B	1428
22.6.4	Interview S1B	1435
22.6.5	Interview S2B	1439
22.6.6	Interview S3B	1444
22.6.7	Interview J1B	1447

22.6.8	Interview J2B	1451
22.6.9	Interview J3B	1458
22.6.10	Interview J4B	1463
22.7	Auswertungen zu Erklärungen: Strukturen (Allgemein)	1469
22.7.1	Interview E1A	1469
22.7.2	Interview E2A	1472
22.7.3	Interview E3A	1474
22.7.4	Interview S1A	1476
22.7.5	Interview S2A	1479
22.7.6	Interview S3A	1481
22.7.7	Interview J1A	1483
22.7.8	Interview J2A	1485
22.7.9	Interview J3A	1490
22.7.10	Interview J4A	1494
22.8	Auswertungen zu Erklärungen: Strukturen (Speziell)	1498
22.8.1	Interview E1B	1498
22.8.2	Interview E2B	1504
22.8.3	Interview E3B	1510
22.8.4	Interview S1B	1515
22.8.5	Interview S2B	1518
22.8.6	Interview S3B	1522
22.8.7	Interview J1B	1526
22.8.8	Interview J2B	1530
22.8.9	Interview J3B	1535
22.8.10	Interview J4B	1542

21 Daten der Interviewstudie

21.1 Transkripte der ersten Interviewreihe (A)

21.1.1 Interview E1A

1	I: Gut. Ich begrüße einmal meinen ersten Interviewpartner für das erste Interview, äh das Interview wird mit einem Diktiergerät aufgezeichnet, um das halt später in Schriftform zu bringen für mich für die Arbeit. Und äh es werden halt keine persönlichen Daten bei... hierbei erworben. Äh erklär... erklärst du dich mit dieser Aufzeichnung einverstanden?
2	B: Ja.
3	I: Alles klar, dann können wir einmal beginnen. Also das äh Interview ist halt so strukturiert, dass erst halt so ein bisschen über Strömung äh was ähm herausgefunden werden will, also über diese Begriffsbildung und dann über Strukturen, also ist zweigeteilt. Und dann fangen wir einmal mit Strömungen an. Woran denkst du, wenn ich von Strömungen spreche?
4	B: An Wasser.
5	I: Wasser?
6	B: An Wasser, ja.
7	I: Ok, und äh was findest du an den Wass... also an Wasser so interessant? Also was ist da für dich Strömung und was ist... oder ist da so interessant für dich dann?
8	B: Was heißt interessant, es ist die Assoziation mit Strömung, also natürlich kann auch Sand über Land strömen, aber für mich hat Strömung etwas mit Wasser zu tun, hauptsächlich.
9	I: Also das Essentielle ist Wasser wirklich dann. Ok.
10	B: Genau, ob's jetzt durch nen Kanal fließt oder sich an den ja als Welle am Strand bricht.
11	I: Sind dir Strömungen sonst irgendwo noch schonmal begegnet?
12	B: Strömungen, ja. Äh, auf Kreta, da gab es... hab es habe ich geschnorchelt und ähm wir haben... oder ich habe ähm plötzlich nichts mehr gesehen und das kam daher, weil landseitig ein Kaltwasserfluss oder Kaltwasser von einem Fluss in das Meer gemündet ist und dort hatte ich also zwei unterschiedliche Dichtegerade des Salz- und Süßwassers. Und also 'ne Unterströmung sozusagen des kalten Wassers über das warme Meereswasser, also das wäre so das Eindrucksvollste, sagen wir mal so, wo man's auch sieht.
13	I: Ja, wo man's dann wirklich so selbst erlebt hat so gespürt.
14	B: Wo man's sieht und erlebt und auch fühlt genau.
15	I: Ja hm (bejahend), ja.
16	B: Also wirklich zwei verschiedene Strömungen.
17	I: Ok, also und also die Strömungen sah halt so aus, so dass sie dich sozusagen weggedrückt hat, oder wie war dieses Gefühl so?

18	B: Ne, gar nicht mal äh, dass ich äh ähm körperliche Probleme hatte, sondern einfach ähm vom Fühlen, dass dieses wirklich vier oder fünf Grad kalte Wasser in dieses Meerwasser gemündet ist und dass man wirklich beim... die Sehkraft, also man hat nichts mehr gesehen, wie im Nebel. Und wenn man durch diese Strömung oder durch diese Schichten dann getaucht ist... ähm also das ist so die Erfahrung mit Strömung. Sagen wir mal so, nicht jetzt lebensbedrohlich, dass man da jetzt kein Halt mehr hat oder weggetrieben wird.
19	I: Ja, aber man ist schon erschrocken im ersten Moment.
20	B: Genau, obwohl das stimmt auch nicht. Also ich hatte auch mal... äh das war aber nicht auf... oder war das auch auf Kreta oder auf Mallorca? Ne, das war auch auf Kreta, ne Bucht und trotz Flossen hatte ich also zu arbeiten, dass ich also nicht rausgetrieben werde aufs Meer. Das ist also auch... stimmt hab ich auch Erfahrung. Das ist dann so ein bisschen ja grenzwertiger sag ich mal so, denkt man denn dann schon so ok.
21	I: Hast du schon einmal selbst Strömung erzeugt?
22	B: (Pusten) selbst Strömung erzeugt? Naja, als Kind in der Badewanne vielleicht. (Lachen) Indem man den, den Schaum produziert hat. Würde ich jetzt so sagen, aber ansonsten ne, wüsste ich jetzt nicht. Also nicht bewusst, dass man jetzt sagt: „ok, ich muss jetzt Strömung erzeugen“! Also ne, beruflich nicht.
23	I: Ok, kennst du sonst noch konkrete Beispiele für Strömungen so, die du sonst noch kennst also nicht unbedingt selbst gesehen, sondern...
24	B: Ja, vielleicht hier diesen Strömungskanal im Schiffbau, ähm ähm... weiß ich Bugarten... oder oder ja Schiffsformen vielleicht auszutesten. Strömungs... ähm natürlich hier auch Windkanal, vielleicht dieses Windlap, da sind ja auch Strömungen, Luftströmungen, das ist ja nicht immer nur Wasser. Ähm, ja so das würde mir jetzt dazu spontan einfallen.
25	I: Ok. Ähm, was wäre für dich ein Gegenteil für Strömung oder das Gegenteil für Strömung?
26	B: Das Gegenteil von Strömung. Ja, ein Sog würde ich eher sagen. Also ein Strudel so ähnlich wie das auch auf den Fotos halt auch ist oder gewesen ist. Ähm, ja, dass 'ne Strömung hat ja immer was mit, na ich sag mal, mit Gegendruck zu tun, dass einen das mehr oder weniger entgegenkommt und das Gegenteil wäre für mich dann eventuell dieser... dieser Sog, der Strudel. Wo man dann eben das Gegenteil hat.
27	I: Ja ok, und was wäre ein Synonym für die Strömung?
28	B: Ein Synonym... (pusten)... wüsste ich jetzt nicht. Also, ne.
29	I: Ja, ok. Ähm, wie würdest du denn jemand anderen denn die Strömung erklären?
30	B: Jemand anders die Strömung erklären. Aus physikalischer Sicht meinst du jetzt?
31	I: Aus deiner Sicht, also muss gar nicht aus physikalischer sein. Wenn da jetzt so eine Strömung ist und dann einfach... Wie würdest du das jemand anderen erklären?
32	B: Ja, Bewegung von entweder Wasser oder Luft oder so... von ja äh ja von

	solchen Elementen. Würde ich sagen, also, dass die eben in Bewegung ist. Egal, wie sie erzeugt werden oder wodurch sie erzeugt worden sind, aber dass man eben eine Bewegung erfährt an bestimmten Dingen.
33	I: Ok, könntest du dann auch eine konkrete Definition aufschreiben von Strömung?
34	B: (Pusten) Ne.
35	I: Ne?
36	B: (Lachen)
37	I: Ok, kein Problem.
38	B: (Unv.) jetzt nicht. Das will ich jetzt nicht, ne.
39	I: Ok, alles klar. Ähm, genau dann habe ich hier so ein paar Bilder mitgebracht. Also gibt 20 oder 21 sind es sogar. Also es sind ganz viele, ich leg die jetzt einmal alle hier so hin, haben auch alle Nummerierung, damit man die dann einmal, wenn man dann irgendwie (...) was drüber irgendwo sprechen möchte, dann kann man die einmal benennen, weil sonst ist das, glaub ich, ein bisschen schwierig. Leg das einmal hier zur Seite. Kannst du die einmal so in Ruhe angucken.
40	B: Das ist kein Memory oder?
41	I: Ne, (lachen) das ist kein Memory. Das sind voll viele Bilder.
42	B: Was ich jetzt mit Strömung verbinde?
43	I: Genau, das kommt gleich. Du kannst erstmal eben angucken.
44	B: Hm (bejahend), ok.
45	I: Hast du schon einmal selbst irgendwelche Sachen gesehen? Kannst ja einfach die Nummern dann nennen, welche du schon mal selbst gesehen hast.
46	B: Genau, fangen wir mal hier links an. Also die 5 hab ich schon mal gesehen. Also im Detail vielleicht nicht so (langgezogen). Die 19, also nicht so in dieser Nahe, die Wassertropfen schon. 21... ich schätze das ist Wattenmeer, also wenn dann im Film. Also dieses Deutschland von oben. Da haben wir es aber so ganz eindeutig genau wie hier die 20, würde ich, sagen, sind so ja Priele. 18 halt im Zoo, das Zebra. 11 ja, auf jeden Fall, die 2 auch. Mohnblumen... ja ganz viel auf Mallorca. 4, ne Lampe auch. 3, 1 Wellen. Die 10. Die 12. Hm (überlegend) ja, also die 6, wenn man den... die Sanddüne nur nimmt, nicht unbedingt jetzt den aufgewirbelten Sand. 16 auf jeden Fall auch aufm Schiff, wenn man fährt und im Wattenmeer zum Beispiel. 17 nicht, 17 nicht. 14 ja auch ausm... ausm Foto oder Fernsehen, diesen Luftstrudel. Das auch ausm Fernsehen, die Stare (Bild 13) zum Beispiel in Italien. Ähm, 9, die Landschaft jetzt an sich so in... in der Form oder?
47	I: Das was, wie du das ähm... also was für dich sozusagen... so was du darauf sehen würdest. Also das ist ja für jeden immer ein bisschen anders, was man da sieht.
48	B: Diese Wellen, diese die Wellendynamik vielleicht. Ja, würde ich sagen, also zerrissene Wolken. 7, schätze ich jetzt auch mal, ist so 'ne Aufnahme ausm Wattenmeer oder Fisch... na die...

49	I: Das ist so eine Aufnahme wieder ausm Weltall, also von oben. Wo sich dann halt eben solche...
50	B: Gut, also ähnlich wie, sowas.
51	I: Ähm, wie hier dieses hier.
52	B: So dieses genau, ja. Ja gut, 8 sieht man auch nochmal und 15 auch. 15 hab ich auch schon in echt gesehen.
53	I: Ok, alles klar. Genau, dann kommt jetzt die Aufgabe. Äh, welche Bilder würdest du dem Begriff Strömung zuordnen? Die anderen kannst du einfach zur Seite legen.
54	B: Welche ich der Strömung zuordnen würde. (Pusten) joa, ja hier bin ich mir noch so ein bisschen unsicher.
55	I: Wieso?
56	B: Ja gut, es strömt auch, da hast du eigentlich auch recht.
57	I: Bei der 19 hm (bejahend).
58	B: Die 19 ja. Ja, ich denke nur die drei, vier... also zweimal Zebra und 12 und die 3 würde ich jetzt nicht unmittelbar...
59	I: Dann genau, können wir die einmal zur Seite legen. So, dann haben wir die alle. Ähm, wo sind denn für dich da Gemeinsamkeiten? Also wieso hast du diese Bilder jetzt ausgewählt und was war jetzt so zu sagen das Essentielle warum du die jetzt ausgewählt hast? Also warum gehörte das jetzt zu Strömung für dich?
60	B: Ja, also wir haben ja einmal hauptsächlich Wasser und Luft jetzt auf diesen Fotos, oder die bewegte Luft oder das bewegte Wasser und eben... oder auch Dinge, die durch die Luft bewegt werden. Also zum Beispiel die 6 mit der Sanddüne, der Sand der aufgewirbelt wird. Ähm, Wolken jetzt durch die Luftbewegung oder durch die unterschiedlichen Luftdrücke, die bei 9 also jetzt sehr interessante Formen haben, aber die man eben auch ja auch so beobachten kann, am Himmel also. Und Wasser halt, also Wasser in verschiedensten Variationen, jetzt als ähm nicht vorhandenes Wasser wie also diese Priele zum Beispiel, die dann ja im Wattenmeer bestimmte Wege sich geformt haben oder geformt haben. Und Wolken eben an sich auch, die ja in der Regel sich auch meistens bewegen durch Luftströmung und auch die Wellen hier in dem Sinne oder auch hier das... die Windräder. Die... also das mit Luft.
61	I: Also mit Luft und Wasser immer und das ist bei diesen Bildern, die du jetzt rausgelegt hast eben nicht der Fall und deswegen hast du sie nicht dazu gewählt. Oder gibt es noch 'n andern Grund?
62	B: Ne das ist statisch, also gut das Pferd oder das Zebra... das Pferd... das Zebra bewegt sich halt auch, aber es würde jetzt nicht für mich in diese Kategorie... ja, was ich jetzt eben gesagt hab, fallen. Die Lampe, das Licht (pusten) würde ich jetzt auch nicht zu Strömung zählen. Also, das sind meine, sagen wir jetzt mal, Interpretationspunkte, was Strömung für mich bedeutet.
63	I: Ok, alles klar. Dann man ich einmal eben ein Bild von Bildern. Ich muss das einmal eben festhalten so zu sagen.
64	B: Soll ich das ein bisschen näher rücken, dass du das zusammen kriegst?

65	I: Ne, ich glaub, das passt sogar so. Genau, dass ich einmal dann ein Bild davon habe welche du alle ausgewählt hast.
66	B: Ich hol uns 'ne Leiter.
67	I: So. (lachen) Passt. Super ok, dann können wir die auch wieder eben zusammenpacken. Die kommen dann später noch einmal zum Einsatz. So genau, was ist denn für dich die... also die Strömung schlecht hin? Also jetzt hast du ja auch 'n paar Bilder gesehen, also was wäre für dich die Strömung?
68	B: Also das erste, was ich damit verbinde, ist Wasser. Also für mich. So Luft an zweiter Stelle, würde ich sagen, aber Wasser ist der... das wo man zuerst dran denkt.
69	I: Ok, jetzt stell dir einmal vor, du wärst in einer Werbeagentur angestellt und müsstest ein Logo entwerfen für Strömung. Könntest du mir da einmal eins aufzeichnen?
70	B: (Pusten) Ja, also ein Logo für Strömung. Würde ich jetzt zuerst an 'ne Welle denken, aber ob das jetzt so inter... ob das jetzt so eine gute Zeichnung wird ist die Frage aber ähm.
71	I: (Lachen) aber Welle ist doch schonmal ein Stichpunkt.
72	B: Sagen wir mal, also es soll dann eine Welle werden, sagen wir mal so eine Welle, die sich irgendwie ähm sieht die so aus die sich irgendwie aufbaut und dann quasi...
73	I: ...die sich so bricht dann.
74	B: ... die sich bricht genau so, wenn man hier so die die Oberfläche hätte. Also so Strömung.
75	I: Ok, alles klar. Ok, super. Ok, jetzt kommen wir auch schon so 'n bisschen zu dem Erklärbegriff, sage ich mal. Ähm, was glaubst du, wie kommt es zu solchen Strömungen?
76	B: (Pusten) ja gut, bei Wasser... jetzt Wattenmeer: Ebbe, Flut haben wir halt die Gezeiten, hervorgerufen durch den Mond oder durch die Mondphasen, sagen wir mal so... die Anziehungskraft eben des Mondes. (Pusten) ansonsten ja, wenn sich... wenn Wasser fließt, ein Berg ab zum Beispiel, und der Bach oder die... die Rinne oder der Kanal verengt sich, dann haben wir halt 'ne... 'nen schnelleren Durchfluss, 'ne schnellere Strömung in dem Sinne. Also wenn's baulich sich verändert oder so. Das würde ich sagen. Joa.
77	I: Ok. Ähm, könnte man Strömung vielleicht aufhalten? Oder wie könnte man Strömung aufhalten?
78	B: Naja gut, durch Deiche, sagen wir jetzt mal so. Und durch Dämme, durch, was weiß ich, Stauseen Staudämme, Stauwehre, in dem Sinne.
79	I: Könnte die Natur denn auch Einfluss darauf haben? Also, dass die Natur sozusagen irgendwie Strömung aufhalten könnte oder vermindern oder verstärken könnte?
80	B: (Pusten) die Natur. Was ist jetzt der Begriff Natur für dich?
81	I: Also, dass sie das...

82	B: Ähm, natürlich natürliche Landschaftsformen, oder?
83	I: Zum Beispiel hm (bejahend).
84	B: Ja sicherlich, also wenn ich da (pusten) zum Beispiel an, an, an Schottland denke, wo man dieses Gezeitenkraftwerk gebaut hat, da sind ja durch die Landschaft oder durch diesen Meeresuntergrund äh ja extreme Strömungen und ähm an anderer Stelle, was weiß ich, hier im Wattenmeer haben wir halt 'n ziemlich flaches Meer oder ein ziemlich flache Zone, wo zwar auch Strömung herrscht, aber ja nicht in dem... in der Intensität, sagen wir mal so. Also das ist natürlich gegeben oder durch die Natur gegeben.
85	I: Ok, ja. Ähm, woher hast du dieses Wissen alles?
86	B: Och, woher hab ich dieses Wissen (lachen). Ja (pusten), Bücher... oder sagen wir mal an erster Stelle Fernsehen, würde ich eher sagen, also Naturkundesendungen.
87	I: So Dokus oder so.
88	B: Ja also dann Terra X oder (pusten)... ja, also weniger Dokus, die so auf N24 laufen, äh also ich sag mal so fundiertere Doku... Dokusendungen. Aber ansonsten auch Bücher. Weniger Internet, also Internet ist nicht unbedingt das Nachschlagewerk (lachen). Also wenn einen was interessiert oder mich interessiert, dann gucke ich im Internet, aber ich... so ein Buch über bestimmte Sachen... ähm die jetzt nicht unbedingt das Thema Strömung... aber wo irgendwie das irgendwie mit drin vorkommt, das ist dann schon mehr 'n Nachschlagewerk als solches als das Internet für mich.
89	I: Hm (bejahend), ok perfekt, dann sind wir auch schon mit Strömung fertig, dann kommen wir einmal zu Strukturen. Bei Strukturen ist das an sich genau gleich aufgebaut, wie wir das jetzt eben auch hatten. Also fangen wir wieder mit dem an: Woran würdest du denken, wenn ich von Strukturen an der Küste und am Ozean spreche?
90	B: Von Strukturen an der Küste und am Ozean? Ich kann da jetzt nicht so richtig was mit anfangen, muss ich gestehen, was jetzt unter Struktur gemeint ist. Ist das jetzt 'ne Land ja...
91	I: Ok, wir können ja sonst hier... so 'n paar Bilder haben wir ja hier. Zum Beispiel solche, sowas.
92	B: Ok, das wäre eine Struktur, ja.
93	I: Genau, so. Könnte jetzt ja auch hier eben diese... wo war das denn hier? Diese Rippelbildung nehmen. Das wären dann jetzt solche konkreten Strukturen, also die man jetzt so sehen könnte.
94	B: Hm (bejahend) ja, das ist richtig, also diese... ja. wie nennt man das (pusten)?
95	I: Ja, das sind hier so Rippelbildung so im Sand genau.
96	B: Sandgebilde im Wattenmeer, genau. Gut, dieses sieht man ja weniger selbst... dies eine, was auf 21 äh abgebildet ist. Gut, man sieht natürlich, was weiß ich, Strukturen, wenn da jetzt 'ne Sanddüne zu zählt, weiß ich nicht in wie... inwieweit ihr das da jetzt definiert und ähm man... man weiß, wie die Küstenlinie oder diese Sanddüne vor einem Sturm zum Beispiel ausgesehen hat und man guckt sich das

dann nach diesem Sturm wieder an und es fehlen plötzlich 1,50 m oder 2 m. Dann ist das äh ja eine einschneidende Veränderung. Also man hat ein bestimmtes Bild von einer Küstenlinie oder man fährt da im Urlaub zum Beispiel immer hin und es hat sich ja letztendlich die Struktur geändert, also das würde ich mit einer Struktur mit... mit Meer oder jetzt mit verbinden, sagen wir das mal so, hm (bejahend).

97 I: Hmm und was ist für dich da interessant dran?

98 B: Interessant? (Pusten) Also, ich fahre gerne zu einer Struktur, sagen wir mal, hin, die für mich anziehend ist, also zum Beispiel ich fahre gerne ans Meer, weil ich äh diese... die Vielfalt äh (...) ja schätze oder liebe, sagen wirs mal so. Wobei ähm nicht unbedingt die... die Wattenmeer Seite, die Struktur des Wattenmeeres, sondern eher die Seite der Ostsee. Also der Sandstrand, die Bäume, also diese abwechslungs... oder für mich, für mein Empfinden, abwechslungsreichere Landschaft, Struktur der Landschaft mich mehr (pusten), ja sagen wir mal, in... in den Urlaubsmodus versetzen würde als jetzt die Küste, weil hier bin ich halt aufgewachsen. Das hat jetzt weniger was mit Urlaub dann zu tun.

99 I: Ja, hast du denn schonmal Strukturen so gesehen? Also solche hattest du ja vorhin gesagt, dieses hast du schonmal, also meistens auch auf Bildern, gesehen. Konkrete Strukturen.

100 B: Ja gut, dieses hier mit diesen... bei 5 das ist halt... ja siehste in der Ostsee wie an der... an der Nordsee oder, was weiß ich, auf Kreta oder Mallorca. Ähm (pusten) 21 (...) diese Strukturen ja letztendlich ausm Fernsehen, würde ich sagen, ne. Also wie gesagt: Deutschland von oben. Ist so 'ne Sendung gewesen.

101 I: Ja, fallen dir sonst noch irgendwelche Strukturen ein, so Beispiele für Strukturen, die man kennt?

102 B: Von der Küste jetzt direkt?

103 I: Ja, zum Beispiel, also kann auch sonst außerhalb der Küste sein, wenn dir da irgendwie auch noch 'n paar einfallen.

104 B: (Pusten) ja gut, wenn mans von oben betrachtet, wenn man sieht wie, was weiß ich, der Landwirt sein Feld angelegt hat, seine Spuren, die dann später irgendwie ja zuwachsen, wenns Korn höher wird, aber letztendlich man immer noch sieht, wo er denn gefahren ist oder wie er enden will, solche Strukturen. Ja, was ganz was Blödes: diese Erich von Däniken irgendwelche... wo wir gerade eben bei Felder sind, irgendwelche Kreise oder auch äh auch Satellitenaufnahmen von, ich weiß nicht wo das ist, Südamerika wo wirklich mit 'nem Lineal gezogene Linien ja irgendwie sind, die irgendwer ja gemacht haben muss. Also solche Strukturen fallen mir jetzt ein.

105 I: Ok, hm (bejahend), dann auch wieder. Was wäre das Gegenteil von Strukturen für dich?

106 B: Das Gegenteil von Struktur (pusten). Ja, 'ne ebene Fläche. Also wo nichts sich... ja keine... wo's einfach gleichmäßig ist.

107 I: Also nichts Besonderes, sozusagen, ist.

108 B: 'Ne glatte, ja, sagen wir mal 'ne glatte Oberfläche so wie diese Tischoberfläche. Das hat zwar auch eine Struktur, aber das ist es dann auch. Das ist halt glatt und flach oder so aber... das wäre jetzt...

109	I: Ok, Ok, dann auch wieder: Was wäre ein Synonym für dich für eine Struktur?
110	B: Das Aussehen vielleicht. Könnte man vielleicht, ja... würde ich sagen hm (bejahend).
111	I: Ja, ok. Wie würdest du jemand anderen eine Struktur erklären, (lachen) was eine Struktur ist?
112	B: Was eine Struktur ist? Ja, vielleicht auch übers Aussehen. Also Struktur (pusten) ist ja von einer Umgebung oder von einer Landschaft oder von einem... ja was auch immer... Gegenstand ähm entweder durch Menschen geschaffen, Aussehen oder eben durch die Naturgewalten. Das würde ich unter Struktur ganz schnell so erklären hm (bejahend).
113	I: Ok, könntest du auch eine Definition dafür wieder aufschreiben?
114	B: Ne (lachen).
115	I: Ok. Alles klar. Ähm, genau, dann kommen wir jetzt hier auch zu den Bildern. Also, ich leg mal wieder alle so hin und dann kannst du dir auch wieder so rausuchen, welche da zu Strukturen gehören, welche nicht. Die anderen kannst du wieder zur Seite legen. So.
116	B: (Pusten) zur Seite legen. Ja ich glaube, diesmal (...) würde ich... würde ich nur die Lampe wegnehmen. Alles andere hat für mich 'ne Charakteristik. Also diese bestimmte Struktur. Auch das Zebra jetzt, was ich ja erst weg hatte, durch diese Formgebung der Streifen hat's 'ne bestimmte Struktur und damit ist klar: es ist ein Zebra. Also wenn das nicht wäre, wäre es aufm ersten Blick für mich ein Pferd, so. Also, das ist vielleicht gute Erklärung. Und die andere Struktur: ein Vogelschwarm, da ändert sich die Struktur stetig, aber es ist eben als solcher 'n Schwarm zu erkennen und das gleiche würde ich jetzt auch bei der Welle sagen, die letztendlich auch immer 'ne gleiche Struktur hat, aber auch ganz unterschiedlich aussehen kann. Und joa...
117	I: Ok, also was muss konkret für dich erfüllt sein, dass du es jetzt zu einer Struktur zählst?
118	B: Ja (pusten), könnte man sagen 'ne Unregelmäßigkeit in dem Sinne. Also bestimmte, also diese Sandhäufchen hier oder Eimerhäufchen, die haben zwar... sehen zwar unterschiedlich aus, haben eine unterschiedliche Struktur, einige sind rund einige sind halt eckig, aber diese Unregelmäßigkeit ist für mich ausschlaggebend dann. Dass es sich eben hier um diese ja Sandeimer handelt. Das würde ich damit verbinden.
119	I: Hm (bejahend) und warum gehört da, also die Lampe gehört ja nicht dazu. Wieso genau?
120	B: (Pusten) Weiß ich nicht, muss ich ehrlich gestehen, aber das ist...
121	I: Also vom Aussehen so.
122	B: Zu dem, was ich hier jetzt so vorfinde, würde ich es nicht einordnen oder zuordnen.
123	I: Ok. Gut, dann mach ich auch da wieder ein Bild von jetzt. Ich schieb die einmal zusammen.
124	B: Passt das?

125	I: Ja, ich schieb einmal das ein bisschen (lachen).
126	B: Ich entschuldige mich für diesen dreckigen Tisch.
127	I: Ach, so. Gut.
128	B: Wieder weg?
129	I: Genau, die können wieder weg.
130	B: Also Struktur und Strömung hängen zusammen, gell?
131	I: Genau, das kommt später noch (lachen).
132	B. Könnte man daraus schließen.
133	I: Ok, und jetzt wieder das Gleiche: ein Logo designen. Wieder für die Werbeagentur, was für dich Struktur ist.
134	B: (Lächeln) was für mich Struktur ist? Würde ich 'n Stern wählen. Weiß nicht, so ein fünf... fünfzackigen Stern. Gut, ist jetzt nicht so ein besonders guter Stern. Aber so, also 'n Stern würde ich mit Struktur verbinden.
135	I: Wieso?
136	B: Naja, weil ich versucht habe, ähm... ich wollte erst nur Striche malen, die in eine bestimmte Richtung gehen oder von etwas weg zeigen. Aber das ergibt für den Betrachter keinen Sinn, also 'ne Welle könnte man, würde man verbinden vielleicht jetzt mit Bewegung mit Dynamik, ne? Und ein Stern hat, den man ja so auch nicht sieht am Himmel, aber wie's halt immer so ja gezeigt wird, ähm 'ne bestimmte Struktur, dass es eben ein Stern ist und ähm (...) ja ich finde das ist ausdrucksamer, als wenn ich eine Teekanne zeichne.
137	I: Ok (lachen). Ok, alles klar.
138	B: Ok.
139	I: Ok perfekt, legen wir das einmal zur Seite. Ähm, dann kommen wir jetzt auch wieder zu dem Erklärungsbegriff ein bisschen. Was glaubst du, wie kommt es zu solchen Strukturen?
140	B: (Pusten) wie kommt es zu solchen Strukturen? Ich glaub da gibt's verschiedene Möglichkeiten, mindestens zwei. Also eine ist ähm vom Menschen gemacht bestimmte Struktur durch Einflussnahme auf die Landschaft eventuell. Das man dann andere Strukturen vor dieser Maßnahme findet, als hinter dieser Maßnahme. Und das andere ist einfach die natürliche Struktur. Also wenn wir jetzt an's Wattenmeer denken an diese Riffel im... im Sand. Das... ja, diese zwei Arten eventuell.
141	I: Ok, könnte man Strukturen aufhalten?
142	B: Joa, Also ähnlich, denke ich, was ich vorhin schon gesagt hab: Dass man Dämme baut, Deiche, Staudämme (pusten), Mauern, ja.
143	I: Könnte die Natur denn auch wieder drauf einwirken? Also könnte die Natur zum Beispiel irgendwie solche Strukturen verstärken?
144	B: Ja, also es gibt ja, weiß ich... wenn wir bei der Sanddüne bleiben, gibt's ja die... die meistens windabgewandte Seite und die der Wind zugewandten Seite. Das

	heißt, da sollte der Wind drehen, ändert sich natürlich auch die Struktur der Sanddüne, also Wanderdüne zum Beispiel, ne? Das würde ich schon sagen, ja.
145	I: Ok, und auch wieder die Frage: Woher hast du dieses Wissen? Also ist es ähnlich wie bei wie vorhin bei Strömung wieder durch Bücher und...
146	B: Ja, also ja. Ich denk mal, aufmerksam durch's Leben gehen. Vielleicht auch ein bisschen ja ähm (...) Naturempfinden zu haben, also sich auch daran zu erfreuen und das auch wahrzunehmen. Also viele Leute...
147	I: So ein bisschen Neugier dann auch.
148	B: Ja Neugierde und... aber auch sich an den schönen Dingen vielleicht... die für andere Leute völlig uninteressant sind, mag ja auch sein, aber sagen wir mal so hm (bejahend).
149	I: Ok, was kannst du so abschließend über Strömungen und Strukturen sagen, also haben die für dich äh irgendwie so 'n Zusammenhang für dich? Wie stehen die zueinander?
150	B: Ja, also sie sind abhängig voneinander, denke ich, also das eine resultiert vielleicht aus dem anderen.
151	I: Hm (bejahend), also was kommt zuerst so zu sagen? Wenn du jetzt sagst das eine resultiert aus dem anderen?
152	B: Also ja es ist ja nicht nur das eine... ähm es hat ja am Anfang 'ne bestimmte Struktur und wenn wir jetzt diese Wanderdüne nehmen durch ähm die Dynamik des Windes ändert sich diese Struktur. Aber andererseits kanns natürlich auch sagen... ähm ja ne lassen wir's so stehen... lassen wir's so stehen (lacht).
153	I: Ok, perfekt, dann sind wir auch fertig und ich bedanke mich einmal.
154	B: Ja ok, gern geschehen.

21.1.2 Interview E2A

1	I: Gut, also ich begrüße einmal meinen zweiten Interviewpartner. Das Interview wird halt eben aufgenommen mit einem Diktiergerät, um dieses halt eben später in Schriftform zu bringen für meine Arbeit. Es werden keine persönlichen Daten erhoben. Erklärst du dich mit dieser Aufzeichnung einverstanden?
2	B: Ja.
3	I: Alles klar, dann können wir beginnen. Wie ich eben schon gesagt habe, sind einmal eben Strömungen und äh... also erst Strömungen berichtet und dann einmal danach Strukturen. Dann fangen wir einmal mit den Strömungen an. Äh, woran denkst du, wenn ich von Strömungen spreche?
4	B: Erstmal an einen Fluss, so ganz intuitiv. Und dann natürlich auch die Strömung bei uns gerade in der Nordsee, wenn die Gezeiten kommen und gehen, wenn die Priele volllaufen, die Strömungen, die da mit einhergeht.
5	I: Was findest du an solchen Strömungen interessant? Oder findest du es überhaupt interessant?
6	B: Ich finde das... gerade Ebbe und Flut finde ich total spannend, weil diese Kraft der Natur da ganz offensichtlich wird und weil auch sich im Boden diese wellenförmigen äh Abdrücke zeigen. Und die... die Strände zum Beispiel auf den ostfriesischen Inseln jeden Tag unterschiedlich sind.
7	I: Ja. Ähm, wo sind dir Strömungen schon einmal begegnet?
8	B: Ja, in der Regel in Flü... in Flüssen und im Meer.
9	I: Hast du da konkrete Beispiele? Also was du da genau gesehen hast, also wie sah das aus, was dir da begegnet ist?
10	B: Ähm. Im Fluss sieht man ja in der Regel relativ schnell, in welche Richtung er fließt. Zumindest, wenn's tagelang vorher geregnet hat und die Flüsse 'n hohen Wasserstand haben, zum Beispiel in der Hunte, wenn man dann da Kanu fährt und dann treibt einen die Strömung quasi... ähm, die nimmt einen ganz schnell mit.
11	I: Kann man nicht gegen paddeln.
12	B: Genau.
13	I: Oder ist schwieriger natürlich.
14	B: Ja.
15	I: Hm (bejahend) Ähm, hast du sonst noch Ideen, wo es sonst noch Strömungen gibt? Jetzt außer im Fluss und...
16	B: Jetzt mal unabhängig von Wasser?
17	I: Ja, zum Beispiel.
18	B: Wind. Ähm, genau. Der ist natürlich nicht unbedingt sichtbar höchstens in der... in der zweiten Ebene sichtbar, dadurch, dass sich Äste bewegen oder Haare fliegen.
19	I: (Lachen)

20	I: Also hast du einmal sozusagen, das Sichtbare mit dem Wasser und das nicht Sichtbare mit dem Wind die Strömung.
21	B: Oder zum Beispiel: ich war vor kurzem mit meiner Tochter in Paris in der... in den Metrogängen, da nimmt man riesigen Zug war, irgendwie, wenn der, wenn äh...
22	I: ... der Wind da durchpeitscht.
23	B: Genau.
24	I: Ok. Hast du schon selbst Strömungen erzeugt?
25	B: (Seufzer) gute Frage! Ich glaub, so ein bisschen Strömung erzeugt jeder, indem... wenn er durch die Gegend läuft und... und einfach Luft verdrängt, oder? Würde ich spontan so sagen, aber nicht bewusst.
26	I: Ok, alles klar.
27	B: Nicht mit dem Vorsatz.
28	I: Also immer eher unbewusste Strömung irgendwo mal. Ok.
29	B: Ja, oder höchstens mal, wenn man Luftballon hat und man (pusten) pustet, dann erzeugt man ja auch Strömung, oder? Würde ich sagen.
30	I: Ok. Was wäre für dich ein Gegenteil für die Strömung?
31	B: Sog.
32	I: Sog? Wieso? Also kannst du das näher erklären?
33	B: Weil sich das nach innen zieht und Strömung geht irgendwie nach außen, hat man immer das Gefühl, wie die beiden Bilder... ähm, so Trichter, also rein intuitiv jetzt gesprochen.
34	I: Ok. Und was wäre für dich ein Synonym für die Strömung? Also irgendwie 'ne Umschreibung.
35	B: Ja, wenn... Kraft ja nicht, das ist ja was anderes... also antreibende, eine antreibende Kraft.
36	I: Antreibende Kraft, ja.
37	B: Wobei das natürlich nicht richtungsbezogen ist, ne? Aber gut.
38	I: Ok, ja. Ähm, wie würdest du jemand anderen erklären, was eine Strömung ist? Also wenn er jetzt irgendwie was sieht, irgendeine Strömung zu sein im Meer was sieht... wie würdest du jemand anderen erklären, was das ist?
39	B: Dass sich etwas bewegt und in diesem Falle einfach von der Natur aus gegeben bewegt.
40	I: Also eine Bewegung von der Natur aus?
41	B: Genau.
42	I: Okay. Könntest du auch eine Definition aufschreiben? Also was für dich Strömung ist.
43	B: Also ich schreib jetzt Strömung gleich mhmhmh?

44	I: Ja, zum Beispiel.
45	B: Soll ich das Vorlesen?
46	I: Ja genau, lies einmal vor und dann kannst du einmal erklären nochmal.
47	B: Strömung ist 'n Antrieb und 'n zurückgelegter Weg eines Mat... nicht Materials, sondern eines... ja entweder Luft oder Wasser, ne? Also würde ich sagen. Ganz unphysikalisch, hat nichts mit Physik zu tun.
48	I: Ja, das ist ja auch in Ordnung. Es geht ja nur darum, wie du das halt siehst, genau. Ok, dann kommen wir auch schon... habe ich jetzt einmal so Bilder mitgebracht. Das kann man zur Seite legen. Das sind jetzt ganz viele Bilder, 20 oder 21. Da stehen immer die Nummern drauf. Das heißt, wenn du von irgendeinem Bild sprichst, dann immer die Nummer bisschen mit zu sagen, weil...
49	B: ... sonst kannst du das nicht zuordnen.
50	I: Genau richtig, ist sonst immer bisschen schwieriger. Dann können wir die einmal alle so 'n bisschen hier so verteilen. Dann kannst du dir die erstmal in Ruhe angucken. Genau, schau dir erstmal in Ruhe an.
52	B: Ja.
53	I: Ok. Was siehst du so auf den Bildern? Hast du selbst schon mal solche Sachen gesehen?
54	B: Ja, teilweise, aber nicht in der... nicht direkt gesehen, sondern nur im Fernsehen gesehen.
55	I: Was zum Beispiel? Oder was hast du zum Beispiel selbst schon einmal gesehen?
56	B: Also Nummer 2, die Wolkenbildung, natürlich. Ähm, die Nummer 5, das ist... das ist an der Nordsee, würde ich sagen, der Abdruck der Gezeiten.
57	I: Genau solche Rippel, die man sich dann von den... im Wattenmeer dann so...
58	B: Am Atlantik hab ich auch schon mal Wellen, wie in Abbildung 1, gesehen. Die Dünenlandschaft in Abbildung 11 hab ich auch schon gesehen. Abbildung 15, so eine Art Tornado, habe ich noch nicht live gesehen. Dieser tolle... diesen tollen Vogelschwarm in Abbildung 13, der durch die... durch die Lüfte schwebt, habe ich auch schon des Öfteren gesehen. Abbildung 6 ein Sandsturm in der Form habe ich noch nicht gesehen. Die Wölkchenbildung in Abbildung 9 habe ich so auch noch nicht gesehen, so schön wie in Wellenform. Abbildung 20 der Fluss, der sich durch die Landschaft schlängelt, den kenne ich auch ausm Flugzeug. Abbildung 16 mehrere Sogströmungen hintereinander, richtig? Habe ich noch nicht gesehen so, habe ich auch wirklich noch nie live gesehen, so 'n... so 'n ein trichterförmiger Sog.
59	I: So einen Strudel?
60	B: Genau, so 'n Strug. In Abbildung 17 ist der ja auch, ähm, dargestellt.
61	I: Das ist ausm Weltall bei Abbildung 17.
62	B: Ah okay. Hätte ich...
63	I: Also einmal so eine Wolkenbildung von oben sozusagen.

64	B: Ah, gut. Das hätte ich jetzt gar nicht zuordnen können das Bild.
65	I: Das ist bei... auf, bei 14 ist das auch so ausm Weltall. Irgendwie so ein Tornado von oben aussieht.
66	B: Okay. Und Abbildung 4 der Klatschmohn im Weizen- oder Roggenfeld oder Gerste, was es auch immer ist, ähm, hab ich schon gesehen. Hätte ich jetzt nicht mit unserem Thema in Verbindung gebracht. Und die Zebras in Abbildung 8 und 18 habe ich nur im Tierpark gesehen (lachen). Abbildung 21, ach so, oder soll ich nicht alle?
67	I: Doch kannst... doch kannst du machen.
68	B: Abbildung 21, da würde ich jetzt spontan sagen, das ist wahrscheinlich irgend... irgend 'n... sind das Pflanzen im Meer? Oder ist das auch ein Abdruck ausm Priel?
69	I: Ja, genau richtig.
70	B: Ah okay. Kenn ich auch, aber die sehen ja auch immer unterschiedlich aus.
71	I: Ja, genau richtig.
72	B: Ja, und natürlich Rauch im Lampenlicht wie in Abbildung 3 kenn ich auch. Das sind Wassertropfen in Abbildung 19?
73	I: Genau. Einer der halt komplett grade runterfließt, weil da mehr Wasser runterkommt. Bei dem andern bilden sich halt solche Tropfen.
74	B: Ja, das kennt man natürlich im Regen.
75	I: Genau, oder man erzeugt es selber am Wasserhahn. Kann man ja auch. Genau. Ok, welche Bilder davon würdest du dem Begriff der Strömung zuordnen? Kannst einfach die... also die rauslegen, die du... wo du sagst...
76	B: Ach so, soll ich die Nummer sagen?
77	I: Ne also, die kannst du einfach so rauslegen, musst du gar nicht erst die Nummer sagen, also die, die jetzt... die Strömung zuordnest, kannst du bei dir behalten und die andern legst du raus, oder anders herum.
78	B: Naja, die verdrängen ja auch die Vögel, ne?
79	I: Deine Ansicht (lacht).
80	B: Das weiß ich noch nicht. Also die Landschaftsbildung in 11 hat ja mit Wind und dementsprechend auch mit Strömung zu tun, würde ich sagen (pusten). Na gut, die liegen jetzt, ne? Die sind so umgekippt in Abbildung 4 die äh... die Pflanzen, dass es auch... dass es 'ne Folge der Strömung ist. Strömung. Das ist ja die Erdanziehungskraft, aber trotzdem wird in Abbildung 19... bewegt sich was nach unten. Das waren jetzt viele.
81	I: Ok, also diese drei Bilder fallen raus für dich?
82	B: Ja.
83	I: Ok, packen wir die mal eben zur Seite. Legen wir die noch einmal eben hin. Was war jetzt der... äh die ... also das Kriterium dafür, dass du die zur Strömung zugezählt hast diese Bilder? Also was haben die gemeinsam oder was muss erfüllt

	sein, damit die für dich zu einer Strömung gehören?
84	B: Strömung hat was mit Bewegung zu tun, das ist so diese erste Assoziation, die ich habe. Mit Luft in der Regel... oder oft mit Luft, oder mit Na... Na... Natur. Ja, das ist es eigentlich schon oder brauchst du noch mehr?
85	I: Nö, also wenn das das alles für dich ist, dann...
86	B: Ja, Bewegung, Wasser, Wind, Luft, Natur.
87	I: Genau, und Hauptpunkt dann die Bewegung für dich.
88	B: Genau.
89	I: Ok, und ähm warum hast du die konkret jetzt nicht dazu gezählt? Diese drei Bilder, also die zwei Zebras und diese Sandburgen?
90	B: Weil, äh, die Sandburgen sind statische Elemente, die keinerlei Bewegung haben, das stehende Zebra auch nicht. Das laufende Zebra mag vielleicht ein bisschen Luft verdrängen, aber ist für mich dann keine offensichtliche Strömungserzeugung.
91	I: Ok, alles klar. Und warum ist es dann hier eine Strömungserzeugung, bei den Vö... also bei den mehreren Vögeln?
92	B: Ja, weil das ein ganzer Schwarm ist und die fliegen ja. Die schlagen ja mit ihren Flügeln und weil sie sich so... weil ich glaube, dass einfach so viel Dynamik erzeugt wird... Luft... in der Luft, dass das äh 'ne Strömung verursacht.
93	I: Ok, alles klar. Dann mach ich einmal von dem Bild... von den Bildern ein Bild, so rum.
94	B: Aber da bin ich mir nicht sicher.
95	I: Also bei dem Bild 19 bist du dir nicht ganz sicher. Können das dann ja so einzeln hinlegen.
96	B: Und Bild 11 ist einfach 'ne Folge der Strömung, der Luftzirkulation, dass die Landschaft so aussieht. Das ist nicht direkte... das ist nicht die direkte Abbildung einer Strömung.
97	I: Also da sieht man die Strömung nicht, sondern die Konsequenz einer.
98	B: Die Konsequenz und bei 4 auch, da sieht man auch nur die Konsequenz.
99	I: Ok, alles klar. Gut, dann können wir die Bilder einmal wieder zusammenpacken. Ok, was wäre für dich die Strömung schlechthin?
100	B: Eigentlich ist das für mich Ebbe und Flut.
101	I: Ok, ja, alles klar. Ok, dann stell dir vor, du bist in einer Werbeagentur angestellt und sollst ein Logo für eine Strömung malen, zeichnen, entwerfen. Wie würde die aussehen? Wie würde dieses Logo aussehen?
102	B: (Lacht) ich glaub, das wärs schon.
103	I: Das... was ist das? Also einfach die Wellenbewegung, oder?
104	B: Ja.

105	I: Einfach ganz normale Wellenbewegung so am Meer?
106	B: Ja.
107	I: Ok, alles klar. Ok, dann kommen wir jetzt so ein bisschen zu dem Erklären. Also wie kommt es zu Strömung? Was ist der Grund dafür, dass solche Strömungen entstehen? Was glaubst du?
108	B: Strömung jetzt ganz im Allgemeinen, oder jetzt aufs Meer bezogen?
109	I: Wie du das siehst.
110	B: Am Meer ist es zum Beispiel so, dass das durch die Erdrotation ähm Bewegung gibt. Und je nachdem, ob zum Beispiel noch der Wind dazu kommt... genau... äh, werden Strömungen erzeugt oder verstärkt.
111	I: Ok, also kann die Natur sozusagen äh Strömung eben auch beeinflussen, also verstärken oder eben vermindern.
112	B: Richtig, ja, genau.
113	I: Wie könnte man denn Strömung sonst aufhalten? Also, dass die dann komplett weg sind, also keine Strömung mehr da ist. Wie könnte man das machen? 'Ne Idee?
114	B: Ja müsste man absperren irgendwie, also hypothetisch gesprochen.
115	I: Also 'n Bereich einsperren oder abgrenzen, sodass halt...
116	B: Genau. Abfluss zum Beispiel wie... oder eine Talsperre, wo man das Wasser einfach absperrt.
117	I: Ok. Ok, alles klar. Woher hast du dieses ganze Wissen, wo wir jetzt drüber gesprochen haben über Strömung?
118	B: Das nennt man Lebenserfahrung (lachen).
119	Beide: (Lachen)
120	I: (Lachen) ok, alles klar.
121	B: Also ich habe nichts... genau, das ist alles rein laienhaft und so, wie ich mir mein Weltbild oder... oder wie ich mir das physikalische Weltbild zusammengebastelt habe, gelernt habe in der Schule, ganz rudimentär, nie wieder angewandt und genau... das ist die Konsequenz draus.
122	I: Wie man sich das vorstellt, von dem was man erlebt hat.
123	B: Ja, genau.
124	I: Ok, alles klar, super. Dann sind wir auch schon mit dem Thema Strömungen fertig. Jetzt kommen wir zu dem Thema Strukturen. Das ist an sich genauso aufgebaut, also eigentlich auch fast die gleichen Fragen, nur dann zu Strukturen. Dann fangen wir wieder an: Woran denkst du, wenn ich von Strukturen an der Küste und im Ozean spreche?
125	B: Dann habe ich dieses Bild äh vor Augen, das wir eben hatten, wenn an der Nordsee zum Beispiel das Wasser verdrängt wird oder zurückgeht diese... diese schönen Reliefs, die sich im Boden da abbilden und das ist die Nummer...

126	I: Gucken wir mal eben, wo das Bild hier ist. Irgendwo hatten wir das hier. Dieses Bild meinst du, richtig?
127	B: 5 genau, wo man so super barfuß drüber laufen kann und man jede... jede Kleinigkeit spürt. Das ist wie so eine Massage dann (lachen).
128	I: Ok, was findest du an Strukturen oder an Strukturbildung interessant? Oder an diesem Bild hier zum Beispiel so interessant?
129	B: Das Tolle ist, dass äh, dass die Strukturen halt von der Natur gegeben sind und keine gleicht der anderen, also nichts ist identisch und alles äh natürlich abgebildet, genau.
130	I: Okay. Wo sind dir Strukturen schon einmal begegnet?
131	B: In der Natur jetzt?
132	I: (Lacht).
133	B: Ja, am Meer natürlich, aber Strukturen findet man ja in der ganzen Natur. Wenn irgendwie 'ne Baumrinde sich anguckt oder ein Baum absägt, dann sieht man die Baumringe, die Altersringe, die Jahresringe. Strukturen finden wir eigentlich überall, davor kann man gar nicht die Augen verschließen. Jedes Blatt, jeder, jede... ja...
134	I: Ja, ok. Fallen dir sonst noch irgendwelche Beispiele ein für die... also für Strukturen an der Küste und im Ozean? Du hattest ja gesagt eben... so Wattenmeer. Fallen dir sonst noch irgendwelche Beispiele ein?
135	B: Strukturen an der Küste. Das sind natürlich auch Gesteinsschichten, die Strukturen haben ganz oft, je nach dem irgendwie, ob es am Meer zum Beispiel auch Berge gibt. Oder zum Beispiel an Flüssen gibt's das ja oft in Südfrankreich an der Ardèche zum Beispiel, wo wirklich dieses Kalkgestein... wo man die Schichten sieht, wie... wie das aufgebaut ist und so weiter. Ja.
136	I: Ok. Was wäre denn ein Gegenteil für dich?
137	B: Struktur?
138	I: Ja, das Gegenteil von Struktur.
139	B: Struktur, also eine ganz homogene Oberfläche, die wirklich ganz glatt ist und die überhaupt gar keine Reliefbildung hat.
140	I: Also gar keine Besonderheiten so zu sagen hat?
141	B: Richtig, genau. Wie zum Beispiel diese Tischplatte.
142	I: Ja ok. Und was wäre ein Synonym für Struktur für dich?
143	B: Ein Synonym für Strukturen. Ein Synonym für Struktur. Ja eigentlich ist es für mich so eine Art Abdruck, vielleicht. Obwohl, es muss nicht in der dritten Dimension sein, es kann ja auch irgendwie in 2D sein. Also, ja aber vielleicht doch so 'ne Art Abdruck, anders kann ich's jetzt nicht...
144	I: Abdruck der Natur sozusagen.
145	B: Ja genau, ja.
146	I: Ja, ok. Wie würdest du jemand anderen dann... dann so eine Struktur oder

	Strukturen erklären, so 'ne Strukturbildung?
147	B: Also Strukturbildung oder überhaupt 'ne Struktur?
148	I: Überhaupt 'ne Struktur.
149	B: 'Ne Struktur ist äh... ist ein Kennzeichen beziehungsweise es sind unterschiedliche Muster auf... auf 'nem Material oder Natur, Gegenstand, Pflanze oder Sand, oder, oder, oder... die, äh, irgend... die (klatschen) das eigentlich unverwechselbar machen, das ist wie 'ne Art Fingerabdruck.
150	I: Okay. Könntest du dann auch wieder eine Definition aufschreiben von Struktur?
151	Beide: (Lachen).
152	B: (Schreiben).
153	B: Die Struktur bildet sich in der Natur ja auch dadurch, dass sich irgendwas... dass irgendwas wächst zum Beispiel. Und dadurch ist irgendwas in Bewegung. Obwohl, wie's entsteht... es ist schwierig... auch das abzugrenzen so. Die Struktur ist für mich eher so eine Art Fingerabdruck, die... die sich im Laufe der Zeit verändert.
154	I: Ja, dann kannst du das ja sonst so aufschreiben.
155	B: Gut.
156	I: Ok, alles klar. Gut, dann haben wir jetzt wieder... unsere Bilder kommen jetzt wieder zum Einsatz. Leg die nochmal wieder alle hin. Auch am besten richtig rum. Genau, kannst die sonst nochmal angucken alle und dann auch einmal wieder entscheiden, welche Bilder du dem Begriff der Struktur oder Strukturbildung ähm zuordnen würdest.
157	B: Also diesmal nehm ich erstmal die Zebras, weil das Fell ja eine Struktur aufweist. Der Sand in Abbildung 5 hat auch eine Struktur. Genau wie in Abbildung 21. Die Wolken haben auch eine Struktur. Das ist ganz schwierig, finde ich.
158	I: Das stimmt (lachen).
159	B: Weil sich das so... die Abbildung 7 zum Beispiel aus dem Weltall: da sieht man dieses Wolkenbild, natürlich hat das irgend'ne Struktur, aber ich könnt's jetzt nicht definieren, also das ist... diese Dinge sind eigentlich ausm Bauch heraus entschieden jetzt.
160	I: Ja, so solls auch sein, also was für dich irgendwie da...
161	B: Die Wolken in Abbildung 9 haben eine Struktur. Die Dünen in Abbildung 11 haben auch eine Struktur. Das vermisch... vermischt sich schon auch mit Strömung, ne? Der Tornado in Abbildung 14 hat auch eine Struktur. Man sieht ganz genau diesen Kreisel. Der Flusslauf in Abbildung 20 hat auch Struktur... obwohl ne, das nehm ich wieder raus.
162	I: Die Abbildung 20?
163	B: Ja, genau. Naja, wenn man von... nur vom Material ausgeht was... was 'ne Oberflächenstruktur hat, dann weiß ich nicht, ob die Abbildung 14 jetzt 'ne Struktur hat oder ob es einfach nur das Bild, das erzeugt wird durch die Strömung,

	irgendwie diese Struktur ist. Genauso ist es in Abbildung 17 und in Abbildung 16 und in Abbildung 1 auch.
164	I: Wir können ja sonst die auch auf den Vielleicht-Stapel legen, wenn dir das so lieber ist sozusagen.
165	B: Ja, genau wie in er Abbildung 6. Da wird zwar etwas erzeugt... etwas in einer... also figürlich erzeugt aus vielen kleinen Partikeln, aber ich weiß halt nicht, ob das Struktur ist. Ob das im Sinne der Definition Struktur ist. So wie in Abbildung 3 auch.
166	I: Also, welche würdest du denn komplett rausnehmen aus dem Begriff der Struktur? Welche würden da für dich gar nicht reinfallen... oder fallen da doch irgendwie alle rein?
167	B: Also Abbildung 12, die... die Sand, äh... die Sandburgen, oder wie auch immer man die bezeichnen möchte, die haben mir... der Sand... die... die bestehen aus vielen kleinen Sandkörnern und haben eine Oberflächenstruktur, aber es ist halt zusammengesetzt aus ganz vielen kleinen Sandkörnern. So gesehen sind auch die... wenn man das als Struktur bezeichnet, dann ist auch die Summe der Vögel... dann... dann bilden auch eine Struktur. Deshalb ist das für mich ziemlich schwierig. Also hier würde ich nicht sagen Struktur bei... in Abbildung 10. Ich weiß nicht warum. Abbildung 19 da könnte man sagen, dass einfach die vielen kleinen einzelnen Tröpfchen das... die Struktur darstellen. Hätte ich aber eben spontan irgendwie nicht dazu gezählt, weil ich ja eigentlich ja auf die Oberfläche...
168	I: Also würdest du die auch so zwischen... also zu dem Begriff Struktur und hier, was du ja auch zu diesen hier bezeichnet hast... ähm, zu diesen Abbildungen mit dem Wasser hast du ja auch gesagt, da bist du dir nicht ganz sicher... würdest du lieber auf den Vielleicht-Stapel so... ist irgendwie was, aber so ganz kannst nicht... also das würde zu dem Bild 19 dann auch so gehören.
169	B: Ja, genau.
170	I: Hm (bejahend). Was ist denn mit Bild 4?
171	B: Naja, da würde ich die Struktur jetzt einfach eher diesen... diesen Getreidekörnern zuordnen. Das ist für mich 'ne Struktur, ganz klar ablesbare ähm Struktur der Natur. Aber nur jedes... jede einzelne Ähre so für sich halt, 'ne? Da ist die Frage, wie sehr geht man in die Kleinteiligkeit? wann ist Struktur Struktur? Ist es in der Summe 'ne Struktur oder ist es, äh...
172	I: Ja genau, ja. Das ist halt immer so wie man... also wie du das dann auch gerade siehst. Wenn du jetzt sagst so...
173	B: Genau. Also das schon.
174	I: Schon eher wieder dazu hm (bejahend).
175	B: Ja, manchmal sieht man ja auch ein Bild, wie in Abbildung 14 nochmal, da wird ein Bild erzeugt und man denkt, das ist eine Struktur so. Und in Abbildung 20 auch der Fluss, aber eigentlich ist es in Abbildung 20 nur ein Bild, dass der Fluss erzeugt. Natürlich, so wird das von oben gesehen, aber ob... ob's jetzt 'ne Struktur ist, weiß ich nicht.
176	I: Ok. Also diese gehören auf den Vielleicht-Stapel, die können wir ja sonst

	einmal rüberziehen. Die äh... das Bild 20 auch mit dazu oder lieber raus?
177	B: Ja.
178	I: Okay. Was ist mit dem Bild 15?
179	B: Ja, wenn ich... wenn ich sage, wenn etwas figürliches, räumliches entsteht, könnte man sagen, da ist eine Struktur ablesbar. Dann würde ich es auch auf den Vielleicht-Stapel... nur, wenn ich's so sehe.
180	I: Und bei den andern beiden?
181	B: Und da ist es ja auch so.
182	I: Okay, also würdest du sagen und das auch auf den Vielleicht... oder doch zu Strukturen?
183	B: Ich leg's mal hier hin.
184	I: O, kannst du dann die anderen auch einmal auslegen, dann kann ich nämlich eben wieder ein Foto machen. Ok, also einmal das erste Bild, was ich jetzt mache, gehört dann zu dem Vielleicht-Stapel und das zweite Bild ist dann deine Definition von Struktur, richtig?
185	B: Ja, aber das ist nicht sinnig, was ich jetzt gemacht habe, weil wenn das hier hingehört, muss das hier auch hingehören.
186	I: Also das Bild, ähm, 20 einmal zu dem Stapel für die Strukturen dazu.
187	B: Genau, aber es gibt halt unterschiedliche Arten von Strukturen.
188	I: Ja. Ist halt immer gerade so, wie man das sieht.
189	B: Genau.
190	I: Ok, gut. Dann können wir die Bilder wieder einpacken. Ok, was wäre jetzt wieder für dich die Struktur schlecht hin? Oder gibt es die überhaupt?
191	B: Nein, weil wir ja Strukturen überall finden, gibt es die nicht. Aber äh ich... ich glaube, der Fingerabdruck ist schon ein ganz gutes Beispiel für Strukturen der Natur.
192	I: Ok, alles klar. Könntest du dann auch wieder ein Logo entwerfen für Strukturen?
193	B: Also das ist jetzt wieder die Plattform, ne? Und ich glaube, da es was Natürliches ist und sich verzweigt, wäre es einfach sowas.
194	I: Okay, also einfach so eine Verzweigung halt versucht darzustellen.
195	B: Ja.
196	I: Ok, alles klar. Dann sind wir jetzt auch wieder bei den Erklärungen so ein bisschen angelangt. Was glaubst du, wie kommt es zu solchen Strukturen? Also was ist der Grund für solche Strukturen?
197	B: Ja diese Strukturen entstehen, denke ich, durch das natürliche Wachstum und werden auch beeinflusst durch... gegebenenfalls durch Sonne, Wind, durch natürliche Elemente.

198	I: Ok.
199	B: Oder durch... ja, das ist so pauschal.
200	I: Wie könnte man deiner Meinung nach Strukturen aufhalten?
201	B: Ja, das ist schwierig, weil es gibt Dinge, die kann man nicht aufhalten. Aber äh zum Beispiel, wenn man Wachstum von Bäumen in irgendeiner Form beeinflussen will... obwohl, das hat keinen Einfluss auf die Rinde und so weiter. Ja, man muss ja erstmal sehen äh welche Struktur ist es und dann gucken, in welchem Zusammenhang diese Struktur sich verändert und dann die jeweiligen Maßnahmen treffen zu können.
202	I: Um dem entgegenzuwirken?
203	B: Ja, genau.
204	I: Okay. Könnte diese... die Natur das von sich aus auch? Also könnte die Natur von sich aus eine Struktur verstärken?
205	B: Im Sinne der Evolution?
206	I: Ja, zum Beispiel.
207	B: Theoretisch können Dinge verstärkt werden, aber das geschieht ja nicht bewusst. Das geschieht ja auf Grund irgendwelcher Abhängigkeiten.
208	I: Ok, Ja. Ok, auch hier wieder die Frage: woher hast du dieses Wissen?
209	B: Ja, wenn man das als Wissen bezeichnen will (lachen) oder als Nichtwissen, dann ist es das, was ich in meinem Leben gelernt habe, erfahren habe.
210	I: Also gleiche Antwort wie vorhin (unv.).
211	B: Richtig.
212	I: Ok, alles klar. Gut, dann sind wie jetzt auch schon fast am Ende. Als abschließende Frage noch einmal oder Aussage: Was könntest du jetzt so über Strömungen und Strukturen aussagen? Hängen die für dich so zusammen oder haben... haben die irgendwie 'ne Bindung zusammen äh zueinander oder wie stehen die beiden Phänomene so für dich zueinander?
213	B: Die hängen schon in gewisser Weise zusammen, weil Strömungen zum Beispiel Auswirkungen auf Struktur haben können und sind für mich auf die Natur bezogen. Also Basis ist die Natur und natürliche Gegebenheiten.
214	I: Ja, ok, alles klar, damit sind wir dann auch am Ende.
215	B: Ich auch.

21.1.3 Interview E3A

1	I: So, also ich begrüße einmal meinen dritten Interviewpartner zu dem ersten Interview. Das Interview wird mit einem Diktiergerät aufgezeichnet, damit ich das später in Schriftform bringen kann für meine Arbeit und es werden keine persönlichen Daten erhoben. Erklärst du dich mit dieser Aufzeichnung einverstanden?
2	B: Ja.
3	I: Ok, dann können wir beginnen. Das Interview ist einmal so strukturiert, dass erst äh das Thema äh der Strömungen kommt und danach wird es dann halt um Strukturen gehen. Gut, dann fangen wir einmal mit den Strömungen an. Woran denkst du... oder würdest du denken, wenn ich von Strömungen spreche?
4	B: Von Strömungen des Wassers, würde ich denken. Windströmung gibt's natürlich auch. Äh, ja. Das sind eigentlich die Haupt- äh -strömungen, die mir jetzt so spontan einfallen.
5	I: Also Wind und Wasser auf jeden Fall, das Essentielle, was du direkt dann so vor dir hast, sag ich mal so... (überlappend).
6	B: Ja, ja, genau, richtig (überlappend).
7	I: Und was findest du daran interessant? Oder findest du es überhaupt interessant?
8	B: Ich find das total interessant, also da ich gerne auch Urlaub am Wasser mach und äh außer Insel mich gerne aufhalte, interessiert einen das ja schon, wie das Wasser ans Ufer kommt oder auch wie der Wind das Wasser dahin transportiert, keine Ahnung. Also in der Form.
9	I: Hm (bejahend). Und wo sind dir scho... schonmal Strömungen begegnet. Oder sind die dir schonmal auch begegnet?
10	B: Äh, ja, also jedes Mal, wenn ich irgendwo im Urlaub am Wasser war. Also extrem war das jetzt, 'n Megabeispiel, in Portugal an der Atlantikküste, äh wo wir dann auch nicht baden durften, weil halt zu starke Strömung war. Wir durften nicht ins Wasser.
11	I: Ja.
12	B: Also das war jetzt 'n Extrembeispiel.
13	I: Ja, das gibt's ja öfter dann mal.
14	B: Genau.
15	I: Dass dann irgendwie rote Flagge ist und dann darf man gleich nicht rein. Genau, ähm also sahen diese Strömungen eher aus in Wellenform dann, oder?
16	B: Ja.
17	I: Also war... Wellenform war das für dich, so sichtbare Strömung dann auch. Ähm, hast du sonst noch Ideen, wo es sonst noch irgendwie Strömung gibt? Jetzt außer, sag ich mal, Meer. Irgendwelche Einfälle?
18	B: Jetzt spontan nicht (lacht).
19	I: Ok, ist ja kein Problem (lacht). Ok, hast du schonmal selbst Strömung erzeugt?
20	B: Selbst was?

21	I: Selbst Strömung erzeugt?
22	B: Ähm, ich glaub, ja. Ganz wage ähm äh irgendwo in der Schule früher mal. Dass man äh Wasser in Bewegung setzt durch irgend'nen Versuch. Also, ich weiß aber nicht mehr genau, wie der Versuchsaufbau war. Das ist 'n bisschen zu lange her (lacht).
23	I: Also, einfach, dass du selbst Wasser in Bewegung gebracht hast?
24	B: Ja.
25	I: Hm (bejahend). Ok, hast du sonst noch konkrete Beispiele für Strömungen, also so... die du jetzt benennen kannst? Sonst hattest du ja eben das konkrete Beispiel... als Strömung hattest du Wellen gesagt.
26	B: Ja, meinst du...
27	I: Also zum Beispiel du hattest ja jetzt hier beim Fragebogen auch so 'n paar konkrete Strömungen aufgeschrieben. So eben dieser Strudel war ja jetzt hier ja auch sehen.
28	B: Ja, also, wenn du sowas meinst, ja. Das...
29	I: Ja, und noch... sonst noch irgendwelche Ideen, konkreten Beispiele? Du hattest ja auch Wind gesagt als... oder Luft als Strömung. Hast du ein konkretes Beispiel als... was man als Strömung bezeichnen würde dann?
30	B: Äh, in Bezug auf Wind würde ich... ja, weiß ich... Sturm nennen ähm oder 'n Orkan äh. Wenn jetzt ganz viel Wind äh entsteht und man Orkanböen dann hat oder halt, keine Ahnung... wie nennt man das denn jetzt noch? Dann hier Tsunami und solche Dinge, die dann mit Wasser zusammen...
31	I: Wasser und Wind und dann halt...
32	B: ... 'ne Megaströmung... beides gleichzeitig, glaube ich, entsteht.
33	I: Ja, ok. Was wäre für dich ein Gegenteil für die Strömung?
34	B: Ein Gegenteil? Ja, wenn (...) auf Wasser bezogen, wenn jetzt...? (unterbrochen)
35	I: Allgemein oder auch auf nur auf Wasser.
36	B: Oder allgemein?
37	I: Also, wie du... wie du... kannst auch sagen: Ja, du beziehst das jetzt auf Wasser! Kannst du sonst auch gerne sagen.
38	B: Ja, wenn jetzt absolute Windstille ist und es wirklich... ich sag jetzt mal, das Wasser ist spiegelglatt. Man sagt ja sozusagen: Äh, es geht kein Lüftchen mehr und äh das Wasser bewegt sich wirklich gar nicht.
39	I: Also sozusagen ein Stillstand wäre...
40	B: Ein absoluter Stillstand, ne? Dann kann man äh die Wasseroberfläche ja sehen und man denkt, man guckt in einen Spiegel. Also weil nichts passiert.
41	I: Also so wenn man... wenn's keine offensichtliche Bewegung vorhanden ist?
42	B: Richtig, so mit'm bloßen Auge nicht zu erkennen ist.

43	I: Hm (bejahend), ok. Hm (bejahend). Und was wäre für dich dann ein Synonym für Strömung?
44	B: Da müsstest du mir synonym nochmal erklären (lachen). Ein anderes Wort oder?
45	I: (Lacht) eine Umschreibung, genau, ja, 'n anderes Wort.
46	B: Eine Umschreibung für...
47	I: ... für die Strömung, genau.
48	B: Für das Wort "Strömung"?
49	I: Genau, ja.
50	B: Hm (überlegend), Bewegungs-auf-und-ab oder so.
51	I: Ja, ok.
52	B: (Lacht).
53	I: Wie würdest du jemand anderem Strömung erklären?
54	B: Äh, jemand anders als Kind oder einen anderen Erwachsenen?
55	I: Zum Beispiel als Kind oder Erwachsenen... also wenn du jetzt irgendwo was siehst und der nicht weiß, was das ist und äh dann erklärst du dem das, was da ist. Also was da passiert. Was das... also was diese Strömung (unv.).
56	B: Ja, das ist ja für m... (lacht) ist ja 'n bisschen schwierig. Also, das ist ein schwieriger Begriff zu erklären und ähm ich glaube, man umschreibt das zwar, aber wirklich erklären tut man das dann demjenigen gar nicht so wirklich. Weil einem in dem Moment wirklich das richtige Fachwissen, glaub ich, fehlt. Also wenn man dann sagt: Ja, durch Wind entsteht jetzt eine äh.. äh eine Bewegung in der Luft und die wirkt sich auf, meinetwegen, das Wasser, was äh bei der Flut reinläuft, auf... dass Meerwasser reinkommt. Das kann man vielleicht 'nem kleinen Kind so erklären. Das freut sich dann, dass das Wasser kommt. Aber ob das äh die richtige Erklärung für Strömung ist, wag' ich zu bezweifeln.
57	I: Also es ist... auf jeden Fall was mit Bewegung zu tun...
58	B: Ja.
59	I: ... von Luft oder eben auch Wasser.
60	B: Ja.
61	I: Hm (bejahend). Ok, könntest du denn auch eine Definition aufschreiben?
62	B: Aufschreiben?
63	I: Hm (bejahend), also ich hab hier 'nen Zettel. Und dann kannst du... also, wenn du das hinkriegst... irgendeine...
64	B: 'Ne Definition für...
65	I: ...'ne Definition für Strömung aufschreiben.
66	B: ... Strömung.
67	I: Kannst dir auch Zeit lassen, haben Zeit.

68	B: Ja gut, ich versuch das mal. Strömung... (flüstern). Keine Ahnung (lacht). Mehr fällt mir jetzt nicht ein.
69	I: Hm (bejahend), ja, sonst könntst du einmel vorlesen.
70	B: Durch Wetter äh Sonne und Erdrehung entsteht 'ne Bewegung des Wassers und der Luft.
71	I: Ok, und äh könntst du das irgendwie 'n bisschen genauer erklären, wie du das... also wie du darauf jetzt gekommen bist oder wie du das jetzt siehst?
72	B: Ja, durch das Gespräch jetzt und durch Nachdenken sehe ich äh in dem Begriff... oder Strömung halt, dass alles, was sich auf der Erde irgendwie ähm durch Wettereinflüsse, durch Sonne, durch die Erdrehung äh sich bewegt halt auch Einfluss auf die Strömung... Strömung von Wind und Wasser, Luft, hat.
73	I: Ja ok, alles klar. Dann nehme ich das erstmal eben wieder zur Seite (unv.). Genau, dann kommen wir jetzt zu Bildern.
74	B: Ja.
75	I: Wir haben jetzt ja ganz viele mitgebracht. Können wir einmal so verteilen, dass du die alle so siehst. Wenn du irgendwo Fragen hast und was nicht erkennst, kannst du gerne fragen. (Unv.) (flüstern).
76	B: Wierum soll das?
77	I: Dass immer die Zahl sozusagen unten ist, die man... die Zahl, wenn man die sieht, dann ist es richtig rum (lacht).
78	B: Was ist das hier?
79	I: Äh, die 21, da ist... ist immer äh... das sind hier solche ähm im Watt so...
80	B: Das Watt, so Spuren.
81	I: Genau, richtig so.
82	B: Äh durch Wasser.
83	I: Genau, richtig.
84	B: Ich weiß nicht, wie die die nennen?
85	I: Und am besten, wenn du halt irgendwie über ein Bild sprichst, immer die Nummer mit dazu sagen, damit ich das halt nachher zuordnen, über welches wir gesprochen haben. Weil das ja nur über Tonband aufgenommen wird. Genau (lacht). Genau, dann kannst du dir einmal alle in Ruhe angucken und sonst auch einmal sagen, welche Bilder du kennst, was du schonmal gesehen hast und was da auch zu sehen ist auf dem Bild.
86	B: Also, ich kenn fast alles, bis auf... ganz genau weiß nicht, was auf Bild Nummer 7 dargestellt ist.
87	I: Ähm, das ist aus dem Weltall, also oben auf die Wolken, wo dann halt hier eben solche Wirbel entstanden sind in den Wolken. Also es ist aus dem Weltraum so aufgenommen von oben auf diesen Wolken so. Genauso wie bei Bild 14... ist doch auch auf'm... aus'm Weltraum.
88	B: Ach, das ist auch aus'm Weltall?

89	I: Genau, richtig.
90	B: Also, was sollt ich jetzt nochmal sagen? Welche ich schon... was ich schon gesehen hab?
91	I: Genau, was du ge... schonmal selbst gesehen hast und was das auch ist. Also was da gerade passiert, das auf dem Bild dann zu sehen ist.
92	B: Ja, dann kann ich ja irgendwo beliebig anfangen.
93	I: Genau, richtig (lacht).
94	B: Ja, fangen wir erstmal den ganz einfachen Bildern an (lacht). Also auf Bild 18 und Bild 8 sieht man als einzige von den anderen Bildern Tiere drauf: Zebras. Ein stehendes auf Bild 18 und auf Bild 8 trabt es durch die Steppe. Dann ähm ja... Bild 1 ist für mich 'ne Welle zum Wellenreiten. Bild 10 hab ich auch schon gesehen, ganz oben in Norddeutschland und in Schlesweig-Holstein gibt es ja unsere Windkraftanlagen, egal wo, die gibt's auch in anderen Teilen der Welt.
95	I: Ja.
96	B: Äh, Bild 9 ist ein witziges Wolkenbild, eine Formation von lauter Kringeln über dem Sportplatz oder weiß ich, was das da ist. Dann Bild 21, das ist halt das Watt, also kein Wasser mehr da, und man sieht nur noch so Spurrillen ähm des abgelauften Wassers. Genauso wie Bild 5 ist auch für mich Watt, ähm da war noch 'n bisschen mehr Wasser da und es sind so ja witzige kleine Felder entstanden, wo noch 'n bisschen Wasser drinne steht.
97	I: Hm (bejahend).
98	B: Ähm, Bild 11 ist ja 'ne Dünenlandschaft mit ähm Wolken drauf. Diese Dünenlandschaften entstehen und kommen ja durch Wind.
99	I: Hm (bejahend).
100	B: Bild 17 ist äh für mich so 'n Meeresstrudel, wo sozusagen... ja sich das kreisförmig nach unten hinbewegt und deswegen hat man den Eindruck, da wäre ein Loch. Bild 16 ähm, vermute ich mal, dass das mehrere kleine Strudel aneinandergereiht sind.
101	I: Ja.
102	B: Ähm Bild Nummer 3 ist interessant... ist ja nur eine Lampe drauf, aber wenn man genau hinsieht, sieht man äh leichten Rauch von einer Zigarre oder Zigarette, der sich da so bewegt. Bild 13 erinnert mich an einen Urlaub in Holland, wo wir genau so 'n Phänomen gesehen haben. Zwar nicht mit so... ich nehm an, dass das Vögel sind...
103	I: Hm (bejahend) genau, ja.
104	B: Wir haben so 'n Phänomen gesehen mit ähm Bienen. Ein Bienenschwarm war das. Und dieses hier ist halt ein Vogelschwarm, der sich dann irgendwo sammelt und... weiß ich... sich zum Brüten irgendwo niederlässt. Bild 6: Ist das da unten... ist das Schnee, oder?
105	I: Ne, das ist Sand.
106	B: Sand, achso, das ist Sand.

107	I: Ja.
108	B: Also hat auf Bild 6 sozusagen äh der Wind den Sand, den ganz feinen Sand, nach oben gezogen.
109	I: Hm (bejahend).
110	B: Bild 2 ist eine Wolkenformation, kann man oft am Himmel beobachten, manchmal nicht in weiß, sondern auch in dunkelblau. So häufig heute.
111	I: Oder in ganz dunkelgrau.
112	B: Ja, da ge... kommen wir dann auch... Bild 15: Da sind die Wolken dunkelgrau und da ist dann ja schon eine nach unten oder nach oben gezwirbelte tornadoähnliche Form zu sehen.
113	I: Hm (bejahend) genau.
114	B: Bild 20 ist ein Luftbild von einem Fluss oder Flusslauf. Bild 19 äh sieht witzig aus. Einmal als wenn 'n Wasserstrahl läuft auf der rechten Seite. Und auf der linken Seite ist der Wasserstrahl halt nicht so, sondern geht in Tropfenform über.
115	I: Hm (bejahend).
116	B: Ähm, Bild 7 ähm sieht man ja nicht so häufig. Das sind ja Aufnahmen vom All irgendwo, von irgend'n Planeten oder nicht?
117	I: Ich denk mal von der Erde, einfach so Wolken... Wolkenformationen sozusagen.
118	B: Von oben und ähm Bild 14 war so ähnlich, auch von oben. Ja, wie 'n Schwarz-weiß-Strudel sozusagen.
119	I: Ja.
120	B: Bild 12 ist ja... ja eine angehende Sandburg, sag ich jetzt mal. Hat ja jeder schon irgendwie gemacht in seinem Leben. Und auf Bild 4 sehen wir auch äh ja irgend'n Korn mit zwei Mohnblumen drinne, der ja auch schon den Wind in eine bestimmte Richtung...
121	I: Ja.
122	B: ... gebogen wurde.
123	I: Hm (bejahend). Ok.
124	B: Ich glaub, ich hab alle.
125	I: Ok, welche Bilder gehören für dich zueinander? Also könntest du die einmal so ordnen, dass du sozusagen für dich Kategorien bildest, welche Bilder zusammengehören und welche dann wieder einzeln stehen oder so. Also die Bilder einfach für die ordnen.
126	B: Darf ich die jetzt hier auf'm Tisch ordnen?
127	I: Ja, kannst du alle so hinordnen, wie du möchtest. Also kannst einfach so packen, wie du... wie die für dich zusammenpassen. Und dann einzelne Kategorien so einzeln legen, dass man das erkennt.
128	B: Hm (bejahend). Ich pack jetzt erstmal 'n bisschen so rum. Ich würde auch Bilder einzeln lassen.

129	I: Ja, das können wir auch machen. (Flüstern)
130	B: Sandburg, wo wäre denn jetzt nochmal Sand?
131	I: Da hinten auf eindem Haufen.
132	B: Das ist schwierig, weil einige 'n bisschen übergreifend sind, irgendwie (lacht).
133	I: Kannst ja sonst ja auch so einzelne feste Kategorien und dann so welche so dazwischen legen oder so, wenn das für dich sonst einfacher ist.
134	B: Hm (bejahend). Wie viel darf ich denn machen?
135	I: So viel, wie du möchtest (lachen)
136	B: Ja, das ist schön (lacht). Ich würd das jetzt erstmal so lassen.
137	I: Ok, könntest du mir dann einmal erklären, was deine Kategorien sind und warum das so zusammengehört?
138	B: Also einmal... soll ich wieder die benennen?
139	I: Ja, kannst du machen.
140	B: 7 und 14, weil die sind... stechen erstmal raus, sind schwarz-weiß, wenn man das von oben betrachtet und haben irgendwas mit ähm Luftaufnahmen von oben und Weltall... oder Planet von oben zu tun. Dann hab ich ähm... ja... ich könnte da auch noch eine Kategorie mit denen hier zusammen machen. Also 8 und 18 sind... und 13 da sind Tiere drauf. Dass die zusammengehören. Ich hab jetzt die 4 noch dazu getan, da sind offensichtlich Pflanzen drauf, die alle irgendwie in Bewegung sind. Deswegen hab ich die zusammengetan. Äh Bild 3, die Lampe, hab ich ganz alleine gelassen, weil die für mich nicht dazu passt.
141	I: Ok.
142	B: Ist zwar auch was drauf zu sehen, aber da kann ich jetzt keine... kein zweites Bilder oder 'n drittes dazu finden.
143	I: Ok.
144	B: So, die Bilder 1, 17, 16, 19 und 20... äh da hat irgendwie das Wasser irgend'ne Bewegung drauf: Welle oder äh 'n Flusslauf oder tropfend oder fließend. Dann Bilder 2, 9 und 15 ist die Wolkenkategorie sozusagen. Ähm, dann sind die Bilder 5. 12, 11, 21, 6 und 10... haben für mich alle irgendwas mit äh Sand und Wasser und Wind zu tun. Weil da, da... gefühlstechnisch gehört das für mich zusammen.
145	I: Ok. Ja, alles klar. Dann mach ich mal eben davon 'n Foto (unv.). Ähm, packen wir das... genau, da eben zur Seite und daran (lacht). Sollte man erkennen. Ja, erkennt man alles. Super. Ok, ähm wenn ich jetzt den Begriff Strömung mit rein-bringe. Würden für dich die Kategorien so bleiben oder würdest du die Kategorien jetzt ändern?
146	B: Ähm, auf einigen Bildern sieht man... also sieht man halt die Bewegung oder 'ne Strömung direkt. Auf einigen anderen ist es ja... wie zum Beispiel Bild 12... das ist ja ein feststehende Sandburg, sag ich jetzt mal so. Hat ja jetzt... dann würd ich jetzt vielleicht das ein wenig umorganisieren. Wenn man jetzt nur das Bild betrachtet, ne?
147	I: Hm (bejahend).

- 148 B: Also 'ne Dünenlandschaft... klar, die entsteht zwar durch irgendwie Wind oder so, aber das Foto an sich zeigt mir ja jetzt kein äh...
- 149 I: Sonst ordne sonst gerne einmal so, dass du dann für dich so die Kategorie Strömung sonst hast.
- 150 B: Also nur die Bilder zusammentun, die für mich irgendwie Strömung...
- 151 I: Hm (bejahend), die andern kannst du einfach rauslegen.
- 152 B: Ich bin jetzt rigoros.
- 153 I: Ja, ist in Ordnung (lacht).
- 154 B: Tropft das von einem Fels runter oder? Ich bin jetzt... ich reduzier das jetzt total für mich. Ähm, ja, ich lass das jetzt so.
- 155 I: Ok, kannst du einmal erklären, wieso diese Bilder jetzt zur Strömung gehören? Oder sind das wieder einzelne Kategorien oder was sind das jetzt... weil du die so auseinander gelegt hast. Oder gehören die alle zusammen?
- 156 B: Ähm, ich würde diese... diese drei, also ein 1, 16 und 17... das sind Bewegungen vom Wasser. Die würde ich zusammenlassen - also die mir Form der Bewegung der Strömung irgendwie mit Wasser zeigen. 2, 9 und 15 sind ja Wolken, die durch Wind und Wasser entstehen, die sich bewegen. Die hab ich zusammengelassen. Und Bild 6 steht äh steht für mich im Moment alleine. Das ist halt durch Wind ent... aufgewirbelter Sand. Ist auch irgendwie für mich in dem Sinne eine Strömung. Alle andern Bilder... klar, kann man da irgendwo 'ne Strömung hineininterpretieren, aber man sieht so dann ja jetzt nicht irgendwie 'ne Bewegung.
- 157 I: Ok, und wir haben ja jetzt bei Bild 17... haben wir ja so 'n Strudel.
- 158 B: Ja.
- 159 I: Wieso hast du die andern beiden, wo sozusagen so 'n Strudel bei den Wolken zu sehen ist, wieso hast du die rausgelegt?
- 160 B: Achso, das sein Wolken sein?
- 161 I: Hm (bejahend) das sind Wolken.
- 162 B: Ich dachte, das wären jetzt... (unterbrochen).
- 163 I: Auf... aus'm Weltall oben so auf die Wolken so drauf.
- 164 B: Achso, ich dachte, das wär 'n Festst... von einem Planeten die Oberfläche.
- 165 I: Ja, ok. Ok, ja ok.
- 166 B: Dann, dann...
- 167 I: Ok, also, weil...
- 168 B: Das sollen Wolken sein?
- 169 I: Hm (bejahend) genau, das sind solche Wolkenbildungen.
- 170 B: Wenn das Wolken sind, hätte ich die jetzt zu den Wolkenbildern gepackt.
- 171 I: Ok, aber wenn das jetzt sozusa... also sozusagen so eine strudelartige Bew... also so was strudelartiges auf einem Felsen sozusagen zu sehen wär, hättest du sie jetzt

	mit rausgepackt?
172	B: Ja.
173	I: Hm (bejahend). Ok, alles klar. Dann weiß ich Bescheid. Ok, dann mach ich auch davon wieder einmal ein Bild (lacht).
174	B: Ok, dann war das ein Missverständnis.
175	I: Och, alles gut. Dafür sind wir ja hier, um das aufzuklären. Ok, alles klar. Also was muss genau dann erfüllt sein für dich, wenn du jetzt sagst, also diese gehören jetzt zu der Strömung? Was ist das Konkrete, was erfüllt sein muss, dass du jetzt sagst: So, das ist eine Strömung! Kannst du das nocheinmal sagen?
176	B: Also wenn man... wenn man das jetzt auf Bilder bezieht, die.. die mir das Wort oder 'ne Strömung zeigen sollen, dann müsste schon eine... eine Form der Bewegung auf dem Bild oder Foto zu erkennen sein oder was... äh bei Wolken sieht man ja jetzt nicht unbedingt gleich die Bewegung, weil das ist ja 'n st... feststehendes Bild, aber man weiß, dass das eine Wolkenbildung ist.
177	I: Hm (bejahend) also auf jeden Fall die Bewegung muss sozusagen im Fokus stehen, damit du jetzt sagst so: Das gehört jetzt für mich zur Strömung!
178	B: Ja, als Oberbegriff, hm (bejahend).
179	I: Ok, alles klar, gut. Dann können wir die einmal wieder zusammenpacken. Können wir einfach auf'n Haufen. (unv.) dankeschön. Ok, jetzt hast du ja so 'n paar Bilder gesehen und wir haben ja auch schon 'n bisschen drüber gesprochen: Was wäre für dich die Strömung schlechthin. Also was würde dir... also wenn du jetzt das Wort "Strömung" hörst, welches Bild oder welches... ja was würdest du da direkt so mit assoziieren?
180	B: Als erstes?
181	I: Hm (bejahend).
182	B: (Pusten) als erstes, würd ich, glaub ich, 'ne Wasserbewegung als Strömung empfinden, also die auf mich zukommt. Also, ich würde...
183	I: Also irgendwie so 'ne Welle oder so...
184	B: 'Ne Welle, ja.
185	I: Also das wäre sozusagen die Strö...
186	B: Oder 'ne Brandung oder irgendwie sowas.
187	I: Ok, alles klar. Jetzt stellst dir vor, du bist in einer Werbeagentur angestellt und müsstest ein Logo entwerfen zur Strömung. Könntest du mir so ein Logo einmal aufzeichnen?
188	B: Ein Logo?
189	I: Ja.
190	B: Aufzeichnen?
191	I: Genau.
192	B: Ich bin in einer Werbeagentur. Das wollte ich schon immer mal (lacht). Ja, ich

	mach jetzt als wenn das so 'n Plakat wäre oder so. Oder...
193	I: Ja, irgendwie... irgend so 'n Logo. Wie würde das aussehen, wenns irgendwie um Strömung geht oder (unv.) durch 'ne Agentur (lacht). Das irgendwie 'n Logo zu Strömung entwerfen.
194	B: So (lacht) etwas abgerutscht. Ähm, wie malt man Wind (lacht)?
195	I: (Lacht) weiß ich nicht. Kannst das ja sonst auch erklären, also wenn du dann oben... also wahrscheinlich das, was du jetzt unten gemalt unten, soll wahrscheinlich Wasser sein, oder?
196	B: Ja, genau.
197	I: Hm (bejahend).
198	B: Und dann würd ich ähm ja drei so... wie 'ne Welle halt 'ne... in dem Logo unterbringen. Vielleicht würd ich das untere Teil... würd ich vielleicht auch Sandfarbe wählen, damit man das auch noch hat. Und... keine Ahnung. Ich würde wahrscheinlich 'n Naturbild wählen mit Wolken und... Zeichen für Wind gibt es, glaub ich, auch irgendwie eins. Ein Mund, der...
199	I: ...ja, sowas so rausbläst.
200	B: ...so rausbläst.
201	I: Wenn man es jetzt... meistens wirds so gezeichnet, dass dann so... einfach nur so... aus einem Punkt kommen mehrere Striemen, die so 'n bisschen auseinandergehen sozusagen.
202	B: Ja, genau, das... das fällt mir jetzt nicht ein, wie das äh... äh...
203	I: Ja, irgend... irgendwie.
204	B: Das wäre jetzt sozusagen ein Logo, das sehr natürlich wäre. Man könnte ja jetzt auch...
205	I: Also, auf jeden Fall, wo sozusagen die Luft, der Wind zu sehen ist, wo das Wasser als Wellenbewegung zu sehen ist und wo der Sand, die Küste sozusagen zu sehen ist.
206	B: Genau
207	I: I: Hm (bejahend) ok.
208	B: So würd ich das als erstes... man könnte das natürlich auch... als Werbefachmann/-frau würde man wahrscheinlich absolut das kurz halten und äh wahrscheinlich ein Plakat wählen, wo nur zwei Farben drauf sind und 'ne Welle drauf ist.
209	I: Ja, ok.
210	B: Ne? In Kurzform.
211	I: Ok, alles klar. Gut, dann leg ich das einmal wieder zur Seite. Was glaubst du denn, wie es zu Strömungen kommt oder wie... wo... wie es zu solchen Strömungen kommt, die wir jetzt so 'n bisschen kennengelernt haben?
212	B: Wie es dazu kommt?
213	I: Hm (bejahend), also was ist der Grund für solche Strömung?

- 214 B: Einmal durch ähm... durch die Erdbewegung, dass wir uns um die Sonne drehen. Dann äh dass es verschiedene Winde gibt in verschiedenen Regionen auf der Welt. Es gibt ja zwischen dem nördlichen und südlichen Polarkreis ja verschiedene, weiß ich, Passatwinde. Das, was man so früher in der Schule gelernt hat. Die dann das Wasser beeinflussen. Und auch Windrichtungen geben irgendwelche Strömungen vor. Und die bewegen dann natürlich auch Hochs und Tiefs und prägen das Wetter auf der ganzen Erde.
- 215 I: Ja.
- 216 B: So.
- 217 I: Ok, alles klar. Wie könnte man Strömung denn aufhalten? Oder kann man überhaupt Strömung aufhalten?
- 218 B: Hm (überlegend) ich glaub, das kann man nicht aufhalten. Also es wird immer im Leben Strömungen geben. Also wenn man... laut Erzählung von meinen Eltern oder Oma/Opa wird's immer irgendwie äh im Winter viel Schnee geben durch Wind, ne? Also es hat ja immer schon Wetter gegeben. Weteraufzeichnungen gehen ja zurück bis weiß ich wo.
- 219 I: Ja, ok. Und könnte die Natur denn diese Strömungen denn auch beeinflussen? Oder wie könnte diese Natur die dann beeinflussen?
- 220 B: Die Natur die Strömung?
- 221 I: Hm (bejahend). Also hat die da Einfluss drauf? Und wenn ja wie? Zum Beispiel ob sie jetzt so 'ne Strömung verstärken könnte oder abmindern könnte?
- 222 B: Die Natur selber kann das... da fällt mir jetzt aber kein Beispiel zu ein... also äh ich hab letztens einen Bericht gesehen von ähm... auf Mallorca, wo die Betonkugeln an den Strand geschmissen haben, um die Strömung... um das Wasser aufzuhalten, damit das nicht den Sand wegspült. Hatte aber nicht den Nutzen. Andere Inseln in Norddeutschland oder so, die... die äh pflanzen... das ist ja alles von Menschenhand da hingesezt worden, es ist ja jetzt nicht die Natur, dass da auf einmal 'ne Düne ist oder äh irgendwelches Gras, was da wächst, um... um die Strömung aufzuhalten.
- 223 I: Halten diese Sachen, die da hingebaut werden, denn wirklich diese Strömung auf?
- 224 B: Nein.
- 225 I: Also oder... also... ist das der Gedanke dahinter das aufzuhalten oder hat da so... weißt du, was ich meine?
- 226 B: Nein, das hat nicht den Gedanken das aufzuhalten, sondern das nicht so stark äh an die Inseln rankommen zu lassen.
- 227 I: Ok, also dass sozusagen ähm die Wirkung von dieser Strömung nicht so stark mehr ist. Also dass das irgendwie 'n bisschen abzumindern, was halt (unv.) nachher die Konsequenz sozusagen ist.
- 228 B: Ja genau.
- 229 I: Hm (bejahend). Ok. Und äh woher hast du dieses ganze Wissen jetzt. Was du jetzt sozusagen erzählt hast über Strömungen? Woher weißt du das?

- 230 B: Ich weiß das... ich interessier mich für viele Sachen und äh ja äh... in der Schule aufgepasst oder ähm... Erdkunde als Prüfungsfach gehabt. Also da hatten wir dann auch über die verschiedenen Winde äh Sachen ähm in einigen Klausuren was dran. Dann geht man natürlich mit seinen Kindern in irgendwelche Museen oder guckt sich im Fernsehen oder im Internet Reportagen an. Und da... da zieh ich eigentlich mein Wissen raus.
- 231 I: Ok. ja, ok, alles klar. Dann sind wir auch schon mit dem Thema Strömungen fertig. Dann kommen wir jetzt zu dem Thema Strukturen. An sich ist das genau gleich aufgebaut. Es kommen jetzt sozusagen fast die identischen Fragen, dann nur auf Strukturen bezogen.
- 232 B: Was... was meinst du mit Strukturen jetzt? Das würd ich jetzt gerne wissen.
- 233 I: Genau, können wir... (lacht) ja, das ist schonmal gut. Kann ich sonst einmal eben zeigen, wir haben so 'n paar Bilder. Zum Beispiel das ist so eine Struktur oder ähm... wo ham wir's?... oder zum Beispiel sowas so vom... das Fell von 'nem Zebra 'ne Struktur oder halt eben solche Abbildungen im Sand, solche Strukturen im Sand, die so sich bilden, wenn so Wasser zurückfließt da im Watt.
- 234 B: Hm (bejahend).
- 235 I: Was hättest du denn jetzt mit Strömung verbunden so, wenn du jetzt... äh Strukturen, entschuldigung, nicht Strömungen... Strukturen (lacht).
- 236 B: Ja, wollt grad sagen...
- 237 I: Ähm was hättest du mit Strukturen verbunden, also ohne die Bilder jetzt. Hättest du da irgendwie 'ne Assoziation gehabt?
- 238 B: Nein.
- 239 I: Gar nicht?
- 240 B: Gar nicht.
- 241 I: Hm (bejahend), ok. Und was würdest du jetzt damit verbinden? Wenn wir jetzt diese zwei Bilder hier haben, würdest... hättest du dann noch Ideen, wo es sonst noch irgendwie so Strukturen gibt?
- 242 B: Hm (überlegend) im Augenblick nicht, aber ich weiß, was du jetzt meinst. Also Strukturen, die es auf der Erde gibt. Also 'n Zebra hat halt 'n gestreiften Rücken äh 'ne Kuh hat halt... 'ne nordfriesische Kuh hat halt schwarz-weiße Flecken. Das wäre für mich jetzt auch 'ne Struktur. Also irgendwo, wo man ähm Formen erkennen kann.
- 243 I: Ok, hm (bejahend). Auch wieder die Frage: Ist das für dich interessant und was findest du daran interessant?
- 244 B: Äh, das ist interessant . Wenn man jetzt Bild 21 betrachtet: Das ist ja 'ne Struktur, die willkürlich nur einmalig entsteht. Und äh das sieht man ja so dann nicht wieder. Also das ist äh, find ich persönlich, interessant. Das kann ja kein Mensch so nachmalen.
- 245 I: Also sozusagen diese Einzigartigkeit von verschiedenen Strukturen?
- 246 B: Hm (bejahend).

247	I: Ok, hm (bejahend). Sind die irgendwo schonmal Strukturen begegnet? Schon mal selbst irgendwo welche gesehen?
248	B: Ja, wenn du jetzt 'n witziges Wolkenbild siehst oder ähm das nur in Streifenform am Himmel ist oder man sieht irgendwelche Wolken, die aussehen wie kleine Wattebäuschchen. Das... und an... in 'ner Reihe aufgereiht ist. Das wäre jetzt für mich dann ja 'ne... nicht nur fette, große Wolke, sondern viele kleine... ist ja für mich 'ne Struktur, also wenn die aufgereiht sind wie 'ne Perlenkette oder so.
249	I: Ok, alles klar. Ähm, hast du jetzt noch irgendwelche Ideen zu Strukturen so direkt an der Küste und am Ozean? Hast du da irgendwie sonst noch Beispiele?
250	B: Ähm, Beispiele. Es gibt ähm einmal die Dünenlandschaften...
251	I: ...ja, sehr gut! Hm (bejahend).
252	B: ... die wie Wellen sind. Aber du hast auch teilweise... auf einigen Inseln sind das auch wie so... oder wenn man jetzt an Norwegen sind: diese Fjorde, die... die dann aneinander ähnlich von außen betrachtet aussehen.
253	I: Ja, ja, sehr schön. Ok. Auch wieder jetzt die Frage: Was wäre ein Gegenteil für dich zu Strukturen?
254	B: Ein Gegenteil? Ähm äh... 'n 70er-Jahre Hochhausbau (lacht)... oder 80er.
255	I: Wieso?
256	B: Weil das so starr ist. Das ist nicht durch natürlich Bewegung entstanden. Das ist Beton, also nichts Natürliches.
257	I: Hm (bejahend), also wenn's irgendwas Unnatürliches ist...
258	B: Oder 'ne... 'ne Kaimauer am Hafen oder ähm ja 'ne Schleuse, keine Ahnung. Das ist 'ne feststehende Struktur bei einem... äh bei 'ner Dünenlandschaft oder bei abfließendem Wasser im Sand ist ja was durch Bewegung entstanden, ist was...
259	I: Also was Natürliches sozusagen.
260	B: ... Natürliches, ja genau.
261	I: Ok, alles klar. Und dann auch wieder die Frage: Was wäre ein Synonym, also eine Umschreibung für Struktur?
262	B: 'Ne Umschreibung für Struktur. Ja, gute Frage (lacht). Ähm, äh eine Struktur ist halt ein... einmalig, natürliche, durch Bewegung entstandene Form. Oder halt bei Tieren ist es natürlich Ver... durch Vererbung übertragen.
263	I: Ok, also eine... auf jeden Fall einmalige...
264	B: Ja.
265	I: ... Gegebenheit sozusagen, einmaliges Bild.
266	B: Hm (bejahend).
267	I: Ok, ähm, wie würdest du's dann jemand anderen erklären?
268	B: Ähm, ich würd wahrscheinlich mit irgendjemanden wo hingehen äh und mit ihm vielleicht an's Wasser, Strand oder Watt gehen und ihm dann so... genauso wie du das hier gemacht hast... mit einem Bild äh eine Struktur zeigen, damit man

	ein Bild im Kopf hat, was mit einer Struktur gemeint ist und dann denjenigen... das versuchen zu klären in dem Sinne, dass dieses... diese Form jetzt einmalig äh im Sand entstanden ist und er das ja auf andere Strukturen, die äh durch Wind oder Wolken entstandenen äh Bilder dann ja übertragen kann. Aber das ist ganz schwierig zu erklären.
269	I: Ok, also du würdest auf jeden Fall 'n Beispiel sozusagen hinzuziehen, um das dann zu erklären?
270	B: Ja, 'ne Definition würd ich jetzt gar nicht so finden können auf Anhieb.
271	I: Ok, ja ist ja auch in Ordnung. Ok, auf... auf jeden Fall dann immer mit Beispielen da arbeiten, weil's für dich selbst dann auch äh schwierig ist so wirklich zu definieren, wie es...
272	B: Ja.
273	I: Hm (bejahend), ok, alles klar. Dann kommen wir jetzt auch wieder zu den Bildern. Wir können die sonst einmal... ich hab das ja eben abfotografiert (unv.). Ich würd die jetzt einmal nochmal eben so hinlegen wie sozusagen die ganz am Anfang von den Kategorien hatten. Also wir hatten hier unten das mit dem Zebra, Wir hatten diese drei zusammen. Wir hatten diese beiden zusammen. Die Sandburg hatten wir hinten, das Zebra hier. So, das Wasser hatten wir auch hier. Das war einzeln. Das war, glaub ich, mit hinten. Das war hier.
274	B: Und das da.
275	I: Ich glaub, so müsste es hinkommen.
276	B: Ja.
277	I: Sozusagen, dass wir jetzt wieder dieses Bild haben wir vom Anfang. Ähm, genau, kannst du sonst noch einmal eben angucken. Und wenn... genau so 'ne ähnliche Aufgabe wie eben... oder sogar die gleiche, jetzt nur wieder mit Strukturen. Also wie würdest es jetzt anordnen, wenn ich den Begriff Strukturen mit reinwerfe. Oder würde sich was ändern?
278	B: Also wieder äh zu 'ner Gruppe zusammenfügen, was ich als Struktur sehe und die andern wieder beiseite legen.
279	I: Zum Beispiel, genau, richtig. Also es würde sich auf jeden Fall was ändern in diesem Bild?
280	B: Hm (bejahend).
281	I: Hm (bejahend).
282	B: Ich räum ja gerne auf, ne? Das ist dann immer... ähm. Kannst du gleich wieder 'n Foto machen. Ja, ich lass das jetzt mal so.
283	I: Dann kannst einmal wieder erklären, warum das für dich zu Strukturen gehört.
284	B: Äh, ja 8 und 18 ist das Zebra. Also die Struktur des Zebrakörpers wird da ja dargestellt. Das ist halt auch einmalig in der Natur, aber so 'n Tier, das kennt man ja sonst nicht.
285	I: Hm (bejahend).
286	B: Ähm, Bild 21 und 5 sind Wattstrukturen eindeutig für mich. Diesmal hab ich

	dann Bild 14 und 7, weils ja auch Wolken sind, und die 9 zusammen. Das sind dann halt Wolkenstrukturen. Entweder von... von 'ner Seite oder halt von oben fotografiert.
287	I: Ja, hm (bejahend), ok.
288	B: Ähm und die 19 und 20 hab ich zusammengetan, weil ähm das ist einmal die Struktur eines Flusslaufes von oben... von oben betrachtet. Und das ist, von der Seite betrachtet, fließendes Wasser. Einmal in fast Tröpfchenform und einmal als durchgängigen Strahl.
289	I: Hm (bejahend), ok. Wo... also wo sind jetzt da Gemeinsamkeiten für dich und was muss wirklich erfüllt sein, dass du jetzt sagst: "So, das ist jetzt 'ne Struktur für mich!"?
290	B: Erfüllt sein... ist das alles natürlich entstanden ist. Und was war das zweit... die zweite Frage?
291	I: was... also Gemeinsamkeiten... was für Gemeinsamkeiten die jetzt aufweisen, dass du sagst: "Es ist jetzt 'ne Struktur!".
292	B: Alle?
293	I: Hm (bejahend).
294	B: Ähm, ja auch, dass alles natürlich entsteht und halt teilweise nur einmalig so da ist. Ein Wolkenbild von oben wird jetzt wahrscheinlich nich in tausend Jahren nochmal das gleiche Bild sein.
295	I: Ja, dass es nicht genau so nochmal ist. Das ist ähnlich, also das ist so...
296	B: Ähnlich, klar, ne? Aber nicht nochmal genau so.
297	I: Ok.
298	B: Ja.
299	I: Ja, alles klar. Dann mach ich da auch wieder 'n Bild von. Dann kannst du die einmal eben hier die einmal mit rübermachen 'n bisschen, dann pack ich die mal 'n bisschen mehr zusammen. Dann kann ich das einmal wieder fotografieren. Ok. Super, dann können die auch wieder weg. Kannst du einfach nach hinten schieben. Genau, ok. Hast du denn jetzt eine genaue Vorstellung, was jetzt für dich die Struktur ist? Also wieder so 'n Art direktes Erscheinungsbild, wenn man jetzt sozusagen von Struktur spricht. Also was würde dir da als erstes in 'n Sinn komm?
300	B: Als erstes in 'n Sinn komm, würd mir irgend'ne Struktur im, im... im Watt. Also wenn das Wasser abgelaufen ist.
301	I: Ok, also einfach Wattstruktur?
302	B: Ja.
303	I: Ok, alles klar. Könntest du dann auch wieder ein Logo entwerfen?
304	B: Für Struktur?
305	I: Hm (bejahend).
306	B: Ja. Da könnte man ja jetzt ähm... also, das Bild wäre jetzt viergeteilt.

307 I: Hm (bejahend).

308 B: Wär jetzt 'n größeres Logo. Also, ich würd wahrscheinlich ein Zebra oder irgendein anderes Tier nehmen, was ein... eine einmalige Körperstruktur hat. Ähm dann eine Wolkenformation, die auch einmalig wäre. Dann ein Wattbild. Und äh... also Sand mit... also mit irgend'ner Struktur drinne. Und wiederum irgendwie Wasser, ne? Vielleicht wären das natürliche Bilder oder so.

309 I: Ja, ok. Alles klar. Ok, jetzt haben wir wieder gut was kennengelernt über Strukturen. Was glaubst du denn, wie es zu solchen Strukturen kommt? Also was ist der Grund dafür, dass solche Strukturen entstehen?

310 B: Das ist ja ähnlich wie bei Strömungen also zu betrachten. Ähm, die Erde bewegt sich, es ge... es... ja die Sonne scheint, es w... es ist windig, das Wasser bewegt sich ähm, es gibt auflaufendes Wasser, ablaufendes Wasser. Also alleine dadurch entstehen ja diese Strukturen. Jedenfalls, was mit Wasser und Sand zu tun hat.

311 I: Hm (bejahend), ok. Könnte man denn Strukturen aufhalten? Und wenn ja, wie?

312 B: Wenig aufhalten.

313 I: Ok, also auch wieder eher sagen: Geht nicht so wirklich aufzuhalten.

314 B: Nö. Ich glaub, die Natur ist kräftiger, mächtiger als... dass wir als Mensch da irgendwie... ich betonier ja nicht meinen Strand zu, ne?

315 I: Ja, ok. Hm (bejahend). Aber die Natur hat auf jeden Fall Einfluss darauf und könnte das dann auf jeden Fall verstärken?

316 B: Die Strukturen?

317 I: Hm (bejahend).

318 B: Ja.

319 I: Und wie zum Beispiel?

320 B: Hm (überlegend), wenn jetzt ähm... ja Extrembeispiel, weiß ich... Wär jetzt 'n Orkan, der auf Sylt zu kommt und vorher war der Strand schön flach und man konnte einzelne Dünen erkennen und der Orkan nimmt die ganze erste Dünenreihe mit weg, dann hab ich diese Struktur der Dünenlandschaft, die erste Reihe, überhaupt nicht mehr. Dann ist ja die Natur kräftiger... oder die Macht der Natur ist in dem Sinne größer. Und zerstört ja meine... mein Strukturbild, was ich von Sylt jetzt hätte an der Stelle.

321 I: Würde denn dieser... Orkan war das?

322 B: Hm (bejahend).

323 I: Würde der denn diese Struktur denn komplett vernichten oder einfach nur umlagern? Also würde dadurch 'n neuer entstehen? Oder würde einfach dann die komplett weg sein?

324 B: Der in... der äh vernichtet die vorhandene, aber er, ersch... erschafft ja sozusagen auch wieder was anderes, neues, ne? Und wenn dann der Mensch wieder Sand anfährt, wird wieder die Struktur verändert. Also es ist ja immer irgendwie 'ne Veränderung da.

325 I: Also auf jeden... die alte Struktur würde sozusagen äh vernichtet und eine neue

	würde dadurch entstehen.
326	B: Hm (bejahend), genau.
327	I: Ok, alles klar. Und dann auch wieder Frage: Woher hast du dieses Wissen? Woher weißt du das alles?
328	B: Durch lesen, Museumsbesuche äh Interesse...
329	I: Also wieder die gleichen Antworten wie vorhin?
330	B: ... die gleichen Antworten wie vorhin, ja.
331	I: Ok, alles klar. Gut, dann sind auch schon fast am Ende. Dann würde ich nochmal abschließend einmal fragen, was du so 'n bisschen abschließend über Strukturen und Strömungen aussagen kannst. Also stehen die beiden Phänomene für dich in Zusammenhang?
332	B: Ja, die stehen in Zusammenhang. Weil durch Strömungen entstehen Strukturen auf der einen Seite... ähm ja was natürlich bei Tieren, weil... weil wenn wir wieder auf das Zebras zukommen... hat ja jetzt nicht unbedingt was mit 'ner Strömung zu tun das Tierfell von einem Zebra. Aber das andere hat ja mit Strömung zu tun, 'ne Wolkenstruktur entsteht ja nur durch Wind und aufsteigendes Wasser. Also, das hängt schon zum größten Teil zusammen.
333	I: Ja, ok.
334	B: Ja.
335	I: Alles klar, dann sind wir am Ende.
336	B: Ok.
337	I: Dankeschön.
338	B: Bitteschön.

21.1.4 Interview SIA

1	I: So, und dann geb ich dir noch eben die Bilder hier einmal alle. Und äh du musst mir mal eben, was du darauf erkennst und ähm ... ja, eigentlich einfach nur mal eben durchgehen, ob du sowas schon mal gesehn hast.
2	B: Ein mäandernder Fluss.
3	I: Hm (bejahend). Die Zahlen sind darauf, damit ich das... damit ich später... wenn ich dann mal sage: Er hat jetzt Bild 20 oder so gesagt, damit ich dann später weiß, um welches Bild es sich handelt, ne?
4	B: Bild 15: eine Windhose, Bild 1: eine sich überschlagene Welle, Bild 2: Quellwolken, Bild 16: Meeresströmungen, Bild 14: ein Hurricane, Bild 9: Wolkenformation am Himmel.
5	I: Ja. Das ist 'n Satellitenbild.
6	B: Bild 7: muss ich passen... könnten Wolken sein, aber...
7	I: Hm (bejahend), sind Wolken von oben.
8	B: Sind Wolken?
9	I: Von oben fotografiert und das is so 'ne Wirbelstraße... heißen die.
10	B: Hm (überrascht), Bild 8: ein Zebra. Bild 19: Wassertropfen fallen von... vom Himmel herab, hätt ich beinah gesagt.
11	I: Ja, irgendwie so 'ne Höhle oder sowas, würd ich sagen.
12	B: Ja, Höhle, ja, könnte 'ne Höhle sein. Bild 11: verschiedene Farben, Bild 12: Sandformen am Strand, Bild 13: Vogelschwärme, Bild 6: aufgewirbelter Sand, Bild 4: Klatschmohn im Getreidefeld, Bild 17: Meeresstrudel, Bild 23: die Pflanze kenn ich nicht.
13	I: 'N Romanesco ist das.
14	B: Romanesco?
15	I: Ja, wusst es, ich kannte...
16	B: Da sind Frauen besser. Bild 22: Fliesenmosaik, Bild 18: ein Kreisel, Bild 10: Windkraftanlagen, an der Küste scheinbar. Bild 3: Kanalschachtdeckel, Bild 5: Wattenmeer, Bild 21: könnte auch Wattenmeer sein.
17	I: Das ist... das Wasser, wenn sich das so zurückgezogen hat.
18	B: Bild 24: ein Hochhaus, von unten fotografiert, welches weiß ich nicht (lacht).
19	I: (Lacht) Wenn du jetzt noch sortieren könntest 'n bisschen, wonach ist eigentlich egal, also wie das für dich passt. Ob du da so 'ne Sortierung findest.
20	B: So irgendwie so Lieblingsbilder oder so?
21	I: Ja, oder nach Gemeinsamkeiten, Unterschiede... für dich. Ich mach mal Platz hier.
22	B: Dann würd ich doch sagen, das ist Wind und Wind... das hat auch mit Wind zu tun. Küste und Sand. Streng genommen hat das auch mit dem Meer zu tun. Ja, eigentlich müssten die beiden einzeln bleiben. Wie viele Gruppen ich mache ist

	egal?
23	I: Ganz egal.
24	B: Das könnte man noch zusammenfassen, aber... Kreisel bleibt für sich.
25	I: Und sonst erzähl mal eben, wonach du sortiert hast.
26	B: (Pusten) ich hab sortiert einmal nach äh Wolken, Wind, Tiere, Gewächse, alles was mit dem Meer zu tun hat, Fluss für sich, dies Wasserbild für sich, das Hochhaus alleine. Ja, und das hab ich nur zusammengefasst hier, das ist scheinbar 'ne Fliesenformation, und da ist auch äh das... das eigentliche Bild ist ja ein Kanalschachtdeckel. Also eigentlich müsste man das auch noch einzeln lassen. So mach ichs.
27	I: Ok, ist doch gut. Ich such mir jetzt noch eben 'n paar Bilder raus. Und zwar ist das... Bild 1, Bild 2, Bild 4, Bild 7 und 15 und 17. 15 und 17, genau. Schmeißen wir die mal hin. Pack ich die eben zusammen. So, und ich sag, die gehörn jetzt zusammen für mich. Und du sollst herausfinden warum.
28	B: Dann kann es nur der Wind sein. Hier ist Wind drauf zu sehen, das ist von Wind beeinflusst, das ist von Wind beeinflusst... ah, und das ist eigentlich Meeresströmung. Das p... vom Wind... da spielt der Wind auch mit bei diesen beiden.
29	I: Meeresströmung ist schon 'n ganz guter Begriff. Hast du...
30	B: Ja, das ist ja...
31	I: Genau, das ist 'ne Meeresströmung. Und... und das andere? Hattest du gesagt es... (unterbrochen)
32	B: Wind, also Wind ist sicherlich... weil da ist ja der Wind drin, ne? Und da auch durch die Quellwolken... werden auch vom Wind angetrieben. Das sowieso. Da spielt der Wind auch mit bei der Wellen... und da auch.
33	I: Und wenn ich jetzt sage, dass das ganze unter dem Aspekt Strömung verbunden ist.
34	B: Windströmung kann man auch sagen.
35	I: Windströmung oder auch Wasserströmung.
36	B: Wasserströmung, ja. Strömung allgemein.
37	I: Das passt ganz gut, ne? Ähm, was verbindest du mit Strömung?
38	B: Dass sich etwas bewegt.
39	I: Hm (bejahend) ja, ist gut und ähm hast du noch irgendwie 'ne Strömung schlechthin... also die bekannteste Strömung irgendwie? Also du sagst, das ist die, die eine.
40	B: Es gibt ja Winde auf der Erde, Passatwind zum Beispiel, ne?
41	I: Ja, zum Beispiel, ganz bekannte Strömung, ja.
42	B: Oder der Scirocco ist auch ein Wind.
43	I: Ja.

44	B: VW benennt ja einige Fahrzeuge nach Windströmungen, ne?
45	I: Ja, stimmt.
46	B: Und Meeresströmung wäre der Golfstrom.
47	I: Ja.
48	B: Für uns... für unser Klima eines der wichtigsten... oder der wichtigste vielleicht.
49	I: Ja, nich schlecht. Ähm, von den anderen Bildern, würdest du da noch welche zu Strömung sortieren? Die hier schon liegen...
50	B: Joa, dann gleich wieder das.
51	I: Oder gehört für dich hier irgendwas nicht zu Strömung oder kannst du die sonst...
52	B: Ne, das... würd ich sagen... wenn man Wind- und Wasserströmung äh als Oberbegriff nimmt, dann äh sind die da alle mit drin.
53	I: Gut.
54	B: Und das auch.
55	I: Ich schmeiß die schon mal alle hier hin, weil ich die gleich fotografieren möchte.
56	B: Das Zebra nicht, das ja, das ja. Meeresströmung erzeugen diese Formationen... das ja sowieso. Die Pflanze nicht. Das ja. Das nicht. Das auch wieder. Wasserströmung... dann gehört das auch dazu. Das nicht. Der Kanalschachtdeckel nicht. Der Kreisel... ne, das hat nichts mit Wind- und Wasserströmung zu tun. Der wird ja von Hand bewegt. Die Fliesenformation auch nicht. Da spielt der Wind sicherlich mit beim Vogelschwarm. Ne... joa Wasserströmung im entferntesten Sinne, ne?
57	I: Ähm, nochmal zu dem Kreisel, ne? Das hast du gerade so rausgeschmissen. Du hattest ja überlegt...
58	B: Ja, den treibe ich ja von Hand an, ne?
59	I: Und... aber 'ne Wasserströmung kannst du doch auch von Hand antreiben.
60	B: Könnte ich, ja, richtig.
61	I: Aber du hast den trotzdem rausgemacht. Hat das...
62	B: Weil ich den von Hand antreibe. Also, er wird nicht durch Wasser- oder Windströmung angetrieben.
63	I: Das stimmt, ja. Aber ist das dann 'ne Strömung in... also nicht von Wasser oder von Wind, sondern allgemein? Würdest du sagen, da strömt irgendwie was?
64	B: Ja, er bewegt sich ja, im Kreise, ne? Strömung... Strömung würd ich das nicht nennen. Aber es ist 'ne Bewegung... ist da, klar. Die ich aber von Hand erzeuge.
65	I: Hm (bejahend) ok.
66	B: Also deswegen hab ich ihn aussortiert.
67	I: Ja, ich wollt das nur noch eben... eben genau wissen. Ähm Gemeinsamkeiten für dich sind also... da muss sich irgendwas bewegen. Und du hast das jetzt mit Wasser und Wind gemacht. Das ist doch schon mal gut. Ähm die hast du jetzt

	aussortiert, weil da entweder keine Bewegung ist oder kein Wasser. Das sind alle so feste Sachen.
68	B: Ja, richtig.
69	I: Ja, das passt doch. Gut, ähm sind dir schon mal sonst so Strömungen begegnet, die jetzt vielleicht hier nicht auf den Bildern so sind? Wo du dran denkst?
70	B: Ja, Meeresströmungen. Man ist ja... jeder ist mal Meer schwimmen gewesen und äh die Wellen, die einen dann entgegenschlagen. Das ist ja Meeresströmung. Und äh das hat man sicherlich schon mal zu spüren bekommen... oder es gibt ja auch Wellenbäder in (unv.) im Freibad, ne?
71	I: Genau.
72	B: Windströmung, klar. Wenn man viel draußen ist, kriegt man auch mal Wind ab oder man fährt Fahrrad.
73	I: Genau, selber schon mal Strömungen erzeugt?
74	B: Wasserströmung auf jeden Fall, wenn ich draußen irgendwie das äh... die Pflanzen wässere, dann mach ich 'n Kanal und erzeuge eine Wasserströmung.
75	I: Ja genau.
76	B: Äh Windstömung... 'ne Windströmung erzeugt man auch, wenn man mit'm Fahrrad schnell durch die Gegend fährt. Dann erzeugt man eine Windströmung.
77	I: Ja.
78	B: Man bemerkt das ja besonders, wenn äh... wenn ich morgens zur Arbeit fahr... ähm in letzter Zeit kommen häufig sehr, sehr viele LKWs mir morgens früh entgegen. Das merkt man ganz deutlich, wenn man also dich am Straßenrand fährt und es kommt dann 'n Sattelschlepper und dann saust an dir vorbei und dann kriegste richtig so 'n Schlag ins Gesicht, ne? Und äh das Vorwärtskommen ist dann schwieriger.
79	I: Ja genau, ähm dann (unv.) was passiert mit einem, wenn man in so 'ner Strömung drin ist?
80	B: Im schlimm... schlimmsten Fall kann man mit'm Leben bezahlen.
81	I: Ja.
82	B: Denn eine Meeresströmung, die kann man sehr schnell unterschätzen. Wir haben in der... ah auch auf Madeira 'n Erlebnis gehabt, dann wären wir beinah abge-soffen.
83	I: Ja, hat [Name] auch von erzählt.
84	B: Das haben wir überhaupt nicht erwartet, dass das so schlimm ist. Also ganz seicht und ruhig aus das Meer und auf einmal ging das los. Und da hatten wir Mühe wieder zurückzukommen.
85	I: Da ist dann echt viel Kraft mit im Spiel.
86	B: Ja, das Meer ist ähm in der Beziehung... ist äh mir manch... manchmal etwas unheimlich.
87	I: Ja, das glaub ich. Vor allem am Atlantik, ne? Ähm wenn du jetzt in 'ner

	Werbeagentur arbeitest und du sollst für 'ne Firma 'n Logo entwerfen... ich leg da mal was drunter... zum Thema Strömungen. Wie würde das aussehen? Nur 'ne Skizze, so 'ne Idee.
88	B: 'N Logo zum Thema Strömung? 'Ne Welle würd ich wahrscheinlich nehm.
89	I: Ja, das ist doch schon gut. Wenn du's nur anskizzierst, wie das ungefähr aussehen sollte, dann reicht mir das dicke.
90	B: Sich überschlagene Welle.
91	I: Ja, so 'ne Surferwelle.
92	B: Mehr kann ich davon nicht machen.
93	I: Nein, ist doch... sieht doch super aus. Du, das reicht (unv.). Ähm, wenn du jetzt das Gegenteil von Strömung nennen müsstest, was wär das für dich?
94	B: Ja, das Gegenteil von der Windströmung ist die Windstille, also Ruhe. Und auch auf dem Wasser: ganz ruhiges Wasser, 'ne ganz Ebene Fläche.
95	I: Und 'n Synonym für Strömungen? Hast du da eben was, ne Umschreibung?
96	B: Bewegung allgemein. Und 'ne Kraft geht... ist äh... geht davon aus... von... äh in einer Strömung.
97	I: Ja.
98	B: Mal mehr, mal weniger. So starke Kräfte, dass man sogar Energie daraus gewinnen kann.
99	I: Ja.
100	B: Aber so... mehr so fällt mir nicht ein.
101	I: Ne, aber das ist ja schon gut. Ich mach mir eben 'n Foto davon, bevor ich das vergesse. Ähm, du hast jetzt grad schon ziemlich genau gesagt, was so 'ne Strömung für dich ist. Kannst du mir das noch als Definition noch mal aufschreiben?
102	B: Auf 'm Extrablatt oder?
103	I: Nö, kannst da so mit drauf.
104	B: Da mit drauf?
105	I: Das ist doch schon super. Das hast jetzt einmal die Menschen und einmal Wasser und Luft... was ist da für dich die Gemeinsamkeit oder wieso verbindest du das?
106	B: Also Strömungen, Bewegung in einer äh... in einer Richtung... es kann auch in verschiedene Richtungen. Aber Menschen... bei Menschenmassen kann sowas auch passieren. Damals war das ja in Duisburg der Fall.
107	I: Bei der Loveparade?
108	B: Genau, wo die Menschen sind da ums Leben gekommen sind, ne? Da strömt etwas in eine Richtung.
109	I: Ja.
110	B: Und das führt zum Chaos. Was kann noch Strömungen erzeugen? Autos auf 'ner Autobahn, ist auch 'ne Strömungsrichtung.

- 111 I: Also sowas, wo viele kleine Teilchen quasi zusammen ein Ganzes ergeben, könnte man sagen.
- 112 B: Ahja, und in eine gewisse Richtung sich bewegen oder irgend 'ne Richtung... allgemein in 'ne Richtung sich bewegen.
- 113 I: Das ist schon fast die perfekte Definition.
- 114 B: Naja.
- 115 I: Nicht schl... ja, ist wirklich, nicht schlecht. Ich glaube... ich weiß jetzt auch nicht genau. Aber das ist wenn... wenn sich ein Fluid, also Luft oder Wasser, gesammelt irgendwie in eine Richtung bewegt, spricht man von 'ner Strömung. Also da hast du schon ziemlich gut getroffen. Gut, ähm, du hast jetzt ja schon viele Strömungen benannt hier, auch viel auf den Bildern. Die auf den Bildern zu sehen sind. Weißt du, wie es zu solchen Strömungen kommt? Also die Ursache?
- 116 B: Ja, sie müssen irgendwie angetrieben werden. Ähm, die Erddrehung spielt eine Rolle, die Winde und äh die verursachen dann... oder auch die Gezeiten treiben das Wasser an Meer. Und das führt auch zu Strömungen, mal hin, mal her, Ebbe und Flut.
- 117 I: Ja.
- 118 B: Ja, es bedarf eines Antriebs, aber...
- 119 I: Und du hast jetzt quasi einen Antrieb genannt. Das ist die Kraft von außen, der Mond zum Beispiel oder die Erddrehung. Dann Golfstrom: Was treibt den zum Beispiel an?
- 120 B: Ähm, Temperaturunterschiede.
- 121 I: Richtig, genau. Die gibt's auch noch, die treiben Strömungen auch an.
- 122 B: Ja.
- 123 I: Gut, ähm Strömungen aufhalten: Wie würdest du vorgehen?
- 124 B: Strömungen aufhalten, das... als Einzelperson ist das nicht einfach. Äh, ja, eigentlich nicht zu bewerkstelligen als Einzelperson oder als der Mensch, allgemein. 'Ne Meeresströmung oder 'ne Windströmung kann man nicht aufhalten.
- 125 I: Das stimmt.
- 126 B: 'Ne Menschenmassenströmung da in Duisburg, da hätte man was machen können, ja.
- 127 I: Ja.
- 128 B: Hätte man vorher, früher reagieren müssen.
- 129 I: Und wie könnte man so die... die Stärke zum Beispiel, dass man bei solchen wie den Golfstrom... wie könnte man die beeinflussen? Könnte man das irgendwie beschleunigen oder abbremsen?
- 130 B: Durch andere Meeresströmungen. Man hat ja Sorge, dass durch das zunehmende Abschmelzen des Wassers am Nordpol 'ne kalte Meeresströmung den Golfstrom ablenkt. Und das würde zu Klimaänderungen... starke Klimaänderungen hier führen, vermuten die äh Wissenschaftler, ne? Also durch andere

	Strömungen und durch äh ähm... Wasser mit anderer Temperatur.
131	I: Ähm, dann sind wir mit ersten Teil schon durch. Der zweite Teil ist nochmal sehr ähnlich nach aufgebaut. Nur dass es sich jetzt nicht mehr um Strömung dreht. (Unv.) mal gucken. Bild 5... ja. Dann noch Bild 9, dass hatte ich gerade auch schon gesehen. Bild 14 und Bild 22.
132	B: 14 hab ich.
133	I: 22 müsste da, glaube ich, noch mit drin sein.
134	B: Das ist 3...
135	I: 22 liegt ja schon, 23 brauchen wir noch.
136	B: 23?
137	I: Irgendwie eins fehlt da noch. 5, 9, 12.
138	B 5, 9...
139	I: 12 haben wir.
140	B: 12 fehlt uns.
141	I: Zieh mal noch rüber. So, dann haben wir alle. Passen die für dich zusammen?
142	B: Also, im jeden Bild sind gewisse Formationen zu erkennen, die durch Wasser, Wind, durch Wuchs - durch Pflanzenwuchs - oder durch Menschenhand entstanden sind.
143	I: Ja.
144	B: Das ist Menschenhand, Wind und Wachstum. Das ist 'ne Gemeinsamkeit.
145	I: Ja, das ist schon ziemlich gut. Wir haben das jetzt unter dem Begriff Strukturen oder Strukturbildung...
146	B: Hm (bejahend).
147	I: ... das ist ja die Formation im Prinzip. Würdest... könntest du da noch etwas ähm von diesen Bildern noch zuordnen?
148	B: Strukturen? Ja, dann dies. Die sind ja wieder durch Wind entstanden die Strukturen. Das... wenn man mal nicht... also im Vordergrund steht ja hier wohl die Windkraft... aber die Wolken sind natürlich durch den Wind wieder geformt worden, ne?
149	I: Hm (bejahend).
150	B: Formung von Strukturen durch Wind. Durch Wind... was... also nicht unbed... ja, doch auch. Die Wolke da, die kleine Wolke, die entstanden ist, aber auch der Sand drumherum, ne, wird durch Wind geformt. Wind und Wasser... das wird durch Wasser geformt. Das letztendlich auch. Das sowieso. Da hab ich se... das ist wieder durch Wind auch. Und das ist durch Wasser. Nicht, dass wir gleich alle auf'n Tisch liegen haben.
151	I: Du, und wenns so ist, dann ist dat so.
152	B: Also... das ist eine Struktur, die durch Menschenhand geformt wurde.

153	I: Ja.
154	B: Dies hier, ne? Das ist durch Tiere... 'ne Struktur, die durch Tiere... und das ist durch Wasser, 'n mäandernder Fluss.
155	I: Ja.
156	B: Diese Struktur ist durch Menschenhand geschaffen worden. Das muss ich dann auch wieder dazu tun, durch Wasser.
157	I: Was kannst du denn für deine Strömung sagen? Äh für deine Strukturen sagen? Was muss dafür gelten?
158	B: Es muss ein... wie soll man sagen?... ein Medium muss äh diese Strukturen formen. Ob es Wind, Wasser oder Menschenhand ist. Und das ist ja hier fast bei allen Bildern gegeben. Ja, das ist wieder... wenn man mal das Zebra nimmt, die... das Fell des Zebras... ist auch eine Laune der Natur. Ist auch 'ne Struktur, durch Wachstum oder durch... durch die... ja... Wachstum ist, glaub ich, nicht der richtige Begriff, aber äh... (unterbrochen)
159	I: Ja, durch die Evolution so.
160	B: ja, die Natur hat es so geformt, ne?
161	I: Ja.
162	B: Und das ist wieder Wind, das ist sowieso wieder dabei. Das ist auch 'ne Struktur von Menschenhand. Mit dem Kreisel tu ich mich aber schwer. Sicher von Menschenhand ist... wird er angetrieben. Aber 'ne spezielle Struktur verbirgt sich für mich nicht dahinter.
163	I: Könnte man sowas sagen, wie dass der Kreisel immer ungefähr die gleiche Form haben muss? Und deswegen jeder Kreisel die gleiche Struktur hat? Wenn man das so...
164	B: Ja, sonst dreht er sich nicht, ja.
165	I: Der muss ja unten spitz sein und oben so 'n...
166	B: Ja, ein Griff.
167	I: So könnte man das sehen.
168	B: Joa.
169	I: Ja klar, man kann den auch rausschmeißen.
170	B: Ja gut, die Form des Kreisels ist schon wichtig, sonst dreht er sich nicht. Er muss rund sein, dieser Körper da auch, ne? Und unten muss er 'ne Spitze haben, auf der er sich drehen kann. Die Berührung muss also sehr gering sein, sonst würde er sich nicht drehen also der Berührungspunkt muss sehr klein sein. Könn wir mit reinnehmen unter Strukturen.
171	I: Da haben wir alle. Ähm, hast du so 'ne Struktur schlechthin. Irgendwie jetzt vielleicht auch durch die Bilder irgendwie? Du sagst, das ist für mich, wenn ich an Struktur denke...
172	B: Was da für mich am deutlichsten...
173	I: Ja, oder für auch im... was du sonst so schon gesehen hast. Sowas wie bei

	Strömungen der Golfstrom.
174	B: Ja, dann sicherlich das Wattenmeer. Also das ist immer interessant, wenn man da ist, wie das Wasser da so 'ne Struktur rein... das ablaufende im Sand so 'ne Struktur hinterlässt, ne? Das ist natürlich auch beeindruckend hier so 'n Luftbild von 'nem Hurricane. Das ist ja da so 'ne Wolkenstruktur. Das gehört dann ja zusammen die beiden hier.
175	I: Hm (bejahend), ja, ist so ähnlich, genau.
176	B: Das ist ja auch so 'ne Struktur. Und Wolken allgemein sind eigentlich immer wieder interessant, ne? Es gibt ja wahnsinnige Wolkenbilder. Das ist jetzt nicht so spektakulär, aber es gibt ja sehr spektakuläre... (unterbrochen)
177	I: Zum Beispiel das, ist ja schon...
178	B: Ja, so gleichförmig, wie so 'ne Wellenbewegung, ne?
179	I: Genau, erinnert schon stark an sowas.
180	B: Oder vor Unwettern gibt es ja... da gibt's ja immer wieder Bilder von Wolkenformationen, die dann plötzlich ähm so ganz massiv auftreten, vorm Unwetter, ne?
181	I: Genau, ähm, also was muss für dich erfüllt sein, dass das nun 'ne Struktur ist? Du hattest gerade schon gesagt...
182	B: Struktur ist irgendwie 'ne besondere Anordnung von ähm... das kann alles Mögliche sein... von Sand, von Wolken, ähm von festen Körpern.
183	I: Tieren.
184	B: Von Tieren, ja. Der Vogelschwarm, das ist ja auch interessant, wenn man das sieht. Äh ja, 'ne besondere Anordnung von Materialien oder auch Tieren.
185	I: Und die Anordnung muss die... also kann die auch zufällig sein oder muss das immer... zum Beispiel hier ist es ja sehr... die Abstände sind immer gleich.
186	B: Hm (bejahend) das ist sehr gleichförmig, symmetrisch.
187	I: Genau, und hier zum Beispiel nicht.
188	B: Ne, ne, das muss äh... das kann gleichmäßig oder symmetrisch sein, aber das kann auch ähm... äh ungleichmäßig sein. Das ist auch 'ne Struktur, die sehr ungleichmäßig ist. Und das hat man in der Natur ja sehr häufig.
189	I: Ja hm (überlegend).
190	B: Ungleichmäßige Strukturen.
191	I: Sind dir sonst schon Strukturen begegnet im Alltag?
192	B: Die begegnen einem ja ständig. Strukturen... wenn ich über 'ne Pflasterfläche lauf, dann hab ich 'ne Struktur.
193	I: Ich denk immer sofort an... an 'ne Holzstruktur.
194	B: Oder Holz, ja. Holzmaserung ist auch 'ne Struktur.
195	I: Ja. Die fällt mir immer sofort ein. Ähm...
196	B: Aber da gibt's ja unendlich, was einem Alltag so begegnet. 'Ne Hauswand, 'n

	Klinkerstein unterschiedlicher Farben.
197	I: Selbster hast du schon Strukturen erzeugt? Wo du sagst... (unterbrochen).
198	B: Ich erzeuge eine Struktur, wenn ich mit dem Fahrzeug über 'n Sandweg fahre. Dann erzeuge 'ne Fahrspur im Sand. Das ist auch 'ne Struktur.
199	I: Es ist...
200	B: Ja natürlich erzeugt man Strukturen. Und wenn ich hier im Garten mit der Harke arbeite, dann erzeuge auch irgendwie 'ne Struktur.
201	I: Auch hier jetzt nochmal wieder: Das ähm... dieses Werbelogo malen zum Thema Struktur.
202	B: Zum Thema Struktur?
203	I: Genau oder Strukturbildung.
204	B: Da würde ich dann 'ne gleichmäßige Struktur erzeugen.
205	I: Hm (bejahend).
206	B: Irgendwie keine.. keine so 'ne Naturstruktur. Aber auch nicht so gleichmäßig. 'Ne Struktur ja, aber irgendwie mal so, mal so. Was natürlich langweilig aussieht. Was Besseres fällt mir da nicht ein im Moment.
207	I: Ja, das ist doch gut. Sieht 'n bisschen aus wie so 'ne Ziegel... so 'ne Ziegelwand.
208	B: Ja.
209	I: Ja.
210	B: Aber doch irgendwie 'n bisschen ungleichmäßig. Also nicht genau...
211	I: Ja, wenn du so: "Punkt, Punkt, Punkt" machst, dann weiß ich wohl... mit den Fugen quasi verschoben. Ja, ist doch gut. Hast du 'n Gegenteil von Struktur parat?
212	B: Gegenteil von Struktur? Ja, irgendwo Chaos oder ungleichm... un... äh Gegenteil von Struktur?
213	I: Chaos find ich schon gut.
214	B: Chaos ist ein Begriff. Unregelmäßig kann man nicht sagen. Es gibt ja auch Strukturen... das ist ja 'ne ganz unregelmäßig beschaffene Formation, die aber doch irgendwie 'ne Struktur hat, ne? Chaos ist sicherlich 'n Begriff der...
215	I: Passt auch ganz gut.
216	B: ... das Gegenteil ist äh von Struktur.
217	I: Und 'n Synonym vielleicht?
218	B: 'N Synonym für das Chaos oder was meinst du jetzt?
219	I: Ne, für die.. für die Struktur.
220	B: Für die Struktur?
221	I: 'Ne Strukturbildung.
222	B: Ähm, Gleichförmigkeit ist sicherlich ein Begriff einer Struktur. Symmetrisch,

	also Symmetrik. Wobei 'ne Struktur auch ungleichmäßig sein kann, wie wir da im Wattenmeer haben. Ne, mehr fällt mir nicht ein im Moment.
223	I: Jetzt mal sowas wie Ordnung. Würde das für dich passen?
224	B: Ordnung, ja. Richtig. Ordnung erzeugt auch eine Struktur. Wenn jemand ein Regal irgendwie mit Büchern ordentlich einräumt. Dann hab ich auch 'ne Struktur.
225	I: Ähm, wenn du jetzt jemandem Struktur erklären müsstest, was für 'ne Struktur wichtig ist, wie würdest du das machen?
226	B: Ui.
227	I: Struktur ist schwieriger als Strömung, find ich.
228	B: Ja, auf jeden Fall. Strukturen? Entweder durch Menschenhand oder durch Naturereignisse geschaffene Formation.
229	I: Kannst du dazu noch 'ne Definition aufschreiben?
230	B: Definition zu Strukturen? Überlege ich grade: Kann ein Tier eine Struktur schaffen? Eher weniger.
231	I: Zum Beispiel 'ne Biene oder 'ne Ameise?
232	B: Ja, ne Wabe, ja... die ist ja auch... Wespen.
233	I: Und da sind's häufig auch wieder viele Tiere, wenn man mal so drüber nachdenkt, zusammen.
234	B: Weil ich wollt ja jetzt, meine... meine Definition... "von Menschenhand geschaffen", da bin ich jetzt ins Überlegen gekommen, ob Tiere das auch können, ne?
235	I: Hm (bejahend). Man könnt ja vielleicht irgendwie sagen, dass äh irgendetwas 'ne Kraft auf irgendwas anderes ausüben muss... Mensch oder Tier oder nur Wind spielt ja dabei eigentlich keine Rolle.
236	B: Das stimmt. Es muss 'ne Kraft... es muss 'ne Kraft da sein, das ist richtig. Entweder Wind, Wasser, Menschenhand... das lass ich mal so stehen.
237	I: Ja, ich find das gut.
238	B: Kann unregelmäßig oder regelmäßig sein. Das ist aber jetzt im Moment egal.
239	I: 'Ne Formation ist... das war ja auch das, was du direkt am Anfang gesagt hast. Das passt eigentlich ganz gut. Wär eigentlich auch noch 'n Synonym, ne? 'Ne Formation das hatten wir vorher auch noch gar nicht. Ähm zu... also so... du gr... deckst das mit der Definition schon so 'n bisschen ab: Was muss für 'ne Strukturbildung passieren, also was ist die Ursache dafür, das so 'ne Struktur kommt?
240	B: Bewegung, also Kraft ist ja auch Bewegung. Das kann in verschiedenen Richtungen sein, das muss nicht in eine Richtung sein. Wenn ich so ans Wattenmeer denke, dann entsteht meistens bei ablauf... bei ablaufendem Wasser... dann entstehen die Strukturen.
241	I: Hm (bejahend).
242	B: Das ist dann... wäre dann in eine Richtung, ne? Obwohl, das Wasser läuft ja beim Ablauf unregelmäßig ab. Es strömt zu Priel und durch (unv.) und dann in

	den Prielen und fließ es ab.
243	I: Ja. Auch die Priele haben ja so 'ne Struktur, wenn da von oben draufgucken würde, würde man ja sagen...
244	B: Ja.
245	I: Ähm, wie würdest du 'ne Strukturbildung aufhalten?
246	B: Den Mensch kann man ja leicht aufhalten sozusagen. So mit... dass die Strukturbildung dann beendet ist. Bei den äh ähm... bei Wind, Wasser ist es wieder schwieriger.
247	I: Zum Beispiel hier. Könnte man die Strukturen jetzt... könntest du die zerstören?
248	B: Ja natürlich kann ich die zerstören, aber nur kleinflächig, ne?
249	I: Hm (bejahend).
250	B: Indem ich dadraüber laufe.
251	I: Zum Beispiel.
252	B: Ja.
253	I: Ja. Ähm, und könntest du die Stärke irgendwie beeinflussen von 'ne Strukturbildung?
254	B: Ich als Mensch?
255	I: Ja, oder allgemein: Was muss man machen vielleicht?
256	B: Ja, natürlich kann ich die beeinflussen. Wenn... wenn ich an äh... wo ist denn unser Pflasterbild oder Mosaikbild?
257	I: Da drunter.
258	B: Die kann ich ja beeinflussen, das ist ja ganz klar. Und das kann ich auch beeinflussen. Alles was von Menschenhand gemacht wird, kann man natürlich beeinflussen. Die Strukturen kann man verändern.
259	I: Und die Natursachen? Kannst du die auch beeinflussen?
260	B: Das machen wir ja als Menschen äh...durch den Klimawandel beeinflussen wir die Natur. Als Einzelperson: schwierig. Aber schon durch die Auswirkungen des... also unseres... unseres Lebensstandards erzeugen wir den Klimawandel.
261	I: Damit wären wir eigentlich schon durch.
262	B: Tja. Dann ist gut.
263	I: (unv.) aus, ne?
264	B: Wenn's was... unterbrochen.

21.1.5 Interview S2A

1	I: So, jetzt nehm ich hier auf. So, dann ähm hab ich dir mal 'n paar Bilder mitgebracht. Kannst ja einfach mal eben angucken. Sind jetzt nicht irgendwie sortiert, außer nach der Zahl. Die Zahlen sind darauf, wenn zum Beispiel du irgendwie sagst... zum Beispiel auf Bild 1 sehe ich das und das oder so. Dann kann ich mir das nachher anhören, dann weiß ich wel... über welches Bild du redest.
2	B: Hm (bejahend), gut.
3	I: Dafür ist das.
4	B: Soll ich jetzt nur was zu den Bildern sagen?
5	I: Ja, was (unv.) wie das für dich aussieht.
6	B: Bild 1: Surfen, gefährlich, Bild 2: Ähm drohendes Unwetter, Bild 3: Mach ich ja gar nicht sagen, ne? Da kommt alle unser Unrat rein, ne? Darf man das sagen?
7	I: Ja klar.
8	B: Ja? Ja gut. Das, was wir Menschen hinterlassen, kommt leider in die Erde manchmal.
9	I: Welche... nochmal eben hierzu: Hast du sowas schon mal in echt gesehen?
10	B: Das? In echt? Bei... ja gut, wenn... wenn Unwetter sich anbahnt.
11	I: Und so 'ne Welle?
12	B: Ne, die hab ich noch nicht gesehen. Aber ich weiß, dass äh [Name] bei solchen Wellen gerne surft.
13	I: Kann [Name] surfen?
14	B: Ja, also ohne diese Segel, also nur mit dem Brett.
15	I: Ja.
16	B: So, Bild 4... was fällt mir dazu ein? Leben. Wir brauchen das Korn, um zu leben. Das soll wahrscheinlich hier Mohn sein, ne?
17	I: Ja.
18	B: Ja, hat leider 'n fahlen Beigeschmack: Drogen.
19	I: Ja.
20	B: Äh das, gehe ich mal von aus, ist an der Küste. Ebbe und Flut.
21	I: Ja. Das ist 'n... sind diese Rippel von dem Sand.
22	B: Ja.
23	I: Nachher... nach der... oder bei der Ebbe.
24	B: Ja, wenn das Wasser abzieht, ne?
25	I: Genau.
26	B: Oh, das ist über den Wolken. Bild 6?

27	I: Ne.
28	B: Ne?
29	I: Das ist Sand.
30	B: Das ist Sand?
31	I: Ja, das ist am Strand und da ist irgendwie der Sand aufgewirbelt worden.
32	B: Ich hätte jetzt gedacht, das ist über den Wolken.
33	I: Hätte auch wohl sein können, dass das Wolkenboden ist.
34	B: Ja.
35	I: Und dass du dann so'n...
36	B: Und dann...
37	I: Ja.
38	B: Joa. Wind. Kann man mal sehen, was für 'ne Kraft auch der Wind hat. Da fällt mir jetzt ehrlich gesagt nichts zu ein.
39	I: Ne, ist doch auch nicht schlimm, alles gut. Kannst du das erkennen?
40	B: Ich würde sagen: Satellitenbild.
41	I: Genau.
42	B: Von oben?
43	I: Ja.
44	B: Ja.
45	I: Und das ist 'ne Wirbelstraße, heißt das.
46	B: Eine Wirbelstraße?
47	I: Ja, weil das so 'ne...
48	B: Ja. Das ist aber nicht auf die Erde fotografiert?
49	I: Doch, von oben auf die Erde.
50	B: Ja. Ja, muss ja schon, Satellitenbild, klar. Eine Wirbelstraße, wo ist die?
51	I: Ja, die... die bilden sich so am Äquator teilweise.
52	B: Aha, da fällt mir nichts zu ein.
53	I: Ne, ist doch gut.
54	B: Kannst mir nachher vielleicht mal was Näheres zu erzählen, wenn die Fragen zu Ende ist. Bild 8: Zebra, Wildnis, Hitze wie bei uns. Joa, Tiere müssen sich selber versorgen dort. Bild 9: ach, wat schöne Wolken.
55	I: Ja
56	B: Aber 'ne richtig schöne Wolkenformation. Gutes Wetter fällt mir dazu ein. Und was ist das sonst?

57	I: Ja, gutes Wetter passt doch schon gut. Wolkenformation, das trifft's doch schon ganz gut.
58	B: Ja, die Zukunft von morgen. Bild 10: Windenergie.
59	I: Genau.
60	B: Sind... sehen zwar nicht schön aus, sind aber sehr nützlich.
61	I: Ja.
62	B: Bild 11: Tuschkasten. Ne, gar kein Tuschkasten. Farbpalette. Bild 12...
63	I: Irgendwie so Acrylfarben oder sowas ist das, ne?
64	B: Das kann man jetzt, finde ich, nicht so gleich erkennen.
65	I: Ja, irgendwie sowas wird das sein.
66	B: Bild 12: Ja, da hat sich jemand viel Mühe am Strand gegeben. Hat wohl 'ne... ähm joa 'ne schöne Burganlage am Strand gebaut.
67	I: Genau.
68	B: Oh hier: Vogelschwarm, Bild 13.
69	I: Das erkennen auch nicht so viele, dass es sofort Vögel... oder dass es Vögel sind.
70	B: Ne?
71	I: Ne.
72	B: Ja, ich glaub, das muss man auch mal gesehen haben, um das zu wissen. Irgendwo haben wir das mal gesehen, wo weiß ich nicht. Auch 'n Satellitenbild, Bild 14?
73	I: Ja.
74	B: Joa, ist das äh 'ne Aufnahme von 'nem äh Hurricane?
75	I: Ja, oder so von der Bildung. Ja.
76	B: Ja. Bild 15: ja, haben wir wieder das hier, ne? Äh joa, Bild 16: auch wieder...
77	I: Hast du sowas in echt schon mal gesehen?
78	B: Nein.
79	I: Ok.
80	B: Oder... wo haben wir... oder haben wir sowas schon mal gesehen?
81	I: Ich hab letztens so auf'm... vom äh (unv.) Bilder waren ja ganz viele. Und da konntest richtig sehen, da wurde... kam auch so 'ne Windhose und die ganzen Zelte sind alle schon hoch. Wenn die nicht gut festgemacht sind, fol... also echt Kraft gehabt.
82	B: Ich glaub nicht.
83	I: So richtig gesehen in echt hab ich das auch noch nie.
84	B: Ne, also... ne, ich glaub nicht. Auch im Wasser... ist das auch 'n äh Strudel?

85	I: Ja, das sind irgendwie so zwei Strömungen aufeinandertreffen oder zwei Wellen die gebrochen sind.
86	B: Und dann bilden sich auch...
87	I: Ja.
88	B: ... so... Bild 16. Ja, Bild 17 haben wir da, haben wir schon diskutiert. Musst da noch was haben? Ne!?
89	I: Nö, brauchst nich viel zu sagen, alles gut.
90	B: Bild 18: Kreisel. Also ich muss nur erkennen, was drauf ist auf den Bildern?
91	I: Genau, einmal eben kurz...
92	B: 18. 19: Wassertropfen. Ne.
93	I: Sind das Wassertropfen? Wassertropfen und da ist so 'n Strahl.
94	B: Ja, aber was ist das hier?
95	I: Ja, das ist irgendwie 'n... 'ne Höhle oder so, wo das Wasser dann runterläuft.
96	B: Achso, ja klar. Bild 20: Luftbild von einem Fluss. Saarschleife in Deutschland?
97	I: Ja, ne, weiß ich nicht ganz genau, ob die... ob das die ist.
98	B: Könnte es... könnte es sein. 21: Ich würde sagen, das ist gemalt.
99	I: Ja, das ist witzig, ne? Das sagen viel, dass das irgendwie sowas ist. Das sind äh... vom Wasser sind das so Spuren im Sand.
100	B: Wow, wow, das ist echt gut.
101	I: Das sieht stark aus, ne?
102	B: Ja. 22: Mosaik.
103	I: Genau.
104	B: 23: Romanesco.
105	I: Richtig. Das wissen auch nicht viele, was das ist.
106	B: Und 24: Mh, welche Turm könnte das sein?
107	I: Ja, das spielt keine Rolle.
108	B: Das spielt keine Rolle?
109	I: Ne.
110	B: Achso.
111	I: Aber es ist 'n Gebäude.
112	B: Gebäude, ziemlich hohes Gebäude, würd ich so sagen.
113	I: So, und wenn du jetzt. Kannst du einmal 'n bisschen sortieren? Wonach... du... du darfst frei entscheiden, wonach du die sortierst.
114	B: Wonach ich die sortier?

115	I: Einfach mal gucken, wie die zusammenpassen.
116	B: Was hattest du noch mal gesagt? Was war das? Ähm, 'ne...
117	I: Das ist 'n Wirbel von oben.
118	B: Wirbel.
119	I: So 'ne Wirbelstraße.
120	B: Gulli, wo pack ich 'n Gulli hin? Da! Wasser, Wasser... ich wollte jetzt Wasser... Wasser, Luft... hab ich das alles? Ne, das ist... das ist auch Luft. Luft, Luft, Luft. Wasser, Luft, Luft, Luft... gehört zum Wasser, Wasser, Wasser... ne, das ist Wasser. Das ist Landschaft. So würde ich sagen.
121	I: Ja.
122	B: Fünf Haufen.
123	I: Wo nach hast du das hier? Luft, Wasser, Landschaft... und was sind die beiden?
124	B: Äh, Materia... materielles Zeugs.
125	I: Hm (bejahend) ja. Ich mach davon eben 'n Foto. Dann brauch man nicht die ganzen Nummern sagen.
126	B: Ich könnt... kann auch dir die Nummern aufschreiben.
127	I: Ja, ne, dann... sitzt ja lange dran. Machen wir ganz flott eben, bisschen ausbreiten.
128	B: Ja.
129	I: Die auch noch eben.
130	B: Kannst das so...?
131	I: Ja, die weiß ich noch wohl.
132	B: Ja?
133	I: Mit dem, was wir dazu gesagt haben, kriegen wir das schon hin.
134	B: Und das Wasser brauchst... musst du ja auch nicht unbedingt haben, oder?
135	I: Ne.
136	B: Irgendwie weißt du dann, ne?
137	I: Genau. So.
138	B: Ach, macht hier ja richtig Spaß.
139	I: Ja, auch so Bilder sortieren und sowas.
140	B: (Lacht).
141	I: Ist doch schön.
142	B: Ist nicht so, wie Puzzle.
143	I: Sonst spielt man mit alten Leuten doch immer Memory oder ne?

144	B: Ja, genau.
145	I: So, ähm, ich greif mir jetzt mal eben 'n ausgewählte Bilder raus. Das ist zum einen Bild 1. Das ist bestimmt da mit drin.
146	B: Ja.
147	I: Dann Bild 2.
148	B: Könnte auch hier mit drin sein. Ha, ne. 5, 19.
149	I: Bild 4. Bild 2 hab ich noch nicht gesehen. Da. Bild 2. Bild äh 7, 15 und 17.
150	B: 17 hab ich.
151	I: 15 hab ich hier. Fehlt noch 7.
152	B: 7.
153	I: Das ist, glaub ich, das.
154	B: Das. Gut. Und die können dann jetzt zusammen?
155	I: Genau, kannst du eben zur Seite legen. Und äh, ich sag jetzt, die gehören zusammen.
156	B: Du sagst, diese gehörn alle zusammen?
157	I: Ja. Kannst du da irgendwie 'ne Verbindung...
158	B: Luft, Luft, Wasser, Wasser, Luft...
159	I: Und das war für dich Landschaft.
160	B: Ja, Erde. Für mich ist das Wasser, Wasser, Luft, Erde.
161	I: Hm (bejahend) und ähm kannst du... also hast du irgend'ne Gemeinsamkeit, was da auf allen Bilder irgendwie... was da gleich ist. Siehst du irgendwie was?
162	B: Gemeinsamkeiten?
163	I: Ja.
164	B: Ja, dies entsteht viel durch Windbewegung, ne? Was war das jetzt nochmal, was hast du gesagt? Wirbel?
165	I: 'Ne Wirbelstraße.
166	B: Wirbelstraße, ja durch Wind.
167	I: Ja, ist aus Wind, ja.
168	B: Gut, hier kannst du auch Wind machen. Die Dinger sind in eine Richtung geneigt.
169	I: Ja, genau. Da haben... da ist es auch so. Da weht so 'n Wind drüber, so 'ne Bewegung.
170	B: Ja.
171	I: Ja, das ist doch schon gut. Ich schmeißt jetzt einfach mal den Begriff Strömung rein. Windbewegung ist ja quasi 'ne Strömung.
172	B: 'Ne Strömung, ja.

173	I: Ähm, was verbindest du damit? Mit Strömung.
174	B: Kraft.
175	I: 'Ne Kraft, hm (bejahend). Und ähm... hast... kenn... also so... wenn du jetzt Strömung hörst, hast du irgendwie so 'ne Strömung, wo du direkt dran denkst?
176	B: Also du meinst, wenn ich jetzt irgendwie so ähm hier sowas hör [Schlürfgeräusch] ne?
177	I: Ja, sowas.
178	B: Ja, wo ich dann direkt dran denke? Bei diesen Bildern denke ich an Gefahr.
179	I: Hm (bejahend).
180	B: Ne, also... das ist mein erster Gedanke.
181	I: Ok, und ähm... findest du da irgendwas interessant? Hast du dich damit schon mal mit auseinandergesetzt oder...
182	B: Ne, auseinandergesetzt hab ich mich nicht. Ich hab da immer zurückgezogen, wenn sowas mal gewesen wär.
183	I: Gut, ähm, jetzt mal die Frage an dich: welche Bilder würdest du Strömungen noch zuordnen? Außer denen. Also, wenn du hier durchgehst nochmal eben. Welche würdest du noch mit draufschmeißen? Kannst am besten direkt die Zahlen sagen.
184	B: Nochmal Strömung?
185	I: Ja, zu Strömungen jetzt.
186	B: Das.
187	I: 14.
188	B: Das ist auch 'n Strom, ne?
189	I: 13.
190	B: Das gehört auch eigentlich dazu: Ebbe und Flut. Ähm, oder? Das war doch hier diese...
191	I: Genau.
192	B: ... Strömung.
193	I: 21.
194	B: Ja, Wasser strömt auch.
195	I: Hm (bejahend) 19.
196	B: Das ist auch Strömung.
197	I: 16.
198	B: Das nicht unbedingt.
199	I: Das war Bild 12.
200	B: Ja, das.

201	I: 5 gehört dazu.
202	B: Also wenn ich den Fluss begucke, ja.
203	I: Hm (bejahend).
204	B: Ne?
205	I: Ja.
206	B: 20.
207	I: Das ist auch Bewegung, Strömung.
208	B: Ist es für dich 'ne Strömung?
209	I: Nein.
210	B: Ok, Bild 18.
211	I: Nein, ist Bewegung.
212	B: Bild 8 auch nicht?
213	I: Nein.
214	B: Bild 23.
215	I: Nein.
216	B: Bild 22 nicht.
217	I: Ja, die brauchen...
218	B: Hm (bejahend), Bild 10 gehört dazu.
219	I: Das nicht.
220	B: Bild 11 nicht.
221	I: Das.
222	B: 9 gehört dazu. 6.
223	I: Na gut, da unter dem Deckel ist 'ne Strömung, ne?
224	B: Ja.
225	I: Gehlrt dazu oder? Oder geht es nur um den Deckel?
226	B: Es geht haupt... da jetzt eigentlich um den Deckel.
227	I: Dann kommt der weg und das auch.
228	B: Das war nochmal Bild 3 und Bild 24.
229	I: Ähm, wie hast du jetzt... dich jetzt entschieden. Was gehört für dich dazu...waru... warum... und was warum nicht?
230	B: Äh, äh zu Strömung?
231	I: Hm (bejahend).
232	B: Ja.

233	I: Was muss...
234	B: Bewegung ist für mich auch Strömung, ne?
235	I: Und das... das Pferd da? Da hast du ja auch Bewegung gesagt.
236	B: Ja, aber ist doch keine Strömung oder? Strömung entsteht doch durch... durch das Wetter auch.
237	I: Ja, zum Beispiel.
238	B: Ne? Durch Wind. 'N Fluss durchfließen.
239	I: Weil du jetzt zum Beispiel... weil du hier zum Beispiel ja auch Tiere hast. Und das ist für dich 'ne Strömung.
240	B: Ja, ist auch 'n Strom. Also 'n Strom, aber äh gut... in... in dieser geballten Form haben die ja... es entsteht ja 'n Strom oder nicht?
241	I: Ja, ich würd das auch so sagen.
242	B: Ja.
243	I: Aber mit einem Tier hast du's dann... ist das für dich dann noch kein Strom.
244	B: Ne, für mich noch nicht.
245	I: Also ein Vogel wär auch kein Strom?
246	B: Ne.
247	I: Ne, genau. Ja, ist doch gut. Also es müssen mehrere Sachen sein.
248	B: In diesem Fall, ja.
249	I: Ja.
250	B: Da trifft ja auch vieles zusammen. Da auch, da treffen auch zwei zusammen, um so ein Sog zu entstehen.
251	I: Ähm, warum gehören die nicht dazu? Weil die die Sachen eben einfach nicht erfüllen. Oder hast du da irgendwie...
252	B: Ne, also ein Haus erfüllt kein Strom für mich. Ne? Keine Strö... ja das... das... da unter'm Gullideckel, ne? Aber nicht... nicht den Gullideckel auf sich.
253	I: Ähm, sind dir denn sonst noch schon mal irgendwo Strömungen begegnet?
254	B: Gott, [Name] das kann ich dir so auf Anhieb nicht sagen.
255	I: Kannst einfach nachdenken. Mir fällt zum Beispiel eins bestimmt ein, was du schon gesehen hast.
256	B: Äh Strömungen.
257	I: Sowas hast du bestimmt schon mal in klein gesehen.
258	B: Jawohl, ja klar, hier, ne? Spüle.
259	I: Hast du also wohl schon mal gesehen.
260	B: Ja...

261	I: Den Stöpsel ziehen...
262	B: Den Stöpsel ziehen, Spüle. Ja, ist klar. Ja, das ja. Das hat man auch oft genug gesehen. Das hat man gesehen. Das weiß ich nicht, ob wir das schon mal gesehen haben. Das haben wir gesehen. Das von unten, Nummer 20 von unten, nicht von oben. Das haben wir gesehen in 'ner Tropfsteinhöhle.
263	I: Bild 19.
264	B: Bild 19. Bild 10 haben wir hier gleich nebenan, überall. Bild 5: ja, das siehste wenn du an der Küste bist. Bild 9: diese Wolkenformation hab ich noch nicht gesehen.
265	I: Das sieht stark aus, ne?
266	B: Die sieht wirklich stark aus, das muss man echt sagen. Da hat jemand 'n Schnappschuss (unv.). Bild 6: Sand aufgewirbelt, klar, haben wir auch gesehen.
267	I: Hast du schon mal selber irgendwie Strömung erfahren oder selber erzeugt? Dass du mal selber irgendwie in so 'nem Strudel drin warst, oder...
268	B: Ja, Menschenstrudel, ne? Dann gehst du ja mit der Masse mit. Das... sonst.. joa... fällt mir auf Anhieb nicht was ein.
269	I: Im Schwimmbad bestimmt schon mal so 'ne Stromschnell irgendwo. Hast du bestimmt auch schon mal gemacht oder nicht?
270	B: Ja.
271	I: Und äh w... was hast du dann gefühlt? Wie ist das?
272	B: Äh, och ja, wir wären ja beinah mal ertrunken.
273	I: Wieso? Erzähl?
274	B: Auf Madeira ist ja... ist ja Atlantik. Ging keiner baden. Wir waren kaputt und haben gesagt, wie gehen schwimmen. Haben aber nicht gewusst, wie stark der Atlantik ist. Und dann kamen wir nicht wieder zurück an die Felsen ran. [Name] ist an die Felsen gespült worden. Und ich raus auf's Meer und hatte echt arge Probleme, wieder an Land zu kommen. Da war ich froh, dass ich Sport getrieben hab. Ich hätt sonst nicht geschafft. Wir wären beide ertrunken. Da hat [Name] noch gesagt, mir wärs beinahe so gegangen wie meinem Arbeitskollege... oder sein Vorgänger. Der ist ja auch im Atlantik ertrunken. Also das war auch Strömung. Und da kannst du nicht gegen. Das ist Gewalt wo du nicht gegen ankommst. Oder ist schwer.
275	I: Also 'ne starke Kraft eigentlich dann auch.
276	B: Ja, klar.
277	I: Ähm, und selber schon mal so Strömung erzeugt? Du hast gerade gesagt: Stöpsel ziehen.
278	B: Ja, Strömugen erzeugt...
279	I: Bestimmt nicht... da fällt mir auch noch eins ein, was wir bestimmt auch schon mal gemacht haben. Planschbecken?
280	B: Ach Gott, ist das 'ne Strömung?

281	I: Ja klar ist das 'ne Strömung.
282	B: Ja gut (lacht).
283	I: Im Planschbecken sind wir noch immer bei... wie hießen die denn gegenüber von uns? Sind wir doch immer im Kreis gelaufen. Und dann irgendwann haben wir uns alle hingelegt und dann wirst du ja mitgetrieben.
284	B: Ja stimmt.
285	I: Sowas haben wir immer gemacht.
286	B: Das kann gut sein.
287	I: Solche Sachen, aber sonst... ja... ähm... wie hast du Strömungen erzeugt, wenn du welche gemacht hast? Was muss dafür gegeben sein?
288	B: Ener... selber, eigene Kraft, Energie, ne?
289	I: Ja. Ähm, du sollst dir jetzt vorstellen, dass du inner... in irgend'ner Firma arbeitest, in 'ner Werbeagentur. Und du sollst für 'ne Firma 'n Logo entwerfen zum Thema Strömungen.
290	B: Hm (überlegend).
291	I: Was... kannst du mal einfach... 'ne Skizze irgendwie was...
292	B: Oh [Name]!
293	I: Mit allem heute dabei. Musst mal einen von den Stiften (unv.).
294	B: (Lacht) zum Thema Strömung?
295	I: Ja, oder... Strömung irgendwie 'n Logo?
296	B: Irgendwie 'n Logo?
297	I: Ja.
298	B: Da würd ich dann schon eher: sowas vielleicht. Wirbel. Soll ich das wirklich aufmalen? Das ist ja blöd.
299	I: Also Bild 14 würdest du...
300	B: Ich würde Bild 14 nehmen.
301	I: Und dann als Logo?
302	B: Als Logo würd ich, glaub ich, Bild 1 nehmen.
303	I: Bild 1 also so 'ne Welle.
304	B: Ja. Ja, das ist aber jetzt nicht mit dem Hintergedanken, ich muss Kraft, ich Strömung... sondern einfach, weils schön aussieht. Ne, also. Ne... ist ja, wenn... wenn ich in der Werbung bin, muss ich ja 'n sch... schlagkräftiges äh Bild haben. Und das ist... das ist 'n bisschen ansprechender als wenn ich so eins lege.
305	I: Ja, das stimmt.
306	B: Ne, als wenn ich Nummer 20 nehmen würde. Oder äh... was könnte man noch als Strömung nehm? Na, ich mein, so... so 'n Bild, Nummer 10, ist für 'n Werbeposter, sagen wir mal, ansprechender als ein Bild Nummer 11. Oder das hier.

307	I: Ja, die passen ja sowieso nicht zu Strömungen.
308	B: Ne, ne, die passen sowieso nicht.
309	I: So, versuch mal ein... ein bisschen was zu malen.
310	B: Ach [Name]!
311	I: Ich will jetzt was sehen [Name].
312	B: Gut, Strömung. Krieg ich das hin? Soll ich mal ein Bild abmalen?
313	I: Ne, brauchst nichts abmalen, nur 'ne ganz kurze Skizze. So 'n... woran du... was für dich da so reinpassen würde.
314	B: Strö... Strömung.
315	I: Ja.
316	B: Fluss.
317	I: Ja.
318	B: So, soll ich dabei schreiben, dass das 'n Fluss ist?
319	I: Ne, das kann man doch erkennen.
320	B: Ja? Gut, ganz schnell.
321	I: Ja und ähm hast du noch mal 'n Gegenteil von Strömungen für mich? Was wär das?
322	B: 'N Gegenteil von Strömung? Vakuum!
323	I: Vakuum?
324	B: Ja, ist ja nichts.
325	I: Ja.
326	B: Oder? Im Vakuum ist keine Luftbewegung, da ist keine Strömung, da ist kein... nichts.
327	I: Ja.
328	B: Würd ich jetzt mal so sagen.
329	I: Hm (überlegend) und 'n Synonym für Strömungen? Oder 'ne Umschreibung irgendwie?
330	B: Also was ich bei... was mir dann bei Strömung einfällt, sind Urgewalten.
331	I: Hm (bejahend).
332	B: Ne?
333	I: Ja.
334	B: Würd ich jetzt sagen.
335	I: Äh, und wenn du jetzt jemanden anderen wa... Strömung erklären müsstest... also die ist doof und du musst mir Strömung erklären. Wie würdest du das machen? Was würdest du... womit würdest du anfangen?

- 336 B: Womit ich anfangen würde? Ja, da kannst mal sehen. Da... da bei den einfachen Sachen hapert's. Äh, wie würde ich das erklären? Strömungen. Wenn du drin bist und du hast keine Möglichkeit mehr rauszukommen. Und du brauchst viel Kraft um dort rauszukommen, viel Stärke.
- 337 I: Ja, viel Energie um da gegen den Strom irgendwie anzukommen.
- 338 B: Ja, ja.
- 339 I: Ähm, das ähm muss ich mir mal eben hier durchlesen. Die... wir haben jetzt ja schon 'n paar Strömungen benannt, die hier auf den Bildern: 'n Sog, 'n Strudel... wie kommt es überhaupt dazu? Weißt du das? Kannst du das zu irgendwelchen Bildern hier sagen?
- 340 B: Also... das ist... ist ja nun... 'n Wetter... durch's Wetter bedingt, ne?
- 341 I: Könntest du sagen, was da passiert? Ungefähr.
- 342 B: Durch kalte und warme Luftaufnahme, ne? Ja, da genau so. Das ist was anderes.
- 343 I: Ja, da tropft ja da Wasser.
- 344 B: Joa, das ist... joa... kalte und warme Luft... also bei denen... bei dem hier... ne, bei dem nicht. Das ist ja...
- 345 I: Weil hier sind zum Beispiel Temperaturunterschiede.
- 346 B: Ja klar. Joa... ja, was soll ich dazu sagen?
- 347 I: Ja, ist doch gut. Fäll... fällt dir sonst noch 'n Grund für... für Strömungen ein? Also Temperaturunterschiede. Du hast vorhin auch schon mal gesagt: mit'm Stöpsel.
- 348 B: Hm (bejahend).
- 349 I: Dass du da selber was machst.
- 350 B: Selber bewegen.
- 351 I: Ja. Also sagen wir: 'ne Kraft da irgendwie.
- 352 B: Ja.
- 353 I: Das heißt irgendwie, wenn 'ne Kraft von außen darauf wirkt. Könnte man das so sagen? Auf Wasser zum Beispiel.
- 354 B: Ja, durch... durch Wind, ne?
- 355 I: Genau. Ist da... dadurch kann 'ne Strömung entstehen. Und durch Temperaturunterschiede hattest du jetzt gesagt. Ähm, wie kann man Strömungen aufhalten?
- 356 B: Das kann man nicht aufhalten, Nummer 15. Oder ne... gibt es auch schon solche Wellenbrecher? Solche äh...
- 357 I: Weiß ich nicht.
- 358 B: Ja, da.. da hab ich schon mal zu gel... gehört oder gelesen. Kann man... also Nummer 15 kann man eigentlich nicht aufhalten. Ne, das sind äh Naturgewalten. Da haben wir Menschen... da stehen wir...
- 359 I: Und bei... bei solchen Strömungen zum Beispiel wie bei Bild 20? Dann

	beeinflusst der Mensch das ja schon.
360	B: Ja, das beeinflusst so 'n Mensch. Das kannst du ja begradigen, ne?
361	I: Zum Beispiel. Und was passiert dann? Dann wird die Strömung doller?
362	B: Hm (bejahend) und die Unwetter werden... also wenn... wenn äh Unwetter kommen, also werden die Katastrophen auch größer, ne?
363	I: Hm (bejahend), ja.
364	B: Was sagt uns das? Wir würden der Natur freien Lauf lassen. Das können wir Menschen nicht.
365	I: Ja, das stimmt. Ähm, wie kann man die Stärke beeinflussen? Also vielleicht auch irgendwie was stärker machen?
366	B: Noch irgendwas stärker machen?
367	I: Ja.
368	B: Ja, durch Motoren. Also sowas... sowas kann man ja...
369	I: Kann man das irgendwie no... kann man sowas denn irgendwie bestärken? Bei (unv.) ist schon schwierig.
370	B: Bestärken? Wahrscheinlich noch mehr durch unseren Lebenswandel, also Klimawandel, ne? Wenn wir da jetzt nicht bald mal aufpassen... sowas ja das sind Tiere da haben wir keinen Einfluss drauf. Bestärken? Wenn ich bei Bild... Bild 6 noch 'n Gebläse hinstelle, dann verstärke ich das ja nochmal wieder.
371	I: Klar, auf jeden Fall. Ähm, ja... ich glaub...
372	B: Sind wir durch?
373	I: Ne, mit dem ersten Teil.
374	B: Nein.
375	I: Pass auf, jetzt kommt nochmal was.
376	B: Hach, [Name].
377	I: Aber das ist quasi der gleiche Aufbau. Ich such mir jetzt wieder 'n paar Bilder raus und dann versuchen wir nochmal Gemeinsamkeiten zu finden. Einmal Bild 5, dann Bild 9.
378	B: Hab ich auch.
379	I: Bild 12, glaub das ist hier irgendwas. Das. Dann Bild 14, noch Bild 22.
380	B: Bild 14 hab ich. 22?
381	I: Und 23.
382	B: 23 hab ich auch und 22. Also...
383	I: Und wieder sag ich, die gehörn für mich 'n bisschen zusammen.
384	B: Die gehörn für dich zusammen?
385	I: Ja.

386	B: Also die fallen aus'm Rahmen für mich. Das Bild sowieso. Fällt ganz aus'm Rahmen. Bild Nummer 22. Das ist 'n Mosaik. Hab ich das richtig?
387	I: Ja.
388	B: Willkürlich gelegt. Das... das alles... alles andere bis auf... ja... da ist ja noch Bewegung, ne?
389	I: Hm (bejahend), aber das ist ja jetzt hier. Da ist ja keine Bewegung. Hier ist jetzt auch keine Bewegung.
390	B: Ja gut, wenn du es über 'n langen Zeitraum beibehältst, 23, hast du auch Bewegung.
391	I: 12 wär für dich auch Bewegung?
392	B: Das Meer im Hintergrund? Ne, ja, muss ja mit.
393	I: Also da stehen ja jetzt die Burgen eigentlich im F... im F... im Fokus, sag ich mal.
394	B: Also die umgekippten Eimer. Ja, das ist... was war das jetzt nochmal? Äh mit Wind, ne? Ne, was hast gesagt?
395	I: Mit äh Struk... ne mit... noch... noch nix. Die gehörn einfach für mich zusammen.
396	B: Also, welche zusammen gehören?
397	I: Ja, die gehörn für mich zusammen.
398	B: Ja, für mich auch. Und die...
399	I: Ne, ich mein alle gehörn für mich zusammen.
400	B: Alle gehörn für dich... warum?
401	I: Hm (bejahend), die sechs. Das sollst du rausfinden.
402	B: Ach Scheiße [Name] ehrlich? Ich dachte, du sagst mir das.
403	I: Ne, noch nicht.
404	B: Ne, für mich gehörn die nicht zusammen.
405	I: Welche gehörn denn für dich von denen zusammen?
406	B: Die drei.
407	I: Warum?
408	B: Ähm, Wasser, Wasser, Luft und auch Wasser, Luft. Wolken sind ja Wasser, ne? Das ist wieder Wasser. Da gehört Wasser zu und da gehört auch Wasser zu. Ja gut, da gehört Wasser und Luft zu, bei den Sandburgen.
409	I: Und deswegen fliegt das bei dir raus? Ja, stimmt. Wenn ich jetzt einfach mal sage: Struktur oder Strukturbildung. Unter dem Aspekt passen die zusammen wahrscheinlich.
410	B: Auch Nummer 23 Struktur?
411	I: Ja, ist das keine Struktur für dich?

412	B: Ja, weißt du, die sind so herangezüchtet worden. Also bilden die... alles was herangezüchtet wird, bildet ja 'ne St... möglichst perfekte Struktur. Hätte der hier so Ausläufer da oder würd er 'n bisschen uneben aussehen, würd der ja nicht verkauft werden.
413	I: Das stimmt. Und ähm...
414	B: Gut, aber das ist jetzt was anderes.
415	I: Ja, aber alles gut.
416	B: Hat nichts mit Bewegung und Dynamik zu tun.
417	I: Aber hier zum Beispiel haben wir jetzt ja auch nicht, dass die alle perfekt gleich sind. Aber das ist doch trotzdem irgendwo 'ne Struktur. Oder würdest du auch sagen: weil der jetzt zum Beispiel nicht so hoch ist, bei Bild 9...
418	B: Es ist 'ne Gleichmäßigkeit, joa weil sie alle so 'n kleinen Hügel haben.
419	I: Also für mich ist es auch zum Beispiel 'ne Wolkenstruktur.
420	B: Joa, joa. Kann man auch machen. Das ist 'ne Struktur, das auch. Na gut, das auch.
421	I: Hast du noch...
422	B: Bei Bild Nummer 23 bin ich nicht so ganz einig mit dir. Sieht optimal aus, so wie er wachsen muss. Ist künstlich herbei... genau so wie Nummer 22 auch... das ist auch 12, aber ist egal.
423	I: Aber Strukturen können ja auch künstlich sein oder nicht?
424	B: Ja, dürfen sie auch.
425	I: Ok. Aber das ist nicht so 'ne Strukturbildung wie das hier zum Beispiel.
426	B: Nein.
427	I: Das hier sind naturgebene Strukturbildungen.
428	B: Genau, diese sind gewollt.
429	I: Die sind durch den Menschen.
430	B: Ja.
431	I: Das... da können wir uns drauf einigen.
432	B: Gut.
433	I: Ähm für so zu Strukturen... was verbindest du damit?
434	B: Regelmäßigkeit, Alltagstrott... ja.
435	I: Hast du irgendwie 'ne Struktur schlechthin?
436	B: Ich bin 'n ganz strukturierter Mensch, [Name].
437	I: Deine Struktur? Deine Alltagsstruktur?
438	B: [Name] ja, ich nicht, ich bin nicht... ich bin unstrukturiert. Das sind... kreative Leute sind doch unstrukturiert.

439	I: Hast du... aber hast du irgendwie so 'ne Struktur, wo du sagst, da denk ich sofort dran, wenn ich an Struktur denke?
440	B: Jeden Morgen aufstehen, arbeiten gehen.
441	I: Ja, so 'ne Alltagsstruktur?
442	B: Ja (unv.).
443	I: Ähm, dann sag ich jetzt mal: diese Bilder jetzt auch nochmal zu Strukturen und zu Strukturbildung.
444	B: Sollen ich diese jetzt erstmal bei... beiseite legen?
445	I: Ja, die... die gehören ja sowieso dazu, hatten wir schon gesagt. Aber hier kannst du ja jetzt, wenn du willst, auch nochmal sortieren nach... durch die Natur erzeugte Strukturen und durch... nach den Menschen.
446	B: Oder... oder von Menschen?
447	I: Genau.
448	B: Gut. Das ist Mensch, Natur, Mensch. Ein Gullideckel, Struktur? Ja, von Menschenhand äh hergestellt, ja?
449	I: Für mich ist das auch 'ne Struktur.
450	B: Ja, die Vögel machen ihre eigene Struktur. Das auch. Natur, Natur, Natur. Bei den... bei Nummer 10, bei den Windmühlen. Ja, ich mein, das ist von Menschenhand struk... also die Windmühlen ja. In dem Bild geht es ja hauptsächlich nur um diese Mühlen, ne? (Unv.). Das ist Natur, auch Natur, auch Natur, Mensch.
451	I: Und das heißt, für dich sind alle Bilder, die ich mitgebracht hab, sind Strukturen?
452	B: Nein, nicht alle. Achso!
453	I: Ok, dann schmeiß die nochmal raus, die für dich keine Struktur sind. Oder keine Strukturbilder.
454	B: Hier das gestreifte. Das ist... hat jedes Tier. Also was nicht Struktur ist?
455	I: Das soll raus.
456	B: Das soll raus?
457	I: Ja.
458	B: Ja Gott, du kannst ja auch... zu jedem Bild kannst du ja 'ne... ne? Hier ist diese Löcher. So, hier sind's die Fenster.
459	I: Hm (bejahend).
460	B: Hier sind... da sach... haben wir grad schon drüber geredet. Also wieso... da die Dinger. Dat is ja wie bei 'nem Künstler. Du kannst ja ein Bild verhackstückeln und alles reininterpretieren, was du möchtest.
461	I: Ja, zum Beispiel ist das hier für dich 'ne Struktur, Bild 19?
462	B: Joa, eigentlich ja. Wasser fließt, tröpfelt.
463	I: Ok. Aber ich würde jetzt zum Beispiel sagen, Bild 19 ist 'n großer Unterschied

	zum Beispiel zu Bild 22.
464	B: Ja klar.
465	I: Weil hier ist es jetzt grade 'n Foto von irgendwas, was sich bewegt. Und das ist ja was Festes. Aber 'ne Struktur für dich kann sich also auch bewegen?
466	B: Ja, natürlich. Ich mein, dein Alltag ist ja auch strukturiert und du bewegst dich ja auch in diesem Alltag, ne?
467	I: Ja, ist spannend. Das sehen ja manche vielleicht anders. Dass die sagen, so 'ne Struktur das kann nur sowas sein wie zum Beispiel hier die Holzstruktur, die immer fest und gleich ist.
468	B: Ja, ne.
469	I: Ja, aber ist doch... sieht doch gut aus. Ich mach hiervon auch noch mal eben wieder 'n Foto.
470	B: Ah, das ist ganz interessant [Name]. Mit so kleinen... kleine Details, wo man sich nie Gedanken macht, ne?
471	I: So, und ähm ja Gemeinsamkeiten haben wir jetzt schon gesagt. Das sind von der Natur erzeugte und das sind Menschen erzeugte... ähm... was... was erfüllt sein muss, damit das 'ne Struktur ist... hattest du das schon gesagt?
472	B: Was... welches äh Muster...
473	I: Oder was... was muss für dich erfüllt sein, damit du sagst: Jo, das ist 'ne Struktur?
474	B: Das Zebra hat immer wieder die gleichen... das gleiche Fell. Ja, gut...
475	I: Also so 'ne... so 'ne Wieder... Wiederholung irgendwie.
476	B: Ja. Das hier... das erfüllt die Kriterien einer Struktur.
477	I: Was sind denn für dich die Kriterien?
478	B: Immer wiederkehrend, ne? Das ist 'ne Struktur für mich. Äh, auf... auf jeder Seite dieser... dieses... geh mal davon aus, vom Lift... drei Fenster. Etage für Etage. Ist für mich 'ne Struktur. Das ist willkü... ja die sind garantiert auch so aufgebaut worden, dass man sagt: in diese Richtung muss das gebaut werden. Also ist... unterliegt das auch wahrscheinlich einer Struktur. Geh ich mal von aus, weiß ich aber nicht. Warum dieser Aufbau... Da finde ich, dass äh diese Strukturen bei Bild 14, 15, 1, 6... ne, das ist keine Struktur. Weil in Bild Nummer 6. Das hast du ja... das ist ja Struk... ne, Bild Nummer 6 nicht.
479	I: Ist gar keine Struktur?
480	B: Ne.
481	I: Schmeißen wir die hier hin.
482	B: Ähm, Nummer 1 auch n... ja gut, die Wellen kommen immer wieder. Aber in zeitlichen Unterschieden und in zeitlicher... und in äh... in unterschiedlicher Stärke.
483	I: Also auch rausschmeißen?
484	B: Ja, 'ne Welle kann man... 'ne Welle kommt immer wieder.

485	I: Also so kann man sagen?
486	B: Ist 'ne Struktur.
487	I: Ist 'ne Struktur.
488	B: Ist 'ne Struktur da, ne? Ja. Das ist... ja... ist ja nicht immer so, dass die so fliegen. Ist... fängt da... wo fängt Struktur an und wo hört sie auf?
489	I: Ne, das will ich jetzt von dir wissen, das ist ja das Spannende.
490	B: Achso gut. Struktur fängt für mich da an: Wie gesagt, jeden Tag morgens um 7 Uhr aufstehen. Das ist für mich Struktur.
491	I: Also, wie gesagt, immer sowas...
492	B: Das hast du nicht jeden Tag morgens um 7 Uhr. Bild Nummer 13. Das ist ja irgendwann mal. Ne, auch raus.
493	I: Ok, und hier? Das wär ja auch irgendwann mal.
494	B: Genau.
495	I: Aber ist es für dich 'ne Struktur?
496	B: Wenn du's Bild so betrachtest, ja. Aber das ist im... immer wiederkehrend. Ja, eigentlich. Im Normal alle vier Stunden.
497	I: Man könnte ja auch sagen, dass diese Rippel immer wiederkehrend sind in dem Bild.
498	B: Aber sie werden nicht... nie genau so.
499	I: Das stimmt.
500	B: Das ist 'ne Struktur, das... dieser Gullideckel, der hat g... immer so und so viele Löcher. Ich weiß nicht, wie viele er jetzt hat. Und genau so viele kleine... hier, ne?
501	I: Quadrate dadrauf.
502	B: Quadrate.
503	I: Hm (bejahend), ja, ist doch gut. Sind dir sonst so Strukturen begegnet, außer jetzt zum Beispiel hier auf den Bildern? Die du irgendwie...
504	B: Ja, donnerstagsabend Sport mit anschließend Sektrinken (lacht). Das läuft aber ganz schnell. Das ist auch so 'n fester Bestandteil und das ist auch 'ne Struktur. (Unv.).
505	I: Ja, alles gut und ähm, wenn du selber Strukturen erzeugst, denn sind hauptsächlich solche Sachen, wie den Alltag strukturieren? Oder hast du auch selber schon mal irgendwie sowas gemacht?
506	B: Ne. Ja, hab ich. Was hab ich? Ja.
507	I: Bestimmt schon mal.
508	B: Bestimmt, also [Name], das sind so Dinge, die denkt man im Leben... da denkst du nicht drüber nach.
509	I: Stimmt wohl.

510	B: Das ist zum Beispiel: jedes Jahr, 1. Januar, neuen Kalender aufhängen. Das ist 'ne... Ritual. Aber es ist es 'ne Struktur? Ja auch, natürlich. Das machst du auch jedes Jahr.
511	I: Ja, hm (bejahend). Und sonst so, wenn du irgendwie zum Beispiel mit... mit irgendwas gearbeitet hast, was du irgendwie da... irgendwas struk... st... also irgend'ne Struktur rausgeholt hast.
512	B: Hm (überlegend).
513	I: Ich sag mal zum Beispiel als wir euren Hof gepflastert haben oder so. Hast du da irgendwie in 'ner Struktur die Steine gelegt oder solche Sachen?
514	B: Ne... ja, sicher man legt sie neben... ja, das, gut... da legt man das nach einem Muster fest, ne?
515	I: Das ist ja irgendwie 'ne Struktur oder ne?
516	B: Ja, ja, ist ja 'n Muster, ne?
517	I: Oder wenn du... wenn du überlegst, wie der Garten zum Beispiel angepflanzt ist. Da ist ja auch 'ne Struktur drin.
518	B: Ja, machste auch nach 'nem Muster, ja. Gartenarbeit machste auch nach... nach 'ner Struktur oder nach 'nem Muster.
519	I: Könnte man auch so sagen oder?
520	B: Ja, Jein.
521	I: Warum nicht?
522	B: Ja, gehen wir mal jetzt das Thema Gartenarbeit. Dann müsste ich ja jeden Samstag Rasen mähen und jeden Freitag die Beete saubermachen. Das tu ich ja nicht.
523	I: Ja, aber ich... für mich ist zum Beispiel wenn vorne... du sagst immer, ich bau jetzt... hier vorne baue ich immer meine Tomaten hin und hier hab ich meine Blumen und da ist mein Rasen zum Beispiel. Das ist ja auch eine Struktur.
524	B: Ja sicher, aber das ist 'ne festgegebene Struktur, die ich einmal festgelegt hab.
525	I: Ja, aber das ist doch 'ne Struktur oder nicht?
526	B: Ja... joa, aber da denkste gar nicht mal drüber nach.
527	I: Ja, aber das... das ist ja... das hat jetzt nichts mit 'nem Ablauf zu tun, sondern eher mit 'nem Aufbau.
528	B: Stimmt, äh Struktur ist bei mir viel immer Ablauf, nicht Aufbau. Ja, [Name] ich hab da auch noch nie drüber nachgedacht.
529	I: Ne, ist doch auch mal gut, deswegen frag ich ja so nach. Ich find das auch wohl spannend. Ähm, wir machen mal die nächste Frage. Wieder: du bist in 'ner Werbeagentur und darfst nochmal 'n Logo malen.
530	B: Nicht noch eins!
531	I: Doch!
532	B: (Lacht). Was für eins muss ich jetzt malen?

533	I: Zu Struktur
534	B: Zu Struktur?
535	I: Hm (bejahend). Ich helf dir mal eben kurz, meine Zettel sind drunter gelegt.
536	B: Ja. Äh zu Struktur. Ja, dann äh... die Struktur passt jetzt auch von den Bildern her... am besten für mich der Gullideckel. Weil der nämlich immer die gleichen... soll ich 'n Gullideckel malen?
537	I: Ja, oder...
538	B: Oder ich schreib einfach hin: Gullideckel. Dann weißt du Bescheid, brauch ich nicht malen.
539	I: Versuch doch mal.
540	B: Ach gut, also das muss nicht unbedingt schön sein, ne? Sagst du.
541	I: Absolut nicht.
542	B: So, muss ich... muss ich das ganz ausmalen?
543	I: Nein, alles gut. Aber dann weiß ich, was... wie das für dich...
544	B: Ja, äh.. ne, der hat ovale... so, gut. Reicht das?
545	I: Ja.
546	B: Gut. Ich schreib noch drüber: Gullideckel.
547	I: Ja, ich weiß das wohl.
548	B: Ja, nicht dass du das vergisst, ne?
549	I: Ne.
550	B: Jeder hat ja mal 'n bisschen Alzheimer. Ah ne, du musst beide haben.
551	I: Genau. Und äh, das hab ich gerade noch gar nicht mit gemacht. Jetzt noch einmal, dass du mir so 'ne Definition für 'ne Struktur aufschreibst. Hier irgendwie daneben. Was für dich Struktur ist.
552	B: Da reicht eigentlich: Alltag. Oder musst du noch mehr haben? Wiederholung. Noch mehr?
553	I: Kannst du daraus noch 'n Satz bilden irgendwie?
554	B: Achso, muss ich das auch noch?
555	I: Ja, wenn das geht.
556	B: Immer... immer wiederkehrende... ich schreib mal wiederkehrend dann mit "i" und zusammen?
557	I: Ja.
558	B: Mit "ie" und zusammen?
559	I: Ja.
560	B: Tätigkeiten und feste hm Strukturen (lacht)... feste Abläufe.

561	I: Ja.
562	B: Ne, das ist ja immer wiederkehrende Tätigkeiten.
563	I: Oder feste Muster irgendwie so?
564	B: Genau, Muster. Joa, noch mehr? Nö.
565	I: Ne, ist doch gut. Ähm, dann sind wir jetzt ja hier, wir sind ja schon... wir haben's schon fast geschafft.
566	B: Ah, Gott sei Dank (lacht).
567	I: Äh für dich das Gegenteil von Struktur?
568	B: Flexibilität, noch mehr?
569	I: Wenn dir was einfällt, los. Wenn nicht, dann nicht.
570	B: Löiböisen (platt. Faulenzen) (lacht).
571	I: Löiböisen, ja.
572	B: Das streich auch mal.
573	I: Ach, alles gut.
574	B: Das hab ich aber jetzt nur wegen der Arbeit.
575	I: Ja, alles gut. Ähm, und äh hast du noch 'n Synonym vielleicht oder irgendwie so 'ne Umschreibung von Struktur?
576	B: Ja, das hält einen gefangen, gefesselt. Persönlich. Es braucht aber, die Menschen brauchen Strukturen. Kinder ganz besonders, ne? Das weißt du ja.
577	I: Ja.
578	B: Frühzeitig aufstehen, ne? Was die nicht schaffen (lachen).
579	I: So wie heute.
580	B: Ne, heute hast du pünktlich. Heute warst du echt... da waren wir ja zu spät.
581	I: Ach Gott.
582	B: Aber so wie neulich bei Oma, ne?
583	I: Ja.
584	B: Nein, alles gut.
585	I: Da musst ich gestern auch nochmal lachen.
586	B: Ich auch.
587	I: Ähm, wir haben jetzt ja schon paar Strukturbildung hier gesehen und du hast auch 'n paar benannt. Ähm, wie kommt's zu solchen Strukturen?
588	B: Ja, zum einen die Natur bildet diese Strukturen. Wenn du jetzt äh hier sowas siehst, sowas. Und das meiste ist die Struk... die meisten Strukturen, würd ich sagen, sind von uns Menschen gemacht.
589	I: Ok, und was muss für zum Beispiel so 'ne Naturstruktur... was muss da gegeben

	sein? Damit das so passieren kann?
590	B: Wind, Wasser... also hier? Dies?
591	I: Hm (bejahend).
592	B: Ja, Ebbe und Flut.
593	I: Das heißt irgendwie, Wasser muss mit irgendwas...
594	B: Ne, hängt ja dann auch noch mit der Mondphase, mit'm Mond zusammen, ne?
595	I: Ja.
596	B: Also ich kenn mich mit Ebbe und Flut nicht genau aus. Ich weiß nur, dass alle vier Stunden mal kommt.
597	I: Und ähm... aber du würdest schon sagen irgendwie, dass... dass da so vom Wasser oder vom Wind 'ne Bewegung sein muss... und dass das dann irgendwie... ja, was... was passiert dann?
598	B: Ja, dann kommen solche ähm...
599	I: Das hier zum Beispiel auch noch.
600	B: Ja, da kommen solche schönen Bilder zustande. Nein, also dann äh Wasser, Wind... wie ist das mit Ebbe und Flut? Wasser, Wind, Mond...
601	I: Ja, der... der Mond, aber es geht jetzt hauptsächlich um das, was hier auf der Erde passiert. Also das Wasser fließt da quasi drüber...
602	B: Ja, fließt drüber und ähm zieht's auch wieder ab.
603	I: Genau, und dann bleibt dann so 'n Muster.
604	B: Ja.
605	I: Ok.
606	B: War das alles? [Name] ich bin geschlaucht.
607	I: Fast geschafft. Wie würdest du 'ne Struktur aufhalten? Sowas jetzt zum Beispiel.
608	B: Das kannst du nicht aufhalten.
609	I: Und wenn ich da jetzt durch trete (unv.).
610	B: Wenn du deine Füße darein steckst, ja gut, dann ist die Struktur nicht mehr gleich. Das ist klar. Aber ich dachte jetzt, du willst die jetzt... äh das Wasser aufhalten. Das kann... das kannst du nicht.
611	I: Ne, ich mein jetzt die Struktur. Ob man 'ne Struktur kaputt machen kann.
612	B: Ja, das kannst du kaputtmachen, das geht. Das kannst du auch zerstören. Nummer 22 kannst du auch zerstören. Haste auch kein Problem mit. Nummer 24 kann ich auch 'ne Bombe reinschmeißen. Hab ich 'n Problem. Äh...
613	I: Ne, aber also man kann Strukturen kaputtmachen, indem man...
614	B: Gewalt.
615	I: Joa, oder...

616	B: Ge... oder hier Kraft.
617	I: Könnte man dann vielleicht auch sagen, dass das Gegenteil von Struktur irgendwie so 'ne Art Chaos ist?
618	B: Joa. njoa, joaa. Kann man sagen.
619	I: Für 'n Alltag würd das ja auch zutreffen oder nicht?
620	B: Also dann... da... da ist ja kein Chaos, wenn du deine Füße da reinstellst bei Bild Nummer 5. Bei Bild Nummer 21 auch nicht, hast du auch kein Chaos. Bei Bild Nummer 16 wenn du da die Füße da reinstellst, du hältst dann ja 'n bisschen Wasser auf, aber es geht ja trotzdem weiter. Würde ich sagen.
621	I: Ja. Und ähm, wie könnt man es stärker... die Stärke von solchen Strukturbildungen beeinflussen?
622	B: Die Stärke von Strukturbildungen beeinflussen? Ja, noch mehr Stärke. Ne.
623	I: Noch mehr Energie da irgendwie rein?
624	B: Ja, würd ich sagen.
625	I: Ja, ist doch gut. Dann hast du es jetzt wohl geschafft. Ich hab noch, vorhin das hab ich noch vergessen, also du hier auf der Seite gemalt hast. Kannst du mir da vielleicht auch nochmal 'ne Definition von Strömung hinschmeißen. Ist jetzt vielleicht schon 'n bisschen spät, wenn dir nichts einfällt, ist auch nicht schlimm.
626	B: Äh fließend, ja reißend. Die (unv.), die gehen mir auf'n Keks. Hau se mal tot.
627	I: Wo sitzt die denn? Da.
628	B: Fliegenklatsche ist sonst wohl auf der Fensterbank.
629	I: Zwei Stück.
630	B: Strömung: fließend, beruhigend auch manchmal, 'ne Strömung kann ja auch beruhigend sein, ne? Beruhigend.
631	I: Hast du noch irgendwie so 'n Satz nochmal auch?
632	B: Was 'ne Strömung sein kann?
633	I: Also was muss da strömen oder...
634	B: Luft, Wasser, eigentlich die vier Elemente. Ne, Feuer muss nicht strömen. Muss auch nicht fließen. Feuer ist nicht fließend. Stimmt... (unterbrochen).
635	I: Luft, Wasser war doch schon gut.
636	B: Ja, die vier Elemente sind doch Luft, Wasser, Feuer und...
637	I: Erde meinst du jetzt noch.
638	B: Ja, du hast, bis auf Feuer, hast du eigentlich alle Elemente ja hier drin in den Bildern. Warum habt ihr Feuer nicht genommen?
639	I: Ja, ne gute Frage.
640	B: Oder?
641	I: Das stimmt schon. Das ist eigentlich... jetzt würde ich das dann vorwegnehmen.

	Ich lös das vielleicht nach dem... nach dem mal auf.
642	B: Joa. Achso, ich soll jetzt noch 'n Satz zu Strömungen?
643	I: Wenn dir da noch was zu einfällt. Wenn nicht, ist auch nicht schlimm. Wenn du es so stehen lässt, ist auch gut.
644	B: Ja, ich lass es so stehen. Für mich ist 'ne Strömung fließend, beruhigend.
645	I: 'Ne fließende Bewegung von
646	B: Wasser und...
647	I: Genau, dann schreib das noch mal eben dahinter, dann...
648	B: Fließende Bewegung. So.
649	I: Ja, super. Dann haben wir's geschafft.

21.1.6 Interview S3A

1	I: Dann wird das jetzt aufgenommen. Dann hab ich 'n paar Bilder mitbracht und du sollst einfach mal 'n bisschen sortieren, wie das für dich passt. In kleinen Gruppen oder einzeln. Und ja... kannst einfach loslegen.
2	B1: Ja, das sieht aus wie... wie äh Ebbe.
3	I: Genau.
4	B1: Und das ist 'ne Frucht. Aber was für eine weiß ich jetzt nicht.
5	I: Hm (bejahend).
6	B1: Unter Wasser (unv.).
7	I: Das ist im Sand, wo Wasser so Spuren hinterlassen hat.
8	B1: Achso, also auch von Ebbe?
9	I: Ja.
10	B1: Hm (bejahend), Joa.
11	I: Wenn du nicht weißt, was das ist, kannst du... das kann man ja erkennen, was das ist.
12	B1: Ja, das sind Wolken.
13	I: Genau.
14	B1: Sehr äh schön angeordnet. Und das ist 'n Tornado oder 'ne Windhose.
15	I: Die packst du jetzt alle zusammen?
16	B1: Hm?
17	I: Packst du die alle zusammen? Sortierst du die schon nach irgendwas oder?
18	B1: Nö.
19	I: Ok.
20	B1: Ich guck mir die jetzt an und sag da was zu. Das ist 'n Fluss.
21	I: Genau.
22	B1: Hier hat einer Sandburgen gebaut oder was?
23	I: Ja, genau.
24	B1: Ein Zebra.
25	I: Das ist vom Satelliten aufgenommen.
26	B1: Ja, das ist äh die Wolkebildung, Wetterbildung.
27	I: Genau.
28	B1: Das könnte sein so zwei zusammenfließende Flüsse oder was.
29	I: Hm (bejahend), ja.
30	B1: Windkraftanlage... ja, das sieht aus wie 'n Fußball. Fast.

31	I: Fast, ne.
32	B1: Ja, dies ist jetzt 'ne Wolkenbildung.
33	I: Hm (bejahend).
34	B1: Also da droht sich wahrscheinlich wohl irgendwo mal 'n Unwetter an.
35	I: Ja.
36	B1: Das ist für Wellenreiten gut. Das sind schöne hohe Wellen. Sandsturm. Oh, das sind Vögel.
37	I: Ja, genau, ein ganzer Vogelschwarm.
38	B1: Ja. Ein Kreisel. Wassertropfen.
39	I: Ja.
40	B1: Gehren und Blumen.
41	I: Genau, die sich im Wind bewegen.
42	B1: Ja. Ein (unv.) Hochhaus im Unwetter.
43	I: Genau.
44	B1: Ist 'n bisschen dunkel dahinten. Joa, Farbenspiel.
45	I: Ja, genau so 'n Tuschkasten irgendwie was.
46	B1: Joa. Ja, wie sich das genau nimmt, weiß ich jetzt nicht. Aber das ist äh 'n Sog.
47	I: Strudel oder Sog.
48	B1: Ja. Gullydeckel.
49	I: Genau.
50	B1: Und das? Was könnte das sein?
51	I: Das ist auch vom Satelliten aufgenommen.
52	B1: Joa, irgendwo... ja, was das sein kann, weiß ich nicht.
53	I: Das sind... sein... einfach Wolken. Und in den Wolken sind so Wirbel.
54	B1: Achso.
55	I: Wirbelstraße heißt das. Hast du da jetzt irgendwie Gruppen? Sachen, die du zusammen sortieren würdest und die du rausschmeißen würdest?
56	B1: Ja, das hier, das ist ja...
57	I: Nimm dir ruhig Platz also...
58	B1: Ja, das... das... das ist äh Farbkasten. Wasser , Kreisel, Natur. Das auch. Das auch. Das gehört auch dazu. Ach, das weiß ich nicht. Was das sein soll, weiß ich nicht.
59	I: Joa, irgendwie so 'n Mosaik.
60	B1: Joa.

61	I: Alles gut.
62	B1: Irgendwie... das auch da. Dies hier. Das. Das gehört mit dazu. Strand. Wasser. Die würd ich... die würd ich so setzen.
63	I: Hm (bejahend) und wonach hast du sortiert?
64	B1: Äh, nach dem äh was mit Wasser zu tun hat.
65	I: Und das hat jetzt zum Beispiel nicht was mit Wasser zu tun?
66	B1: Ja, doch auch. Das hat ja nun äh... das ist ja Wetterbildung.
67	I: Ach so, weil die Wolke jetzt aus Wasser besteht?
68	B1: Ja.
69	I: Ja.
70	B1: Das ist auch wieder Windkraft. Das ist auch wieder... äh Natur. Wolken. Dann äh das Wasser. Hier ist auch wieder Natur. Hier ist Natur. Hier und hier ja.
71	I: Und das hier zählt doch eigentlich auch zu Natur oder? (überlappend)
72	B1: Ja, hat aber nichts mit Wasser zu tun.
73	I: Ok, also hast du dann Wasser und Natur zusammen?
74	B1: Ja.
75	I: Ok.
76	B1: Das hat jetzt mit Wasser zu tun. Aber das hat äh woanders mit zu tun.
77	I: Ja. Ich schnapp mir jetzt mal 'n paar Bilder raus. Das müssten ganz viele sein, die du hier schon mit reinsortiert hast. Das ist.. Bild Nummer 4 nehme ich einmal. Nummer 15, Bild Nummer 2, 1 fehlt mir noch. 1, 4. 7 gehört da nochmal dazu. Und die würde ich jetzt zusammensortieren. Da können wohl mit in die Gruppe passen, aber... kannst du da irgendwelche Gemeinsamkeiten erkennen?
78	B1: Nö, eigentlich nicht.
79	I: Dann sag ich mal, auf den Bildern bewegt sich immer was.
80	B1: Jaja, gut. Das ist ja bei dem... bei dem... äh bei diesen ist das ja auch. Bewegt sich ja auch was. Und bei dem Sandsturm bewegt sich auch was.
81	I: So, ich hab dir nochmal zu den Bildern, die da liegen, hab ich dir nochmal Videos mitgebracht. Da ist zum Beispiel auch noch der Vogelschwarm mit drin. Wenn du dir davon noch irgendwas angucken willst. Eigentlich sind das ja Bewegungen. Hier hab ich zum Beispiel die Pflanzen in Wind. Kannst du das irgendwie mit... mit dem Wasser zum Beispiel... mit den Wasserwellen in Verbindung bringen?
82	B1: Ja, kann man. Da kann man die Wellen... also das ist... ist ja auch 'ne Welle.
83	I: Und zum Beispiel der Tornado und der Strudel?
84	B1: Ja, gut, das sind... das sind auch Bewegung. Das ist auch Bewegung, ist das, nicht? Also...

85	I: Genau, 'ne Bewegung von Wasser.
86	B1: Ja.
87	I: Und 'ne Bewegung von...
88	B1: Ja.
89	I: Das ist der Wind. Bewegung von was?
90	B1: Hm?
91	I: Der Tornado? Was ist da für Bewegung?
92	B1: Ja, vom Wind.
93	I: Also 'ne Bewegung von Wind und Wasser hier jetzt?
94	B1: Ja, ja.
95	I: Gibt's da irgendwie 'n Oberbegriff für? Wenn Wasser sich bewegt.
96	B1: Ja, 'n Obergriff meint er ja jetzt.
97	I: Genau. Hier hast du was zu gesagt.
98	B1: Strömung [weitere Person im Raum ruft rein].
99	I: Strömung.
100	B1: Ja.
101	I: Strömung von Wind und Wasser.
102	B1: Jaja.
103	I: Was verbindest du damit mit Strömung?
104	B1: Energie, also Bewegung. Bewegung von Wasser, die also die äh umgesetzt wird dann wieder in Energie.
105	I: Hm (bejahend) und ähm hast du irgendwie 'n e Strö... also wenn ich Strömung sage, irgendwas, woran du sofort denkst? Das ist die Strömung.
106	B1: Joa, Strömung dann an einen Fluss, ja.
107	I: Denkst du direkt an den Fluss.
108	B1: Bitte?
109	I: An den Fluss denkst du dann?
110	B1: Ja, das ist Bew... das ist äh Bewegung, also Strömung.
111	I: Und welcher... (unterbrochen).
112	B1: Ein stehendes Gewässer ist ja was anderes.
113	I: Genau.
114	B1: Ja, und äh 'n Fluss bewegt sich... hat also 'ne Strömung, ja.
115	I: Und welche Bilder würdest du dazu noch einordnen von denen hier, die nicht dazu... (unv.) liegen?

116	B1: Die... die hier. Also dieses auf jeden Fall hier.
117	I: Ok. Bild Nummer 6.
118	B1: Dieses auch.
119	I: Bild Nummer 13. Ich muss das immer eben dazu sagen, weil ich die Nummern später dann brauche.
120	B1: Ja, hier ist der, der Fluss. Ja, dies hat auch Bewegung.
121	I: Ja.
122	B1: Das ist auch hoh... äh hier ist auch Bewegung.
123	I: Ja.
124	B1: Das ist jetzt ruhend, ruhend.
125	I: Was ist zum Beispiel hiermit? Das Zebra. (Unv.).
126	B1: Ja gut, es läuft. Äh also hat es auch 'ne Bewegung, ist klar. Aber äh...
127	I: Ist das für dich 'ne Strömung?
128	B1: Nö, nö.
129	I: Das schmeiß ich das auch mit hier hin.
130	B1: Ja, genau.
131	I: Also welche würdest du alle rausschmeißen?
132	B1: Ja, dieses nicht. Weil hier ja die Ebbe ist und dadu... kommt ja wieder die Flut. Da ist ja auch Bewegung.
133	I: Hm (bejahend) aber auf dem Bild jetzt direkt?
134	B1: Auf dem Bild nicht, nein. Auf dem Bild ist das nicht.
135	I: Gut.
136	B1: Hier auch nicht.
137	I: Auch gut.
138	B1: Hier auch nicht.
139	I: Ja.
140	B1: Tja, und die 10... die 10 da ist auch Bewegung drin, die rotierenden Blätter. Also das würde ich sagen.
141	I: Genau, ja.
142	B1: Und äh, naja, hier verändert sich's auch. Wenn man nur auf dem Bild jetzt sieht, sieht es aus, als wenn es so stehen müsste, aber da ist auch ne Bewegung drin.
143	I: Gut, dann sag ich einmal eben die Nummern, damit ich das mal hab. Bild Nummer 1,4, 15, 2, 13, 20, 6, 7, 17, 16, 14, 19, 10 und 9. Gut. Die andern kann ich dann ja rausschmeißen.

144	B1: Ja.
145	I: Das sieht doch hier auf jeden Fall gut aus. Und äh Gemeinsamkeiten hast du jetzt gerade alle schon genannt, warum das so sortiert hast. Ähm, die hast du rausgeschmissen, weil sich da nichts bewegt. Oder zum Beispiel bei dem Zebra...
146	B1: Jo, dieses ist... nö, ist keine Bewegung.
147	I: Und hier?
148	B1: Ja, da ja. Da finde ich ja ist viel Bewegung drin.
149	I: Ok, das sind weil viele Dinge sich bewegen oder...
150	B1: Ja, weil der Vogelschwarm selber sich bewegt.
151	I: Ok. Hm, was muss also für dich erfüllt sein, damit man von 'ner Strömung sprechen kann? Weil das sind ja alles Strömungen.
152	B1: Ja, auf jeden Fall 20, das Bild.
153	I: Hm (bejahend), aber ich mein, was muss... was muss erfüllt sein? Also was muss sich bewegen? damit du sagst, das ist für mich 'ne Strömung.
154	B1: Ja, das Bild selber gibt es ja her. Das Bild selber zeigt ja, dass da eine Bewegung ist.
155	I: Ok, aber 'ne Bewegung von was?
156	B1: Eine Strömung... und 'ne Strömung... ja, dies ist keine Strömung. Und das auch nicht. Das auch nicht, das ist 'n Tropfen. Aber das ist 'ne Strömung, das ist 'ne Strömung. Dieses ist Bewegung.
157	I: Ist schwierig, ne? So 'n Begriff direkt für Strömung zu finden.
158	B1: Ja, weil äh... ja es ist ja Sog.
159	I: Genau.
160	B1: Du hast ja 'n Sog da. Und dies ist Bewegung, wenn man's im Bild jetzt sieht: Wellenform.
161	I: Genau, ja.
162	B1: Ja. Und das hier ist auch Bewegung und Strömung.
163	I: Ja, auf jeden Fall.
164	B1: Ja, und das hier ist Bewegung, ist aber keine Strömung, in diesem hier.
165	I: Hm (bejahend), ja.
166	B1: Nech? Das ist äh... gehört zu dem dahinten.
167	I: Ok.
168	B1: Also, ich würd sagen, diese Bilder... die... das hier kann man auch als Strömung berechnen hier. Und das sind die Bilder, wo ich sagen würde, da ist 'ne Strömung drin.
169	I: Und warum, also warum sagst du, das sind... wonach hast du jetzt... warum hast du hier rausgeschmissen?

170	B1: Ja, weil da nur 'ne Bewegung ist.
171	I: Das ist nur 'ne Bewegung und das ist 'ne Strömung.
172	B1: Das ist 'ne Strömung.
173	I: Ok. gut.
174	B1: Obwohl dieses ja auch nur 'ne Bewegung ist hier. Bloß das sieht dann aus...
175	I: genau wie so 'ne Wellenbewegung.
176	B1: ... wie 'ne Wellenbewegung als wenn es strömt. Äh aber es... im Grunde genommen, ist es auch nur 'ne Bewegung durch den Wind.
177	I: Und das... da haben wir letztendlich auch 'ne Bewegung oder? 'Ne Bewegung Wasser.
178	B1: Ja, aber hier sieht es so aus, als wenn da zwei Ströme zusammenkommen. Ja?
179	I: Ja.
180	B1: Sieht so aus.
181	I: Ja, ist auch richtig. Da sind zwei Ströme, die zusammenkommen.
182	B1: Ja. Nech? Und wo die sich treffen, da entsteht Wirbel und Strömung.
183	I: Ja, sowas oder sowas.
184	B1: Ja, genau.
185	I: Ja, ist doch gut. Und äh hast du sonst schon... also jetzt außerhalb von den Bildern schon Strömung, die... die dir so im Alltag oder so begegnet sind? Jetzt nicht unbedingt im Meer oder so, sondern vielleicht auch mal hier im Haushalt oder?
186	B1: Jaja, wenn's Wasser läuft.
187	I: Zum Beispiel, wenn du 'n Stöpsel ziehst.
188	B1: Ja
189	I: Solche Sachen.
190	B1: Dann passiert das auch, dass das hier so... Wasser auf einmal weg geht, dann entsteht ein, ein äh... ein Sog, nech?
191	I: Ähm, hast du dann selbst dann auch schon mal Strömungen erzeugt irgendwie?
192	B1: Ne, selber erzeugt, nö.
193	I: Du sollst dir jetzt mal vorstellen, dass du in 'ner Werbeagentur arbeitest. Und die von der Werbeagentur brauchen ein Logo für Strömungen. Kannst du mir das aufmalen?
194	B1: Oh.
195	I: Lass mal deiner Kreativität...
196	B1: Oh, oh, oh, oh...
197	I: Hiervon mach ich mal ein Foto einmal, von... von der Sortierung. Dann kannst du so weitermachen.

198	B1: Ja.
199	I: Alles gut, hab schon.
200	B1: Tja, Strömung. Das ist nicht so einfach jetzt.
201	I: Du hast ja gesagt Bewegung.
202	B1: Jaja, Bewegung... aber du willst ja jetzt Strömung haben.
203	I: Hm (bejahend).
204	B1: Ja. Tja.
205	I: Wenn du keine Idee hast, ist auch nicht so schlimm.
206	B1: Hm?
207	I: Wenn du... wenn dir nichts einfällt, ist auch nicht so schlimm.
208	B1: Ja, wie soll ich das zeichnen. Das weiß ich jetzt auch nicht.
209	I: Das sieht doch schon gut aus. Das soll jetzt so 'n Wirbel, den du da gemalt hast...
210	B1: Ja.
211	I: Kann man schon erkennen.
212	B1: (unv.). [Zwischengespräch].
213	I: Ist doch gut, [Name]. Ich find, darauf erkennt man auf jeden Fall schon, was du... was du glaubst. Find ich gut.
214	B1: Ja.
215	I: Ähm [Zwischengespräch mit Fremder Person]. Was ist für dich das Gegenteil von Strömung, [Name].
216	B1: Stillstand.
217	I: Stillstand, ja. Und 'n Synonym für Strömung oder 'ne Umschreibung vielleicht irgendwie.
218	B1: Ja, das haben wir ja gerade schon gesagt. Hatten wir das nicht gerade schon?
219	I: Ja, noch 'n bisschen genauer. Können wir...
220	B1: Ja, fließendes... etwas, was fließt.
221	I: Ja, ist gut.
222	B1: Ja.
223	I: Ja.
224	B1: Das ist für mich Strömung. Etwas, das sich bewegt und sich von einem Punkt zum... zum andern entfernt.
225	I: Kannst du dazu nochmal 'ne Definition aufschreiben, so, wie du das gerade gesagt hast. Damit ich die später noch hab.
226	B1: Äh, Strömung ist Bewegung [Zwischengespräch mit fremder Person] in eine Richtung.

227	I: Ja, ist doch gut. Und du hast jetzt schon viele Strömungen hier gesehen. Und was ist denn der Grund für Strömungen? Kannst du das sagen? Warum fließt Wasser? Warum strömt das?
228	B1: Joa, da ist 'n gewisser Nachschub immer da. Äh, es fängt ja 'n Fluss... fängt ja ganz klein an in der Entstehung. Und wird dann durch die Zuläufe und so weiter... kommt immer Bewegung rein. Bis es nachher 'n großer Fluss wird. Tja. Und dann... dann ist... ist Bewegung da, dann ist ein Fluss da. Dann ist ein... dann ist äh... es kann 'n reißender Fluss sein, es kann ein langsamer Fluss sein, ein langsam fließender Fluss sein. Aber das ist ja alles Bewegung.
229	I: Und wenn du jetzt selber 'ne Strömung erzeugen würdest, wie würdest du das machen? Sagen wir mal, wir haben draußen 'n Pool stehen und du willst da 'ne Strömung reinbekommen. Wir würdest du das machen?
230	B1: Joa, am besten mit der (unv.)pumpe.
231	I: Ja, zum Beispiel.
232	B1: Oder mit 'nem Schlauch, Wasser nachspritzen. Dann kommt das auch in Bewegung oder mit den Füßen.
233	I: Also mit 'ner Kraft von außen.
234	B1: Ja, 'ne Kraft von außen. Sonst 'n stehendes Gewässer ist... kriegst du keine Strömung rein.
235	I: Und äh so 'ne Strömung: kann man die aufhalten. Zum Beispiel an 'nem Fluss.
236	B1: Durch 'n Staudamm.
237	I: Ja.
238	B1: Ja, aber dann hast du trotzdem anschließend wieder die Bewegung.
239	I: Ja, danach, genau. Und ähm, woher weißt du sowas? Hast du so darüber schon irgendwie so mal irgendwie Dokus gesehen oder...
240	B1: Joajoa. Staudämme bauen und... das hab ich schon gesehen.
241	I: Und über Strömungen generell? Hast du da auch schon mal was zu gesehen?
242	B1: Was heißt, über Strömungen generell?
243	I: Über... zum Beispiel du wusstest ja ganz viel über Flüsse.
244	B1: Ja.
245	I: Woher hast du das Wissen? Aus Büchern oder?
246	B1: Allgemeinwissen.
247	I: Allgemeinwissen. Ist doch gut. [Zwischengespräch mit fremder Person] Ich hab hier nochmal wieder sowas Ähnliches. Fangen wir wieder mit anderen Bildern an. Das ist Bild Nummer 12, Bild Nummer 14... 5, 9, 14, 12...
248	B1: 5, 9...
249	I: Die 9, wo ist 9 denn?
250	B1: Hast du mir unterschlagen.

251	I: Da ist 9 schon mal. Die 22 und 23. (unv.)23. Hier ist 22. Was sind da denn für dich Gemeinsamkeiten? Warum gehören die zusammen.
252	B1: Die beiden, 5 und 12, die könnte man durch eventuell durhc 'n Strand... könnte man auch zusammenziehen.
253	I: 'N Romanesco ist das übrigens.
254	B1: Bitte?
255	I: Ein Romanesco ist das, die Frucht.
256	B1: Ja, ja. Aber die wächst hier nicht.
257	I: Genau, die wächst da nicht. Könntest du denn irgendwie 'n Oberbegriff finden, wo die alle reinpassen die Bilder? Sowas Ähnliches wie Strömungen eben.
258	B1: Ne, könnt ich nicht.
259	I: Was Geordnetes so 'n bisschen.
260	B1: Ne, kann ich nicht. Da seh ich nichts Geordnetes.
261	I: So 'ne Art Struktur, könnte man das sagen? So 'ne Strukturbildung?
262	B1: ja gut, man könnte jetzt rauskristallisieren, dass man sagt, dieses hier äh, das ist wie... wie Kunstwerk. Ja? Und dieses hier soll wahrscheinlich auch so 'n Kunstwerk sein. Und dieses ist auch irgendwie so 'n Kunstwerk. Das ist diese... ja, das ist äh Ebbe.
263	I: Vom... das Watt oder Schlick.
264	B1: Das Watt, ja. Also diese drei könnt ich als... als... oder diesen dazu... könnt ich noch als Kunst sehn. Aber das nicht hier. ja, durch diese Wolkenbilder jetzt hier, nech? Also wenn du so willst: ja haste recht... Naturschauspiel.
265	I: Ich würd sagen, so 'ne Struktur ist das schon.
266	B1: Ja, ja... dieses ist 'ne Struktur. Das, das, das und das hier.
267	I: Ne Wolkenstruktur.
268	B1: Ja gut, die haben wir da auch.
269	I: Welche würdest du da noch mit reinschmeißen? Was sind für dich noch Strukturen?
270	B1: Na, die da!
271	I: Das zum Beispiel?
272	B1: Ne.
273	I: Ja, sag mal, welche andere... (unterbrochen).
274	B1: Die Wolke, die Wolke da.
275	I: Das ist 'ne Struktur?
276	B1: Ja, wenn das 'ne Struktur ist, dann ist das auch 'ne Struktur.
277	I: Ok, sehe... (unterbrochen).

278	B1: Dies ist nur aus'm Weltraum aufgenommen und die kannst du von unten gucken.
279	I: Hm (bejahend), welche... was wäre denn für dich von denen noch alles Struktur?
280	B1: Dies hier.
281	I: Das?
282	B1: Das hier, ja. Das ist äh auch noch.
283	I: Von denen hier oben?
284	B1: Ne, keine.
285	I: Das ist keine Struktur?
286	B1: Nein, das ist ein einfacher Gullydeckel [Fremde Person interveniert].
287	I: Und so 'n Hochhaus mit den Fenstern?
288	B1: Ja, ja, ist auch strukturell angelegt, nech?
289	I: Und so 'ne Zebrastreifenstruktur?
290	B1: Auch, ja.
291	I: Struktur? Und das?
292	B1: Ja, das auch noch da. Aber wenn's danach geht, kannst du ja (unv.) sagen. Kannst ja jedes Bild davon nehmen, nech? Das ist ja auch... du willst mich also auf den Pfad der Struktur bringen?
293	I: Ja, genau.
294	B1: Ja, ich merk das. Ja.
295	I: Hast... also was willst du denn? Also wir haben ja jetzt noch 'n paar Bilder da zugeordnet zu Strukturen. Was muss dann für dich dann gelten, damit das 'ne Struktur ist?
296	B1: Ja, diese, diese, diese, diese... diese ist ja vergängliche Struktur.
297	I: Bild Nummer 9, ja.
298	B1: Und das ist auch vergänglich.
299	B2: Das ist vergänglich.
300	B1: Das ja.
301	B2: Ja sicher, wenn das Wasser kommt, ist es weg.
302	B1: Das kommt aber wieder.
303	B2: Aber nie wieder so.
304	B1: Ne, das stimmt.
305	B2: Also, so könnte man das jetzt sehen.
306	B1: Ja.

307	I: Also, was muss dann bei... also für Strukturen... was muss dann für euch... braucht ihr irgendwas, damit das 'ne Struktur ist? Zum Beispiel hier jetzt auch: das Muster vom Tisch. Das ist ja jetzt 'ne Struktur für uns. Aber warum? Warum... wann spricht man da von 'ner Struktur? Könnt ihr das sagen?
308	B1: Ja, wenn äh zum Beispiel bei dem Tisch: das ist 'ne Holzstruktur. Die bildet sich durch das Holz. Und hier bildet's sich durch das Wasser.
309	I: Also 'ne Strukturbildung.
310	B1: Ja.
311	I: Kann man irgendwie, dass das irgendwas ist, wo sich irgendwas wiederholt. Irgendwas, was gleich ist?
312	B1: Ne. Struktur ist immer äh immer unterschiedlich. Die kriegst du so nicht wieder hin. Also diese... dieses Muster zum Beispiel von dem Holz kriegst du nie wieder so hin. Und dieses wirst du auch nie wieder so hinkriegen. Das auch.
313	B2: Das einzige, das hier.
314	B1: Das... das bleibt bestehen, ja.
315	I: Und das hier dann auch.
316	B2: Das genau so.
317	I: Durch Menschen erzeugten Strukturen.
318	B2: Richtig, genau. Das ist alles Natur.
319	B1: Ja. Das ist auch... diese Zebra zum Beispiel, das ist auch... äh jedes Zebra ist anders. Kein Zebra hat die gleichen Streifen.
320	I: Ok, dann... diese... also die habt ihr rausgeschmissen, weil das für euch nicht irgendwie so ganz... Wiederholendes.
321	B1: ... Ne, kanst ja nicht wiederholen.
322	I: Also zum Beispiel. Ich würde jetzt mal zum Beispiel Bild Nummer 17 ist gerade das gleiche mit Wasser wie das auf Bild Nummer 14 mit Wolken oder?
323	B1: Ne.
324	I: Warum nicht?
325	B1: Ne, find ich nicht, weil die Wolken sind anders. Das wiederholt sich ja nicht wieder.
326	B2: Wenn da jetzt aber so 'n Sog ist. Der wird da ja bleiben.
327	B1: Ne.
328	B2: Meinst du, der verschwindet dann wieder?
329	B1: Ja.
330	B2: Und der kommt nicht wieder?
331	B1: Nö, es kann nur sein, dass unten irgendwas weggesackt ist, dass das Wasser jetzt runter läuft in den... in 'ne Spalte oder was. Dann kann wieder 'n Sog

	entstehen. Dann dreht sich das Wasser und verschwindet ganz schnell nach unten weg. Und das ist dann... wieder voll ist unten, dann ist das vorbei.
332	I: Also Struktur ist dann für euch dann irgendwas sich wiederholen kann oder sich nicht wiederholen kann?
333	B1: Ja.
334	I: Seid ihr sonst... [Name] sag ruhig.
335	B2: Also ne, also 'ne Struktur kann ja auch äh äh was Festes sein.
336	B1: Ja, ja, das ist wie bei dem Tisch.
337	B2: Ja.
338	B1: Aber, es wiederholt sich ja nicht wieder.
339	B2: Nein, wiederholen tut es sich nicht.
340	B1: Nein.
341	B2: Nein.
342	I: Wir versuchen das gleich nochmal 'n bisschen genauer zu... zu fassen. Ähm, sind euch sonst schon mal so Strukturen oder sowas begegnet? Zum Beispiel Holzstrukturen, dann bist du ja...
343	B1: Ja, überall. Haben wir überall, kannst du überall gucken. Es ist nie gleich. Wiederholt sich nicht.
344	I: Ja, hast du schon mal selber Strukturen irgendwie erzeugt?
345	B1: Joa.
346	I: Wo und wie?
347	B1: Ja hier, da zum Beispiel. Da äh... das ist auch 'ne... es ist auch 'ne Struktur im Holz und die wiederholt sich auch nicht nochmal.
348	I: Genau, und die Formung?
349	B1: Ja, die Formung... die könnte man eventuell so wieder hinkriegen. Aber da muss das passende Stück dafür haben. Das ist dementsprechend dann aber... es ist auch genau gleich kriegst du es nie.
350	I: Ok, ähm auch hier jetzt nochmal wieder: ihr seid bei einer Werbeagentur. Und ihr sollte einmal malen: ein Logo für Strukturen.
351	B1: Ohh.
352	I: Wieso? War doch gerade super. Möchtest du auch eine malen, [Name].
353	B2: Ne, [Name] kann besser malen.
354	B1: Ja, so inder Art.
355	I: Hm (bejahend), ja ist doch 'ne Struktur. Ähm, jetzt nochmal 'n Gegenteil von Strukturen? So eigentlich wie gerade bei Strömungen.
356	B1: Ja, Gegenteil von Struktur ist keine Struktur.

357	I: Gibt's da auch irgendwie 'n anderes Wort für, wenn gar keine Struktur da ist?
358	B1: Weiß ich nicht. Nö, weiß ich nicht.
359	I: Und 'n Synonym für Struktur?
360	B1: Kann ich dir nicht sagen.
361	I: Kann man da vielleicht irgendwie sowas wie Ordnung sagen? Ist Ordnung für dich das gleiche wie 'ne Struktur?
362	B2: (Unv.) es da irgendwo 'ne Struktur drin?
363	B1: (unv.) wieder ist da 'ne Ordnung. Da ist 'ne Ordnung. Ne unstrukturierte Ordnung oder 'ne strukturierte Ordnung.
364	I: Und das Gegenteil dann sowas wie Chaos oder Unordnung.
365	B1: Das Gegenteil von Chaos?
366	I: Ne, das Gegenteil von Strukturen?
367	B2: Das ist Chaos und Unordnung.
368	I: Chaos und Unordnung?
369	B1: Ja.
370	B2: Ja. Oder ungleich oder... ja das ist... würd ich sagen: Chaos und, und... und...
371	I: Und wenn du jetzt jemandem erklären müsstest, was so 'ne Strukturbildung ist?
372	B1: Das ist 'ne Strukturbildung.
373	I: Ja?
374	B1: Ja.
375	B2: Er meint in Worten wahrscheinlich, ne?
376	I: Ja.
377	B1: Ja, wie bilde ich eine Struktur? Struktur kann sein beim arbeiten, beim lernen, zum Beispiel.
378	I: Wie geht man da vor, wenn man 'ne Struktur erzeugt?
379	B1: Man macht 'n genauen Plan und arbeitet den ab.
380	I: Genau, 'n Ablauf quasi.
381	B1: Ja, genau.
382	I: Könnt ihr dazu auch nochmal 'ne Definition aufschreiben?
383	B1: Jetzt wirst du aber langsam (unv.).
384	I: Ihr habt's gleich geschafft.
385	B1: Ja, also äh... tja.
386	I: : Struktur ist schwieriger als Strömung, ne?
387	B1: Ja.

388	I: Ja, find ich auch.
389	B1: Ja.
390	I: Ja, wenn nicht, ist auch nicht schlimm.
391	B1: Weiß ich nicht, fällt mir nichts ein.
392	I: Alles gut. Ähm, wie haben jetzt schon ganz viel Strukturen genannt, von Holz zum Beispiel und so weiter. Weißt du, wie es zu solchen Strukturen so kommt?
393	B1: Ja, in der Natur... da ist es ja so, dass beim Holz zum Beispiel, dass das äh Holz das vorgibt. Und äh ansonsten... es ist eigentlich in Grunde genommen alles Struktur. Ob du Stahl nimmst, ob du Eisen nimmst oder... oder... egal was du nimmst, ist das alles eine Struktur.
394	I: Also hier: wie bildet sich zum Beispiel so 'ne Struktur?
395	B1: Das ist aber jetzt äh nicht gewollt. Das ist keine gewollte Struktur.
396	I: Genau, ja, aber so... so 'ne Struktur wie würde die sich bilden?
397	B1: Ja, nur durch Sand, Wasser, Abfluss...
398	I: Hm (bejahend) also das Zusammenspiel von irgendwie sowas.
399	B1: Von... von Elementen.
400	I: Ja.
401	B1: Ja, aber nicht äh... äh... das... das kannst du nicht künstlich erzeugen.
402	I: Ne, genau, also muss... für sowas irgendwie auch 'ne Bewegung vorher da gewesen sein.
403	B1: Ja, ja, genau wie da. Das ist genau das gleiche.
404	I: Und hier.
405	B1: Ja, das ist genau das gleiche. Da kannst... hast du kein Einfluss drauf.
406	I: Ok, und Strukturen: wie könnte man zum Beispiel so 'ne Struktur zerstören?
407	B1: Zerstören?
408	I: Oder 'ne Struktur aufhalten, 'ne Strukturbildung?
409	B1: Zerstören kannst du die nur äh, wenn du dadrüber läufst.
410	I: Ja, genau.
411	B1: Sonst kannst du die nicht zerstören.
412	B2: Aufhalten kannst du die gar nicht.
413	B1: Ne.
414	B2: Also nicht, nicht... nicht in der Natur. Wenn du jetzt am Strand bist und... und das Wasser kommt und zieht sich zurück... das kannst du ja nicht aufhalten.
415	I: Ne. Kann man da irgendwie die Stärke beeinflussen von Strukturbildung?
416	B1: Joa. Indem draußen Sturm ist. Wenn draußen mehr Bewegung mit Wasser ist.

	Und das Wasser nicht ruhig abläuft, sondern dass es gewaltmäÙig abläuft, dann äh äh kann die Struktur 'ne andere sein.
417	I: Also würdet ihr sagen, von der Stärke von dem...
418	B1: Ja, von der Energie des Wassers her... da kommt das her.
419	I: Also wieder so 'n bisschen auf die Strömung. Je doller die Strömung dann so ist, dann auch die Struktur größer.
420	B1: Ja.
421	I: Ja, ich glaub, dann hab ich auch alles.
422	B1: Oh, prima.
423	I: Ihr habt's geschafft.
424	B2: Da kannst du mal sehen, wie... wie äh (unv.) doof man eigentlich ist, ne? Das sind eigentlich alles...
425	I: Das sind alles Phänomene, die man...
426	B1: Ja, du guckst dir die Bilder... du guckst dir die Bilder an...
427	B2: ... man, man, ...
428	B1: und äh...
429	B2: ...versteift sich in sowas. Und denkt viel zu kompliziert, glaub ich.
430	I: Ja.
431	B1: Nene, du guckst dir die Bilder an und sagst: oh, schönes Bild. Und dann ist es dann gut gewesen.
432	I: (unv.) ja, alles gut.

21.1.7 Interview J1A

1	I: So, dann noch einmal für's Protokoll: Ihr seid damit einverstanden, dass ich das aufnehme jetzt, was wir hier besprechen.
2	B1: Jo.
3	B2: Jo.
4	I: Das ist schön. Dann hab ich euch... erstmal habt ihr gerade den Fragebogen, den Kurzfragebogen ausgefüllt und jetzt hab ich euch für den weiteren Verlauf mal einige Bilder mitgebracht. 24 an der Zahl. Ich würde mich freuen, wenn ihr mir mal beschreibt, was ihr darauf seht.
5	B1: Ja, nehmen wir mal hier das erste, nicht.
6	B2: Ist die Nummer 9.
7	B1: Ja. Willst du anfangen?
8	B2: Ne, fang du ruhig mal an.
9	B1: Ja, ok, ähm man sieht im Hintergrund eine sehr längliche äh weiße Wolke in Wellenform. Ähm, blauer Himmel... sonst ganz weit hinten noch ähm Wolken zu sehen. Ähm, im Vordergrund sieht man halt 'ne Wiese, dahinter 'ne Straße, dann halt mehrere Bäume, Wald.
10	I: Ok, ja, das ist grundsätzlich gut. Und mich würde nur noch mehr freuen, wenn ihr erstmal... euch vielleicht mal alle Bilder so 'n bisschen anguckt. Und vielleicht mal guckt, ob das ganze auch... irgendwie... irgendwelche... ob's da vielleicht gemeinsam gibt... Gemeinsamkeiten gibt. Womit man das vielleicht auch vergleichen kann, was dadrauf zu sehen ist. Und ob ihr sowas vielleicht auch schon mal gesehen habt. So... muss gar nicht zu... zu detailliert werden, sondern mehr so... mehr so allgemein. Wenn ihr Fragen zu den Bildern, dann kann ich euch gerne auch was dazu sagen. Ich hab sowieso zu 'n paar auch noch 'n paar Videos, damit das noch klarer wird, was ich da von euch möchte. Zum Beispiel zu Bild 1 direkt.
11	B2: Bei denen hier?
12	B1: Das Bild bei der.
13	I: Zu Bild 1 kann ich euch einmal das Video zeigen, wenn sich das öffnet. Aber das müsste sich öffnen sofort. Ja. Könnt ihr das sehen.
14	B1: Ja.
15	B2: Ja.
16	I: Also das ist mit Bild 1 gemeint.
17	B2: Ist 'ne (unv.) 'ne Welle.
18	B1: Die bricht halt.
19	I: Ja, dann guckt euch mal Bild 2 an. Ich hoffe, ihr könnt euch das hier auch alles merken, was ich euch dann jetzt zeige. Nur, dass wir das dann einmal auch gemacht haben. Das meine ich zu Bild 2. Ja?
20	B1: Hm (bejahend).

21	B2: Hm (bejahend).
22	I: Wenn ihr Fragen habt, immer fragen.
23	B1: Jo.
24	B2: Jo.
25	I: Dann hab ich noch zu Bild 4... guckt euch Bild 4 an. Da ist Bild 4, ja. Gut. Dann hab ich noch was zu Bild 7. Bild 7 habt ihr?
26	B1: Jo.
27	B2: Jo.
28	I: Gut. Könnt ihr das sehen?
29	B1: Hm (bejahend).
30	B2: Jo.
31	B1: Die Wolken würd ich mal sagen.
32	I: Dann Bild 13. Hier ist Bild 13. Die Musik ist besonders wichtig dabei.
33	B1: Sind Vögel.
34	B2: Hm (bejahend).
35	I: Hm (bejahend)
36	B1: Sieht gut aus.
37	I: Ja, das ist halt, weil man das auf den Bildern ja immer die Bewegung an sich dann nicht so sieht, sondern... wir haben noch Bild 15. Da ist Bild 15.
38	B1: Das ist doch der in Hamburg oder?
39	I: Könnt ihr das erkennen?
40	B1: Ja, jetzt. (Unv.).
41	I: Also, ihr habt ja gesehen, ne? Habt ihr gesehen, was da passiert ist?
42	B1: Ja.
43	I: Gut. Dann haben wir noch Bild 17. Könnt ihr das sehen?
44	B1: Ja.
45	B2: Ja.
46	I: Schön und jetzt würde ich mich freuen, wenn ihr mir so im Großen und Ganzen mal erzählt, was ihr da so seht, was ihr da erkennt, ob ihr das schon mal gesehen habt und womit ihr das... und wo ihr das gesehen habt.
47	B2: Sollen wir das der Reihenfolge nach machen, von 1 bis...
48	I: Und womit ihr das vergleichen könnt. Ob ihr das Reihenfolge nach mach... machen sollt? Joa, wie würdet ihr denn da jetzt rangehen?
49	B2: Ich würde erstmal Sachen, also Bilder die so Ähnlichkeit mit sich haben.

50	B1: Ja, also generell die in der Natur... also was hier alles mit... (unterbrochen).
51	B2: Also z. B. ich hab jetzt hier Bilder mit Strudeln oder so.
52	B1: Ja, genau, genau.
53	I: Ja, dann macht das doch mal so.
54	B2: Ja, dann...
55	B1: Hier, das würd ich da auch noch dazu packen?
56	B2: Ja? Das erkenn... das kann ich nicht ganz erkennen. Das sieht aus wie 'n Stein, oder?
57	B1: Nein, das ist ja das Wolkenbild von oben.
58	I: Hm (bejahend), das ist das... das Video zu Bild 7, was ich gezeigt hab.
59	B1: Ja genau, dieses...
60	B2: Achso. Äh, was ist das hier hinten? Sind das auch diese Strudel? Ne, ne? Das ist 'ne Brandung.
61	B1: Ja, glaub schon.
62	B2: Ähm, was gibt's denn hier noch? Diese erstmal würd ich sagen.
63	B1: Jo.
64	B2: Dann hier...(unv.).
65	I: Also ihr... ihr dürft ruhig miteinander reden. Das ist ja gewollt.
66	B1: Ja.
67	B2: Ja. Wo wolln wir den hier ein... den Gully einsortieren?
68	B1: Ja, lassen wir erstmal, lass erstmal liegen.
69	B2: Das hier passt zu Brandung, weil wenn man so Sandburgen baut, da geht 'ne Welle gegen, dann gehen die auch immer so 'n bisschen kaputt.
70	B1: Ja (lacht).
71	B2: Ist doch so.
72	B1: Ja, natürlich.
73	I: 'Ne Welle gegen Sandburgen?
74	B2: Ja.
75	I: Ok.
76	B1: Ja, ist doch gut. Die gehen so kaputt.
77	I: Ja, ja, das stimmt.
78	B": Kannst auch hier direkt zum Strand. Hier sind's mit'm Wind. Hier ist Wind. Sonst einfach in die Natur so wegen ganz viel Farben... gibt's ja in der Natur.
79	B1: Ja.

80	B2: Tun wir hier dazu. Und dann Gebäude? Was ist das hier?
81	B1: 'N sehr großes Kunstwerk.
82	B2: 'N Mosaik. Mosaik das stellen wir einfach mal hier zu den Farben.
83	B1: Dann hier sowas eher auf Stadt bezogen.
84	I: Also ihr ordnet die Bilder schon.
85	B1: Ja, nach so einzelnen Themen.
86	I: Ok, wenn ihr fertig seid...
87	B2: Ja, ich glaub erstmal schon.
88	I: Ok, dann erklärt mir doch mal oder erzählt mir doch mal, warum ihr die Bilder so geordnet habt. Ihr habt jetzt hier z. B. ... wer hat das auch noch mit?
89	B1: Ich würd das hier noch dazu tun.
90	B2: Das würde ich hier zu dem Wind tun.
91	B1: Ja? Ok.
92	I: Ok. Also ihr habt jetzt quasi Bild 1, 12, 5, 17...
93	B1: Nene, die sind einzeln.
94	B2: Das sind einzelne.
95	I: Ok, das sind doch nur einzelne. Also 1, 5 und 12 habt ihr zusammengetan.
96	B1: Ja.
97	I: Warum?
98	B2: Also hier ist halt 'ne Brandung. Das hab ich damit in Verbindung äh gezogen, weil...
99	B1: Mit Sandburgen?
100	B2: Eben mit Sandburgen, weil die ja kaputtgehen können da... also man baut die ja relativ nah am Wasser, wenn man (unv.) soll. Wenn die Wellen dann quasi wieder zurückgehen. Dann gibt's immer den Schlickboden. Es könnt jetzt auhc bei 'ner Ebbe sein, aber...
101	B1: Ja natürlich, aber ich mein eher generell. Das gehört ja mehr zu Strand. Das findet man auch immer am Strand.
102	B2: Ja.
103	I: Ok, kennt ihr das denn? Wisst ihr was das ist auf Bild 5, was da zu sehen ist?
104	B1: Das sieht im Watten... also im Wattenmeer (unv.).
105	I: Könnte das Wattenmeer sein, ok.
106	B1: Ja, genau.
107	B2: Ja.
108	I: Gut, zu... dementsprechend habt ihr das mehr so zu Küste...

109	B1: Genau.
110	B2: Genau.
111	I: Da habt ihr das hingetan, ok. Und dann habt ihr zusammengetan 17, 18
112	B1: 14.
113	I: 14, 15 und 7. Warum?
114	B2: Also hier ist halt der Kreisel. Da sieht man halt, dass... es dreht sich ja schnell, dadurch geht der ja. Und das kann man direkt mit den ganzen Strudeln in Verbindung bringen.
115	B1: Ja.
116	B2: Hier sieht man ja in der Wolkendecke dann die Strudel. Hier sieht man einen Strudel halt dann im Wasser als Strömungen.
117	B1: Also hier, ich würd sagen, dass ist halt 'n Hurricane. Glaub ich hier die (unv.).
118	B2: Ja.
119	I: Ok, also da seht ihr als Strudel die Gemeinsamkeit?
120	B1: Genau.
121	B2: Genau.
122	I: Ok, dann habt ihr zusammengetan die nächste Grupperiung.
123	B2: Die beiden erstmal oder?
124	B1: Das sind so zwei Tiere.
125	I: 13... 8 und 13?
126	B2: Ja.
127	I: Ja weshalb... was erkennt ihr da?
128	B2: Das ist halt die Bewegung der Tiere. Das läuft ja vorwärts und hier, das hat man ja auch in dem Video gesehen, den... der ganze Schwarm.
129	I: Bewegung der Tiere, ja. Das habt ihr ja auch in eurem Fragebogen geschrieben.
130	B1: Hm (bejahend).
131	B2: (Lacht).
132	I: Bewegung der Tiere.
133	B2: Als wär das direkt geplant gewesen.
134	I: Ja, direkt geplant. Ok, dann habt ihr 22, 4, 22 und 11.
135	B1: Ne, 4 gehört nicht dazu.
136	I: 4 nicht. Also 11 und 22. Und warum?
137	B1: Könnt man die hier noch erfüllen. Du könntest auch wieder so 'n... so 'n z. B. menschlich erschaffen.

138	B2: Ja, ist da nicht. Aber stimmt, ist gut. Das machen wir.
139	B1: Ja, ok.
140	B2: Dann machen wir 12, 11, 24 und 3.
141	I: 24 und 3... das packt ihr zusammen? Und da sagtet ihr, das ist menschlich erschaffen?
142	B2: Ja, das ist halt mehr so auf... sowas wie stadtbezogen... so auf jeden Fall nicht so Natur.
143	B1: Du findest halt nicht so Gebäude oder Gully in der Natur.
144	B2: Farben sind ja auch was Künstliches.
145	B1: Genau so Mosaik findest du halt nicht.
146	B2: Wohin wollen wir das hinlegen?
147	I: Ok. Dann hattet ihr hier... (unterbrochen).
148	B2: Die hier sind auch schon mal sicher die drei.
149	B1: Ja.
150	I: 4, 6 und 10?
151	B1: Hm (bejahend).
152	I: Ok, warum habt ihr die zusammengetan?
153	B1: Äh, da das halt alles mit... mit Wind zu tun hat.
154	I: Wind.
155	B1: Ähm, hier Sand aufwirbeln von dem Wind halt. Hier bei der 4 auf Ihrem gezeigt, dass sich halt die Grashalme oder...
156	B2: Gerste.
157	B1: ... oder die Gerste, genau... so mit dem Wind bewegt. Und halt 10, weil das halt die Windräder durch den Wind gedreht werden.
158	B2: Ja.
159	I: Ja, die werden durch den Wind gedreht. Sonst würden sie ja keine Energie erzeugen.
160	B1: Ja.
161	I: Als nächstes haben wir dann?
162	B2: Das könnt man glaub ich fast noch hierzu machen oder? Ist ja auch künstlich erschaffen. Ist ja auch 'ne...
163	B1: Was ist denn das überhaupt genau?
164	B2: Das ist selber gezeichnet oder?
165	I: Ne, das ist aus...
166	B1: Ne, ich glaub, das gehört zum Strand würd ich das packen, das ist halt...

167	B2: Ach so, ich dachte, es sind so...
168	I: Nein, das ist ein...
169	B1: Ja, dann glaub ich, tun wir das noch hier mit rein, oder?
170	I: Ok, dann kommt Bild 21 noch mit zur ersten Gruppierungen.
171	B2: 12.
172	B1: Küste und alles.
173	I: Ok, zur Küste und sowas. Ok.
174	B2: So, dann haben wir nur noch...
175	I: Dann habt ihr noch?
176	B1: Das hier und das hier.
177	I: Habt ihr noch 2, 2, 9...
178	B2: Warte, passt das zusammen?
179	B1: Nein, auf jeden Fall passt das nicht zusammen.
180	I: 16, 19, 20 und was ist das?
181	B1: 23.
182	I: 23
183	B2: Ich würd aber sagen, die 16 die mus noch irgendwo anders hin auf jeden Fall.
184	B1: Ja, auf jeden Fall.
185	I: Aber was glaubt ihr denn, verbindet die Gruppierung da?
186	B1: Also hier...
187	I: Was ist denn... was ist denn auf Bild 20 zu sehen?
188	B1: Ja, 20 da ist 'n Fluss zu sehen, 'n schlängelnder Fluss halt.
189	I: Ja.
190	B1: Joa.
191	B2: Ich würd's jetzt verbinden mit den Wolken. Hier sieht man 'ne offene Wolken-decke, aber man kann da durchgucken. Hier sind... also schon so recht große Wolken hier. Der (unv.) hast du vorhin schon gesagt, mit den Wolken in der Wellen-form. Bei denen hier weiß ich das noch nicht so ganz.
192	B1: Aber hier bei Video 2 haben wir gesehen, wie die Wolken sich fortbewegen oder wie grad eine entsteht.
193	B2: Hier ist die so aufgetürmt.
194	B1: Ja, genau.
195	I: Hm (bejahend). Ihr packt hier also die... die Wolken als gemeinsamen Nenner?
196	B2: Ja, also diese auf jeden Fall.

197	I: Zumindest die drei... wobei ich einmal sagen muss, dass hier der Fokus nicht auf die Wolkendecke gelegt, sondern auf den Fluss.
198	B1: Achso.
199	B2: Wo woll'n wir den denn reinpacken?
200	B1: Naja, es gibt in dem Fluss ja auch 'ne Strömung. Muss ja auch irgendwo von oben und unten fließen 'n bisschen.
201	I: Im Fluss gibt's im besten Fall 'ne Strömng.
202	B1: Ja, bestenfalls.
203	B2: Ja. Wollen wir das dann ganz einfach da reintun? Und die 16 tun wir hier oben mir rein oder? Weil ist ja auch quasi 'ne Brandung.
204	B1: Ja, ok.
205	B2: Sieht irgendwie aus wie 'ne... auf So 'ne Sandbank oder...
206	B1: Ja.
207	I: Die 16 packt ihr noch mit zur...
208	B1: ... zur Küste.
209	B2: Zur 5, 1, 21 und 12.
210	B1: Zum ersten Punkt.
211	I: Ok.
212	B1: Und die 20 tun wir..
213	B2: ... tun wir dann zur 17, 18, 15, 7 un 14.
214	I: Zu den Strudeln?
215	B1: Ja.
216	B2: Ja.
217	I: Die 20.
218	B2: Ja, also Strudel, Strömung und sowas.
219	I: Strudel, Strömungen, ok.
220	B2: Dann haben wir halt die beiden nochmal als Gru... als 'ne Gruppe. Und dann wollen wir die beiden einfach?
221	I: 2 und 9.
222	B1: Das ist halt Wasser geformt.
223	B2: Es ist halt auch eigentlich schon wieder 'ne... 'ne Strömungsrichtung, ne? Weil es fließt ja auch.
224	B1: (Lacht). Von wo tropft denn das runter.
225	B2: Es ist ja so rum, weil die 19 wär ja sonst ja falsch rum. Ähm (lacht)... ja. Das lassen wir halt einfach so.

226	B1: Ja, ich glaub die zwei können wir eher weniger zuordnen.
227	B2: Die können wir nicht so richtig zuordnen.
228	I: Die 23 und 19 könnt ihr nicht richtig zuordnen.
229	B1: Ja.
230	I: Ok, das ist ja auch nicht weiter...
231	B2: Also die 23 gar nicht, die 19 'n bisschen.
232	I: Ok, das ist ja soweit schon mal... schon mal etwas, womit man was anfangen kann. Gut, was glaubt ihr denn... ihr habt ja hier auch schon... ich hab ja schon ein paar schöne Begriffe von euch gehört... das habt ihr... habt ihr im Wattenmeer schon mal gesehen.
233	B1: Ja.
234	B2: Hm (bejahend).
235	I: Oder allgemein an der Küste, Sandburgen und sowas. Ok. Und diese... diese
236	B2: Strudel.
237	I: Strudel... wo habt ihr die schon mal gesehen?
238	B1: Also ich hab solche Strudel also in viel kleinerer Form z. B. in der Türkei am Surferstrand gesehen.
239	I: So Strudel wie auf Nummer 17?
240	B1: Ja genau, also sowas wie 14 sieht man halt oft in der Wettervorhersage. Da wird sowas aufgezeigt (unv.) grafischen zeigen. Die Satellitenbilder also hier sieht man öfters und sowas sieht man halt oft im Internet.
241	I: Wie auf 15?
242	B1: Genau, so.
243	B2: Sowas geht ja recht schnell viral.
244	B1: Ja, genau.
245	B2: Und sowas hat man halt in...Nummer 18 hat man halt immer mit mit gespielt: Beyblade.
246	B1: Genau, sowas Ähnliches.
247	I: Wenn ihr... wenn ihr diese... diese Strudel, die ihr da schon benannt hattet oder die ihr da geordnet habt, warum habt ihr den Kreisel da mit zugepackt.
248	B2: Weil es sind ja alles Drehbewegungen eigentlich. Oder... das kann sich ja jetzt nicht nach links drehen und dann... man muss ihn ja erst wieder stoppen, damit er nach rechts dreht. Man kann die ja... die drehen sich ja auch ganze Zeit in eine Richtung z. B. und...
249	B1: Genau.
250	I: Ok, alles klar. Dann möchte ich euch mal... lassen wir die erstmal schön so liegen hier. Ich möchte euch jetzt mal Bilder zeigen und zwar einmal 16, 1, 17 und 14.

251	B2: Die vier?
252	I: 1, 14, 16, 17... 1, 14, 16 und 17. Was glaubt ihr, warum gehören die für mich zusammen.
253	B2: Das ist ja quasi auch 'n Strudel, halt nur falsch rum. Wenn man... wenn 'ne Wild bricht, dann ist es eigentlich quasi auch wie 'n Strudel, wenn es an's Land trifft.
254	B1: Hm (überlegend).
255	I: Was könnt ihr euch noch vorstellen, warum... warum bin ich der Meinung, dass... ich mein, das... ich mein, das habt ihr ja schon gesagt, das ist 'ne Welle die bricht.
256	B1: Ja, generell wegen der... also z. B. das hier, weil Wellen brechen ja auch an der Brandung, was er auch schon sagt. Und das ist halt alles mehr mit... mehr mit generell das... dem Meer zu tun hat.
257	I: Ja.
258	B2: Die, find ich, passen auch halt zusammen. Das halt in der Luft, das halt im Wasser. So die zusammen ordnen, kann ich nicht wirklich.
259	I: Zusammen ordnen kannst du nicht. Ok, ihr habt... ihr habt den Begriff schon häufiger... schon häufiger genannt. Die gehören für mich zusammen die Bilder eben, weil die alle etwas Strömung zu tun haben.
260	B2: Ja.
261	B1: Mit Strömung und Wasserströmung.
262	I: Das habt ihr ja auch schon gesagt... du warst ja grade der Meinung, dass 'ne Welle 'n andersförmiger Strudel ist. Ich würde... ich würde darauf...
263	B2: Ja (lacht).
264	B1: (Lacht).
265	I: Ich würde eher darauf gehen, dass man sagt, das ist alles... das ist alle eine Art Strömung und nicht unbedingt äh... ja es ist eine Strömung.
266	B1: Ja.
267	I: Da wäre etwas... dass ich damit verbinden würde. Was verbindet ihr denn mit Strömung?
268	B2: Ja, eigentlich so dasselbe wie beim Meer. Etwas, was wir hier auch schon gesagt haben. Ich verbinde mit 'ner Strömung halt Meer oder so zum Beispiel so...
269	B1: Bewegung vor allem. Also dass durch 'ne Strömung halt zum Beispiel das Wasser bewegt wird oder durch Strömung der Wind bewegt wird, in eine gewisse Richtung.
270	I: Muss das immer dieselbe Richtung sein?
271	B1: Nein.
272	B2: Nö.

273	B1: Natürlich nicht.
274	I: Naja, ihr habt ja hier schon in eurem Zettel ja auch was geschrieben von... von Gezeiten.
275	B1: Ja, ich glaub darauf... (unterbrochen).
276	I: 'Ne Bewegung und Küste... Küste und Gezeiten. Ihr habt ja Gezeiten aufgeschrieben.
277	B1: Da bewegt sich das halt auch in zwei Richtungen.
278	I: Ja, da bewegt sich das auch in zwei Richtungen, nämlich einmal...
279	B1: Einmal natürlich Ebbe und einmal die Flut. Also einmal wird's zurückgezogen und einmal wieder hin.
280	I: Ja, alles klar. Dann habt ihr hier noch aufgeschrieben zu den Bildern im Fragebogen: Strömungen werden durch... ja wird... wird durch Wind erzeugt.
281	B1: Also die... (unterbrochen).
282	I: Und Strudel sind in Meerregionen anzutreffen. Wie klingt das? Ist das... kann man die... ihr habt ja... Strudel sind... Strudel sind nur im Meer anzutreffen. Was sehr ihr denn auf Bild 14?
283	B2: Halt... ja, das ist... (überlappend, durcheinander).
284	B1: Hurricane.
285	B2: Hurricane (unv.).
286	I: Oder... oder von mir aus auch auf Bild 7: Was seht ihr denn da?
287	B2: 7?
288	B1: Ja, das sind auch Wolken.
289	I: Da habt ihr ja auch das Video zu gesehen. Das sind ja auch irgendwie...
290	B1: Wolkenstrudel kann man den natürlich auch nennen, aber... also ich würd jetzt hier mir denken, das ist halt so 'n... Hurricane ist der, wo die Wolken sich halt gegen den Uhrzeigersinn drehen.
291	I: Ok. Dann gehen wir nochmal weiter. Was ist denn für euch, wenn ihr das Wort Strömung hör... hört. Was ist für euch die... die Strömung schlechthin? So das aller... die aller stärkste Strömung, die ihr euch vorstellen könnt?
292	B1: (überlappend) (unv.).
293	B1: Genau, das wollt ich auch grad sagen, das hört sich zwar ein bisschen doof an...
294	B2: Ja.
295	B1: Weil, wenn wir äh irgendwie nochmal schwimmen gehen, da ist die Strömung echt sehr stark.
296	B2: Da kommt man nicht gegen.
297	B1: Ne.

298	I: Gibt es etwas, was ihr daran interessant findet?
299	B2: Ja, also ich finds halt interessant, sich dann irgendwo anders hinzulegen oder einfach unterzutauschen. Dann so nach 15 Minuten aufzutauschen und zu gucken, wo man ist. So das find... (unterbrochen)
300	B1: Also generell, wie das überhaupt mit der Strömung... wieso in der Elbe oder so dolle Strömung ist... also ich könnt mir das gar nicht vorstellen. Also ich kann mir das... (unterbrochen)
301	B2: Doch, der ist ja recht... die Quelle ist recht weit oben.
302	B1: Ja.
303	I: Ok, das ist in Ordnung. Welche Begriffe, wenn ihr jetzt Strömung... Strömung gehört habt... welche Bilder würdet ihr denn dann nochmal... wenn ihr das nochmal entscheiden könntet... welche Bilder würdet ihr denn jetzt Strömung noch dazu... dazu ordnen.
304	B2: Das hier.
305	B1: Nein, das nehmen wir nicht. Hier das passt nicht. Ja, wenn wir jetzt halt...
306	B2: Windströmung ist hier ja auch.
307	B1: Jo.
308	B2: Das nicht, ne?
309	B1: Ne.
310	B2: Naja, obwohl, das hier könnt man auch wieder nehmen, oder? Gezeiten ist ja auch 'ne Strömung.
311	B1: Ja, dann lass... nimm das auch noch dazu, aber...
312	B2: Das hier könnt man dann auch rausnehmen, weil da geht ja 'ne Welle rein.
313	B1: Ja, das auch. Ja.
314	B2: Zack.
315	I: Also für euch wäre mit Strömung... Strömungsbilder wären die 1, die 7, 14, 15, 16, 17... die 5 hat ich noch nicht.
316	B1: 20.
317	I: 5, 20.
318	B1: Und 21.
319	I: Und 21. Ok, was glaubt ihr denn, was gegeben ist... was gegeben sein muss, damit von Strömung sprechen kann? Also was haben die Bilder alle gemeinsam?
320	B1: Äh, ein Bewegungsverlauf. Also man... man weiß ja jetzt bei jedem, dass sich hier was bewegt.
321	I: Was bewegt sich denn bei Bild 5 und 21.
322	B1: Also, man weiß ja hier, wenn das das Wattenmeer ist, dass das... dass sich halt das Meer einmal hinzieht, einmal zurückzieht. Also... sieht man zwar jetzt nicht

	direkt am Bild, aber, wenn man jetzt so dastehen würde, würd man das halt mitbekommen.
323	I: Ok.
324	B2: Ja, und bei Windströmung braucht man ja auch, zum Beispiel bei dem Fluss oder beim Wind... da braucht man ja eigentlich 'n Höhenunterschied oder 'n Druckunterschied. Man braucht ja einmal Hoch- und Tiefdruckgebiet, damit 'ne Windströmung z. B. entsteht.
325	I: Ja, ok.
326	B2: Und man braucht ja 'ne... 'ne höhere Quelle und 'n tieferen Punkt, damit das Wasser fließt.
327	I: Ok, und das muss für euch gegeben sein, damit man auch von 'ner Strömung sprechen kann?
328	B2: Jetzt bei Wellen vielleicht nicht, da ist es klar, größtenteils jedenfalls, aber...
329	I: Bei Wellen ist es klar?
330	B1: Da entsteht jetzt nicht Wind, also da...
331	B2: Ja, genau. Aber bei 'nem... 'nem Fluss und bei 'nem (unv.) zum Beispiel schon.
332	I: Ok, was ist denn mit den andern Bildern? Warum gehören die nicht zu den Strömungen. So, warum gehört der Gully nicht dazu, also... oder Bild 3. Warum gehört das Zebra auf Bild 8 nicht dazu, oder die 6?
333	B1: Also, wenn wir jetzt hier von aus gehen, dass das hier alles bisher nur durch Wind äh Druck, Höhenunterschied, Tiefdruck und sowas... dann passt halt zum Beispiel 8 einfach nicht rein. Weil das halt einfach...
334	B2: Genauso wie 13.
335	B1: Genau wie die 13, genau.
336	B2: Oder die 23.
337	B1: Ja, oder die 23 oder die 11 oder die 24, 22... würd da halt einfach nicht reinpassen.
338	B2: Obwohl die 3 echt reinpassen würde, weil man tut ja Wasser oben rein, fließt ja nach unten, gibt's ja den Höhenunterschied. Das ist tricky.
339	I: Ja wobei, ein Bild ne?... Alles wo... wo ich die Bewegung verdeutlichen möchte, hab ich euch ja ein Video zu gezeigt. Und zu Bild 3 hab ich kein Video gezeigt.
340	B1: Je genau, und deswegen hat's nichts mehr damit zu tun.
341	I: Was ist denn... was ist denn mit äh... mit Bild 6? Da interessiert mich ganz besonders, warum für euch das nicht dazugehört.
342	B1: Also es könnte halt... ich würd eher sagen, das ist ' Wind... ich weiß jetzt auch nicht jetzt 'n Windstoß oder...
343	B2: Ist das gleiche wie 'ne Strömung?
344	B1: Hm (bejahend), ja dann sollten wir das doch dazu nehmen, weil...

345	B2: Ja, aber...
346	B1: Durch... durch den Wind wird ja erst der Sand so nach oben gefegt.
347	B2: Ja, ich weiß es nicht genau bei dem Sand. Ich kann das da... also ich seh das selber nicht als Strömung an, weil es halt irgendwie... es entsteht halt durch eine Strömung, aber wird halt... ist halt nicht der Verursacher quasi davon.
348	I: Ok, habt ihr denn schon mal Strömung gesehen oder seid ihr schon mal Strömungen begegnet, die man auf keinem der Bilder sehen kann?
349	B2: Es gibt ja Menschenströmungen. Wenn's 'ne riesen Menschenmassen... sagt man ja auch (lacht). Also wenn große Menschenmassen zum Beispiel durch... bei der Love Parade sind ja auch alle gestürmt... es ist ja auch... vielleicht 'ne Menschenströmung.
350	I: Ja, nennt man... nennt man auf jeden Fall so. Und du... hast du schon mal 'ne Strömung gesehen, die nicht auf den Bildern ist.
351	B1: Mir fällt grade keine ein.
352	I: Ok, fällt euch denn ein, wo man Strömungen noch... noch sehen kann, außer im Meer, im Wasser oder in der Luft? Oder auf der Love Parade (lacht).
353	B2: (Lacht) Strömung, hm (überlegend).
354	I: Wenn euch nichts einfällt, dann ist das auch in Ordnung.
355	B1: Ne, ne.
356	B2: Man kann ja sehr weit hergeholt sagen, dass bei elektrischem Strom... ist ja ein Kreislauf, gibt's auch 'ne Strö... 'ne Strömungsrichtung. Ist halt sehr weit hergeholt.
357	B1: Ja, das stimmt.
358	B2: Es gibt ja 'n Kreislauf und man sieht wo der Strom längs fließt dann.
359	I: Ja, der Strom fließt, ja. Ok, habt ihr denn schon mal selbst Strömungen erzeugt? Und wenn ja, wie?
360	B2: Ja, (unv.). Wenn man da... da gibt's 'nen Eiskalt-Becken, wenn man da mit drei Leuten die ganze Zeit im Kreis rumläuft, im Wasser, dann entsteht so 'n Strudel da drin.
361	B1: Genau, und dann lässt man sich dann immer dann von dem Wasser dann weiterziehen.
362	B2: Sowas. Hm (überlegend).
363	B1: Generell, wenn man im Schwimmbad ist und irgendwie mit'm... mit dem Arm so kurz unter der Wasseroberfläche ist, dann erzeugt man ja so 'ne Welle... wie wir das hier zur Strömung hinzugepackt haben.
364	B2: Oder ich... ich war in Sankt Peter-Ording... gibt's so 'n... so 'n Teil... so 'n Zylinder wo Wasser drin ist und da gibt's so 'ne Kurbel. Wenn man daran kurbelt, dann entsteht so 'n Strudel.
365	B1: Ja, genau.

366	B2: So 'n Wasserstrudel, also wie auf Bild 17.
367	I: Ja, ok. Jetzt gehen wir noch mal 'n bisschen in den künstlerischen Bereich. Stellt euch mal vor, ihr arbeitet in 'ner Werbeagentur und ihr sollt jetzt ein Logo oder ein Symbol oder ein Logo für Strömungen erfinden. Wie würde das denn für euch aussehen? Ich würde mich freuen, wenn das jeder von euch einmal aufmalen würde. Die Bilder so 'n beiseite, sodass man die noch schön sehen kann. Stift habt ihr beide. Malt mir doch mal da ein Logo auf. Muss jetzt kein wundervolles, extremes Kunstwerk werden.
368	B1: Sprechen wir uns ab?
369	I: Einfach nur...
370	B2: Sollen wir eins oder sollen wir zusammen eins... oder...
371	I: Also wenn ihr ähnliche Vorstellungen habt, könnt ihr gerne äh...
372	B1: Lass uns mal drüber reden.
373	I: Ich würde mich freuen, wenn ihr drüber redet.
374	B1: Ja, genau.
375	I: Deswegen freue ich mich, dass ihr zu zweit seid.
376	B2: Ähm, ich würde 'ne Welle machen, die so grad in der Brandung ist, so kippt und dann halt... die geht ja so hoch: so, so.
377	B1: Mach mal erstmal 'ne Skizze.
378	B2: So, ist die ja irgendwie. Die geht hier weiter. Und dass... dass man dann hier so das Logo macht quasi.
379	B1: Du meinst also, da... daraus hier weiter und dann da drin.
380	B2: Ja.
381	B1: Zum Beispiel...
382	B2: Also, es fließt ja 'ne Welle so... also wenn die grade brandet, dann bricht die ja in sich zusammen. Heißt das, man könnte dann hier... dann entsteht ja diese fast Kugel. Da könnt man ja da 'n Logo reinmachen, so 'n rundes.
383	B1: Ja, zum Beispiel könnten aus der Welle dann vielleicht noch innen drin so 'n Strudel machen halt, dass du bildlich zwei Sachen drin (unv.) haben.
384	B2: Ja genau. Wollen wir's mal probieren?
385	B1: Versuch das mal.
386	B2: Ich mach das mal so. Zack. Hier geht das weiter. Und da machen wir...
387	B1: Ja, genau. Irgendwie so.
388	B2: So. So vielleicht? Naja, man erkennt's nicht so.
389	B1: Wenn man besser zeichnen könnte...
390	B2: Ja, ich... ja.
391	I: Können wir das ja einmal erklären. Also ich sehe da jetzt eine Welle, die bricht

	und in der Welle ist ein Strudel.
392	B2: Hm (bejahend).
393	B1: Genau, und das soll halt so zwei verschiedene Strömungen darstellen.
394	I: Ok, und das ist... wäre euer Logo für eine Strömungsfirma?
395	B2: Ja, also ein bisschen dran feilen noch.
396	B1: Ist 'ne Skizze.
397	I: Ja, das ist ok, alles klar.
398	B1: Künstlerisch begabt.
399	I: Dann könnt ihr mir denn sagen, was das Gegenteil von Strömung ist für euch?
400	B2: Stillstand.
401	I: Stillstand.
402	B1: Ja, das könnt man sagen.
403	I: Was glaubst du?
404	B1: Ja, das ist 'n guter Begriff, könnt man... weil ich kenn auch keine Strömung, die halt stillsteht. Deswegen ist 'n guter Gegensatz.
405	I: Ok und könnt ihr... kennt ihr 'n Synonym oder 'ne Umschreibung für Strömung?
406	B2: Ne.
407	B1: Ne.
408	B2: Ich glaub, ich nicht, ne.
409	I: Kennt ihr nicht?
410	B2: Hm (verneinend).
411	I: Könntet ihr denn jemandem erklären, was 'ne Strömung ist? Würdet ihr... ihr könnt euch ja mal... wenn ihr vielleicht auf die Rückseite eine Definition von Strömung schreiben könntet, die ihr... die euch vielleicht einfällt.
412	B1: Dann gucken wir mal... (überlappend).
413	B2: ... was eine Strömung ist.
414	B1: Ja.
415	B2: Eine Bewegung...
416	B1: Bewegung, fließende Bewegung.
417	B2: Dann können wir's Bewegung machen.
418	B1: Bewegung.
419	B2: Die durch Druck oder... also Bewegung, die durch Druck oder Höhenunterschiede erzeugt wird? Ja, kann ja nicht... also so die durch (unv.) kann. Also die durch Druck oder Höhenunterschiede erzeugt werden kann, aber auch durch zum Beispiel ja Mond, ist ja Ebbe quasi.

420	B1: Ja, durch die Gezeiten halt.
421	B2: Gezeiten, ja, hat der Mond ja was zu tun mit. Wollen wir das schreiben?
422	B1: Schreib aber nicht durch den Mond, sondern durch die Gezeiten. Weil die Gezeiten die...
423	B2: (Flüstert) Genau. Eine Strömung ist eine Bewegung, die durch Druck und Höhenunterschiede entstehen kann... doch, doch ja. ... kann aber auch durch die Gezeiten.
424	B1: Zum Beispiel durch die Gezeiten.
425	B2: Ja.
426	I: Ok, das ist doch nett. Du hast viele Strömungen gesehen und du auch. Ihr habt viele Strömungen gesehen, die auf den Bildern hier. Wie kommt es denn überhaupt dazu. Ihr habt gesagt Gezeiten, ja? Wind. Wie kann das denn noch? Was kann es noch für Gründe geben? Und wie kann man das aufhalten?
427	B2: 'Ne Strömung aufhalten?
428	I: Ja, wie kann man 'ne Strömung aufhalten? Oder wie kann man die Stärke von 'ner Strömung vielleicht sogar auch beeinflussen?
429	B2: Wenn man jetzt nochmal Salü [Schwimmbad] (unv.)... wenn man in dem Salü da ist, wenn man in die andere Richtung läuft, dann wird die gebremst, z. B. dieser Strudel. Oder sie wird stärker, wenn halt noch 'ne Person reinkommt und sie mitläuft.
430	B1: Ja.
431	B2: Ich find das eigentlich 'n ganz gutes Beispiel.
432	B1: Ja, das ist ganz gut.
433	I: Und das könntet ihr selber... so könntet ihr selber die Stärke beeinflussen oder Strömungen aufhalten. Was glaubt ihr, wie die... die Natur das macht?
434	B1: Also durch den Wind, zum Beispiel das passiert ja auch wenn man über's... über's Wasser pustet, bewegt sich das ja auch, als wenn du da so drin rumlaufen würdest. Also wenn das jetzt alle machen würden, an 'nem Glas oder so, dann würd sich Glas auch 'n Strudel entsteht.
435	B2: Also ich... ich glaub, man kann selber in der Natur nicht wirklich was ausrichten, weil man braucht immer 'ne Gegenkomponente, zum Beispiel bei 'ner... bei 'ner Strömung, zum Beispiel einer Welle, bricht es ja dadurch, dass, ich glaub, die Welle ja irgendwie... der Strand wird ja höher, dann bricht, wenn die auf 'n Strand geht und dann der obere Teil überholt quasi den unteren Teil. So hab ich das, glaub ich, mal verstanden. Und ja... (lacht).
436	I: Ok, und was glaubt ihr, wie das sein kann, dass die Strömung, die Welle... ihr sagt... bringt ja immer das Thema Wellen... es gibt ja unterschiedlich große und starke Wellen. Dann muss die Natur ja 'ne Möglichkeit haben, die Stärke zu beeinflussen. Was glaubt ihr denn, wie die Natur das macht?
437	B1: (Unv.) durch die Stärke des Windes zum Beispiel. Wenn man das jetzt... so stärker der Wind, desto ähm höher und gewaltiger die Welle oder... ja.

438	B2: Und es kann große Wellen auch noch entstehen durch halt Epizentren... wenn zwei äh Platten aufeinandertreffen. Also zum Beispiel 'ne ozeanische Platte und eine 'ne... 'ne Kontinentalplatte. Dann äh gibt's ja 'n Epizentrum. Ist ja wie 'n Erdbeben unter Wasser dann.
439	B1: Genau.
440	B2: Und dadurch können auch Wellen entstehen.
441	B1: Dadurch entstehen Wellen! nicht....
442	B2: Ja.
443	I: Und was glaubt ihr, wie Strudel entstehen?
444	B2: Ja, durch 'ne... ich würd sagen, dass zwei Strömungen aufeinandertreffen...
445	B1: Genau, und die dann sich halt gegenseitig...
446	B2: ... so eindrehen.
447	B1: Ja in einen Bewegungs... drehenden Bewegungsablauf bringen.
448	B2: Ja.
449	I: Und wie kann man Strudel aufhalten?
450	B2: Da müsste man irgendwas zwischen die Strömungen packen. Man könnte zum Beispiel... das würde jetzt hier... bräucht man ein Material... (überlappend). Wenn man zum Beispiel 'n Brett hier machen würde, hier mal längs. Ich würd sagen, dann fließt das Wasser hier längs und das Wasser da längs.
451	B1: Genau.
452	I: Also wenn man... wenn man das Bild 17 einmal teilen wurde, durch die Mitte des Strudels... (überlappend).
453	B2: So einmal direkt durch hier.
454	B1: Ja, genau.
455	I: Dann glaubt ihr, würde das aufhören, würde der Strudel aufhören.
456	B1: Ja.
457	B2: Ja.
458	B1: Aber das Brett müsste auch nach ganz nach unten durchgezogen werden. Weil wir wissen halt jetzt nicht, wie tief der Strudel ist.
459	I: Ok, alles klar. Und woher wisst ihr euer... woher wisst das, was ihr mir alles gesagt habt?
460	B2: Schule.
461	B1: Schule, ja.
462	B2: Eigenes so. Man war ja selber mal am Strand.
463	B1: Genau.
464	B2: Das war's eigentlich.

- 465 I: Gut, dann kommen wir nochmal zu 'nem andern Thema. Wir haben jetzt das Strömungen gehabt. Wenn ihr jetzt... wenn ich euch jetzt mal zwei andere... oder andere Bilder zeige. Euch jetzt mal zeige 5, Bild 5, Bild 21, Bild 9 und Bild 2. Was glaubt ihr denn, warum die für mich zusammengehören?
- 466 B1: Ähm, dass halt zum Beispiel... dass das alles äh aus zum Beispiel Strömung oder so entstanden ist. Also Wolken entstehen ja durch...
- 467 B2: ... kondensiertes Wasser.
- 468 B1: Ja. Das passt nicht so richtig.
- 469 B2: Ja, ist also Wasserdampf.
- 470 B1: Weil das halt alles entsteht.
- 471 B2: Man könnte halt alles entfernt mit Wasser in Verbindung bringen.
- 472 B1: Ja, genau. Ich mein, das entsteht ja hier... das hier entsteht ja durch Wellen, das durch die Gezeiten, also Wattenmeer.
- 473 I: Also Bild 21 entsteht durch Wellen und Bild 5 durch die Gezeiten. Was ist denn auf Bild 5 zu sehen und auf Bild 21? Könnt ihr das benennen
- 474 B2: Das ist halt, wenn 'ne Welle quasi wieder zurück ins Meer geht.
- 475 B1: Zieht das den Sand mit und unter dem Sand ist halt dunklerer Sand... deswegen... ja unter der oberen Schicht. So entsteht dann halt... ja, wie kann man das nennen?
- 476 B2: Spuren.
- 477 B1: Ja, Spuren.
- 478 I: Spuren. Ok. Dann möchte ich euch mal einen Begriff vorgeben. Das hier, was ihr hier seht, auf Bild 21, 5, 2 und 9, das sind... das kann man Strukturbildung nennen.
- 479 B2: Hm (bejahend).
- 480 B1: Also doch Bildung.
- 481 I: Strukturbildung. Was verbindet ihr denn mit Strukturbildung.
- 482 B1: Also hier auf jeden Fall, dass halt mehrere... zum Beispiel Gebilde entstehen wie auf Bild 9 oder auf Bild 2. Dass generell solche riesen... dass sich so 'ne Wolke aufbaut... hier wie sich der Sand so formt.
- 483 B2: Haben wir im Video auch gesehen.
- 484 B1: Genau. Wie sich hier der Sand so aufbaut, hier sich der... also sich so... sich so formt.
- 485 B2: Alles geht in eine Form über. Das sah mal anders aus. Und das wird in eine andere Struktur gebracht.
- 486 I: Findet ihr das interessant?
- 487 B2: Joa, es ist also... ich würd sagen, es ist jetzt nicht mein... mein Lieblingsthema.
- 488 I: Und wa... was findet ihr denn daran interessant, wenn es etwas gibt.

489	B2: Ja, das einfach Sachen... einfach umgeformt werden können, obwohl sie ja eigentlich sich selber nicht verändern. Also es bleibt ja derselbe Stoff. Sand bleibt ja Sand. Aber es gibt 'ne andere Struktur halt. Es gibt 'ne auße... außen wirkende Kraft.
490	I: Gibt es denn für euch, wenn ihr Struktur hört... gibt es da für euch wieder ein spezielles Beispiel, wo ihr sagt: "Mensch, das ist die Struktur!" Wenn ich an Struktur denke, kommt mir sofort das in den Sinn.
491	B1: Ne.
492	B2: Ne.
493	B1: Eigentlich nicht.
494	I: Ok, wenn ihr jetzt Strukturbildung gehört habt, gibt es denn jetzt noch Bilder von den andern, die ihr da zuordnen könntet zum Thema Struktur.
495	B1: Ich würd sagen, Bild (unv.) hat eine Struktur. Aber nicht genau wie hier, hier und hier. Da bildet sich halt... ich sag einfach: eine Struktur. Die ist vorher... aus 'ner Wolke wird zum Beispiel 'n Torndo, 'ne Windhose.
496	I: Würden da quasi die Strudelbilder, die Strömungsbilder auch alle dazu packen?
497	B1: Genau, eigentlich schon.
498	I: Was glaubt ihr denn, warum? Warum ist das... gehört das für euch dazu? Was muss denn da gegeben sein, damit man von Strukturen sprechen oder von Strukturbildung sprechen kann?
499	B2: Man braucht halt 'ne Kraft, um etwas zu verändern. Es verändert sich ja eigentlich fast nichts von alleine. So ja...
500	B1: Weil das halt nicht so oft vorzutreffen ist. Also sowas ist ja... sowas wie ein Hurricane ist ja normalerweise nicht normal.
501	B2: Ist sehr selten, glaub ich.
502	B1: Ja... (unv.).
503	I: Ihr habt... ihr habt ja jetzt 'n paar Sachen genannt. Was ist denn... was muss denn dann gegeben sein, dass man überhaupt von einer Struktur sprechen kann? Es hat sich etwas verändert? Wenn man jetzt mal, ja...
504	B2: Das hier ist für mich 'ne Struktur. Weil es hat...
505	I: Bild 22 ist für euch 'ne Struktur.
506	B1: Ja.
507	B2: Bild 11 ist für mich auch 'ne Struktur.
508	I: Bild 11 auch.
509	B1: Weil das halt so... (überlappend)
510	B2: Genau wie Bild 19 hat auch 'ne Struktur. Es hat eigentlich alles irgendwie 'ne Struktur.
511	B1: Ja.

512	I: Ok, sind euch denn äh noch Strukturen oder Strukturbildungen begegnet, die man auf den Bildern nicht sehen kann?
513	B2: Beim Ton. Wenn man jetzt selber Ton hat... 'ne... wie sagt man? Mit dem Ton... also mit Ton arbeitet. Dann kann man ja auch Strukturen bilden neue.
514	I: Ok, ja. Äh, ihr habt hier auf eurem Zettel geschrieben: Wanderdünen oder Dünen.
515	B1: Ja, das ist auch eine Struktur, würd ich sagen.
516	B2: Die sich auch verändert durch den Wind, Wanderdünen.
517	B1: Ja, genau.
518	I: Wanderdünen und Dünen.
519	B2: Dünen sind halt... es gibt ja halt Wanderdünen. Ich glaube, die haben ja irgendwie keine Befestigung, also kein Gras oben drauf. Dadurch kann das... Wind... wird das immer aufgewirbelt.
520	B1: Ja, regelmäßig wird der Sand dann aufgewirbelt und legt sich dann woanders ab. Wo halt 'ne neue Düne dann entsteht, wenn genug Sand sich da halt ab... ablegt.
521	B2: Und bei anderen Dünen ist halt... da ist halt dies Gras drauf und hält es mit dem Wurzelwerk, glaub ich, so fest. (Unv.) tieferliegenden Sand.
522	I: Ja, habt ihr denn schon mal selbst Strukturen erzeugt?
523	B1: Zum Beispiel hier. Ich hab bestimmt schon mal Sandburgen gebaut, wo man halt der Sandburg eine Struktur gibt.
524	I: Ok, wie auf Bild 12. Solche Strukturen habt ihr schon gebaut, ok.
525	B2: Hm (bejahend), gestern noch.
526	B1: (Lacht).
527	I: Gut, jetzt haben wir ja grade schon über Strömungen gesprochen. Da solltet ihr schon 'n tolles Logo entwerfen. Könnt ihr dasselbe für mich nochmal mit Strukturen machen?
528	B2: Ja.
529	I: Da haben wir auch 'n neuen Zettel.
530	B2: Nene, du darfst jetzt.
531	B1: Ich darf jetzt zeichnen? Ja, dann musst du mir auch 'n Plan geben. Weil ich hab noch kein Plan wie ich das zeichnen soll.
532	B2: Also nochmal: zu Strukturen 'n Werbelogo.
533	I: Ja.
534	B1: Vielleicht so 'n... (unterbrochen).
535	B2: (Unv.) Sandburgen, cool. Wir machen so 'ne unten... so 'ne Burg quasi.
536	B1: Aber vielleicht machen wir auch so 'n Gesamtgewicht halt aus 'ner Kraft oder so, dass 'ne Kraft halt 'ne Auswirkung... also 'ne Struktur erst bildet. Dass das nicht

	einfach so passiert. Aber das könnt man als allgemeinen Begriff für Kraft nehmen.
537	B2: Man könnte doch eigentlich... also man könnte es probieren, wenn man zeichnen kann... irgendwie so 'ne Schippe mit Sand drauf. Und der Sand fällt grad so runter und unten ist dann schon so 'ne fertig gebaute Burg. Weil dann ist es... es gibt ja 'ne Kraft, die den Sand bewegt in eine andere Form.
538	B1: Also soll ich... wollen wir jetzt erstmal sowas wie 'ne Sandburg bauen, also malen?
539	B2: Boah, 3D?
540	B1: Ja, ganz... ganz... ganz großer Sport hier! Ich mach mal einfach so 'n...
541	B2: Boah, mach da nochmal einen daneben.
542	B1: Ja, ok.
543	B2: Wahnsinn. Und dann so 'ne Schippe oder 'ne Hand.
544	B1: Ja, ich mal die Hand da dran.
545	B2: Kann man da 'n Arm...
546	B1: Das ist die Schippe (lacht).
547	B2: Ach so (lacht).
548	B1: Das ist jetzt 'ne Hand, so. Da fällt jetzt schon so der Sand runter.
549	B2: Das sieht aus wie so 'n Pizzaschieber.
550	B1: Baut der hier grad sowas mit Sand auf.
551	B2: Ja (ünerlappend) (lacht).
552	B1: ... wo der Sand drauf runterfällt. Wie können ja (unv.).
553	B2: Was ist, wenn wir so 'nen... ja, machen wir noch 'nen... wir machen das schon... wir machen erst so 'n Halm, so 'n kleineren. Da.
554	B1: Ja, mal den aus.
555	B2: Sonst wird das hässlich.
556	B1: Ja.
557	B2: (Unv.) so drauf gepackt so [klackt].
558	I: Ihr habt da jetzt 'ne Sandburg gebaut... äh gemalt, gezeichnet. Und eine Hand, die noch mehr Sand darauf wirft.
559	B1: Ja, damit die Struktur kriegt.
560	I: Damit die Struktur kriegt, ok. Alles klar, was ist denn für euch, dann das Gegenteil von Strukturbildung oder von Strukturen?
561	B2: Destrukturierung.
562	B1: Anti-Struktur.
563	B2: Ja.

564	B1: Ne, mir fällt jetzt nichts richtig ein.
565	B2: Ne, fällt mir auch, ehrlich gesagt, nichts ein. Was gibt's denn da?
566	B1: Dass das aus einer Struktur gebracht wird. Aber wie...
567	B2: Ist das 'nen Wirrwarr. Keine Ahnung.
568	I: Wirrwarr?
569	B2: Hm (bejahend).
570	B1: Das nehmen wir.
571	B2: Ja.
572	B1: Ist eingelogt.
573	I: Wirrwarr oder vielleicht 'n anderes Wort dafür vielleicht?
574	B1: Durcheinander.
575	I: Durcheinander, ok. Ihr sagt, das Gegenteil von Struktur wäre Durcheinander?
576	B1: Jo.
577	B2: Ja.
578	I: Ok. Habt ihr denn... wenn ihr... 'n Gegenteil schon gefunden habt, habt ihr denn noch 'n Synonym oder 'ne Umschreibung dafür?
579	B1: Ordnung.
580	B2: Jetzt zu Struktur 'n anderes?
581	B1: Ja.
582	B2: Ja, Ordnung würde passen.
583	B1: Also, dass das eine gewisse Ordnung hat.
584	B2: Oder 'n gleichbleibenden Aufbau.
585	B1: Ja.
586	I: Gleichbleibender Aufbau? Würdet ihr sagen, dass die Wolke auf Bild 2 geordnet ist?
587	B1: Ne, die ist nicht geordnet, aber sie baut sich halt gleich auf, aber formt sich anders. Also sie wird gleich....
588	I: Sind für euch die Wolken auf Bild 9 geordnet?
589	B2: Das schon irgendwie.
590	B1: Schon, ja. Da sehen sie schon geordnet drauf aus. Alle haben so 'ne Wellenform.
591	B2: Alle denselben Abstand.
592	B1: Genau.
593	I: Ok. Dann würde ich mich freuen, wenn ihr auch nochmal 'ne Definition für

	Strukturbildung aufschreiben würdet. Und dann haben wir es auch fast geschafft.
594	B2: Struktur ist.
595	I: Ja, nicht nur Struktur, sondern Strukturbildung.
596	B2: Strukturbildung ist ein Vorgang, in dem ein Stoff oder eine Sache geändert... sich verändert...
597	B1: Und eine gewisse... (unterbrochen)
598	B2: Nein, also sich verändert, aber nur die Form, nicht... nicht die Eigenschaften.
599	B1: Ja.
600	B2: Die Strukturbildung ist ein Vorgang, bei dem sich ein Stoff oder Element in seiner Form... aber die Eigenschaft nicht verliert. So. Oh, wie sahnig.
601	B1: Ja.
602	B2: Soll ich nochmal vorlesen?
603	I: Ja, bitte.
604	B1: Soll ich? Äh Strukturbildung ist ein Vorgang, bei dem sich ein Stoff äh oder Element in seiner oder ihrer Form verändert, aber die Eigenschaften nicht verliert.
605	I: Ok. Was glaubt ihr denn, was die Ursache für Strukturbildung ist? Bei Strömungen hattet ihr ja schon gesagt: Wind oder Höhenunterschiede. Was könnte denn sein... dass... was könnte der Grund dafür sein, dass sowas wie auf Bild 5 entsteht oder auf Bild 9...
606	B1: Immer unterschiedlich.
607	B2: Wärmeenergie, Strömungsenergie.
608	B1: Es könnt... zum Beispiel hier ist es ja auch so. Es könnt... es kann ja durch alles entstanden sein.
609	B2: Das soll ja ein Mosaik sein oder?
610	B1: Ja.
611	B2: Dann ist es ja menschliche Kraft gewesen.
612	B1: Ja, so mein ich ja.
613	B2: Es entsteht halt immer durch eine Kraft, würd ich behaupten.
614	I: Ok.
615	B1: Also es hat eine Ursache.
616	I: Könntet ihr denn solche Entstehungen, wie Bild 5 zum Beispiel oder Bild 9, könntet ihr das aufhalten. Oder könnte die Natur... könnte die vielleicht das aufhalten?
617	B1: Wie könnten Bild 5 das zum Beispiel ändern. Wenn wir zum Beispiel da mit 'ner... mit 'ner... mit 'ner Schaufel rübergehen. Aber jetzt, dass es neu entsteht, können wir nicht verhindern.
618	B2: Man kann halt die Gezeiten nicht verändern.

619	B1: Ja.
620	B2: Die sind halt fest, außer man verändert halt dadurch...
621	B1: Kannste ja (unv.).
622	B2: Ja, ich weiß.
623	B1: Riesige Mauer aufbauen!
624	B2: Haben wir was mit dem Mond zu tun?
625	B1: Ja, haben 'se.
626	B2: Ja, dann kann man den Mond ja wegsprengen (lacht).
627	I: Man kann den Mond wegsprengen (überlappend).
628	B2: Und... ja, aber 9 kann man halt, würd ich sagen, gar nichts machen, außer... man kann halt die Sonne ja nicht wegsperren. Die Sonne lässt ja Wasser erhitzen. Dadurch dann steigt sie auf und (unv.) die Wolken.
629	I: Ok, und woher wisst ihr das? Eurer Wissen über Strukturen woher habt ihr das?
630	B1: Erdkunde.
631	I: Das habt ihr von Erdkunde?
632	B1: Ja, oder das meiste hier.
633	I: Also aus der Schule, im Alltag eher weniger damit zu tun gehabt, oder?
634	B2: Nicht so viel.
635	B1: Ne, nicht so viel.
636	I: Redet ihr im Alltag auch über Wolken und Gezeiten und das Wattenmeer?
637	B2: Ist unser Hauptthema, sichi.
638	I: Gut, dann versuch wir mal 'n schönen Übergang zu finden. Dann bedank ich mich und drücke jetzt auf die Stopptaste.

21.1.8 Interview J2A

1	I: ... sagen, fangen wir mal an. Noch einmal für's Protokoll: Ihr seid damit einverstanden, dass ich das aufnehme?
2	B1: Ja.
3	B2: Ja.
4	I: Sehr schön. Dann hab ich hier mal euch ganz tolle... ganz tolle Bilder mitgebracht. Ich möchte euch doch bitten, dass ihr euch die mal so anguckt und mir mal erzählt, was ihr dadrauf so seht. Und zu 'n paar Bildern hab ich auch noch 'n paar Videos, falls ihr nicht genau wisst, was dadrauf abgebildet oder worum es dabei geht. Fragt sonst einfach und erzählt, was ihr da so seht. Muss nicht jedes Bild einzeln für sich sein, sondern insgesamt, was ihr da so drauf erkennen kannst.
5	B1: Also auf allen sieht man Naturphänomene auf jeden Fall.
6	B2: Nö.
7	B1: Achso, da nicht. Ok. Das ist Farbe. Oder das hier. Das hat was mit Physik zu tun.
8	I: Und redet sonst auch ruhig... und redet sonst ruhig über die... über die Nummern der Bilder, damit ich das auch zuordnen kann.
9	B1: Jo. Also auf dem größten Teil der Bilder sieht man Naturphänomene, außer auf dem Bild 11, 18 und 22.
10	B2: Ja.
11	B1: Ein Gully, Nummer 3 auch nicht.
12	B2: Aber letztendlich sieht es so alles aus, als hätte das irgendwie was mit Bewegung oder mit Gru... also so mit Kreis zu tun. Das sind überall gefühlt Kreise oder eben Bewegungen, die zu Kreisen werden oder was damit zu tun haben.
13	B1: Aber das... aber Bild 24... die haben Wolken (lacht).
14	B2: Da sind Wolken. Da ist das Phänomen "Nacht".
15	I: Naja, da geht es um das... da geht es nicht um die Wolken, sondern um die Höhe, um das Gebäude. Ja, könnt ihr irgendetwas nicht erkennen, was darauf abgebildet ist? Oder worum es dabei geht? Sonst hab ich, wie gesagt, zur Verstärkung noch... noch Videos mitgebracht.
16	B1: Das ist einfach irgend'n Mosaik, ne?
17	I: Genau. Wisst ihr, was das hier ist auf Bild 7?
18	B2: Ich glaub, das ist 'ne Luftaufnahme von... ähm Stürmen? Also so würde es für mich aussehen.
19	I: Ja, ich zeig das einmal: Foto 7, zeig ich einmal. Könnt ihr den Bildschirm sehen?
20	B1: Ja.
21	B2: Ja.
22	I: Dann könnt ihr da einmal, worum es da genau geht.

23	B1: Ich würd auch sagen, so 'ne Weltraumaufnahme.
24	I: Ja, im Prinzip ist das gar nicht so verkehrt. Aber nur, dass ihr das noch einmal... ja, das ist so...
25	B2: Diese Wetterkarten.
26	I: Da seht ihr dann quasi diese...
27	B1: Hm (bejahend).
28	I: Also ich würde behaupten, das ist nich von Stürmen, sondern eher von...
29	B2: Einfach Wolkenbildung.
30	I: Ja, Wolken, würd ich eher sagen, ja.
31	B1: Das hier hat ja was mit Tropfstein...
32	B2: Schwerkraft...
33	I: Scherkraft, genau.
34	B2: Ist das mein Handy, was hier grad.... (unterbrochen)
35	B1: Ne, das war meins. Deswegen hab ich's grad vom Tisch genommen.
36	B2: Ah, ok.
37	B1: Ja.
38	B2: Also 19 hat was mit Schwerkraft zu tun und Wasser.
39	B1: Ne, so rum, ja.
40	I: Wenn wir uns das jetzt mal so... aber es ist jetzt für euch ist alles klar, was ihr so seht?
41	B1: Ja.
42	B2: Ja.
43	I: Gut, dann können wir jetzt... würde ich euch jetzt mal bitte, dass ihr mal die Bilder ordent. Welche gehören eurer Meinung nach zusammen und warum?
44	B1: So.
45	B2: Das kommt hierzu.
46	B1: Das passt hier nicht ganz. Soll ich das jetzt da noch irgendwie mit hin zuordnen, zu dem unteren, genau? Dann hat das... das hier... das kommt da irgendwie mit hin.
47	B2: Das würd ich ungern hier zu tun. Das ist zwar auch auch Landschaft, aber nicht die Landschaft, die ich (unv.).
48	B1: Hm (bejahend). Das hat aber nichts damit zu tun. Das würde mehr auch in diese Richtung gehen. Das hat auch mit Wirbel zu tun, ja. Das hier hat halt alles mit Wind zu tun, generell. Ich würd das hier gar nicht mal so weit davon weg legen.
49	B2: Dann können wir das hier so mittig machen.

50	B1: Ja.
51	B2: Inwiefern hat das mit Wind zu tun? Das hier ist einfach 'ne Landschaft.
52	B1: Nein, es geht um die Wolken.
53	I: Genau.
54	B2: Das sieht aus wie 'n Pferd.
55	B1: Noch 'ne Bewegung. Und das ist halt das durch den Wind... (unv.) der halt auch gewirbelt wird.
56	B2: Sand oder Schnee?
57	B1: Ne, das ist Sand.
58	B2: Könnt auch Schnee sein.
59	B1: Und das ist Windenergie. Hm (bejahend) Konstruktion. Aber wo würdest du die Schwerkraft mit hin tun?
60	B2: Die kann mit zum Wasser.
61	B1: Hm (bejahend).
62	B2: Nein, die kann hier mit zu.
63	B1: Stimmt, das hat dann beides phy... so physikalische Hintergründe.
64	B2: So, die Wolken...
65	B1: ... würd ich hier irgendwie mit hinlegen, weil es hat ja auch so 'n...
66	B2: Dann kommen die wohl auch dahinten hin. Wo wollen wir den Sand hin tun? Der Sand passt hier nicht so ganz rein.
67	B1: Vielleicht sonst auch zu "Konstruktion".
68	B2: Ne, das ist... das ist Stadt. Das ist keine Stadt.
69	B1: Für mich ist es 'ne Sandstadt.
70	B2: Ich würd's dann eher hier so mit hin tun.
71	B1: Wir können's ja so zwischen legen.
72	I: Ok, damit wärt ihr einverstanden erstmal?
73	B1: Ja.
74	B2: Ja.
75	I: Gut, dann fangen wir mal an. Ihr habt 11 und 22 zusammengetan?
76	B1: Ja.
77	B2: Ja.
78	I: Und unter was für 'ner Kategorie habt ihr das laufen lassen?
79	B2: Künstlerisches. Künstlerisches, Farben.
80	I: Und 3 und 24.

81	B2: Stadt bzw. Konstruktion des Menschens.
82	I: Ok, und dann habt ihr da hinten, hab ich da gesehen: 8
83	B1: 4
84	I: 8, 4, 23 und 13.
85	B1: Und 12 so halb.
86	I: Und 12.
87	B1: So halb, das einklammern.
88	I: Ok, unter was habt ihr das laufenlassen.
89	B2: Ähm, eher so Natur. Also so nicht Wasser, Natur, Land.
90	B1: Lebewesen.
91	B2: Land, Lebewesen, ja.
92	I: Ok, und dann habt ihr 5.
93	B1: 20
94	I: 20, 21
95	B2: Und 12 in Klammern.
96	I: Und wieder halb... die andere Hälfte von 12. Das habt ihr laufenlassen unter?
97	B2: Sand und Fluss.
98	B1: Also Kraft des Wassers.
99	I: Kraft des Wassers, ok. Und dann haben wir hier: 17
100	B1: 16
101	I: 16.
102	B1: 15
103	I: 15, 14 und 1. Unter was für'n Oberbegriff habt ihr euch das ausgesucht?
104	B1: Ähm... ja, so Strömungen.
105	I: Strömungen.
106	B2: Strömungen, Strudel ja.
107	I: Strömung, Strudel, ok.
108	B1: Dann haben wir 15 in Klammern.
109	I: Ok, 15 die andere Hälfte.
110	B1: 6.
111	I: 6.
112	B1: 9.
113	I: 9.

114	B1: 10.
115	I: 10.
116	B1: 2.
117	I: 2.
118	B1: 7.
119	I: 7.
120	B1: Unter dem Thema Wind.
121	I: Wind, gut.
122	B1: Dann noch 19 und 18.
123	I: 19 und 18.
124	B2: Gesetze der Physik.
125	I: Gesetze der Physik, ok. Ja, schön. Das sind eure Kategorien, die ihr euch so ungefähr gedacht hattet. Gut, wenn ich jetzt mir mal was raussuche. Also wir können ruhig diese hier schon mal nehmen. Diese hier und diesen hier. Wenn ich die jetzt mal zusammen packe. So, wir nehmen noch die 6 noch mit dazu zu euren... was ihr Strömung und Strudel gebracht habt. Ähm, das wäre auch der Begriff, den ich euch irgendwie jetzt erstmal ans Herz legen möchte, den Begriff der Strömung. Was verbindet ihr mit Strömung?
126	B2: Bewegung, Gefahr.
127	I: Ja. Gibt es für euch denn eine Strömung schlechthin. So wenn ich euch sage "Strömung", gibt es da was, was euch sofort einfällt und ihr sagt: Mensch, das ist es!
128	B2: Ja, so 'ne Flussströmung.
129	I: Flussströmung?
130	B2: Ja.
131	B1: Oder das Meer.
132	I: Ja, und was findet ihr an Strömung interessant? Findet ihr da überhaupt was interessant dran?
133	B2: Naja, wie die Strömung letztendlich teilweise Lebewesen hilft, von A nach B zu kommen. Und wie sie doch wichtig für äh ja Lebensraum ist und auch für den Fluss.
134	I: Ja, ok. Ihr habt ja jetzt in eurer Sortierung habt ihr schon 'n... 'n Feld unter dem Titel Strömung gefunden. Was glaubt ihr denn, was das hier alles... was diese Bilder hier für Gemeinsamkeiten haben? Was gegeben sein muss, damit man von 'ner Strömung spricht? Und warum spricht man zum Beispiel auf Bild 13 nicht von einer Strömung eurer Meinung nach?
135	B2: Man könnte ganz übertragen im Sinn von 'ner Strömung der Vögel sprechen, aber... oder von 'nder Windströmung, die man hier nicht sieht. Aber das ist für mich eher so Natur.

- 136 B1: Das ist halt eine Bewegung der Masse, ne? Also bei 'ner Strömung findet ja 'ne Bewegung von A nach B statt.
- 137 B2: Und sie muss messbar sein, dann können wir von Strömung reden.
- 138 B1: Und ich find, Bild 6 passt halt zu St... würde halt auch zu der Strömung passen, weil ähm Strö... 'ne Strömung oder halt auch Wellen tragen ja immer Land zum Beispiel auch ab vom Land und verkleinern das und tragen das an andere Orte hin. Und da entst... entstehen ja halt auch zum Beispiel diese ähm Sandbänke.
- 139 B2: Man könnte ja auch die Windströmung nehmen... (überlappend).
- 140 B1: Ja, Windströmung gibt's halt auch, stimmt.
- 141 I: Windströmung gibt's auch, ja. Was kann man denn äh daraus erkennen? Was würde denn zum Thema Windströmung passen? Was für den... was von den Bildern?
- 142 B1: Aber auch zum Beispiel die 10, also mit der Windenergie halt wieder passen.
- 143 I: Ja, ok.
- 144 B2: Und hier: 7.
- 145 I: Die 7 auch noch mit?
- 146 B2: Die sieht man immer auf... bei den Nachrichten wie das Wetter wird. Und da zeigen sie ja auch immer so wie die... (unterbrochen)
- 147 B1: Windströme.
- 148 B2: ... und sowas und wie die Windströmungen sind.
- 149 I: Alles klar. Das ist soweit ok. Sind dir denn... sind euch schon mal Strömungen begegnet, die man auf den Bildern nicht sehen kann oder die af keinem der Bilder drauf sind? Wie sahen die Strömungen denn aus, die ihr dort schon mal gesehen habt? Oder anders gefragt: Hast du schon mal 'ne Strömung selber erzeugt.
- 150 B1: Halt im Waschbecken oder in 'ner Bade... wenn mann 'n Stöpsel gezogen. Dann hat man ja 'n Sog äh... also 'n... ja, 'n Sog ist es ja, entstehen lassen. Wo hat man noch 'ne Strömung entstehen lassen?
- 151 I: Ja, ihr habt das ja auch hier geschrieben. Ihr habt das, sowas schon verkleinert, im Waschbecken gesehen oder in 'ner Badewanne. Was könnte es denn noch für Orte geben, wo man selber Strömungen erzeugt hat? Ihr habt ja hier auch gesagt... (unterbrochen).
- 152 B1: Kann man nicht 'n Luftstrom entstehen lassen?
- 153 I: Ihr habt ja auch hier zum Beispiel gesagt, bei den beiden Bildern im Fragebogen, dass äh... dass für euch so hier eigentlich 'ne natürliche... Naturphänomene sind, aber das man da von Bewegung von Massen reden kann und das auf Elemente zurückgeht. So wenn ihr das mal so "Bewegung von Massen"... könntet ihr euch vorstellen, dass ihr da schon mal selber was produziert habt?
- 154 B2: Meine Großeltern haben so 'n... bei ihrem See haben die so 'ne Art Spielplatz und da drehst du irgend'ne Kurbel und da kommt das Wasser hoch. Also du erzeugst erstens unten so 'n Strudel, hast du's in so'm Becken. Dann machst du die Stöpsel auf.

155	B1: Ah!
156	B2: Und dann strömt es da sozusagen aus dem Becken wieder raus und so 'ne ganze Bahn entlang, bis es wieder im Wasser ist. Somit habe ich also auch schon mehrere Strömungen erschaffen.
157	B1: Wie so 'ne Wasserpumpe.
158	B2: Ja, so ähnlich, ja.
159	I: Ja, das ist doch... das ist doch wenigstens etwas, was ihr... was dir schon eingefahren ist. Das ist doch schon mal... das ist doch schon mal was.
160	B1: Wasserpumpe auf'm Spielplatz.
161	B2: Ja.
162	I: Gut, jetzt würd ich euch bitten... ihr seid ja bestimmt kreativ. Ihr könnt euch mal vorstellen, ihr arbeitet jetzt in 'ner Werbeagentur. Und ihr sollt 'n Symbol oder 'n Logo für die Strömung entwerfen. Wie würde das aussehen? Malt mir das mal bitte auf.
163	B2: Hahaha.
164	B1: aber was ist da... also was ist denn die Strömung? Was ist das denn für 'n...
165	I: Das möchte ich ja von euch gerne sehen. Ihr sollt... so Thema Strömung. Und ihr sollt..
166	B1: Das ist aber so 'n Riesenbereich!
167	I: Und ihr arbeitet für 'ne Werbeagentur.
168	B1: Das kann man ja nicht definieren.
169	B2: Ich hab nicht umsonst Kunst abgewählt.
170	I: Das muss nicht schön sein.
171	B1: (Unv.).
172	I: Das muss nicht schön aussehen so. Ihr könnt ja auch erklären, was man darauf sieht, was ihr zeichnen wolltet.
173	B1: Wir müssen ja erstmal sagen, was ist denn das sozusagen? Für was wollen wir werben?
174	B2: Ja, du kannst ganz einfach... wir machen so 'n Strudelding.
175	B1: Ja, aber du musst ja trotzdem sagen, für was du werben willst.
176	B2: Ja warte.
177	I: Wir wollen für Strömung werben. Also Strömung ist das, was wir bewerben wollen.
178	B2: Wir machen so 'n Strömungs-Strudel-Ding. Und dann machst du das so 'n Kreis und dann machst du oben die verschiedenen Elemente. Weil es gibt ja auch so Sandstrudel-Dinger, also so Treibsand ist ja auch nix anderes, dass der Sand sich so wegdreht und du einsinkst.

179	B1: Hm (bejahend).
180	B2: Wir machen da einfach... so oben machen wir so in der Mitte so 'n Strudelding, Strömungding. Machen wir dann an der Seite Element des Wassers, der Luft und des Sandes... hört sich jetzt komisch an, aber...
181	B1: Ok.
182	B2: Und das verpacken wir dann schön zeichnerisch und schreiben auf, wo meinetwegen so Strömung oder so.
183	B1: Ok.
184	B2: Ich kann mal die Ideen aufschreiben. Du kannst das (unv.) schon setzen.
185	B1: Ok, (unv.) Kunst studiere, aber kann ich tun. Also dann Strömungen und dann willst du sozusagen durch die Mitte sozusagen so 'n Wirbelsturm sozusagen... also so 'n Dings haben oder?
186	B2: Joa.
187	B1: Und Elemente waren es jetzt halt... ich würd, glaub ich, nur Wasser und Wind nehmen. Willst du halt wirklich Sand noch dazu nehmen?
188	B2: Ja, wir wollen zeigen, wie vielseitig unsere Strömung sein kann.
189	B1: (Lacht), ok. Aber wie willst du die denn darstellen. Einfach so 'ne... so 'n Sandhaufen?
190	B2: Machst du so 'ne Wolke mit'm Gesicht, die so pustet.
191	B1: Die in 'ne Whatsapp irgendwo steht?
192	B2: Und Sand kannst du ja einfach mit so'm (unv.).
193	I: Ja, das muss ja nicht super schön, nur dass man eure... nur dass man eure Ideen da... im Zweife, dafür nehmen wir das ja auf, könnt ihr das erklären. Und dann weiß derjenige, der sich das... was ja eigentlich nur ich sein werde.
194	B1: Soll jetzt in der Mitte Strömung stehen?
195	B2: Ne, das möchte ich außen rum haben. Ich möchte so 'n Kreis haben, außen rum Strömung. In der Mitte dann irgend so 'n Strudel, Strömung.
196	B1: In was für 'nem Kreis willst du das haben?
197	B2: Ja, wir sollen ein Logo machen und ein Logo ist für mich immer rund. Du kannst es meinetwegen auch viereckig, aber wenn du es rund rum schreibst, ist es, glaub ich, ein wenig hübscher.
198	B1: Ich hätt jetzt tatsächlich gemacht, einfach so in der Mitte Strömung geschrieben. Dann hier oben den Wind.
199	B2: Nein, aber das muss doch... unser Strudel muss doch in die Mitte. Du, das erste, wo du guckst, ist die Mitte.
200	B1: Also so... also so Strömung so im Halbkreis schreiben.
201	B2: Ja, du hast da aber 'n Kreis.
202	B1: Mal mal den Kreis auf, bitte.

203	B2: Das ist doch ganz einfach, warte.
204	B1: Soll ich dir 'n Zirkel holen?
205	I: Nein, das muss nicht so... das muss nicht perfekt sein.
206	B1: Ja, passt. Und jetzt hier oben drüber so Strömungen stellen. Ich kann das schreiben.
207	B2: Ja, hier oder da, das ist mir relativ egal.
208	B1: Also da, da oder da?
209	B2: Das kannst du entscheiden.
210	B1: Ups.
211	B2: Mach das mal so, dass es bewegt aussieht?
212	B1: Oh ne, dafür hab ich jetzt kein Lust mehr. +
213	B2: Ja siehst du, das sieht doch bewegt aus.
214	B1: Der Stift ist kacke.
215	I: Ja, dann versucht den hier.
216	B1: Wenn der mich nicht mag, mag ich ihn auch nicht.
217	B2: (Unv.) dann kann man jetzt irgendwie in Schwarz weiterschreiben.
218	I: Das ist nicht weiter dramatisch.
219	B1: Das ist der Tod, [Name]. Ist das für dich genug Bewegung?
220	B2: Ja.
221	B1: Sieht auch kacke aus, weil ich größer werden. Also...
222	I: Dafür hätte man ja in 'ner Firma noch den Azubi oder die Azubine, die sich da noch um den Feinschliff kümmert.
223	B1: Hm (bejahend). So.
224	B2: Ja, du bist fast zu groß geworden.
225	B1: Vielleicht ist es auch einfach gewollt, dass ich größer werde.
226	B2: Ja, aber wir müssen hier noch unsere Elemente malen.
227	B1: Ja, wir kriegen das schon hin, [Name].
228	B2: Strudel?
229	B1: Jetzt in die Mitte?
230	B2: Der darf nicht zu weit gehen, weil ich brauch hier, da und da 'n Element.
231	B1: Muss erstmal ausprobieren, wie man 'n Strudel malt.
232	B2: Das ist für uns Strömung.
233	B1: Hm?

234	B2: Das ist für uns Strömung, alles gut.
235	B1: So?
236	B2: Hm (bejahend) und jetzt machen wir im Hintergrund hier nochmal (unv.) weil es gibt ja verschiedene Strömungen. Können wir hier nochmal so...
237	B1: Malst du da auch noch bitte so 'ne... so 'n Kreis... also so 'ne Dings da mit rein, so 'n... so 'ne Schnecke?
238	B2: So?
239	B1: Ja, genau das.
240	I: So 'ne Schnecke?
241	B1: Ja! Ja, wenn das immer so gezeichnet wird, ist da immer so 'ne Schnecke da mit drin.
242	B2: (Unv.).
243	B1: Jetzt sieht es aus, als ob unser... unsere... unser Wirbelstrom Flügel hat.
244	B2: Ich mal hier noch Wasser. Ich mal hier Wasser, du kannst da Wind oder Sand malen.
245	B1: Wind haben wir doch jetzt schon
246	B2: Nein, das ist generelle Strömung. Wir brauchen jetzt hier noch Wind.
247	I: Ja, die Wolke, die Wind pustet.
248	B2: Ich mal hier mal unsere Pyramide.
249	B1: Nein, sieht kacke aus. Mal du mal bitte den... oder was wolltest du... wolltest 'ne Wolke?
250	B2: Das ist mir scheißegal, du musst nur Wind symbolisieren.
251	B1: Ok.
252	B2: Wir haben's ja hier nochmal erklärt.
253	B1: So, dann kriegt der noch 'n Auge und einen Mund. Und dann hast du da deinen Wind, was 'ne hässliche Wolke.
254	I: Das macht ja nichts. Also wir haben ein... ein rundes Logo, Strömung steht oben drüber. In der Mitte ist ein Wirbelsturm oder ein Wasserstrudel.
255	B2: Das ist eben die Frage.
256	B1: Das ist die Frage.
257	B2: Das kann man ja anhand unserer Elemente...
258	I: Uhh, ach so! Deswegen habt ihr außen rum: Wasser, Wind und Sand. Das heißt, mit jedem Element kann diese Verwirbelung...
259	B1: Exakt.
260	B2: Ja.
261	I: Ok, alles klar. Das ist ja schon mal sehr, sehr kreativ.

262	B2: Wenn das meine Kunstlehrer hier sehen würde...
263	I: Wen ihr jetzt... jetzt habt ihr ja aufgemalt, was für euch so Strömungen als... als Unternehmenslogo wäre. Wenn ihr jetzt überlegt, was ist denn das Gegenteil von Strömungen für euch? So, ihr habt ja jetzt überlegt, was Strömung ist und was wäre so das Gegenteil davon?
264	B2: Stein.
265	B1: 'N Fluss. Äh, nicht 'n Fluss, 'n See.
266	B2: Ne, find ich nicht.
267	B1: Wenn etwas steht. Doch!
268	B2: Steine!
269	B1: Steine?
270	B2: Ja, weil sie erstens 'n total anderes Element haben. Man kann sie nicht so in der Form verändern, sie kann keinerlei von Strudel oder sonst was haben, sie liegen die meiste Zeit da uns stehen.
271	B1: Doch, aber 'n Sandsturm können die ändern.
272	B2: Ja, aber nicht so normale Steine. Für mich sind das Steine, ja, aber die Steine können sich ja nur ändern, ein anderer Sandsturm, wo schon Bewegung drin ist... (unterbrochen).
273	B1: ... da was abträgt, ja.
274	B2: Für mich ist das Gegenteil von Strömung generell: Stein.
275	B1: (Lacht).
276	I: Ein Stein einfach nur? Und wenn ihr das mal... äh noch mehr auf eure... auf eure Dynamik bezieht? Ihr habt hier ja auch im Fragebogen von... ja hier inner... im Fragebogen auch von, von, von... von Sog gesprochen. Oder äh von Bewegung von Massen. So, wenn ihr da mal in die Richtung euch was überlegt... so, so, so... St... das Gegenteil von Strömung ist ein Stein. Das... kann ich mir relativ wenig drunter vorsellen. Versuch das mal so 'n bisschen zu erklären.
277	B2: Naja, also meine Überlegung war so ein Sog oder Strömung ist ja was, was letztendlich durch Bewegung von Sachen entsteht, was eine Bewegung benötigt, was sich auch... wenn man eben ans Wasser denkt... es bewegt sich die ganze Zeit, es entstehen immer wieder neue Strömung oder Sög... Söge... Soge...
278	B1: Mehrzahl von Sog.
279	B2: Es entstehen immer verschiedene, einzelne Sogsachen. Und so 'n Stein ist für mich ein Symbol dafür auch, dass es einfach was ist, was schon jahrelang wirklich so liegt. Was sich keiner... also eigentlich nicht bewegt, was Energie von anderswo benötigt, damit es bewegt werden kann, was einfach flasch ist, was keinerlei Bewegung in sich hat.
280	B1: Oder keine Bewegung vorzufinden ist, einfach.
281	B2: Ja, was eben, damit es sich von A nach B bewegen kann, Energie von außerhalb, sie es durch Stürme, durch Menschen oder sonst was, benötigt.

282	I: Ok, und von dir hatte ich noch 'ne Idee gehört, 'ne andere.
283	B1: 'N See wäre... also z. B. wenn man es jetzt mal auf 'n Fluss bezieht, wäre für mich halt wirklich das Gegenteil so 'n See, wo... ein stehendes Gewässer, wo sich halt nix wirklich drin bewegt.
284	I: Ok, ich glaube, wenn ich dich richtig habe, meinst du das auch mit dem Stein, oder? Weil sich der Stein sich ja auch, wie du sagtest, nicht bewegt.
285	B2: Ja, mehr oder weniger, aber ich find 'n See ist immer noch zu bewegungslastig. Weil auch im See können halt Söge entstehen und sowas.
286	B1: Aber da muss ja auch was drauf äh einwirken, also z. B. Wind oder so, es muss ja irgendwas stattfinden.
287	B2: Ja, aber dann sich... da haben wir ja auch das Erwärmen von Massen, von warm und kalt und sowas. Und ich glaub, da kann auch irgendwie dann 'n Strudel entstehen, ich weiß es nicht.
288	B1: (Lacht) is ja mal wieder Sonneneinstrahlung.
289	B2: Das hatten wir jetzt nicht im Erdkunde-LK.
290	I: Ja ok, dann lass uns mal überlege.. lass uns mal überlegen, was äh das... Gegenteil war ja 'n bisschen... jetzt hab ich schon verschiedene Worte ja auch schon gehört von euch: Sog, Strudel, Strömung. Sind das für euch... ist das für das Gleiche? Beschreibt es dieselben... äh dasselbe Wort? Beschreibt das alles Strömungen oder habt ihr andere Synonyme dafür.
291	B2: Naja, also für mich ist Strömung etwas, was in eine Richtung geht, wie z. B. beim Fluss oder von 'ner Windrichtung, ist ja eine Strömung in einer Seite. Und bei 'nem Strudel ist das, was in einer Kreisform gerichtet ist.
292	B1: Ja.
293	I: Also wäre das für euch nicht dasselbe?
294	B2: Strudel und Strömung wäre nicht dasselbe oder das gleiche eher. Da wäre eher Sog und Strudel 'n Synonym, würde ich sagen.
295	I: Ok, also fällt euch ad hoc denn 'n anderes Synonym für Strömung ein?
296	B2: Einseitige Bewegungsrichtung.
297	I: Einseitige Bewegungsrichtung, ok. Das ist ja schon mal ganz gut. Wie würdest du denn jemandem erklären, der keine Ahnung von Strömung hat, was das ist? Oder wie würdet ihr beide das machen? Habt ihr 'ne Definition. Also ich würde mich tatsächlich freuen, wenn ihr mir eine Definition aufschreiben würdet, also vielleicht auf der Rückseite von eurem Logo.
298	B1: Oh.
299	B2: Oh, das wird hier immer schlimmer (lacht).
300	B1: Strömung ist Bewegung einer Masse in nur... in halt... eigentlich ja nur in eine Richtung. Also Strömung zieht ja nur in eine Richtung hin.
301	B2: Hm (bejahend).
302	B1: Und vofinden ist es z. B. in einem Fluss.

303	B2: Du meinstest was?
304	B1: Wir können ja sozusagen schreiben, was bewirkt... also äh, wo findest du's, was bewirkt es? Also ich meinte, es ist ja Bewegung einer Masse, die nur in eine Richtung verläuft.
305	B2: Ja, das ist nun doch (unv.).
306	B1: Ja, eine gerichtete Richtung. Kann man nehmen, ist doppelt gemoppelt, aber passt. Aber Windmassen, Wassermassen... was gibt's denn noch? (Flüstern) (unverständlich). Vorzufinden... wir können ja noch schreiben, wo man's also finden kann. Strömung findet man in Flüssen, Flüssen... nicht Flüssen, Flüssen.
307	B2: Hm (bejahend).
308	B1: (Unv.).
309	B2: Oder in der Nat... ja.
310	I: So, dann lest mal einmal vor.
311	B2: Strömung beschreibt die Bewegung von Massen in eine gerichtete Richtung. Hierbei ist es egal, ob es Windmassen, Wassermassen oder andere sind. Strömung bewegt bzw. transportiert meist andere Objekte von A nach B als Nebeneffekt. Zu finden ist sie z. B. in Flüssen, Meeren oder als Wind.
312	I: Ok, das... so würdet ihr jemand anderen das erklären. Es ist ja insgesamt schon mal relativ viel. Wenn ihr euch die Bilder nochmal anguckt, dann haben wir irgendwie jetzt die grade die restliche Zeit oder die ganze Zeit eben sehr viele Strömungsarten gesehen. Was glaubt ihr denn, wie das überhaupt entsteht? Wie kommt es dazu, dass diese Strudel oder diese Wellen, wie auf Bild 1, dass die überhaupt entstehen? Was ist der Grund dafür?
313	B1: Also Wellen entstehen ja durch Wind.
314	B2: Wellen entstehen durch Wind und eben durch... (unterbrochen).
315	B1: ... durch Windströme halt ja auch, also dadurch, dass der Wind in eine Richtung das Wasser nach unten, also wegdrückt.
316	B2: Sie dann eben z. B. auf Land oder so langsam auflaufen, brechen sie.
317	B1: Ja.
318	B2: So, was hatten wir noch?
319	B1: Das hat halt hauptsächlich da ja auch mit Wind... (unterbrochen).
320	B2: Ich sag dir, das hat irgendwie noch mit warmen und kalten Wind zu tun (lacht).
321	I: Warme und kalte Windmassen.
322	B1: Ja.
323	I: Das ist ja auch schon mal eine Idee... schon mal eine Idee, die man... die man haben kann. Dann habt ihr hier im... im äh Fragebogen auch noch was von Mondphasen geschrieben. Ist das für euch auch 'n Grund oder 'ne Ursache für die Entstehung von Strömungen? Oder ist das was anderes?
324	B1: Ich würd mal sagen, dass es was anderes ist.

- 325 B2: Hm (überlegend) ich würd sagen, das ist nicht direkt was mit Strömung, aber es hat ja wahrscheinlich... also für mich hat es mehr oder weniger was indirekt zu tun. Bei... mit Mondphasen verbindet man ja eben Ebbe und Flut. Dadurch dass das Wasser eben kommt oder nicht kommt und man kann's ja auch als St... als 'ne Strömung jetzt nicht, aber es ist ja auch... das Wasser strömt weg oder es kommt wieder.
- 326 B1: Ja.
- 327 B2: Und somit hat man auch eine Strömung drinne.
- 328 B1: Ja, so hätt ich's jetzt auch gesagt. Strömung ist ja trotzdem vorhanden.
- 329 I: Ok, was glaubt ihr denn, kann man so 'ne... solche Strömungen aufhalten? Nehmen wir mal eine ganz große Welle...
- 330 B1: Nein.
- 331 I: Könnte man die aufhalten? Oder diesen Strudel kann man den aufhalten?
- 332 B1: Nö.
- 333 I: Wie auf Bild 17 z. B. Glaubst ihr, man kann das nicht aufhalten?
- 334 B2: Ne, also, ich glaub, das probieren die auch mit den Tsunamiwellen. Die probieren ja solche hervor... vorherzusagen und sowas. Die entstehen ja meistens durch Erdbeben. Dass sich eben so bewegt, dass die Wassermassen sich immer mehr aufbauen. Und da probiert man ja sowas vorherzusagen, aber meistens ist die Konsequenz daraus, wenn man sowas vorhersagt, dass die Menschen ja auch nur fliehen können und sowas. Wenn man solche Naturphänomene sehr schwer aufhalten kann, dann müsste ja irgendwie die Wassermassen, die sich aufbauen, so stoppen können... meinetwegen (überlappend)
- 335 B1: (Unv.) Riesenwellenbrecher.
- 336 B2:jetzt wenn man sich das vorstellt, dass es sich eben vor so 'ne Wand... an so 'ne Wand klatscht, das Wasser dann so runter und dann eben zurück und ohne Nebenwirkung. Und dementsprechend, glaub ich, ist es sehr schwer, solche Wellen und Bewegung, die sich erstmal aufbauen, zu stoppen. Auch bei so'm Strudel, das ist ja 'ne Bewegung des Wassers, die im Kreis ist und sich immer mehr aufbaut, weil immer mehr Masse dazu kommt und somit der Strudel größer werden kann. Und um das aufzuhalten, müsste man ja eine Gegenbewegung starten, um die Wassermassen zu beruhigen. Und ich glaub, das ist unmöglich teilweise.
- 337 B1: Ja, dass der Aufwand viel zu hoch wäre.
- 338 B2: Oder man es gar nicht hinkommt.
- 339 I: Ok, du hast jetzt gerade auch von 'nem Tsunami gesprochen. Was ist denn ein Tsunami?
- 340 B2: Tsunami ist ja eine große Welle, die entsteht... (unterbrochen).
- 341 I: Na, das reicht. Eine große Welle. Und wenn wir jetzt eine sehr große... wenn man jetzt auf Bild 1 z. B. guckt, das ist ja im Vergleich dann 'ne relativ kleine Welle. Was glaubt ihr denn, wie kann es sein, dass in der Natur unterschiedlich starke Strömungen oder Wellen auftreten? Oder auch Strudel gibt's ja starke und nicht so starke. Wie kann die Natur das beeinflussen? Oder wie könntet ihr das

	vielleicht sogar beeinflussen, wie stark so eine Strömung ist?
342	B2: Also eine Welle kommt ja, also um nochmal auf die Tsunamiwelle zurückzukommen... die ist ja größer und teilweise ja verherender als so 'ne normale Welle, weil sie eben durch ein Erdbeben entsteht, wodurch Energie freigesetzt wird, die dann sich eben das Wasser aufbaut und dann eben auf's Land zurollt. Und da sie relativ weit von der Mitte des Meeres kommt, hat sie umso mehr Zeit, um sich aufzubauen und um mehr Wasser mitzunehmen.
343	B1: Ja.
344	B2: Und somit dann eben meistens die Stadt zu vernichten. Und so 'ne kleine Welle, die hat meistens ja nicht mehr so viel Energie. Dass ist ja meistens... (überlappend).
345	B1: Die baut sich ja kurz vorher auf.
346	B2: Baut sich kurz vorher auf und bricht dann meistens entweder an äh...
347	B1: ... am Strand oder am Wellenberecher.
348	B2: Am Strand, an Steinen oder eben einfach am Sand. Dass sie einfach diese Fahrt verliert.
349	I: Das find ich spannend, also quasi... es hängt für euch davon ab bei den Wellen, wann die entstehen. So 'ne kleine Welle entsteht für euch eher kurz vor der Küstenregion und es hat dementsprechend noch die Chance groß zu werden. Und die Welle, die... die den Tsunami z. B. entsteht mitten auf dem Gewässer und wird dann immer größer.
350	B1: Ja.
351	I: Glaubt ihr denn, dass die Wellen unbegrenzt größer werden können? Dass die, wenn sie... angenommen es würde am einen... an der einen Küstenseite anfangen und bis zum ganz entferntesten Ort zur anderen Küste da immer hin fließen. Glaubt ihr, die wär dann richtig, richtig, richtig hoch die Welle? Oder glaubt ihr, da ist irgendwann Schluss?
352	B1: Nein, sas sieht man bei solchen Wellen ja auch, wenn man im Meer steht, hat es, glaub ich, schon jemals... jeder schon mal beobachtet, dass man eben so steht und meinetwegen über die Wellen möchte, tauchen oder so. Und schon weiter hinten so 'ne Welle sieht, die sich aufbaut und man denkt: "Oh, voll cool, wenn die bei mir ist, wird sie brechen und ist voll groß", bricht aber schon zwischenzeitlich, weil eben, ich weiß nicht, die Masse erreicht ist oder die Höhe erreicht, die mit der Wassertiefe wahrscheinlich zu tun hat, dann eben bricht und sich wieder neu aufbaut. Und wenn sie bei einem ist, ist sie eben nicht so groß, wie man sie erwartet hat, weil sie eben zwischendurch schon gebrochen ist. Und deswegen glaub ich auch nicht, dass eine Tsunamiwellen eben... sich... wenn sie meinetwegen von Ort A anfängt sich aufzubauen und dann B total vernichtet, würde sie dann, glaub ich, zwischendurch mehrmals brechen, weil sie es einfach vom Weg her nicht schafft, weil das die Natur nicht so hergibt.
353	B1: Ja, ich glaub, es hat auch halt wirklich was erstmal mit der Wassertiefe zu tun, wie... und auch was das für 'n Abstand überhaupt zum Meer ist, also... dass sie halt wirklich so 'n riesen Raum braucht, wo das Wasser halt nach oben gezogen wird, dass das vom Strand gar nicht passen würde.

- 354 I: Ok, dann war... sind wir erstmal fertig mit dem ersten Teil. Jetzt kommt noch 'n etwas kleinerer zweiter Teil. Dazu verlieren wir mal erstmal... achten wir nicht mehr so auf die Wellen hier, sondern wir gucken uns erstmal Bild 5, 9 und 21 an. Und von mir aus auch noch Bild 7. Was glaubt ihr denn, warum ich euch gerade diese Bilder zeige? Warum gehörn die für mich zusammen?
- 355 B2: Ja, man sieht ja... 5 und 21 würd ich auch zusammentun. Das sieht für mich sehr wie das Wattenmeer aus. Weil letztendlich sieht man da ja eben Strömungen, die eine andere Sache formen. Also hier hat die Strömung das Wasser geformt... (unterbrochen).
- 356 B1: Aber das siehst du bei 9 ja genauso (überlappend).
- 357 B2: Ja genau, deswegen. Aber ich wollte dir das erst auf 5 und 21 erklären. Dann kann ich zur 9 übergehen, aber dass sie eben hier... im Wasser hat sie, die Strömung, oder generell hat das Wasser, die Kraft des Wassers, das geformt, dass hier z. B. ... sieht aus für mich wie Flammen, 5 eben, dass sie so Kuhlen hinterlassen hat. Und bei 9 ist es eben dann eher der Wind gewesen, der die Wolken so geformt hat. Hier siehts aus fast wie Wellenform. Oder hier eben die Wolkenbildung.
- 358 B1: Hm (bejahend).
- 359 I: Ok, dann sag ich euch mal einen Begriff, der nennt sich Strukturbildung. Also das was... wenn man hier sieht, das sind Strukturen. Weil da Struktur gebildet wird. Was verbindet ihr denn mit Strukturen? Wenn ihr Struktur hört, an was denkt ihr? An Strukturbildung.
- 360 B2: Strukturiert ist ja meistens was Geregelteres, was Festgesetztes. Also für mich, wenn jemand sagt so: "Ja, du bist gut strukturiert" oder so oder "strukturiere deinen Plan, deine Arbeit" oder sonst was, heißt das ja, dass man sich da letztendlich drüber Gedanken macht und eben sich 'n Aufbau macht, wie man das abarbeiten möchte und somit eine Struktur aufbaut, die für einen am besten ist. Und das ist eben jetzt keine festgelegte Struktur, weil äh Natur kann meistens selten... also Wasser fließt ja immer... kommt eben... hat verschiedenste Einflüsse, hat den Menschen z. B. ... hat Wind, Mondphasen und sowas als Einfluss. Deswegen wird die Natur wahrscheinlich jetzt nicht geplant (lacht) strukturiert. Hört sich jetzt auch (unv.) an. Aber das so wirklich geplant machen und sagen: "Heute möchte ich den Sand wie ein Herz aussehen lassen und morgen wie 'n Kreis oder so", aber da entstehen dann eben Strukturen... entstehen aber das meist ungewollt.
- 361 B1: Hm (bejahend).
- 362 I: Ok, wenn ihr jetzt das Wort Strukturbildung gehört habt, und ich hab hier ja schon 'n paar Bilder schon zusammengetan... welche Bilder würdet ihr denn noch dazu packen zur Strukturbildung?
- 363 B1: Ich glaub, ich würde jetzt sogar noch 12 dazu nehmen, also die Sandburgen.
- 364 B2: Es ist auch eine Strukturbildung.
- 365 B1: Die 22.
- 366 I: Die 12, die 22.
- 367 B2: Wenn du willst... letztendlich ist das auch 'ne mehr oder weniger Struktur.
- 368 B1: 'Ne Struktur, weil's 'ne geordnete Reihenfolge auch z. B. ist oder wie das halt

	aufgebaut ist.
369	I: Die 11 auch noch mit dazu, ja.
370	B2: Ja oder?
371	B1: Das ist ja auch 'ne Struktur.
372	B2: Das ist halt auch 'ne Struktur. Die haben alle andere... also so sind anders... vom äußerlichen anders.
373	I: Was glaubt ihr denn... was muss gegeben sein, damit mit überhaupt von Strukturbildungen reden kann? Was sind... was haben die alle gemeinsam?
374	B2: Sie wurden alle erschaffen, also es ist überall 'ne Außeneinwirkung. Wir haben hier bei 7, 5, 21, 9 eben die Auswirkung äh des Windes oder des Wassers. 12 hat der Mensch 'ne Einwirkung gemacht, wie bei 11. Und 22 hat eben auch jemand es selbst erschaffen. Aber es ist immer 'ne Struktur wird in diesen Bildern gebildet von einer weiteren Person oder einem weiteren Gegenstand.
375	I: Ok, warum gehört für euch z. B. die Nummer 2 nicht dazu? Oder die Nummer... oder die Nummer 20? Warum gehört das für euch nicht dazu? Oder auch allgemein die andern Bilder, also ganz grob gesagt.
376	B2: Also 20 ist zwar ein Flusslauf und darum wurden zwei Felder von anderen Menschen erschaffen. Aber es hat für mich keine so... an sich hat's schon 'ne Struktur, weil's ja z. B. so schlangenförmig durch's Land verläuft, weißt du? Ja, aber ne, das ist für mich... das ist für mich einfach so der normale Flusslauf, der sich eben so seinen Weg gebahnt hat. Und darum hat eben der Mensch seine Felder arrangiert. Die haben zwar eine gewisse Struktur, aber wenn man von oben drauf sieht, sieht es nicht so gewollt aus. Da haben auch für mich zu viele verschiedene Sachen sozusagen eingewirkt. Hier hat immer nur eine Kraft eingewirkt oder meinetwegen zwei Menschen oder sowas. Aber das ist beim andern zu viel verschiedene Einwirkung von außen.
377	B1: Ich würd auch z. B. hier auf der Nummer 6, dass die schon wieder... dass man die auch schon wieder fast einordnen könnte.
378	I: Die 6. Ja.
379	B1: ... bei der Struktur. Weil da hat der Wind ja z. B. wieder drauf eingewirkt und verändert ähm... kann man sagen: Das Ebenbild? Also das Bild, wie es vorher war.
380	B2: Ja, könnte man sagen.
381	B1: Also das wäre dann ja z. B. ähnlich zu stellen wie 5. Da hat ja das Wasser let... den Weg sozusagen neu geformt. Immer wenn das Wasser wiederkommt, verändert sich das Bild. Und das wäre ja hier bei dem Sand genauso. Wenn der Wind wiederkommt, verändert sich das.
382	B2: Aber ich hätte das eingeordnet, wenn's in einer anderen Position fotografiert ist. Weil diese Position mit dem Sand oben ist für mich keine destgelegte Struktur, weil der wird in jedem Moment runterfallen. Wenn der Sand auf dem Boden liegt oder sowas, dann würd ich als Struktur mit einordnen. So würd ich's eher zu Wind oder so tun, weil wenn ich das Bild anschau, assoziiere ich jetzt nicht: "Oh wow, das hat eine festgelegte Struktur oder sowas". Da sehe ich erstmal: "Oh, Wind mit Sand".

383	B1: Struktur haben wir da vorne rein theoretisch auch nochmal, ne?
384	B2: Ja, das... rein theoretisch können... (unterbrochen).
385	B1: Also die beiden Gebäudebilder bzw. der Gully und das Gebäude. Weil es wurde ja 'n Plan gemacht, wie die am besten aufgebaut sind.
386	B2: Die haben eben auch eine Struktur, die vom Menschen erschaffen ist, also von einer äußeren Gewalt.
387	I: Ok, kann ich soweit nachvollziehen. Sind euch denn Strukturen oder Strukturbildungen begegnet, die man auf keinem der Bilder sehen kann? Und wie sahen die aus? Habt ihr vielleicht schon mal selber Strukturen erzeugt?
388	B2: Kunstunterricht.
389	B1: Ja, Kunst... halt Kunst höchstens.
390	B2: Ja, du hast... jeder hat schon mal 'ne Sandburg gebaut, würd ich sagen. Und eben Strukturen könnten an sich eben auch sein... was 'ne Struktur für mich ist, sind Eisblumen am Fenster.
391	B1: (Lacht) Eisblumen?
392	B2: Ja, weil zuerst hat es geregnet und die äußere Gewalt, die sozusagen, die eben eindringt, ist eben der Frost und dadurch macht er eben ein festes, strukturiertes Bild, z. B. wenn Seifenblasen draußen frieren oder so. Also machen die so Eisblumen. Und das ist für mich eine Struktur, die von der Natur festgelegt worden ist. Und die sieht man hier nirgendwo.
393	B1: Also sozusagen diese... dass die Blumen dann entstehen.
394	B2: Ja.
395	I: Ok, habt ihr denn selber vielleicht... das hat jetzt die Natur gemacht. Habt ihr selber schon Strukturen erzeugt? Vielleicht habt ihr irgendwas gemacht, das vielleicht eine ähnliche Struktur wie hier auf Bild 5 vielleicht schon entstanden ist.
396	B2: Eigentlich dieses Becken bei meiner Oma (lacht), da kommt dann meistens Sand noch mit hoch, weil man das nicht vermeiden kann. Sobald man eben das Wasser rauslässt oder das eben dann die Rinne wieder ins Wasser fließt, hinterlässt eben auch solche Spuren und somit Strukturen. Und somit hab ich indirekt eine Struktur geschaffen...
397	B1: Indirekt!
398	B2: ... weil ich das Wasser hochgepumpt habe.
399	B1: Aber direkt ist es ja trotzdem noch das Wasser, die diese Struktur erstellt hat.
400	B2: Aber ohne mich wäre das Wasser gar nicht oben.
401	I: Also du hast Becken bei deiner Oma und da ist noch Sand drin.
402	B2: Ja.
403	I: Und wenn du das Wasser ablässt, dann wird da...
404	B2: ... dann saugt es sich eben... (unterbrochen).

405	I: ... entstehen da Strukturen. Ja, das ist doch äh... ist doch schon mal eine...
406	B1: Indirekt hast du sie erstellt.
407	I: Das ist doch schon mal in Ordnung.
408	B2: Das Becken wird berühmt (lacht).
409	I: Das berühmte Becken, ja. Dann gehen wir nochmals in eure kreative Ader zurück. Ihr seid wieder in 'ner Werbeagentur. Ein bisschen mehr Fröhlichkeit bitte. Dafür kriegt ihr auch 'n neues Blatt Papier. Jetzt dürft ihr euch 'n Logo zum Thema Strukturen und Strukturbildung...
410	B1: Struktur wär für mich 'n Plan.
411	I: ... dürft ihr erfinden.
412	B1: Im Sinne von strukturiert sein, als ob du seine Liste arbeiten musst.
413	B2: Für mich ist strukturiert... das sind...
414	I: Nein, nicht strukturiert, sondern Struktur/Strukturbildung.
415	B2: Struktur/Strukturbildung ist nicht trotzdem... da können wir... wir können wieder unsere Elemente am Rand machen, weil die alle Strukturen bilden können.
416	B1: Mich erinnert Struktur aber auch an Steine. Wie Steine unterschiedlich aufgebaut sind.
417	B2: Ja, das können wir ja mit unserem Sand wieder machen. Und für mich ist Struktur aber auch trotzdem einfach so... nicht so... das erste, wo ich an Struktur denke, ist eben an so... so Karopapier oder so. Weil das hat für mich 'ne bestimmte Struktur.
418	B1: 'N Karopapier?
419	B2: Ja. Also wir machen wieder unseren berühmten Kreis.
420	B1: Man könnt ja so 'n Kreis machen, dann können die so 'n Karomuster da reinmachen. Und dann malst du aber auch nur bestimmte Felder an, die du aber auch im bestimmten Abstand jeweils auch eingefärbt sind.
421	B2: Ja.
422	B1: Das könnte... warum soll das eigentlich 'n Kreis sein. Das könnte auch viereckig sein oder dreieckig.
423	B2: Ja dreieckig ist (unv.) schwer. Das ist richtig hässlich dieser Kreis.
424	I: Das ist nicht so wild. Hab ich ja gesagt, das muss ja nicht... (unterbrochen).
425	B2: Das ist (unv.). Da haben wir ganz viele verschiedene Strukturen. Weil wir haben erst 'ne runde Struktur, dann machen wir dadrin unsere Karos, aber wir müssen... machst du wieder Struktur?
426	B1: Ja, gleich. Ich werde tatsächlich... wenn wir jetzt so nur so Linien malen... willst du 'ne kleinere Struktur haben oder 'ne größere. Äh... (unv.) größer geht nicht mehr.
427	B2: Ist alles gut, und dann machen wir außen immer in dem... so hier darf ich

	wieder mein Wasser malen, weil Wasser Strukturen machen kann.
428	B1: Ich möchte aber noch 'n Karomuster reinmachen.
429	B2: Jaja, genau.
430	B1: Dann schreiben wir aber Fett durch die Mitte Struktur. Weil das ist dann so 'n Bruch der Struktur.
431	B2: Oh, das ist krass. Da kann man gut interpretieren.
432	I: Das ist ja richtig philosophisch. Ja, wie schreibt man Struktur?
433	B1: Mit "ck"?
434	I: Nein.
435	B1: Ohne, ne?
436	I: Aber... aber mit "r".
437	B2: So.
438	B1: Jetzt könntest du auch noch richtig fail so 'ne Linie da reinmachen. Dann unterbrichst du das auch noch mal. Dann hast du eine Spiegelung der Struktur.
439	B2: Du musst deine Wolke wieder malen.
440	B1: Meine Wolke?
441	I: Die pustende Wolke? Kannst du nochmal abgucken.
442	B1: Will ich gar nicht abgucken, die ist so hässlich geworden.
443	B2: So krass, wenn ich hier wieder meine Pyramide hab. Dann haben wir zweimal Struktur. Wollen wir hier oben 'ne Hand hinmalen? Weil auch der Mensch kann Struktur erstellen im Gegensatz zu unserer Strömung.
444	B1: Hm (bejahend).
445	B2: Ich mal ein Männchen hin.
446	B1: Boah, was ist das denn für'n (unv.) oah ich bin grad stolz auf meinen Wirbelsturm.
447	B2: Das soll einen Pinsel darstellen?
448	B1: Pinsel?
449	B2: Ja, ein Männchen erstellt die Struktur mit einem Pinsel.
450	I: Ok, also habt ihr jetzt wieder einen elipsenförmigen Kreis.
451	B2: Nein, das ist ein Kreis.
452	I: Ein Kreis mit einer... mit einem strukturierten Karomuster drin. Es steht Struktur in der Mitte und am Rand sind wieder die Elemente Wasser, Sand und Wind und das Männchen, die Strukturen erzeugen können, richtig?
453	B2: Ja.
454	B1: Hm (bejahend).

455	I: Gut.
456	B2: Oh warte, dann müssen wir hier noch 'ne Struktur hinmalen.
457	I: Was wäre denn für euch, wenn ihr jetzt nochmal überlegt, was Strukturen sind... was wäre denn für euch das Gegenteil von Struktur oder Strukturbildung?
458	B2: Etwas, was man nicht beeinflussen kann.
459	B1: Unordnung (lacht).
460	I: Fin... fin... findet ihr... findet ihr, dass die Strukturen oder die Struktur in Bild 5, dass das ordentlich aussieht? Dass das für euch 'ne... 'n geordnetes äh...
461	B2: Es hat 'n geordnetes Gesamtbild, also die sind alle nicht gleich, aber dadurch, dass eben das gesamte Bild nicht gleich ist... bzw. man eben gleiche Strukturen hat... (überlappend)
462	B1: (unv.) immer 'ne eigene Form hat.
463	B2: ... man da so ein gewisses Muster wiedererkennt. Und eben auch hier den Weg des Wassers. Es ist strukturiert.
464	I: Für Bild... bei Bild 9 wäre das dann dasselbe, richtig?
465	B2: Ja, weil... und da sehen die aber auch noch alle recht weich aus. Das sieht so aus, als würden die sich aufbauen.
466	B1: ... aufbauen.
467	B2: Also dadurch, hast du eben... hat man eben eine aufbauende Struktur. Man könnte hier auch fast so 'ne Linie als Graphen bezeichnen.
468	I: Wenn man sich Bild 21 anguckt, ist das für euch auch eine geordnete Struktur?
469	B2: Ja.
470	I: Ok. Und das... wie würde dann das Gegenteil direkt von euch... äh das Gegenteil aussehen von Struktur? Sp etwas wie auf Bild 13.
471	B2: Ja, diesen Vogelschwarm, weil das hat also... im ersten Augenblick hat es ja keine Struktur. Es ist einfach 'n wildes Durcheinander. Wo man jetzt nicht einen Sinn hinter erkennt, was sich die ganze Zeit auch verändert. Und wenn die dann anfangen, so 'ne Kette aufzubauen, z. B. ... (überlappend).
472	B1: Dann hat's wieder 'ne Struktur.
473	B2: Dann hat's wieder 'ne Struktur. Aber in dem Punkt hat's noch keine Struktur.
474	I: Ok.
475	B1: Also wäre es zum Beispiel rein theoretisch, wenn wir es jetzt davor... bevor das Wasser aus dem Bild 5 sozusagen verschwindet... wenn das Wasser noch darüber ist und der Wa... äh Sand durchgewirbelt wird, dann...
476	B2: ... hat's noch keine Struktur. Und ist es das Gegenteil, weil's eben wild durcheinander sich jede Millisekunde bewegend ist. Sobald es aber weg ist, hat man eben eine Struktur.
477	I: Ok, das... das kann ich nachvollziehen. Oder das kann ich verstehen. Habt ihr

	denn... denn ein Synonym auch dafür für Struktur? Oder eine noch schönere Umschreibung?
478	B2: Für Struktur?
479	B1: Geordnet kann man ja nicht sagen.
480	B2: Struktur ist etwas, was von einem äußeren etwas erstellt worden ist, was...
481	I: Na, wir sind noch nicht bei der Definition, die kommt gleich. Erst noch eine... erst noch eine... eine äh... eine Umschreibung oder ein Synonym. Oder das könnt ihr gerne auch... das könnt ihr gerne dann auch vielleicht miteinander verbinden. Ihr habt das ja euch schon gedacht, dass das wohl auf's selbe hinausläuft, dass man noch einmal 'ne Definition von euch hör... hören möchte oder lesen möchte. Da könnt ihr vielleicht überlegen, was es für'n... für'n Synonym oder für 'ne Umschreibung für Struktur oder Strukturbildung gibt.
482	B2: Ich schreib mal auf, was ich denke und dann sagst du: ok oder nicht.
483	B1: Ja.
484	I: Und danach habt ihr's dann auch fast geschafft.
485	B1: Das, was du eben gedacht hast.
486	I: Ihr habt ja auch noch in eurem Fragebogen auch noch was über Sandbänke geschrieben. Wäre das für euch auch eine Strukturbildung?
487	B1: 'Ne Sandbank?
488	I: Ja.
489	B1: Da würd ich eigentlich schon wieder sagen, halt auch auf Bild 5 wieder zurück: Weil, kommt drauf an, ob die Sandbank halt... Sandbank im Wasser ist oder nicht.
490	I: Naja, weißt du, was 'ne Sandbank ist?
491	B1: Ja, also an sich ja schon, aber es gibt halt ja auch so Erhöhungen im Wasser, wo z. B. geht das dann auf einmal drei Meter runter, dann zwei Meter weiter geht das schon wieder... hast du 50 Zentimeter über'm Wasser. Äh.
492	I: Unter Wasser.
493	B1: Unter Wasser, über der Wassero... kurz vor der Wasseroberfläche, so.
494	I: Ihr seid auf jeden Fall... mögt ihr es nicht, kurz und präz... kurz und knapp.
495	B2: Ja (unv.).
496	I: Aber das ist ja auch nicht weiter dramatisch.
497	B1: Kurz und knapp kann man das gar nicht.
498	I: Kurz und präzise, aber ausführlich und umfassend.
499	B2: Ja.
500	B1: Das muss man erstmal hinbekommen.
501	I: Was habt ihr denn bis jetzt schon? Bist... seid ihr... bist du... seid ihr...

502	B2: Ja, ich bin grad mitten in meinem Satz.
503	I: Ist ja in Ordnung. Lasst euch die Zeit, die ihr braucht.
504	B2: Jetzt muss ich mir das durchlesen (unv.).
505	B1: Ich mag deinen letzten Satz.
506	B2: Ja, das stimmt oder?
507	B1: Hm (bejahend).
508	B2: (Unv.).
509	B1: Hm (bejahend).
510	B2: Gut.
511	B1: Ich musste nur erstmal...
512	B2: Stimmst du ein?
513	B1: Ja, ich musste trotzdem nur erst so überlegen so... hm.
514	B2: Also, Struktur wird von einer außenstehenden Person oder einen außenstehenden Element entweder gewollt oder ungewollt geschaffen. Hierbei musste diese nicht exakt identisch sein, sondern auf eine gleiche Weise bzw. recht ähnlich Art, wo die Gemeinsamkeit klar zu erkennen ist, geschaffen sein.
515	I: Ja.
516	B1: Durch den letzten Satz muss man sich erst durchwurschteln.
517	I: Ok, das klingt gar nicht so unüberlegt. Also da habt ihr euch schon Gedanken gemacht. Das ist... da kann ich gut mit leben. Dann ist ja schon mal schön, dass ihr viele Strukturbildungen und Strukturen erkannt und benannt habt. Was glaubt ihr denn... nicht nur, wie es sein kann, dass diese Strukturen überhaupt entstehen? Warum ordnen sich die Wolken hier z. B. so an auf Bild 9 wie das ist? Oder warum sieht das hier so aus wie auf Bild 5? Wie kann das sein? Was ist die Ursache dafür? Und kann man das vielleicht aufhalten, dass sich die Wolken so anordnen?
518	B2: Aufhalten?
519	I: Ja, kann man das verhindern?
520	B1: Also 9 entsteht ja durch verschiedene... durch die Windströme und dass sich die Wolken durch diesen Wind halt verformen. Aber wie willst du das denn aufhalten.
521	B2: Das Gleiche ist beim Wasser. Man müsste das Wasser umleiten oder nicht mehr darüber fließen lassen.
522	B1: Ja, dann hast du es dann an der einen Stelle ist es dann nicht so, aber irgendwo findest du's immer wieder.
523	B2: Ja, also sie entstehen und um auf das (unv.) davor zurückgreifen aus Strömungen meist... eben Windströmung, Wasserströmung. Das ist eben das Element, das außenstehende Element und, wie gesagt, es ist schwer, eine Welle aufzuhalten. Dementsprechend ist es genauso schwer, eine Luftströmung aufzuhalten, dass diese die Wolken in genau diesem Areal nicht verformt. Aber dann wird sie die

	meinetwegen 20 Meter weiter dann verformen, weil der ja irgendwie umgeleitet werden muss der Windstrom.
524	B1: Du könntest halt höchstens immer nur so 'n kleinen Teil aufhalten. Aber niemals das Ganze.
525	I: Ok, und was glaubt ihr, wie man das... wie man die Stärke beeinflussen kann oder wie die Natur das macht? Ihr wisst ja nun auch, dass es große Wolken gibt und kleine Wolken. Genauso gibt es ja auch große Sandbänke oder kleine Sandbänke. Oder vielleicht noch ein Wort zu nennen: ich glaube, das gehört zu haben, dass ihr das im Gespräch des Fragebogens gesagt habt, ihr habts aber nicht aufgeschrieben: nämlich das Wort Dünen. Ich bin mir sicher, dass ich das irgendwie... zumindest den Gedankengang mitbekommen habe. Wisst ihr... ihr wisst was Dünen sind?
526	B2: Haben wir Dünen erwähnt?
527	I: Ich meine, das gehört zu haben.
528	B1: Jetzt interpretiere ich jetzt gleichzeitig mit.
529	I: Ja, ich meine, dass... dass ihr das... dass ihr das... äh ihr hattet Sandhaufen, ihr wart in dem Sandbereich, habt das noch nicht Dünen genannt, sondern ihr habt das anders... anders verpackt. Wisst ihr denn, was Dünen sind?
530	B1: Dünen schützen ja das Land vor Wasser. Also z. B. auch wie Deiche.
531	B2: Ja, vor Wind auch.
532	B1: Oder vor Wind, ja.
533	I: Glaubst ihr, dass Dünen... dass sich da Menschen hingestellt haben und die gebuddelt haben?
534	B2: Ne.
535	B1: Sie haben nachgeholfen, aber hauptsächlich hat ja der Wind den Sand abgetragen.
536	B2: Es gibt ja auch Wanderdünen, wovon immer gewarnt wird. Wenn die Düne von der einen Seite wegträgt und auf der anderen Seite wieder aufbaut.
537	I: Ja, aber da auch... (unterbrochen)
538	B1: Aber da hat halt der Wind wieder Einfluss drauf.
539	I: Ja, auch da gibt's ja große und kleine. Was glaubt ihr denn, wie man das beeinflussen kann, die Stärke von diesen Strukturen.
540	B2: Eben durch Windströmung, z. B. in dem Punkt. Also wenn der Wind stärker ist und somit dann mehr Sand aufnimmt und abträgt und dann anderswo wieder auf den Dünen meinerwegen ablägt und verlässt, umso größer wird die Düne dann auch. Ich glaub, um je größer die Düne, umso notwendiger ist es in dem Punkt glaub ich auch. Weil wenn die Düne nicht so... also wenn das 'ne kleine Düne ist, heißt das ja, dass nicht so viel Wind kommt oder nicht so viel Sand dahin getragen wird. Und in dem Punkt ist es dort an der Stelle dann auch nicht so windig oder so. Und auch nicht... [ruft Name]. Redet mal leiser, danke.
541	I: Ja, wir sind ja fast fertig.

- 542 B1: Einwirken kannst du ja nur z. B. bei 'ner Düne oder so selber als Person was wegst, damit das nicht weiter getragen werden kann.
- 543 I: Glaubst ihr denn auch, so 'ne Düne kann unendlich wachsen oder so 'ne Wolke kann unendlich groß werden?
- 544 B2: Nein.
- 545 B1: Weiß ich nicht.
- 546 B2: 'Ne Düne kann nicht unendlich wachsen. Du kannst keine Düne bis zum Himmel haben.
- 547 B1: Ja, ok, von oben bröckelt's dann halt wieder runter, ne?
- 548 B2: Ja, weil das dann von der Struktur nicht funktioniert. Also Struktur...
- 549 I: Ah Struktur.
- 550 B2: Weil das dann einfach von der Statik irgendwann nicht mehr funktioniert. Weil du nicht so viel Sand auftragen kannst. Du kannst auch keine Mauer meinetwegen bis ins Unendliche bauen. Weil die irgendwann... wird sie zusammenbrechen.
- 551 I: Ok, dann könnt ihr mir vielleicht noch verraten, woher das äh... woher ihr das alles wisst, was ihr mir erzählt habt zum Thema Strömung und Struktur. Wie kommt ihr darauf? Habt ihr euch das grad aus den Fingern gesaugt? Haben euch die Bilder dazu angeregt? Oder haben meine Fragen dafür gesorgt, dass äh ihr das wisst? Oder wisst ihr das aus der Schule, aus dem Fernsehen?
- 552 B2: Erdkunde-LK.
- 553 B1: Ich würd sagen halt alles, also alles in allem. Äh so, klar, man lernt den größten Teil aus der Schule, also wie Wellen entstehen, wie Wind sich aufbaut so 'n bisschen. Aber halt auch so durch die Nachrichten.
- 554 B2: Ja, Nachrichten, Dokumentationen.
- 555 B1: Und man regt ja durch Fragen... regt man ja auch das Denken nochmal an. Und dann bildet man sich ja so Antworten drauf... daraus und bildet... und bildet wollt ich schon sagen... äh baut die aufeinander auf, so. Das ist auch 'ne schöne Struktur dann.
- 556 B2: Die kommt aus Stuttgart (lacht).
- 557 I: Gut, dann machen wir jetzt mal Folgendes. Dann bedanke ich mich einmal bei euch uns sage: Tschüß, bis zur nächsten Maß.

21.1.9 Interview J3A

1	I: Gut, dann können wir ja anfangen. Schön, dass ihr mitmacht, dass ihr da Lust drauf habt. Ihr macht das ja hoffentlich alles freiwillig. Und ihr habt auch bestimmt... seid beide damit einverstanden, dass ich das aufnehme.
2	B1: Ja.
3	B2: Ja.
4	I: Herrlich. Ich hab euch hier ein paar Fotos mitgebracht. Ich würde mich freuen, wenn ihr euch die mal anguckt und mir vielleicht mal... mir vielleicht mal erzählt, was ihr darin seht. Was könnt ihr da erkennen? Und habt ihr das schon mal irgendwo gesehen? Und womit könnt ihr das vielleicht auch vergleichen?
5	B1: Also ich...
6	I: Muss nicht für jedes einzelne. Breitet die mal 'n bisschen aus. Sonst würden... würden wir hier morgen noch sitzen. Einfach so 'n bisschen ausbreiten und versuchen so allgemein zu sagen, was ihr seht und ob ihr das kennt.
7	B2: Das muss ja 'n bisschen platzsparender sein.
8	I: Wenn ihr manche Sachen nicht erkennt... zu 'n paar Fotos hab ich auch noch ein Video sonst, dass man das besser erkennen kann, was gemeint ist. Wenn ihr Fragen habt, müsst ihr mich einfach fragen.
9	B1: Hm (bejahend), ich würde einfach anfangen.
10	I: Ja.
11	B1: Das sieht so aus, als ob... viele Fotos sind was mit der Natur. Ich würd auch sagen mit Wetter oder mit Luft zu tun. Weil hier... zum Beispiel sind hier Vögel oder Windräder. Und oftmals auch Wasser.
12	I: Wenn du an Wasser denkst, kannst du die... die Nummern der Bilder sagen, die du... die du da... die du da mit speziell meinst?
13	B1: Zum Beispiel Nummer 17, 16, 1, 19... vielleicht auch noch 20 oder 12. Aber da ist ja jetzt nicht direkt Wasser, aber Sand... oder Strand drauf. Und... ja... dann auch öfter noch sind noch öfter Wolken abgebildet. Zum Beispiel auf Foto 14, 2 und 9 und 15. Die sehen auch überall verschieden aus bzw. von verschieden weit weg fotografiert worden.
14	I: Und du?
15	B2: Ähm, ja, also man sieht halt viele Bilder mit Wasser, wie [Name] schon gesagt hat. Aber nicht so Wasser normal, sondern einmal mit so'm Wirbel oder so auf Bild 17 oder auf Bild 16 ist auch noch irgendwas anderes. Und auf 1 jetzt so 'ne Welle. Ja, ähm, und sonst sieht man noch manche Bilder, wo ich jetzt nicht zuordnen kann, was das darstellen soll, aber die irgendwie so... äh zum Beispiel auf Bild 11 mit den Bechern mit Farbe oder was das sein soll. Oder Bild 22 hat ja auch sowas mit äh... Zusammensetzung von Farben oder so... keine Ahnung so 'n Muster zu tun. Und Bild 5 auch.
16	B1: Ich find, Muster gibt's auf ganz vielen Bildern, ich find hier bei Bild 23 ist 'n Muster, bei 24 oder bei Bild 14... überall ist ja, sag ich mal, 'n Muster drin.
17	I: Muster, ok.

18	B1: Ja, sehr verschiedene. Manches ist gewollt, woanders halt so... so gekommen, dass es so aussieht. Auf vielen Bildern ist 'ne gewisse Bewegung zu erkennen, zum Beispiel auf Bild 18 und 8. (Unv.) das Zebra läuft. Und auf Bild 6 da wurde Sand geworfen und ist hochgeflogen. Oder auf Bild 4 sieht's aus als ob da der Wind weht und die Pflanzen sich deshalb bewegen, weil die so schräg sind.
19	I: Ja, gut. Habt ihr das irgendwo schon mal gesehen? Oder könnt ihr das mit irgendwas auch vergleichen?
20	B2: Also so auf Bild 12 zum Beispiel ist ja 'ne Sandburg. Sowas sieht man ja häufiger irgendwie am Strand. Dass mit so Eimern da Sand reingemacht wurde und dann so Türme gestellt wurden, die halt verschieden hoch sind und so. Ja, und halt dieses auch 17... auf dem Bild 17 mit diesem Strudel sieht man halt wenn man paddelt, (unv.) nicht mit dem Paddel.
21	I: Ja.
22	B2: Ja.
23	B1: Gerade auch normale Wellen wie auf Bild 1 sieht man ja fast überall an der Küste. Oder auch hier so'n Vogelschwarm wie auf Bild 13 sieht man ja auch manchmal, nicht so oft, aber auch. Ja, und so 'n Drehtisch wie auf Bild 18 hat man ja als Kind öfter genutzt oder damit gespielt. Und die Gullydeckel sind ja eigentlich auch fast überall ähm und auch sehr oft.
24	I: Dann tut mir mal den Gefallen und ordnet die Bilder in verschiedene... in verschiedene Gruppen. So, welche gehören für euch zusammen und warum?
25	B2: Also, einmal find ich, dass mit Wasser und Wind irgendwie zusammenlegen.
26	B1: Wasser und Wind? Ich würd das auf jeden Fall, dass das, das und das.... also Bild 15, 18, 17 und 14... (unterbrochen).
27	I: Die könnt ihr ruhig schon alle zusammenlegen.
28	B1: ... wegen des Strudels oder einer Kreisbewegung.
29	B2: Ähm, vielleicht die beiden, weil das ist beides... so, weiß ich nicht.
30	B1: Wenn wir noch Wind hätten, hätte ich auch sogar noch diese... Bild 10 und 4 irgendwie geordnet.
31	B2: Ja, aber Bild 6 hat doch, denk ich auch... so... das ist vom Wind so aufgeweht.
32	B1: Das könnte also, ne? Dann kommt das auch mit dazu hier oben hin.
33	I: 10, 6, 4.
34	B1: Ja. Hier noch drei Wasserbilder.
35	B2: Vielleicht das... ist ja so 'n Muster in den Wolken.
36	I: Auf Bild 9?
37	B2: Ja, auf Bild 9... dass sich so wiederholt. Weiß ich nicht, aber vielleicht mit 5... weil das ist auch... das sieht auch aus, als wär das von der Natur so 'n Muster.
38	B1: Ja genau, dieses Watt würd ich sagen, oder?
39	B2: Ja, Bild 5.

40	B1: Also ich denke, dass das Watt ist.
41	I: Ja.
42	B1: Ja, jetzt sind die beiden...
43	B2: Wegen dem Muster, das sozusagen durch die Natur entstanden ist.
44	B1: Ja, wenn's Muster ist, dann könnten wir nämlich da fast auch noch diese 4 dazu packen, auf jeden Fall... (unterbrochen).
45	B2: Wobei, ich finde, dass die halt dann 'ne eigene Gruppe sind, weil die sozusagen von den Menschen gemacht sind.
46	B1: Ok.
47	B2: Die sind ja nicht durch die Natur. Dann wär ja das auch eigentlich dabei, Bild 12.
48	B1: Hm (bejahend).
49	I: 12, ja.
50	B2: Ja.
51	B1: Ja, dann hätt ich jetzt noch...
52	B2: Was ist das?
53	B1: Das weiß ich auch nicht.
54	I: Bild 7? Da hab ich auch 'n Video, was davon gemeint ist. Könnt ihr euch einmal angucken, wenn das geöffnet wird. Ich hoffe, das dauert nicht allzu lange. Könnt ihr das sehen erstmal?
55	B2: Ne, grade nicht.
56	I: So, jetzt?
57	B1: Ja.
58	B2: Ja.
59	B1: Ja, ok.
60	I: Also so...
61	B1: Ja.
62	B2: Was ist das?
63	B1: Ja, so 'n... ja 'n Fluss und da wo das (unv.) entlang geht... fließt gegen 'n Stein... (unterbrochen).
64	I: Ne, das ist ähm Satellitenaufnahme.
65	B1: Ach? Das ist 'ne Satellitenaufnahme.
66	B2: Ah!
67	I: Oder vielleicht ein Fluss gegen den Stein...
68	B1: Sieht so aus wie 'n Fluss und hier fließt irgendwo gegen. Dadurch entstehen

	ja diese Muster.
69	I: Ja, das ist halt hier... du siehst das ja auch hier. Da steht Jeju-Inland, Yaku-Inland... zwei verschiedene Inseln und dann...
70	B1: Ok.
71	B2: Ok. Das heißt, das gehört dann ja auch irgendwie...
72	B1: Ja, Muster sind ja fast überall. Ich hätt sonst auf jeden Fall noch irgendwie...
73	B2: Das hat ja... ne, das hat aber auch mit Bewegung zu tun. Aber die hätt ich sonst... (überlappend).
74	B1: (Unv.) Kreisbewegung gedacht.
75	B2: Ach ja, stimmt. Das gehört ja schon dahin.
76	B1: Hm (bejahend).
77	B2: Ja.
78	B1: Sonst hätt ich noch vielleicht hierzu die Wolken wegen des Windes, da geht's um den Wind.
79	B2: Ja.
80	B1: Ich find, die passen da noch mit zu.
81	B2: Bild 2.
82	I: Genau.
83	B1: Das sieht aus wie 'ne Zeichnung, Bild 21.
84	I: Ja, Bild 21 sieht aus wie 'ne Zeichnung oder wenn du das mit Bild... 'nem anderen Bild vergleichst...
85	B2: Ich hätte jetzt gesagt wie so Unterwasserpflanzen.
86	I: Ja, das ist auf jeden Fall... es sind auf jeden Fall keine Pflanzen, sondern im Grunde genommen ist das Sand und da ist was bestimmtes drin... drauf.
87	B2: Ah!
88	I: Und das ist keine Zeichnung, sondern äh ein Foto von einem Ausschnitt in Sand.
89	B1: Alles klar, ja doch, jetzt erkennt man's auch.
90	B2: Joa, Muscheln. Ja.
91	B1: Da würde... denk ich nochmal die drei zusammenfügen, wieder auch wegen Wasser.
92	I: 1, 10 und 19.
93	B2: Auch wegen Bewegung und Wasser.
94	B1: Ja.
95	B2: Also mit Wasser.
96	I: Gut.

97	B1: Bild 23 würd ich fast noch mit hierzu packen.
98	B2: Ok, Bild 23 noch mit zu diesen Dingen.
99	I: Alles klar, gut.
100	B1: Wir haben jetzt fast alle.
101	I: Das ist dann auch ok. Wenn nicht alle geordnet sind, ist das ok. Im Grunde genommen, können wir damit erstmal arbeiten. Dann möchte ich euch jetzt mal was zeigen oder möchte ich euch jetzt mal was zusammenpacken. Ich pack euch jetzt mal zusammen: Bild 1, Bild 16, Bild 14, Bild 17... Was glaubt ihr, warum gehört das für mich zusammen?
102	B2: Also das ist aber nicht Wasser, oder ist das auch Wasser?
103	I: Das ist auch Wasser.
104	B2: Ja ok, dann Welle, weil das Bewegung ist da im Wasser ist, die so entstanden ist.
105	I: Bewegung im Wasser, die so entstanden ist?
106	B2: Ja (lacht).
107	B1: Ja, ich seh halt auch überall, sag ich mal, sowas wie... Strudel oder 'n... ja, 'n Strudel eigentlich. Hier ist das noch größer. Ich denk, hier ist das eher kleinerer Strudel, vielleicht von 'nem Boot oder so, was da vorbeigefahren ist. Und hier ist ja letztendlich auch 'n Loch und dadruch gibt's auch kleine Sturdel oder so wirklich 'ne Welle, hätt ich jetzt gedacht.
108	I: Ja, ne Welle, Strudel, ja. Dann kann ich euch jetzt mal ein Begriff vorgeben und zwar: Strömung!
109	B2: Hm (bejahend).
110	B1: Hm (bejahend), gut.
111	I: Habt ihr Strömung schon mal gehört? Was verbindet ihr mit Strömung?
112	B2: Ja, also eigentlich so 'n Fluss oder so ist ja immer so Strömung in eine Richtung. Aber das gibt's ja auch im Kreis oder so und das würde ich dann mit dem Bild z. B. in Verbindung bringen. Weil ich denke, dass dadurch die Strömung... auch sowas entstanden ist.
113	I: Dann eher... wenn ihr einfach mal allgemein denkt, wenn ihr denkt so was... was verbindet ihr mit Strömung? Und was ist für euch... was ist für euch die Strömung schlechthin? So, wenn ihr an Strömung denkt, was fällt euch sofort dazu ein, so: "boah, das ist 'ne Strömung".
114	B1: Also, ich hab erstmal so 'n... so 'ne... naja, eigentlich erst an 'n Fluss oder so, wo halt, sag ich mal, automatisch 'ne Strömung ist. Wenn man sich dareinlegt, dass man in eine Richtung treibt. Da denke ich als erstes dran, wenn ich Strömung höre. Dann hatt ich an so ein... ja, weiß nicht, an so 'ne Anlage im Pool gedacht. Die hat auch so 'ne Strömung, damit man auch im Pool schwimmen kann. Das hätte ich so als erstes mit Strömung verbunden. Da hätte ich jetzt als erstes dran gedacht.
115	I: Und du?

116	B2: Also, an sich auch so an... im Fluss halt die Strömung. Aber wenn's nicht unbedingt um Wasser geht, dann halt... 'ne Strömung kann man ja auch metaphorisch verwenden.
117	I: Ja.
118	B2: Dass sozusagen alles so in eine Richtung geht, aber... keine Ahnung.
119	I: Ja, das kann man. Wir wollen uns aber tatsächlich auf naturgegebene Strömungen irgendwie beschränken. Aber ja, das kann man auch. Auch dazu kann man... kann man äh da anderweitig gehen. Ok, was findet ihr denn an Strömung etwas interessant? Und wenn ja, was?
120	B2: Ja, an sich sind sie ja einfach da, also z. B. im Fluss. Ich mein, (unv.) wenn ich da Fluss käme Strömung, wüsst ich das nicht, woher die kommt. Also, ich mein, sie kommt, sag ich mal, von da, wo der Fluss entstanden ist. Aber die ist halt die ganze Zeit da und ich kann eigentlich nichts dagegen machen, würd ich sagen. Zumindest bei so einer Strömung kann ich ja nicht abstellen.
121	I: Ok, und du? Was findest du interessant an Strömungen?
122	B2: Ähm, ja, das ist 'ne gute Frage.
123	I: Wenn du nichts interessant findest, ist das auch ok, ich frage ja nur.
124	B2: Ja, ich weiß nicht.
125	I: Das ist ok. Wenn ihr jetzt den Begriff Strömung gehört habt, welche Bilder würdet ihr denn dann jetzt dem Begriff dann noch zuordnen, dem Begriff Strömung? Findet ihr da noch irgendwas, was da für euch dazu passen würde.
126	B2: Ja.
127	I: Und warum?
128	B1: Das ist Bild 20 auf jeden Fall wegen des Flusses. Wir haben ja schon drüber geredet, dass da ja im Fluss eigentlich immer 'ne Strömung ist.
129	I: Ja.
130	B1: Und...
131	B2: Die Vögel strömen in eine Richtung.
132	B1: Ja, Bild 13 vielleicht auch noch.
133	I: Was sind denn sonst noch Gemeinsamkeiten? Was glaubt ihr, muss erfüllt sein, damit von 'ner Strömung sprechen kann?
134	B1: Naja, ich denke, dass ist... eine große Menge, zum Beispiel Wasser oder Tiere, in eine bestimmte Richtung. Das Wasser fließt in bestimmt... in eine bestimmte Richtung. Die Vögel fliegen. Weil es eine große Menge ist. Wenn jetzt nur einer oder 'n bisschen Wasser in eine Richtung fließt, würde ich also nicht... nicht direkt von 'ner Strömung reden. (Unv.) ich find, das ist was Größeres.
135	B2: Ja.
136	B1: Ja, also...
137	I: Warum ist... warum habt ihr die andern Bilder nicht dazugeordnet? Zum

	Beispiel Bild 4 oder Bild 6? Warum ist das für euch keine Strömung?
138	B2: Ich denke halt, das hat ja was mit Wind zu tun. Und wir haben ja schon gesagt, dass Strömung in eine Richtung geht und Wind ändert ja seine Richtung. Deswegen hätte ich das da nicht zugeordnet.
139	B1: Ich denke auch bei Strömung immer als erstes ans Wasser vor allem. Deswegen... ich mein... na gut, Wind strömt oder fliegt an sich auch, aber ich denk da nicht direkt an eine Strömung, wenn's jetzt 'n starker Wind ist, dass ich dann sag: "Oh, das ist aber 'ne Strömung jetzt! (lacht).
140	B2: (Lacht).
141	B1: Das find ich 'n bisschen komisch. Deswegen dann eher im Wasser, dass es da 'ne Strömung gibt. Das andere... der Wind weht und strömt nicht, find ich, deswegen. Und die Bilder verbind ich jetzt auch halt eher mit Wind, deswegen würd ich da nicht sagen: Strömung.
142	I: Alles klar. Sind euch denn ansonsten Strömungen begegnet, die man nicht auf den Bildern sieht? Und wenn ja, wie sahen die aus?
143	B2: Also, es gibt ja so 'n Menschenstrom, wenn alle in eine Richtung gehen, aber... ist ja so ähnlich wie die Vögel... deswegen.
144	I: Habt ihr denn schon mal Strömungen erzeugt?
145	B2: Im Pool.
146	B1: Ja, im Pool.
147	I: Und wie?
148	B1: Wir sind in eine Richtung gelaufen, die ganze Zeit...
149	B2: ... Ja, im Kreis.
150	B1: ... die ganze Zeit und dann hatten wir 'ne leichte Strömung.
151	I: Aber sonst per sé begegnet ist euch... sind euch Strömungen noch nicht so oft?
152	B2: Also im Wasser halt, wenn man im Fluss baden geht, aber sonst...
153	B1: Ich weiß nicht, ob man das auf 'ner Autobahn als eine Strömung bezeichnen kann, wenn da ganz viele Autos in eine Richtung fahren. Also, ich find, auch eher nicht, sonst... ja... im Wasser halt. Sonst eigentlich eher nicht.
154	I: Gut, dann stellt euch doch mal vor, ihr seid jetzt Mitarbeiter in 'ner Werbeagentur. Und ihr sollt ein Symbol oder ein Logo für Strömungen erfinden. Wie würde das aussehen? Und dann tut ihr mir den Gefallen und malt das auf.
155	B2: Oh Gott.
156	I: Muss nicht, muss kein künstlerisches Meisterwerk sein, nur so 'ne ungefähre... wie das... wie das aussehen könnte, ganz grobe Überlegung.
157	B2: Also, man muss in dem Bild... in der Dings Symbol, da muss man irgendwie sehen, dass es was mit Bewegung zu tun hat.
158	B1: Ich hätte jetzt sonst einfach 'n Fluss gezeichnet mit Pfeilen in eine Richtung. Das finde ich... (unterbrochen).

- 159 I: Ja, dann mach das doch... dann mach das doch... das ist doch ok, wenn das für euch... (unterbrochen).
- 160 B1: Das denke ich nicht als Symbol für 'ne bestimmte Marke oder als Werbeagentur find ich das...
- 161 B2: (Lacht).
- 162 I: Die... die Marke ist Strömung.
- 163 B1: Ja, aber...
- 164 B2: (Lacht).
- 165 I: Und dazu so 'n... so... so 'n Symbol, so 'n Logo entwerfen... so 'n ganz einfaches, kurzes, kleines.
- 166 B1: Hm (überlegend) ich würd das sogar, anfangen zu machen.
- 167 I: Ja, das ist schön. Es geht aber ja auch nicht um Schönheit.
- 168 B1: Ja, ich denke so in etwa und dann...
- 169 B2: Hast 'n schönes (unv.).
- 170 B1: Ja.
- 171 I: Ja, also im Prinzip würdet ihr sagen, dass der... dass so... so 'n Symbol oder 'n Logo für Strömung muss beeinhalt: 'ne Welle... 'ne Welle soll das sicherlich sein, ja?
- 172 B1: Ja... (unterbrochen).
- 173 I: Die symbolisiert, dass der Strom in eine Richtung geht.
- 174 B1: Genau, ich denk vor allem, dass alles in eine Richtung geht. Das ist für mich das Wichtige.
- 175 B2: Und dass da Bewegung drin ist.
- 176 I: Und dass da Bewegung drin ist, gut. dann kommen wir nämlich gleich schon zum nächsten, da ist ja noch 'n bisschen Platz. Schreibt mir nochmal... oder bevor ihr schreibt, überlegt mir... überlegt vorher nochmal, was für euch das Gegenteil von Strömung ist. Und ob es vielleicht noch... und für euch 'ne Umschreibung gibt für Strömung.
- 177 B2: Das Gegenteil von Strömung?
- 178 B1: Ja, da es, denk ich, bei Strömung auch um Bewegung geht, denk ich, dass irgendwas Ruhiges, Stilles, was sich nicht bewegt. Ich denke jetzt an 'n einfach 'n Teich oder 'n See, wo sich das Wasser einfach nicht bewegt oder sowas Ruhiges, denk ich so. Ist für mich so das Gegenteil von 'ner Strömung. Dass halt einfach alles ruhig ist.
- 179 I: Und was glaubst du?
- 180 B2: Also an sich halt auch, dass es ruhig ist, aber dass ist jetzt genauso wie "Fenster ist das Gegenteil von Tür", See ist das Gegenteil von 'ner Strömung, weil wir haben ja auch Strömung als im Wasser definiert und dann weiß ich nicht, wie man da so genau das Gegenteil finden... findet. Weil es ja auch irgendwie das Gegenteil

	von Wasser sein muss, wenn man wirklich das Gegenteil von Strömung sucht so... keine Ahnung.
181	I: Ok, würdet ihr denn 'n Synonym oder 'ne Umschreibung finden für Strömung? Und dann im selben Zusammenhang: Wie würdet ihr denn jemandem erklären, was eine Strömung ist?
182	B1: Ist vielleicht was, was wie eine bewegende Masse... oder ja... oder...
183	I: Ihr könnt euch ja vielleicht eine kurze Definition überlegen, die ihr mir aufschreiben könntet.
184	B1: Für... für Strömung?
185	I: Ja.
186	B1: Eine sich in die gleiche Richtung fortbewegende Masse... oder ja...
187	B2: Ja.
188	I: Ja, das wäre... wenn das eure Definition ist, dann ist das ok.
189	B2: Warte, was hattest du gesagt?
190	B1: Eine sich in die gleiche Richtung fortbewegende Masse.
191	B2: Dann muss da 'n Komma hin.
192	I: Das ist nicht so wichtig. Ok, das ist für euch so 'ne ganz kurze knackige Definition.
193	B2: Ja.
194	I: Eine sich in die gleiche Richtung fortbewegende Masse. Das ist ok. Dann kommen wir auch gleich schon zum Ende des ersten Teils. Wir haben ja hier ganz viele Strömungen gesehen und benannt, wie die hier auf den Bildern sind, so als Welle, als Strudel, habt ihr ja gesagt. Was glaubt ihr denn, wie es überhaupt dazu kommt? Wie entsteht sowas.
195	B1: Hm (überlegend) ja also Wellen entstehen ja, weil zwei... oder weil Wasser aufeinandertrifft. Eine geht in die eine Richtung, das andere in die andere Richtung. Und ich denk... na dadurch... na dadurch brechen ja die Wellen, aber... das ist ja glaub ich weil 'ne Wasser, sag ich mal, zur Seite geschoben wird, weil zum Beispiel mal 'n Schiff vorbeifährt, dann wird es zur Seit geschoben, dadurch entstehen auch Wellen, weil das Wasser da verdrängt wird zum Beispiel.
196	I: Und was glaubst du?
197	B2: Ich weiß noch nicht, was ich glaube.
198	I: Du weiß nicht, was du glaubst?
199	B2: Ne.
200	I: Hast du keine Idee, wie sowas entsteht?
201	B2: Nein.
202	I: Das ist in Ordnung. Glaubst ihr denn, man kann die Strömungen aufhalten?
203	B1: Hm (überlegend).

204 B2: Kommt drauf an.

205 I: Wie kann man sie aufhalten? Wovon kommt... wovon... worauf kommt das an?

206 B2: Also zum Beispiel wenn man äh... wenn wir im Pool 'ne Strömung gemacht haben, dann muss man in die andere Richtung gehen, hält man die auf. Aber wenn das so gro... größere Strömungen sind, dann ist das, glaub ich, schwieriger, weil ähm dann ja sozusagen in dem Fluss müsste an einer Stelle so der ganze Fluss... da müsste irgendwas zwischen stehen, irgendwie 'ne Mauer oder so, damit die Strömung da gar nicht weiterfließen kann. Um die sozusagen abzubrechen dann ja... ja.

207 I: Ja, was glaubst du?

208 B1: Ja, ich denke auch, man müsste etwas, sag ich mal, der Strömung... oder der Strömung entgegenwirken. Also zum Beispiel, dass man... ja... zum Beispiel 'n Fluss auf... auf der anderen Seite Wasser.... viel Wasser reinfließen lässt. Dadurch kann man die Strömung zumindest vielleicht langsamer machen oder schwächer oder zumindest an der Stelle dann stoppen, dass die dann, sag ich mal, da nicht weiterfließen kann. Und ich denke, bei kleineren Strömungen kann man sich da... mit... kann man die vielleicht auch mit ungleichmäßigen Bewegungen schon schwächer machen, wenn man da irgendwie mal in verschiedene Richtungen geht. Also ich denke jetzt (unv.) was kleineren (unv.) so in das System rein, sag ich mal. Das Wasser in alle Richtungen bewegen, dadurch kann man dann schon kleinere Strömungen kaputtmachen oder sie schwächer machen.

209 I: Ok, dann kommen wir dann zur letzten Frage: Wie glaubt ihr denn kann die Natur oder man selber die Stärke von diesen Strömungen beeinflussen? Ihr habt ja gerade gesagt, man könnte irgendwie... du sagtest, man kann bei... bei 'nem Fluss von der anderen Seite Wasser reinschütten, damit die Strömung irgendwie abgeschwächt wird. Das wäre ja so in der Art, was du selber machen kannst. Was glaubst du denn, wie die Natur das macht? Das ist ja... nicht Welle gleich stark. Gibt ja viele... viele verschiedene Wellen.

210 B1: Ich denke, das kommt auch... auch mit auf den Wind drauf an. Sag ich mal, wenn der Wind auch in die Richtung weht, in der... die eine Strömung geht, kann der Wind die Strömung etwas verstärken. Ich denke, dadurch entstehen auch größere Wellen, wenn's 'n starken Wind von See aus in Richtung Küste gibt. Das da, glaub ich, so das Wasser stärker in Richtung Küste gedrückt wird.

211 I: Ja.

212 B1: Und ja... kommt... hängt ja auch auf den Wind drauf an, wie stark da (unv.) Welle ist. Weil wenn's windstill ist, dann gibt's ja fast gar kein oder nur kleine Wellen.

213 I: Hängt also auch mit dem Wind zusammen?

214 B2: Ja.

215 B1: Ja.

216 I: Gut. Dann vergessen wir einmal kurz ein bisschen die Strömungen. Und dann kommen wir jetzt zum nächsten Teil. Ich pack mal wieder 'n paar lustige Bilder zusammen. Ich pack mal jetzt Bild 9 zusammen, Bild 5, Bild 2, genau Bild 21... so. Was glaubt ihr denn, warum die für mich zusammengehören?

- 217 B1: Hm (überlegend), weil... ich find, das müsste... vor allem auf Bild 9 und Bild 2 sieht das aus, als ob sich die Wolken so auftürmen würden und zu 'nem großen Berg werden. Und das sieht ja, find ich, in 5 auch (unv.) viel kleiner, aber das ist ja auch dass da immer zwischen... ja, sind das jetzt Täler auch, die von kleinen Bergen abgegrenzt sind, die halt viel kleiner sind als bei den Wolken. Aber auch sag ich mal so 'ne... dadurch 'ne ziemlich musterartige Oberfläche entsteht. Das ist auch bei den Wolken so, zumindest auf Bild 9 sieht das halt aus wie ein Muster.
- 218 I: Und was sagst du?
- 219 B2: Ähm, also Bild 9, 21 und 5 hätt ich halt jetzt auch gedacht, weil das alles so 'n Muster ist. Aber Bild 2 ähm ja... weiß ich nicht.
- 220 I: Ok. Es ist... ist... also ihr habt ja jetzt gesagt: Muster. Dann gebe ich dem ganzen mal einen anderen Namen, nämlich Strukturbildung.
- 221 B2: Ja, ok.
- 222 I: Das ist äh der Begriff, mit dem ich arbeiten würde, nämlich mit dem Begriff Struktur... Strukturbildung. Das sind ja alles irgendwie... man kann es Muster nennen, aber Strukturen klingt ja doch 'n bisschen... 'n bisschen anders. Verbindet ihr irgendwas mit Strukturbildung? Und wenn ihr an Struktur denkt, an was denkt ihr? An Strukturbildung?
- 223 B1: Ja, wenn ich das jetzt einmal mit Bild 5 verbinden würde, dass zum Beispiel so 'n Schuhabdruck im Sand. Da entsteht ja auch irgendwie so 'ne Struktur der Sohle. Und das würd ich jetzt auch noch 'n bisschen mit Bild 5 verbinden, weil, ich find, das sieht 'n bisschen... also ähnlich aus. Das ist ja auch so, dass es an manchen Stellen 'n bisschen tiefer reingeht und ja...
- 224 I: Und du?
- 225 B2: Ähm, also (pustet) ähm...
- 226 I: Wenn du damit erstmal grundsätzlich nichts verbindest, dann ist es ja... wenn du daran erstmal an nichts denken kannst, dann ist das so.
- 227 B2: Ja.
- 228 I: Dann kommen wir nochmal zu... dann muss das ja für dich bestimmt interessant sein diese Strukturen. Wenn du die so siehst, so was interessiert dich daran?
- 229 B2: Wie das entsteht. Also... (unterbrochen).
- 230 I: Wie das entsteht?
- 231 B2: Also bei 5 kann ich mir das vorstellen durch die Wellenbewegung, weil die ja nicht nur oberfläch ist, sondern auch unter Wasser. Aber bei zum Beispiel 9 oder 21 weiß ich das nicht so ganz.
- 232 I: Ok. Wenn ihr jetzt an Strukturbildung denkt und euch die andern Bilder anguckt, würdet ihr da noch irgendetwas... irgendetwas zuordnen?
- 233 B1: Ich würd eigentlich, glaub ich, so 'n Bild 7 dazu ordnen.
- 234 I: Bild 7.
- 235 B1: Das sieht auch aus wie so 'ne Struktur irgendwie, find ich. Joa auch. Find ich ähnlich wie Bild 5 mal anders.

236	I: Ja ok.
237	B1: Ja. Vielleicht auch noch hier Bild 23, zumindest den Teil hier in der Mitte. Das hier noch. Joa.
238	I: Und was haben die Sachen für euch... die Bilder für euch für Gemeinsamkeiten? Also was erfüllen die alle, damit ihr von Strukturbildung sprechen könnt?
239	B1: Ich find... ich finde, da entsteht überall so ein gewisses Muster. Halt... ja, oder 'ne Struktur. Und bei manchen halt in groß wie bei Bild 9 oder Bild 2. Bei anderen dann halt eher in klein... ähm ja.
240	I: Und warum gehört zum Beispiel Bild 22 nicht dazu? Oder die andern? Warum gehören die andern alle nicht dazu?
241	B1: Ich habe jetzt Bild 22 nicht dazu gezählt, weil das sieht mir irgendwie zu künstlich aus.
242	B2: Ja.
243	B1: Da verbinde ich die Bilder eher noch mit der Natur und mit... ja, und deswegen... man hätte es dazuzählen können. Ich find, das passt... zu... zu den vier Bildern jetzt, find ich, nicht so gut gepasst. Und ja bei den andern... weiß ich nicht, erkenn ich nicht so wirklich 'ne Struktur. Bei Bild 14 vielleicht noch, ich find, das passt auch nicht so gut.
244	B2: Also ich würd auch sagen, die haben keine Struktur, weil, ich find, Struktur heißt sowas wie sowas Wiederkehrendes. Irgendwie hier gibt's ja... also auf Bild 5 ko... kehrt das irgendwie wieder dieses... diese Struktur gibt's ja jetzt sogar an ganz vielen Stellen und dort halt irgendwie nicht. Also natürlich, der Sand dort hat auch 'ne Struktur, aber darauf wird ja nicht so das Auge gelegt auf dem Bild.
245	I: Ok. Sind euch denn ansonsten schon mal irgendwo Strukturen begegnet, die man auf den Bildern nicht sieht?
246	B1: Ja, ich find, sowas wie 'ne... so 'n Kopfsteinpflaster find ich jetzt auch... 'ne gewisse sowas Struktur. Ist ja auch, sag ich mal, immer gleich aussehend, immer wiederkehrt. Das halt... wenn man Stein hat, dann 'ne Ritze und dann kommt der nächste Stein. Das sieht dann auch, find ich, aus wie so 'ne Struktur.
247	B2: Oder, ich find, Blätter haben auch 'ne Struktur. Weil die ja meistens in der Mitte noch irgendwie so 'n Strich haben und dann gehen da so ganz viel von ab und so... ja.
248	I: Ja, habt ihr denn schon mal selber irgendwelche Strukturen erzeugt und wie?
249	B1: Wie wir sagen: mit 'nem... mit'nem F... Schuh. Wenn ich damit in Sand getreten bin, gab's auch, find ich, sowas wie 'ne Struktur im Sand.
250	I: Ja.
251	B1: Also von der Sohle halt. Das ist jetzt sohlenabhängig, aber manchmal sieht das auch, sag ich mal, ziemlich aus wie 'ne Struktur. Ähm, ja, das ist das, was mir jetzt so als erstes einfallen würde.
252	B2: Oder wenn man den Garten harkt oder so, also so 'n Beet, dann entsteht auch 'ne Struktur.

253	B1: Oder mit 'nem Reifen zum Beispiel.
254	I: Ja, ok. Dann können wir ja jetzt nochmal... können wir jetzt nochmal wieder zum Malen kommen. Was ihr für Strömungen gemacht habt, dürft ihr noch einmal für die Strukturen machen. Einmal noch ein schönes Logo entwerfen, ein kurzes. Auf der Rückseite am besten.
255	B1: Das kannst du machen.
256	B2: Oh Gott, ok. Es muss irgendwas ähm...
257	B1: Ich find sowas wie 'n Hashtag ist für mich auch so 'ne Struktur, zwar in klein, aber das kann man ja 'n bisschen größer machen. Oder sowas wie 'n Schachbrett.
258	B2: 'N Hashtag in 'nem Schachbrett.
259	I: 'N Hashtag in 'nem Schachbrett. Ok.
260	B1: So, das wäre jetzt was für mich, was ich so als... (unterbrochen)
261	B2: Soll ich das zeichnen, weil ich kann das nicht so gut, glaub ich.
262	I: Es gibt kein... es gibt kein richtig und kein falsch. Und es gibt kein schön und hässlich. Da ist alles in Ordnung.
263	B2: Wird aber kein schönes... also so nicht so schräg, sondern so grade. Jetzt sieht's aus wie 'n Zaun (lacht). Ich mach jetzt einfach so Quadrate, weil...
264	I: Immerhin habt ihr eine Idee. Das ist ja auch schon mal viel Wert.
265	B1: Hm (bejahend).
266	B2: Wie werden mal Logo-Designer.
267	I: Ja?
268	B2: Auf jeden Fall. So in etwa.
269	I: Also man sieht ein Hashtag in einem Schachbrett. Ok. Sehr gut. Was ist denn das Gegenteil von Strukturen?
270	B2: (Lacht).
271	B1: Ich würd sagen, irgendwie so 'ne glatte Oberfläche oder so.
272	B2: Ja.
273	B1: Also sowas... ja... Strukturen sind ja für mich immer so rau oder so mit ja Erhebungen, was Glattes... (unterbrochen).
274	B2: Aber ich find... aber zum Beispiel find ich, der Tisch hat auch 'ne Struktur, wegen diesem holzmäßigen. Also, es müsste schon was Glattes sein, was aber auch keine... kein wirkliches... also keine wirkliche Farbe hat, sondern... (unterbrochen).
275	B1: Oder gleich... alles die gleiche Farbe, wenn das komplett irgend'ne glatte, gelbe Fläche oder so, find ich, das hätt jetzt keine Struktur für mich.
276	B2: Ja.
277	I: Ok, und wenn ihr jemandem das erklären müsstet, beschreiben müsstet? Habt

	ihr da 'ne Umschreibung? Also, ich hab ja schon was gehört wie Muster oder immer wiederkehrende Muster. So wäre das für euch 'ne Umschreibung oder könntet ihr, also wenn ihr die Bildern gesehen habt, auch noch vielleicht so 'n bisschen euch was überlegen, wie ihr das noch anders machen würdet.
278	B1: Hm (überlegend), also ich würde Struktur und Muster ziemlich gleichsetzen. Ich find, 'ne Struktur ist irgendwo auch 'n Muster. Ähm, deswegen würd ich 'ne Struktur auch mit Muster erklären, denk ich. Weil ich denk, dass man eher 'n Muster als 'ne Struktur kennt, aber wenn man Muster kennt, dann kennt man eigentlich auch Strukturen. Also, ich find, das hängt ziemlich nahe zusammen.
279	I: Ja, dann dürft ihr mir gerne nochmal den Gefallen tun und eine Definition aufschreiben für Strukturbildung und Strukturen.
280	B2: Eine ist ja dann sozusagen... man kann ja nicht sagen "wiederkehrendes Muster", weil das Muster muss ja nicht wiederkehren.
281	I: Man kann grundsätzlich alles sagen.
282	B2: Ja.
283	B1: Vielleicht irgendwie 'ne Oberfläche mit Erhebungen und Vertiefungen, die vielleicht aussieht wie ein Muster oder so. Das würd ich jetzt...
284	B2: Also es muss ja nicht unbedingt Erhebungen und Vertiefungen haben, finde ich.
285	B1: Ja, oder irgendwas... weiß ich nicht... ähm.
286	I: Ja also, ich mein, ihr habt ja schon... ihr habt ja schon äh Erklärungen und Umschreibungen für Struktur und Strukturbildung gehabt. So in der Art könntet ihr das ja auch als Definition euch überlegen. So, wenn für euch Strukturen immer wiederkehrende Muster sind, dann dürft ihr das auch gerne so aufschreiben.
287	B1: Hm (bejahend), also für mich ist 'ne Struktur 'n Muster eigentlich... eigentlich. (Unv.) was die Definition aber?
288	B2: Ist ja die Frage, wie man Muster definiert.
289	I: Ja, das wäre ok, dann schreib das doch einfach so auf.
290	B2: Struktur ist ja ein Muster.
291	I: Wieder eine kurze, knackige Definition. Das ist ok. So, dann kommen wir zum letzten Part. Was glaubt ihr... so, ihr habt ja jetzt Strukturen gesehen wie auf 9 oder 5 oder 21 oder 7 habt ihr noch dazugenommen... was glaubt ihr denn, wie es überhaupt zu diesen Strukturen kommt? Was ist der Grund dafür, dass die sich bilden, dass es Strukturbildung gibt?
292	B1: Also einmal kann man Strukturen auf jeden Fall künstlich... also künstlich erzeugen. Und sonst... ich mein, die Natur ist ja nichts irgendwie wirklich gleich oder so. Also an sich ist ja alles irgendwi... naja, eigentlich hat ja alles irgendwie 'ne gewisse Struktur ähm.
293	I: Und was glaubst du, was der Grund ist für die... dafür dass sich Strukturen bilden?
294	B2: Ich würd halt auch sagen, dass alles irgendwie 'ne Struktur hat. Ähm und zum

	Beispiel auf 9 und 5 sind das jetzt so besondere Strukturen, die halt irgendwie durch Wind oder andere Einwirkungen geschehen.
295	I: Ja, ihr habt ja zum Beispiel in eurem Fragebogen.... habt ihr ja auch Ebbe und Flut geschrieben.
296	B2: Hm (bejahend).
297	I: Denkt ihr, dass Ebbe und Flut auch ein Grund oder ein... oder ein... die Ursache sind für Strukturen, dass die entstehen?
298	B2: Also würd ich schon sagen, weil zum Beispiel wenn Ebbe ist, geht das Wasser ja weg und das nimmt ja auch zum Beispiel an dem Boden immer 'n bisschen Sand mit. Und ich find dadurch entsteht dann ja auch irgendwie 'ne gewisse Struktur.
299	B1: Wie auch, würd ich sagen, auf Bild 5 zu sehen. Da hätte ich jetzt gesagt, dass das so 'n... ja... genau so 'n Watt ist, wo das Wasser halt bei Ebbe weggeflossen ist und das ist da jetzt übrig geblieben.
300	I: Glaubt ihr, das kann man aufhalten? Oder man könnte... man könnte zum Beispiel die Wolken auf Bild 9 daran hindern, dass die so 'ne... so 'ne Struktur bilden oder?...
301	B2: Ich glaub, das hat was mit dem Wind zu tun.
302	B1: Ich denk, theoretisch würd das gehen, wenn man da auch mit großen Ventilatoren irgendwie gegen pustet oder so, kann man das verhindern, aber... (unterbrochen).
303	B2: Ja, aber das ist unrealistisch.
304	B1: Ja, ich denke theoretisch ist das möglich...
305	B2: ... aber praktisch nicht.
306	B1: ... das ist bei Wolken, denke ich, noch leichter als bei so 'nem... bei so 'nem Watt. Ich mein, man kann das alles einbetonieren, dann entstehen da auch nicht mehr solche Strukturen. Aber das ist halt sowas, was sonst, denk ich, ziemlich schwer zu realisieren ist, dass man das verhindert, dass solche Strukturen entstehen. Also ich denke, man kann eher schwer was dagegen machen.
307	I: Und was glaubt ihr, wie man die Stärke davon beeinflussen kann? So wenn man das jetzt mal so sieht... die Wolken auf 9 so die sind ja auch noch unterschiedlich stark ausgeprägt. Und die könnten ja auch alle so bleiben wie am Anfang... wie am Anfangsstadium oder halt alle so wie am Ende. Wie kann man das denn beeinflussen? Oder auch die Form... die Art und Weise der Formen in Bild 5 die müssen ja auch nicht immer gleich ausgeprägt sein. Dann sind die auch mal stärker und mal weniger stark. Auch Bild 21: das würd bestimmt nicht nach jedem Wellengang, jedes Mal wenn Ebbe und Flut war... würd das bestimmt nicht, auf Bild 5, alles genau wieder identisch aussehen. Was glaubt ihr denn, wie die Stärke von Strukturen wie die sich bilden, wovon das abhängt, wie man das beeinflussen kann?
308	B2: Also bei den Wolken zum Beispiel würd ich das an der Windstärke festmachen. Und an Bild 5 vielleicht auch daran, wie äh stark das Wasser in eine Richtung strömt sozusagen. Also, ich finde, als Menschen kann man das zwar beeinflussen, so wie man's auch stoppen würde, nur halt 'n bisschen weniger, aber das

	wär halt... ja, keine Ahnung.
309	B1: Ja, ich denke auch, dass es mit der Geschwindigkeit zu tun hat. Zum Beispiel jetzt wie das Wasser abfließt, wenn das ganz langsam abfließt. Dann denke ich, entstehen solche Strukturen eher nicht oder sind zumindest nicht so stark. Wenn's no... wenn's schneller abfließt, dann entstehen solche Strukturen schon eher oder auch größer. Also, ich denke auch, dass da mit der Geschwindigkeit zu tun hat, wie etwas passiert.
310	I: Woher wisst ihr das denn eigentlich? Oder wie kommt ihr auf die Ideen? Also woher glaubst du, dass es reicht, dass man da mit'm Ventilator gegen pustet gegen die Wolken, dass die sich dann nicht mehr... dass die sich nicht mehr so bilden oder dass man sie dadurch aufhalten kann. So wie... wie kommt ihr auf die Idee?
311	B2: Naja, also man sieht ja wenn es ein windstiller Tag ist, dann bewegen sich die Wolken nur ganz wenig und wenn es ein windiger Tag dann viel schneller. Und deswegen hängt das ja mit dem Wind zusammen, wie die sich bewegen. Und wenn man dann den Wind verhindern würde, dann würden sich die Wolken ja auch nicht mehr so bewegen, denk ich.
312	I: Und das hast du dir zusammengereimt oder hat dir das schon mal jemand erzählt?
313	B2: Hab ich mir zusammengereimt (lacht).
314	I: Ok (lacht). Dann sind wir erstmal tatsächlich jetzt am Ende. Ich sage einmal: Herzlichen Dank.
315	B1: Hm (bejahend).
316	I: Und werde dann jetzt einmal auf "Pause" drücken. Auf Wiedersehen.

21.1.10 Interview J4A

1	I: Ich habe euch ein paar Bilder mitgebracht. Die breite ich jetzt einfach mal hier vor euch aus und ihr schaut euch das alles mal an. Erkennt ihr die Sachen alle oder sind manche Bilder komisch, wo man denkt, was soll das denn sein?
2	B: Das sieht aus wie ein Kirchenfenster.
3	I: Ich glaube auch, einfach eine Zeichnung, so ein Mandala. Und was kann das hier sein? Bild Nr. 7?
4	B1: Ich habe gedacht, so von oben, so Wattboden oder irgendwie Strömung, aber es könnte auch Marsoberfläche sein. Weil das ist wahrscheinlich eher Watt von oben.
5	I: Genau, Bild Nr. 20. Das sieht aus wie Priele oder so. Guckt mal, zu Bild Nr. 7 habe ich tatsächlich so einen kleinen Zusatzfilm. Der war kurz, oder?
6	B: Ich bin trotzdem nicht schlauer. Ist das das Meer, das irgendwie durch Wind und so? Wolken, oder was? Ich würde sagen, das ist Meer, das dann durch Wind in solche Formen oder Sand, so kleine Sandbänke, dass das unter Wasser umspült wird.
7	I: Das ist ein Sattelitenfilm, oder?
8	B: Ja.
9	I: Genau, das sind so Wolkenbewegungen. Also im Prinzip so ähnlich wie das da. Wie Bild Nr. 14. Ok, ihr sollt jetzt mal versuchen, die Bilder in Gruppen zu ordnen. Welche Bilder gehören zusammen und bilden eine Gruppe und dann gucken wir mal, welche Gruppen da entstehen bei euch und wie viele das sind.
10	B1: So, erstmal eines mit irgendwelchen Strömungen im Wasser. Oder? Was mit Wasser zu tun hat.
11	B2: Ja, ich würde jetzt Gully und das Haus und das Kirchenfenster und die Frau irgendwie so zusammen.
12	B1: Das sind so Architektursachen, ne?
13	B2: Ja gut, aber Farben. Ja nicht unbedingt.
14	B1: Das könnten auch irgendwie Knöpfe sein, oder so. [...] Solche Farbdosen, wo oben die Farbe drauf abgedruckt ist.
15	B1: Wo irgendwie Wasser in Bewegung ist.
16	B2: Wozu würdest du das denn dann zuordnen?
17	B1: Ich würde vielleicht irgendwie so generell Landschaft.
18	B2: Man kann das ja voll weit interpretieren. Du kannst jetzt das Zebra dazu packen, weil da Vögel drauf sind.
19	B1: Tiere, ja.
20	B2: Oder du kannst das aber auch dazu packen.
21	B1: Und sollen wir noch mal mit Wolken und so? Also mit Wind halt?
22	B2: Zu Wolken oder zu Wind. Weil zu Wind müsstest du ja auch das dazu packen.

23	B1: Ich glaube, das Zebra ist ein bisschen Außenseiter.
24	I: Fertig?
25	B: Ja.
26	I: Ok. Gucken wir eure Gruppen mal an. Ist das hier eine Gruppe?
27	B: Die beiden.
28	I: Die beiden? Das sind die Bilder 4 und 23. Warum sind die zusammen in einer Gruppe?
29	B: Das sind beides hauptsächlich Pflanzen abgebildet, deshalb hatten wir das so zusammen.
30	I: Ja, aha. Und dann sind die beiden auch eine Gruppe, richtig? 8 und 13.
31	B: Weil da beide Tiere drauf sind. Einmal Vögel und einmal das Zebra.
32	I: Ja. Ist das hier eine Gruppe, oder sind das zwei?
33	B1: Groß eine, unterteilt in zwei verschiedene.
34	B2: Ja, würde ich auch sagen.
35	B1: Also das hat ja alles nichts mit Natur zu tun. Das ist ja alles irgendwie städtisch. Nichts, was man in der Natur so von Natur aus findet.
36	I: Aha.
37	B2: Und bei Bild 11 wussten wir nicht so genau, was das darstellen soll. Es könnten irgendwelche Knöpfe sein, könnten irgendwelche Farbeimer sein.
38	I: Ja, stimmt. Weiß ich auch nicht. Also es sind die Bilder 18, 11, 22, 24 und 3. Die sind eine Kategorie, und was sagtet ihr, weil das alle erstmal nichts mit Natur zu tun hat?
39	B: Ja.
40	I: Ok, dann ist das hier eine Gruppe: 10, 15 und 6.
41	B: Genau.
42	I: Was hat es damit auf sich?
43	B: Da haben wir so alles, was mit Wind zu tun hat reingepackt. Also einmal wegen den Windkraftanlagen. Dann, weil man hier so'n Tornado. Hat ja auch mit Wind zu tun. Und dann einmal, weil der Sand so hochgeweht ist und das ja auch mit Wind zu tun hat.
44	I: Ja, macht Sinn. Dann ist da noch eine große Gruppe: 21, 17, 1, 16 und 19.
45	B1: Ja das ist halt so überall wo so richtig Wasser drauf ist. Also nicht Wasser in Form von da war mal Wasser, so wie Watt, sondern richtig, dass da was zu sehen ist. Und aber auch in verschiedenen Formen, also einmal dieser Fluss und nur'n Tropfen und auch wieder diese Strömung.
46	B2: Oder Wellen.
47	B1: Ja, Wellen, sind ja quasi auch Strömungen.

48	I: Ja, ok. Dann habt ihr die Gruppe 20 und 5.
49	B1: Genau, da haben wir halt, also das ist ja beides Watt und Bild 12 haben wir noch zwischen Wasser und Watt gepackt, weil das ja beides so ein bisschen ist. Wir konnten das nicht ganz zuordnen.
50	I: Ok, das passt irgendwie zu beidem. Und dann, glaube ich, die letzte Gruppe. Das ist 9, 2, 14 und 7.
51	B1: Ja, das ist halt hier alles, also das hat nichts direkt mit Wind zu tun, sondern das sind erstmal nur Wolken aus verschiedenen Ansichten. Einmal so aus'm Weltall und von oben und von unten und so.
52	B2: Die aber auch durch Wind dann so geformt werden.
53	I: Ja, prima. Jetzt mache ich eure Gruppen wieder kaputt. Ich mache eine eigene Gruppe. Was kommt da rein? Da kommt Bild 1 rein und Bild 2 mache ich auch rein. Und Bild 4. Und Bild 7. Und Bild 15. Und Bild 17. Das ist meine Gruppe. Was meint ihr: Warum bilden die Bilder für mich eine Gruppe?
54	B2: Also vielleicht, es ist ja windig. Und hier ist ja so'n Tornado und wenn der Tornado bis ins Wasser geht, ist im Wasser ja auch so'n Tornado, würde ich sagen. Und wenn Wind da ist, dann sind auch viele Wellen da. Vielleicht sind die Wolken dann auch irgendwie so aufgetürmt.
55	B1: Ja doch, wenn's ganz windig ist, dann gibt's ganz oft so. Das haben wir ja auf dem Video gesehen, dass sich das auch so bewegt hat. Dass das dann weitergezogen ist.
56	B2: Vielleicht ist das einfach so'n Gesamteindruck, wie das, wenn jetzt so ein Tornado ist, wie dann auch andere.
57	B1: Wie sich das aus Wind bildet? Ich würde eher sagen, das hat was mit Strömung zu tun. Aber sonst so, alles was mit Wind zusammenhängt, würde ich ansonsten auch sagen.
58	I: Ok, ich gebe euch jetzt mal einen Begriff vor, den habt ihr eben auch schon genannt. Den Begriff „Strömung“. Was verbindet ihr damit, mit dem Begriff Strömung?
59	B1: Also generell, so, ganz klassisch, so, Wasser halt, so die Meeresströmung, aber, es gibt ja auch so Wind, wenn man jetzt am Deich steht, merkt man das ja auch, diese Windströmung, dass mal, da weht's ein bisschen doller und mal nicht so doll.
60	I: Ja, genau. Wenn ihr mir irgendwie so eine ganz typische Strömung zeigen solltet, was würdet ihr mir da zeigen?
61	B2: Also generell Wasserströmung halt, also, wenn jetzt Flut ist, dann ist die Strömung eher Richtung Ufer, Richtung Strand, so.
62	B1: Also wie man das so verdeutlichen soll?
63	I: Ja, genau. Angenommen, ich weiß gar nicht, was ist eine Strömung, und ihr wollt mir da so ein ganz typisches Beispiel für eine Strömung zeigen.
64	B1: Ja, dann würde ich im Wasserglas umrühren, und dann die Bewegung. Das ist ne Strömung.

65	I: Stimmt, genau. Die Bilder habe ich jetzt ausgewählt für eine Strömung. Welche Bilder würdet ihr denn noch zuordnen zu der Kategorie Strömung? Was würdet ihr hier noch dazu packen?
66	B: Diese beiden, das ist ja von der Strömung, das ist ja gezeichnet davon. Wenn das Wasser in diese Richtung strömt, dann bildet sich halt diese Furchen. Das kommt ja von der Strömung.
67	I: Packt die ruhig dazu. Was ihr meint, was noch dazugehört, die könnt ihr noch alle dazulegen.
68	B1: Ja, dann musst du 16 auch dazu packen. Und sonst.
69	B2: Es ist die Frage, ob Wind auch eine Strömung ist.
70	B1: Ja, eigentlich schon. Der Kreisel ist ja keine Strömung. Der geht ja nur in die Runde.
71	B2: Das hier hat ja auch ne Strömung. Der Fluss hat ja auch ne Strömung, in welche Richtung der fließt.
72	B1: Vögel fliegen doch auch immer mit dieser Strömung, oder nicht? Die machen sich doch, wie sagt man, so dynamisch, dass sie möglichst wenig Widerstand haben.
73	B2: Ja, dass einer vorfliegt und im Windschatten so.
74	B1: Wenn man das ganz weit interpretiert, könnte man auch sagen, dass das Haus zur Strömung gehört, weil ganz weit oben ist der Wind auch viel extremer und dass es dann nicht umkippt.
75	B2: Und der Kreisel. Wenn der sich dreht verändert er auch den Wind, also die Luft so um sich herum.
76	B1: Na gut, ich würde vielleicht noch die Windkraftanlage dazu packen.
77	B1: Obwohl der Gulli. Unter dem Gulli fließt auch ne Strömung.
78	B2: Ja, stimmt.
79	B1: Letztendlich kann man wahrscheinlich alles dazu packen. Außer das Kirchenfenster. Da ist ja gar nichts.
80	B2: Die Pflanze, ist auch die Frage, was da für ne Strömung ist.
81	B1: Ne, das ist keine Strömung. Also ne Pflanze. Zebra hat auch keine Strömung.
82	B2: Ne
83	B1: Also so.
84	I: So lassen? Ok, dann gucken wir, was dazu gekommen ist. Bild 10, Bild 20, Bild 14, Bild 21, Bild 5 und Bild 16. Also die haben alle was mit Strömung zu tun. Was ist denn das, was denen gemeinsam ist? Oder, was muss denn erfüllt sein, damit man da von einer Strömung spricht?
85	B2: Ich würde sagen, also wenn man jetzt von einer Wasserströmung spricht. Das Wasser geht in eine bestimmte Richtung durch z.B. Wind oder andere...

86	B1: Z.B. wenn das jetzt so ein Hügel ist und das fließt da runter, dann beschleunigt das ja und dann entsteht ja auch ne Strömung und dann fängt quasi ein so an und der Rest geht halt hinterher. Also so generell, dass sich etwas zusammen in eine Richtung bewegt.
87	I: Wenn sich etwas zusammen in eine Richtung bewegt. Ok. Wie ist es dann mit den anderen Bildern? Ist das dann ein Unterschied, also etwas, was ihr auf den anderen Bildern nicht findet?
88	B2: Naja, also, wenn man jetzt hier z.B. diese Pflanze, ich weiß nicht genau, was das ist, aber da bewegt sich so erstmal nichts.
89	B1: Also nichts so direkt Sichtbares. Es bewegt sich ja schon was, aber nicht in der Geschwindigkeit...
90	B2: Das Zebra bewegt sich ja auch, aber da würde ich eher die Vögel als Strom bezeichnen, weil die auch zusammen sich so bewegen.
91	B1: Die Vögel haben daraus ja auch nen Vorteil. Das Zebra läuft da alleine rum. Die Vögel fliegen, aber das ist halt einfacher, wenn die im Strom fliegen, weil wie wenn man innerhalb von dem Strom ist, dann einfacher da mitzukommen.
92	B2: Ja, würde ich auch sagen.
93	I: Aber ihr lasst die trotzdem da draußen oder wollt ihr die Vögel noch mit dazu nehmen zu der Strömung?
94	B2: Das ist ja so ein Großes, das ist ja so wie Wasser, eigentlich.
95	B1: Die Vögel würde ich eher dazu packen als das Zebra.
96	B: Die Vögel, ja.
97	I: Also Bild 13 noch dazu?
98	B: Ja.
99	B2: Also Bild 9, das ist ja auch durch Wind. Die Wolken formen sich ja so durch den Wind. Durch den Luftstrom, so.
100	B1: Die sehen ja auch alle relativ gleich aus. Das würde ja quasi dazu passen... Also, ein Gulli, das wäre sehr weit interpretiert.
101	B: Diese vier nicht, das Zebra und das Haus auch eigentlich weniger. Da bewegt sich ja in dem Sinne nichts.
102	B1: Es hält ja nur der Strömung stand, quasi.
103	B2: Die beiden, die sich bewegen, wäre ja wenn, dann das Zebra und der Kreisel, aber die haben ja nichts mit Strömung zu tun. Also das würde ich jetzt nicht darunter verstehen.
104	I: Also Bild 9 noch dazu?
105	B2: Genau.
106	B1: Wasser und Sand, also.
107	B2: Das ist ja keine Strömung in dem Sinne. Das tropft ja einfach runter, weil es auf den Boden möchte, das Wasser.

108	B1: Weil Schwerkraft.
109	B2: Ja, genau.
110	I: Bei Bild 19, ok. Also Bild 19 nicht und Bild 6 auch nicht.
111	B1: Bild 6, das ist ja nur keine lang gleichbleibende Strömung, sondern das ist nur ne kurze Strömung. Ich würde mir unter Strömung was anderes vorstellen, als Sand, der nur so hochfliegt... Lassen wir so, oder?
112	B2: Ja, würde ich auch sagen.
113	I: Ok, prima. Sind euch sonst schon mal irgendwo Strömungen begegnet? Irgendwas, was man nicht auf diesen Bildern sieht?
114	B1: Ja, in der Innenstadt, wenn es irgendwo irgendwas umsonst gibt, dann rennen sie da alle hin und wollen`s haben.
115	I: Ja, so Menschenstrom, ok.
116	B2: Oder bei Pferden im Herdenverband. Wenn einer losrennt, rennen alle hinterher.
117	B1: Das ist auch wie ein Strom.
118	I: Ja, ok, das ist so ein bisschen wie der Vogelschwarm... Kann man so was selbst erzeugen? Habt ihr schon mal selbst eine Strömung erzeugt?
119	B1: Also halt nur selber erzeugt, dass man halt irgendwas mit Wasser gemacht hat.
120	B2: Wenn man jetzt wie gesagt in so nem Glas umrührt entsteht ja auch so`n Strudel.
121	B: Auch im Waschbecken, in der Badewanne, wenn man das Wasser rauslässt.
122	I: Richtig, genau. So, nächste Aufgabe. Stellt euch vor, ihr arbeitet in einer Werbeagentur. Ihr sollt ein Logo entwerfen oder ein Symbol für Strömungen. Was habt ihr da für Ideen? Wie würde das aussehen. Und wenn ihr dann ne Idee habt, dann könnt ihr das mal aufmalen.
123	B: Also ich würde schon so was wie Wasser nehmen. Weil, die Leute müssen es ja auch verstehen ... Oder den Olantiskreisel ... Ich würde auch so was wie 17 malen.
124	I: Ihr müsst euch auch nicht auf dasselbe einigen. Ich könnte auch jeder was anderes malen. Super, darf ich die haben?
125	B: Ja.
126	I: Wir haben hier jetzt ganz viele Beispiele für Strömungen auf den Bildern. Was ist denn für euch das Gegenteil von Strömung?
127	B1: Stillstand.
128	B2: Wenn sich nichts bewegt. Bei Strömung geht irgendwas, bewegt sich.
129	B1: So`n Weg, wo nichts, einfach.
130	B2: Aber, es kann ja auch was unter Wasser, was man nicht sieht, Strömung sein.... So`n Glas mit Wasser, was einfach so steht.

- 131 B1: Auch ohne Kohlensäure.
- 132 B2: Ich würd jetzt nicht sagen, irgendwas Natürliches, da ist glaub ich immer irgendwie so Strömung. Aber so ein Glas Wasser, was einfach nicht steht, ohne Kohlensäure, wo sich nichts bewegt...
- 133 B: Wo nichts drin ist, ..., wenn da Fische drin schwimmen, ist ja auch irgendwie, ist ja auch in irgend`nem Sinne ne Strömung, ne Bewegung zumindest.
- 134 I: Ja, ok. Habt ihr ein anderes Wort für Strömung? Also ein Synonym? Oder ne Umschreibung, ne ganz kurze? Wo ihr sagen würdet, ja das hat jetzt dieselbe Bedeutung wie das Wort „Strömung“?
- 135 B2: Fließen oder Fluss, oder so. Also wenn ich jetzt, Fluss in dem Sinne, da ist n Fluss, wo Wasser drin ist, aber ...
- 136 B1: So wenn man das so auf Menschen überträgt, würde ich fast sagen, Gruppenzwang, weil, wenn einer dahin läuft, strömen die anderen meistens immer hinterher, und das ist ... das kannst ja nicht auf die Natur anwenden, das ist halt schwer.
- 137 I: Ok. Wenn ihr jetzt jemanden erklären solltet – ihr habt jetzt ja schon ne Zeit lang über Strömung nachgedacht – wenn ihr jetzt jemanden erklären solltet, was ne Strömung ist, was wäre eure Erklärung?
- 138 B1: Also ich würde sagen, so ne gleichförmige Bewegung in eine Richtung.
- 139 B2: In der Natur von irgendwelchen, zum Beispiel Wind oder ...
- 140 B1: Durch bestimmte Vorkommnisse einfach begünstigt.
- 141 B2: So was entsteht ja auch, wenn sich so Erdplatten übereinander schieben, so entstehen ja auch so Erdbeben unter Wasser ...
- 142 B1: So Richtungswechsel bei so Stromschnellen...
- 143 B: Bewegungsänderungen durch natürlich Einflüsse.
- 144 I: Also, fasse ich noch einmal zusammen: Eine Bewegung in eine Richtung war das, in der Natur.
- 145 B1: Ja.
- 146 I: Ok, Bewegung in eine Richtung. Aber der Kreisel dreht sich ja auch die ganze Zeit im Kreis, oder das Zebra läuft ja auch in eine Richtung.
- 147 B: Das ist, die eine Bewegung, die anderen quasi mit, also das es nicht unabhängig voneinander ist, sondern, wenn ... der Kreisel dreht sich ja alleine ... und wenn der Mensch das macht hat es ja nichts mit der Natur in dem Sinne zu tun, das Zebra läuft ja auch, weil es was Leckerer zu essen sieht, aber die Natur, das passiert halt einfach so, das lässt sich ja nicht beeinflussen. Das Zebra macht es ja aus einem eigenen Entschluss, dass es da hinläuft, das hat ja nichts mit Strom in dem Sinne zu tun, aus irgendwelchen, weil es windig ist.
- 148 I: Ich verstehe. Also das Zebra hat zwar eine Bewegung in eine Richtung, aber weil es ein Lebewesen ist und sich irgendwie selbst entscheidet zu laufen, ist es keine Strömung.
- 149 B: Ja.

- 150 I: Und wie ist es dann mit dem Wassertropfen. Guckt mal hier auf Bild 19. Die habt ihr ja auch da aussortiert, aber das ist ja kein Lebewesen, das bewegt sich auch irgendwie in eine Richtung. Warum ist das denn keine Strömung?
- 151 B2: Das ist ja wegen der Erdanziehungskraft. Also es ist ja nicht, weil der Wind jetzt gerade in die Richtung weht, und das Wasser deswegen dahin geht, sondern...
- 152 B1: Auch wenn da jetzt das Blatt hängen würde und das löst sich. Es würde auch runterfallen. Das ist jetzt unabhängig von, dass da jetzt Wasser runtertropft.
- 153 I: Ok. Also was war jetzt die Erklärung? Etwas, das sich von selbst ...
- 154 B: Wegen der Anziehungskraft [es geht um den Tropfen].... Das ist jetzt ja in dem Fall der äußere Einfluss... aber, natürlicher Einfluss.
- 155 I: Ok. Das habt ihr eben auch schon mal angesprochen. Wie kommt es überhaupt zu solchen Strömungen? Wir haben jetzt ja verschiedene Arten von Strömungen gesehen, verschiedene Beispiele für Strömungen. Eins habt ihr vorhin schon gesagt. Mit diesen Erdplatten, die sich verschieben. Dadurch können Strömungen entstehen. Was gibt es denn noch für Ursachen für Strömungen?
- 156 B1: Ich weiß bei Wind, also genau weiß ich's nicht, aber ich glaube, das ist so, wenn die kalte Luft wider aufsteigt, dann vermischt sich das irgendwie, und dann ich weiß nicht, ob es da schon in Bewegung gerät oder so ...
- 157 B2: ... warme und kalte Luft ...
- 158 B1: ...genau zusammen ... dann entsteht Wind oder zumindest ne Bewegungsrichtung. Und dann... verwechsel ich das gerade mit Wolken?
- 159 B: Und beim Wasser ist es ja auch, also so Wellen entstehen ja auch durch Wind ... wie mit Tsunami zum Beispiel. Das ist ja auch, wenn irgendwo ... irgendwo ist ne Kante und dann zieht sich das erst zurück und dann mit Schwung halt nach vorne, das zum Beispiel ist eher so durch Höhenunterschiede ... oder mit diesen Platten, wenn sich das verschiebt, dass dann halt irgendwie ne Kante entsteht ... das ist ja das, dann hast du oben ne Kante und der hintere Teil ist quasi tiefer und dann, ja.
- 160 I: Ok, dann lassen wir es mal mit Strömungen. Dann blättere ich jetzt mal zu meiner letzten Seite. Dann zeige ich euch jetzt noch ein paar andere Bilder; und zwar das Bild Nummer 5 ... und das Bild Nummer 9 und Nummer 12 und Nummer 14 und 22 und 23. Ok, die bilden für mich auch wieder eine Gruppe. Warum denn das?
- 161 B2: Also ich würde sagen, das hier haben wir gerade schon ... das ist Wolken, also Wind und Wolken ... und das hier hat ja auch, die Wolken werden irgendwie durch irgendeinen Strom verformt oder in eine Richtung gepustet.
- 162 B1: Das einzige, was mir zum Kirchenfenster jetzt einfallen würde, dass das auch ne Blume ist und dass das vielleicht deshalb da liegt ... also weiß ich gar nicht, was...
- 163 B: Vielleicht auch weil das ist ja hier so ein Kreis, sag ich mal ... dass das zum Beispiel die Mitte des Strudels ist und der Rest dann so ... und das hier außen ... es ist ja nur ein bestimmter Bereich davon betroffen ... hier oben vielleicht, dass das hier außen das ruhige Meer ist und hier in der Mitte der Pol des Strudels, wo halt so am stärksten, wo es runtergeht und innen in diesem Kreis ist halt so das

	Zentrum, und das hier so der äußere Bereich des Strudels. Ja, aber schon noch Strudel ... und da ist dann nur noch weniger ... so würde ich die jetzt zusammenhängend, also wirklich sehr weit interpretiert.
164	I: Also 22, 14 und 23, da ist überall so ein bisschen was Kreisförmiges, sieht strudelartig aus. Aber was ist mit den anderen drei?
165	B: Ja das hier entsteht ja durch Strömung, also nach der Strömung ... als Nachwirkung ... das ist auch ne Auswirkung der Strömung, dass sich die Wolken halt so bilden, wie sie sind. Also alles weicht der Strömung aus.
166	I: Bei den Bildern 5 und 9. Ich sag das immer dazu.
167	B: Und das ist ja quasi auch ne Auswirkung, aber ja nicht von Strömung, sondern von menschlichem Handeln einfach nur ... vielleicht geht's darum, dass der Sand ein bisschen, der ist ja nicht ganz weich, also nicht ganz nass, nicht ganz trocken ... hm, kriegen wir einen Tipp?
168	I: Noch nicht.
169	B2: Durch zum Beispiel Windströmung oder wenn das Wasser wieder ... zum Beispiel wenn jetzt gerade Ebbe ist und die Flut kommt, dann wird es ja gerade weg sein, dann wäre hier, dass es der Strömung ausweicht ... die Nachwirkungen halt davon ... sonst ...
170	I: Ich gebe euch jetzt auch mal wieder einen Begriff vor. Den Begriff „Struktur“ bzw. „Strukturbildung“. Was fällt euch dazu ein?
171	B2: Sand wird ja dadurch gebildet, dass Steine so übereinander reiben durch eben Strömung. Wenn im Wasser sehr viel Strömung ist, dann reiben die so übereinander ...
172	B1: Und jetzt Struktur, wenn das so zusammengepresst aus dem Eimer ist und man das als Sandburg baut, dann ist die Struktur ja wesentlich fester würde ich sagen, weil dann ja alles zusammengepresst ist und so näher aneinander als wenn der Sand da einfach nur so liegt.
173	B2: Ja, und der Sand bildet sich halt durch Strömung. Würde ich so sagen.
174	B1: Und hier die Struktur, das ist halt auch durch die Strömung entstanden, halt so wie das Wasser abgeflossen ist, sozusagen. Weil die Gezeiten.
175	I: Bei Bild Nummer 5, ja.
176	B2: Der Sand weicht dem Wasser in dem Falle aus.
177	B1: Halt wie diese Furchen, einfach so Priele, so kleine Miniflüsschen. Und Wolke...
178	B2: Da war ich auch, wenn der Wind halt so, die in die Form ...
179	B1: Dadurch entsteht ja auch diese Wolkenstruktur. Und das da ja das Gleiche. ... und da ... ja gut, wenn sich da neue Knospen bilden. Das sind da oben ja die kleinen, wenn die immer größer werden, verändert sich die Struktur ja auch. Also immer weiter.
180	B2: Ja, das stimmt.
181	B1: Und das Kirchenfenster ...

182	B2: Also ich, die drei würde ich wie gesagt nur verbinden mit dem kreisförmigen, das außen, das sich verläuft.
183	B1: Die kann man alle noch in Struktur-Dings zusammenfassen und das, das ist halt auch ne Struktur irgendwie, das ist alles quasi wie Sand aus ganz vielen einzelnen, kleinen
184	I: Ja, bei Bild 22.
185	B: Genau, so gebildet ist. Wie auch da, ja ... aus kleinen Knospen, sag ich mal.
186	I: Bild 23. Ok, welche Bilder würdet ihr denn noch dazu packen, wenn jetzt der Oberbegriff „Struktur“ ist, oder „Strukturbildung“?
187	B: Das Haus, also eindeutig das Haus.
188	I: Ja, überlegt mal. Jetzt habt ihr noch dazu gelegt: Bild 20, Bild 7, Bild 5, 9, 2, 4, 11 und 24 sind dazugekommen. Das sind alles Beispiele für Struktur oder Strukturbildung. Was muss denn erfüllt sein, damit etwas eine Struktur ist?
189	B1: Also ich würde auch so sagen, wie bei Strömung, dass es auch so irgendwie gleichförmig ist, aber auch stabil, also irgendwie Papa hat früher immer gesagt, so verbundbar, wenn man so Lego gebaut hat, das man so baut, dass die Steine übereinander greifen und dass deshalb ne Struktur entsteht und hält. Und so, würde ich auch sagen, dass irgendwie so Verbindungen entstehen, die dann halt stabil genug sind, dass sich daraus diese Struktur dann entwickeln kann.
190	B2: Ja, eine Struktur kann sich auch verändern, wie hier z.B. bei dem ... wo wir gesagt haben von der Knospe zur Blüte, das verändert sich halt.
191	I: Ok, also Strukturen sind was, was irgendwie stabil ist und was sich aber auch verändern kann. Warum ist das bei diesen Bildern jetzt alles nicht der Fall?
192	B2: Wir hatten überlegt, bei den Wolken hatten wir die Bilder zusammengepackt, weil da eben die Struktur der Wolken sich so verändert.
193	B1: Aber die Wolke an sich bleibt ja da.
194	B2: Genau.
195	I: Ok, genau. Das war jetzt bei 7 und 14. Das sind Strukturen bei euch. Aber warum sind jetzt diese ganzen Bilder, die ihr ausgegrenzt habt, warum sind das jetzt keine Strukturen?
196	B2: Also weil z.B. hier der Fluss oder so, da sieht man jetzt nicht direkt, was passiert, da verändert sich in dem Moment nichts, wo man es sieht.
197	I: Ok, aber bei dem Haus, da ändert sich ja auch nichts.
198	B: Ja, da könnte man jetzt Struktur mit dem Legohaus ... Irgendwie hat Wasser ja auch ne Struktur, aber nicht so offensichtlich. Struktur kann man ja auch sagen so geordnet ... Wenn sich die Struktur verändert, dann ist ja diese Struktur, die vorher da war, weg, also dann gibt's ja nichts mehr.
199	I: Bei Bild 16.
200	B2: Ja, also generell bei den Wasser ... die Vögel kann man jetzt auch noch zur Struktur, weil Struktur kann ja auch mit geordnet zu tun haben ... und die haben ja auch ne Struktur, wie die angeordnet sind...

201	B1: Ja, aber irgendwie, der Fluss jetzt noch mal, der hat ja auch ne Struktur, der geht ja auch nicht halt gerade, sondern ... obwohl Struktur ist ja schon so ein bisschen geordnet, würde ich jetzt schon sagen. Und das ist ja einfach nur ... da zweigt mal ein Fluss ab und da, aber nicht, wo man jetzt sagt, alle hundert Meter, da kommt so ein Nebenflüsschen.
202	I: Also wollt ihr den Fluss auf Bild 21 noch mit aufnehmen, oder...?
203	B: Eher nicht.
204	I: Ok. Was war mit den Vögeln auf Bild 13?
205	B: Würde ich eher noch dazu packen als den Fluss.
206	I: Dann nehmen wir den doch noch mit dazu. So, das hier was alles Wasser. Das ist ja alle ein bisschen gleich. Was ist mit den anderen Sachen, die noch übrig sind?
207	B1: Ja Sand, müsste man theoretisch dann ja auch dazu packen.
208	B2: Ja stimmt.
209	B1: Also wenn man jetzt mal logisch denkt.
210	I: Bei Bild 6.
211	B1: Ja, ich glaube das ist jetzt nicht so entscheidend, dass das jetzt ein anderer Sand ist. Sand ist Sand.
212	I: Ok, also Bild 6 nehmt ihr auch noch dazu.
213	B2: Und die anderen finde ich haben eher nicht so damit was zu tun. Also der Gulli zum Beispiel, da weiß ich auch generell nicht so, wie man den damit verbinden könnte.
214	B1: Ja gut, wenn du sagst Struktur ist halt so geregelt und, was hast du gesagt, so geordnet, müsstest du ihn ja schon dazu packen. Dann müsstest du den Kreisel auch dazu packen. Das Zebra kannst du dann nicht dazu packen, weil du weißt ja nicht, ob die Streifen auf der anderen Seite genauso sind.
215	B2: Wenn man jetzt so geordnet, strukturiert in dem Sinne, dann könnte man ihn schon dazu packen.
216	B1: Ja, aber den Kreisel ja auch. Der muss ja auch so strukturiert sein, dass ... das geht ja auch nur, wenn er überall gleich ist.
217	B2: Ja und dann die Windräder könnte man ja auch sagen, wenn die Struktur der Windräder gleich ist, dann dreht ... kann man ja wie n Kreisel so`n bisschen. Wird halt nur nicht durch n Mensch bewegt, sondern durch den Wind.
218	B1: Also ich würde eher noch den Kreisel und den Gulli dazu machen, als die Windräder. Also am allerehesten noch den Gulli.
219	B2: Weil das Äußerliche so strukturiert ist.
220	I: Ok. Bild 3 noch dazu.
221	B: Ja ... den Kreisel ... ich weiß nicht. Eigentlich ja schon. Wenn man halt jetzt nur mit dem Äußerlichen so argumentiert und nicht ... dann würde man auch das hier sagen. Das ist ja strukturiert, das Bild, so. Also wenn man nur vom Bild her aus ... also nicht, was da drauf ist ... so ein bisschen nach Farben auch strukturiert.

222	I: Bild 11.
223	B1: Ja also kann es dazu oder nicht?
224	B: Ja. Zum Gully dazu. Es ist halt nur vom Äußerlichen her jetzt. Ja.
225	I: Ok, Bild 18 noch dazu.
226	B1: Jetzt reicht's aber, oder?
227	I: So lassen?
228	B: Ja.
229	I: Alles klar. Sind euch woanders schon mal Strukturen begegnet? Irgendwas, was jetzt nicht auf diesen Bildern ist?
230	B1: Ja, so, wenn man einen Schal häkelt, dann ist das ja auch immer die gleiche Strukturabfolge an diesen Kettelchen da. Halt so sonst kann man das auch so ganz theoretisch fassen. Struktur ist ja auch, dass wir jeden Tag aufstehen und zur Schule gehen. Das ist ja auch Struktur.
231	B: ... geregelt, strukturiert, also geordnet so.... Also unsere Schulsachen in allen Fächern ist ja auch strukturiert... zum Beispiel so ein Pflastermuster ist ja auch immer gleich, wie so gepflastert wird, würde ich sagen, hat auch ne Struktur... So ne Idee dahinter ... so ein Prinzip halt, wie es immer ... so ne Regel, ja genau. Vielleicht auch in so Reifenprofil, das ist ja auch so ne gewisse Struktur... so besonders gut aufliegt, für Sommer- und für Winterreifen. Das passt sich ja auch an, an den Untergrund. Dafür ist diese Struktur ja da, dass das halt sich möglichst gut anpassen kann.
232	I: Habt ihr schon mal selbst irgendwo ne Struktur erzeugt? Habt ihr selbst irgendwas gemacht...?
233	B: ... einen Schaal gehäkelt. Gehäkelt.
234	I: Ok, ihr seid wieder in einer Werbeagentur. Wir brauchen jetzt auch noch ein Logo für Struktur. Fällt euch dazu was ein?
235	B2: Struktur sind ja so zwei Sachen. Also einmal entweder strukturiert, also so Struktur, ist alles so gleich. Wie so'n Karomuster, keine Ahnung, das ist strukturiert. Oder Struktur so ...
236	B1: ...so wie in Chemie, wie so'n Molekül zum Beispiel aufgebaut ist, ist ja auch ne Struktur.
237	B2: Oder Struktur kann man auch sagen, wenn man Holz hat, hat ja auch ne Struktur. Da gibt's ja so verschiedene ... hat ja mehrere Bedeutungen, würde ich sagen.
238	B1: Also Struktur finde ich schwerer als Strömung ... Weil du Struktur so breit fassen kannst.
239	B2: Hat halt verschiedene ... Bereiche, sag ich mal.
240	B1: Vielleicht so einen Wochenzeitplan, oder so?
241	B2: Ich mal` einfach die verschiedenen Facetten der Struktur, sag ich mal. Einmal Struktur, wie gesagt so Häuser, die man anfassen kann, das ne Struktur hat oder wie das Reifenprofil... und dann zusätzlich noch Struktur, wenn etwas strukturiert

	ist, keine Ahnung irgendein Kästchen oder so, überall, was immer wieder gleich angeordnet ist.
242	I: Super, jetzt habe ich noch ein paar Fragen. Was ist denn das Gegenteil von Struktur?
243	B1: Durcheinander halt, ungeordnet sein.
244	B2: Oder, wenn man jetzt die Struktur wieder nimmt ... so hoch und runter, dann würde ich sagen: was ganz Glattes. Hat ja keine Struktur.
245	I: Kennt ihr ein anderes Wort für Struktur oder ne kurze Umschreibung für Struktur?
246	B2: Schwierig, weil es ja so verschiedene ... Struktur hat ja mehrere Bedeutungen, sag ich mal.
247	B1: Geordnetes und wiederkehrendes Muster... Muster kannst du ja auch auf den Alltag übertragen.
248	B2: Oder eben die Struktur so die ...
249	B1: Also Muster finde ich eigentlich trifft's ganz gut.
250	B2: Ja, aber wenn man jetzt wieder Struktur so wie Sand hat ne Struktur ... dann vielleicht ... nichts Materielles ... so der Stoff, also es ist schwer zu beschreiben, finde ich.
251	B1: Ich verstehe auch nicht so ganz was du meinst gerade.
252	B2: ...generell Struktur, in dem anderen Sinne.
253	B1: Ja, ich versteh schon, was du meinst. Sand ist ja kein Muster oder so.
254	B2: Das kann man schwer umschreiben.
255	B1: Ja, aber generell, so auf den Alltag bezogen ... Profil oder so ... so Muster.
256	I: Muster als Umschreibung.
257	B1: Ja.
258	I: Ja. Wenn ihr jemanden erklären solltet, was ne Struktur ist. Wie würde ihr den Begriff Struktur dann definieren?
259	B: Etwas Wiederkehrendes, Geordnetes, Gleichmäßigkeit, also gleichmäßig.
260	I: Ok: wiederkehrend, gleichmäßig...
261	B2: ...strukturiert, ja.
262	I: Das wollen wir erklären.
263	B2: Geordnet.
264	I: Geordnet, ok. Jetzt sehen wir hier verschiedene Strukturen auf den Bildern. Wie entstehen denn überhaupt Strukturen, oder warum kommt es dazu?
265	B2: Ich würde sagen, z.B. auf Bild 23, da ist halt auch so ne Oberflächenstruktur ... das ist ja auch strukturiert in dem Sinne, dass es geordnet ist. Hat ja so ein

	wiederkehrendes Muster mit diesen kleinen... sieht aus wie kleine Tannen, sag ich mal. Und das wächst einfach so, von der Natur so vorgegeben.
266	B1: Ja und auch Bild 7, halt das mit den Wolken, das ist ja auch, dass durch diese warme und kalte Luft, dadurch entsteht das ja auch und dann entsteht ja der Wind und durch den Wind entstehen halt diese Wollkenstrukturen, weil sie dann dahin gepustet werden und das dann gerade so aussieht, weil sie in dem Moment abfotografiert werden.
267	I: Mhm. Also Bild 23 ist weg, Bild 7 – durch den Wind. Wie ist es bei Bild 5?
268	B: Ja genau, Bild 5 ist eigentlich auch ... eine Strömung zum Beispiel. Ja, die Konsequenz aus der Strömung ist halt dann ... das Wasser passt sich ... also sucht sich seinen Weg und der Sand weicht eben aus.... Ne, das Wasser bewegt sich da einfach durch... und nimmt vielleicht auch ein bisschen Sand mit.
269	I: Können wir vielleicht die Stärke der Strukturbildung beeinflussen? Kann es sein, dass diese Struktur auf Bild 5 mal stärker ausfällt und mal schwächer?
270	B1: Ich würde sagen eher nicht, weil wenn jetzt Ebbe ist und das Wasser fließt ab, das fließt ja nicht jeden Tag mit ner anderen Intensität ab und deswegen müsste das ja auch immer gleich, also nicht direkt gleich, aber von der Stärke her ähnlich sein.
271	I: Ja stimmt. Seht ihr denn irgendwo Strukturen auf den Bildern, die man beeinflussen kann?
272	B1: Ja, Sandburg.
273	I: Stimmt. Bild 12.
274	B1: Also, wenn man weniger doll auf den Eimer klopft, um den Sand da festzumachen, oder doller, dann ... ist er entweder mehr zusammengepresst oder weniger.
275	B2: Irgendwelche Biologen können bestimmt auch die Struktur von so`ner Pflanze beeinflussen.
276	B1: Ja, oder halt hier sowas: Haus oder so, das kannst du ja ganz direkt, wenn du es einfach anders planst, als es ist. Oder die Farben umstellst oder so vermischt ...
277	B2: ... anders mischt, ja, dann verändert sich auch die Struktur.
278	I: Prima, wird sind fertig [...].

21.1.11 Interview J5A

1	I: Ja, ich sitze hier mit zwei anonymen Schülerinnen... dass ihr Schülerinnen seid, kann man ja eh nicht verbergen, das merkt man an euren Stimmen... von einer unbekannten Schule. Und wir machen das im Rahmen des Interviewprojektes. Und ich fang einfach mal an, möchte aber erstmal fragen: Ist es ok, wenn ich hier das Diktiergerät an habe und eure Stimmen aufzeichne?
2	B1: Ja
3	B2: Ja
4	I: Alles klar, wunderbar. Sollte mal euer Name fallen, kann ja mal passieren, [Name] ne? Dann wird das rausgelöscht.
5	B1: Ok.
6	I: Dann einfach, das ist kein Ding.
7	B1: Ok, gut.
8	I: Also passt alles. Gut, alles klar. Ich habe euch hier mal einen Stapel mit Bildern mitgebracht, ne? Und ähm guckt euch die einfach mal an. Und sagt mir mal, was ihr darin so seht. Was ihr meint, was das so ist. Ihr könnt mal so'n bisschen durchblättern und mich an euren Gedanken teilhaben lassen.
9	B1: Den hatten wir gerade schon. Also, bis auf ein paar Ausnahmen, würde ich sagen, dass in fast allen Bildern Bewegung drin ist und viele was mit Wasser bzw. Wind zu tun haben.
10	I: hm (bejahend) Zeigt mal, wo es um Bewegung geht.
11	B1: Man könnte ja fast eher die Bilder rausnehmen, wo es nicht um Bewegung geht.
12	B2:: Ja!
13	B1: Dann würde ich... wahrscheinlich einfach... also so auf den ersten Blick...
14	B2:: Zählt das Motorrad?
15	I: Ne.
16	B2: Das da nicht mehr fahren darf.
17	I: Gutes Auge.
18	B2: (lacht)
19	B1: Ja, irgendwo wird ja immer Bewegung drin sein.
20	B2: Ja, da ist das auch drin.
21	B1: Findst du?
22	B2: hm (bejahend) Himmel.
23	B1: Da?
24	B2: Kohlkopf, der liegt.
25	B1: Er wächst?

26	B2: Der ist abgeschnitten.
27	B1: Oh, hm.
28	B2: (lacht)
29	B1: Dann würde ich das rauslassen.
30	B2: Ja.
31	B1: An manchen ist mehr Bewegung zu erkennen, an manchen weniger.
32	B2:: Aber alles hat mit Wind auf jeden Fall...
33	B1: Oder Wasser... oder halt daraus resultierend.
34	B2: Ja.
35	I: hm (bejahend), wenn ihr mal versuchen würdet, nach Kategorien zu ordnen: Könnt ihr noch Kategorien einordnen? Ihr habt gesagt, das ist Bewegung. Ihr habt ja jetzt schon welche rausgenommen.
36	B2: Ja.
37	I: Das heißt, im Prinzip habt ihr hier schon eine Kategorie gebildet.
38	B1: Ja.
39	B2: Genau.
40	I: Könnt ihr noch feinere...
41	B2: Das kriegen wir hin.
42	I: ... Kategorien bilden?
43	B1: Möchtest du in (...) Wasser...
44	B2: Was Natürliches? Wasser? Wind? Durch den Menschen...
45	B1: Ja, das ist auf jeden Fall nicht Wasser (lacht)
46	B2: Ne, das auch nicht.
47	B1: Hier würde ich ja...
48	B2: ...auch nicht.
49	B1: ...auch nicht. Wobei ich hier... bei dem Bild ist es ja das Wasser, das in Bewegung ist, aber ja durch...
50	B2: durch...
51	B1: Wind.
52	B2: Wind.
53	B1: ...würde ich sagen.
54	B2: Ja. Genauso wie bei dem da.
55	B1: Ne, das ist... entstehen die nicht durch...
56	B2: (unv.)

57	B1: heiß kalt...
58	B2: Ja.
59	B1: aufeinandertreffen... irgendwie. (unv.)... dass das jetzt wegen durch Wind...
60	B2: Ja, das ist doch Schlamm, Schlick, Wattenmeer [Bezieht sich auf ein Rippelmuster]
61	B1: Das ist ja durch Wasser.
62	B2: Ja. Die Linien kommen ja durch... also durch Wind... dass das Wasser so wegdrängt. Ja, also das ist ohne Wasser (lacht). Das auch.
63	B1: Ja doch.
64	B2: Ja, ne? (...) Das weiß ich nicht. Sieht komisch aus.
65	B1: Doch, das lassen wir mal da. Das passt.
66	B2: Und das hier?
67	B1: Auch.
68	B2: Gut.
69	I: Gut, das heißt, das hat alles mit Wasser zu tun?
70	B2: Ja, das...
71	B1: Joa.
72	B2: ... eigentlich auch, also indirekt.
73	I: hm (bejahend)
74	B2: Kann ja nicht wachsen ohne Wasser [Bezieht sich auf einen Romanesco]
75	B1: Hier ist die Bewegung letztlich aus dem Wasser bezogen.
76	B2: Genau.
77	B1: Beziehungsweise kein Wasser bewegt sich durch...
78	B2: Irgendetwas, was da jetzt...
79	B1: Ja, Ja, Ja.
80	B2: Also, bei dem Kreisel ja sowieso nicht, aber... da hat natürlich auch was mit Wasser zu tun, weil da irgendwo Wasser vorhanden ist, aber indirekt [Bezieht sich auf den Romanesco]. Weil hier ist es ja direkter [Bezieht sich auf Wellen].
81	I: Und was ist mit dem hier? Wo seht ihr da...
82	B1: Das ist Sand. Das muss auch mit hier hin.
83	I: Ah, ok, alles klar.
84	B1: Beziehungsweise hier im Hintergrund sieht man ja schon Wolken oder so, aber da ist ja jetzt nicht das Augenmerk... ist hier jetzt auf den Windrädern [Bezieht sich auf das Bild mit Windkraftanlagen] und hier auf dem Sand.
85	B2: Genau.

86	B1: Also haben wir das mit in die Kategorie getan.
87	B2: Und hier?
88	I: Ok.
89	B1: Ja, auch.
90	B2: Ja.
91	B1: Obwohl, wo ist denn hier die Bewegung überhaupt?
92	B2: Da in den Wolken.
93	B1: Sozusagen, ja.
94	B2: Ja.
95	B1: Dann werd ich das auch hier mit hin tun.
96	I: hm (bejahend)
97	B1: Ja, das sieht wieder so anders aus.
98	B2: Das sieht immer so komisch aus. Also...
99	I: Aber ihr wisst, was das ist? Bei Bild Nummer 2?
100	B2: Eine Wolke würde ich sagen. Oder... so Rauch.
101	B1: Ne, ich find schon, dass das...
102	I: Das ist 'ne Wolke.
103	B2: 'Ne Wolke. Also muss es da so zwischen.
104	B1: Dann würde ich das hier...
105	B2: Unterkategorie...
106	B1: Dass das... das liegt in der Mitte.
107	I: Ok, also haben wir jetzt drei Kategorien?
108	B2: Ja.
109	B1: Ne, zweieinhalb.
110	B2: Zweieinhalb.
111	I: Zweieinhalb. Und warum ist das jetzt 'ne halbe Kategorie hier Bild Nummer 9 und Nummer 2?
112	B2: Weil das ja... die Wolken bestehen ja aus Wasser.
113	I: Ok.
114	B2: Aber es wirkt sich ja nicht aufs Wasser aus wenn die... wenn der Wind da drauf kommt. Also es wirkt sich indirekt darauf aus, weil dann ja damit was passieren kann, aber es passiert ja in dem Moment nicht, also es regnet ja nicht.
115	B1: Das Wasser... hat das da schon 'n anderen Aggregatzustand?
116	B2: Ja.

117	B1: Ja. Deswegen haben wir wahrscheinlich so 'ne Mittelkategorie gebildet.
118	I: So, und dann habt ihr das hier... und was ist das Bild Nummer 5 eurer Meinung nach?
119	B2: Wattenmeer. Wasser ist weg,
120	B1: Ja. Bei Ebbe, da...
121	I: Und warum gehört das jetzt zu der Kategorie Wasser?
122	B2: Weil...
123	I: Ihr habt ja gerade gesagt, das Wasser ist weg.
124	B2: Ja, das Wasser geht ja weg. Und das wird ja von... also es zieht sich ja zurück durch ähm Ebbe und Flut.
125	I: hm (bejahend)
126	B2: Und durch die Tide. Und... da hilft ja auch... also da ist... wirkt ja der Wind auf das Wasser und ähm dadurch entstehen die Rillen. Also entsteht ja nicht irgendwie, das hat ja mit dem Zusammenspiel aus Wind und Wasser zu tun, dass dieses Muster entsteht.
127	B1: Ich glaub, wir habens jetzt hier in die Kategorie Wasser einfach mit getan, wie [Name]... oder die zweite anonyme Person gesagt hat.
128	B2: (lacht)
129	I: Ja.
130	B1: ähm da dieses Muster bzw. die Bewegung... vielleicht geht das Wasser auch gerade noch zurück. Das sieht man nicht genau. Weil das hat einfach... (unterbrochen)
131	B2: Ja, das könnt ja noch Wasser sein.
132	B1: Genau...resultiert.
133	I: Habt ihr schon mal sowas gesehen?
134	B2: Ja.
135	I: Wisst ihr, wie man das nennt?
136	B1: Wattschlick?
137	B2: Das ist ja schlick.
138	I: Ja genau, das ist jetzt erstmal Schlick, aber hier dieses spezielle Muster?
139	B1: oh, da gibt's 'n Namen für...
140	B2: Ne.
141	I: Hätt ja sein können.
142	B1: (lacht)
143	B2: (lacht)
144	I: Und das hier? Was ist eurer Meinung nach dieses Bild Nummer 20 hier?

145	B2: Das war schwierig. Aber das müsste das auch gewesen sein. Aber in 'nem späteren Zustand als das da.
146	B1: Ich hab auch so'n bisschen überlegt. Ich hatte zuerst fast gedacht so von der Ferne sieht's fast so aus als wär das eine Unterwasseraufnahme, aber das müsste auch sowas sein, also wie in Bild Nummer 5.
147	I: hm (bejahend) So, und ähm warum...
148	B2: Genau, die beiden Bilder...
149	I: Ja.
150	B2: Das hat ja... ist ja eigentlich..sieht eher aus wie 'ne Satellitenaufnahme.
151	B1: Ich find Bild 7...
152	I: Das ist eine Satellitenaufnahme. Ihr könnt auch immer fragen, was das ist. Ja?
153	B1: Ich finde Bild 7 sieht eher aus wie eine Marmorplatte, aber das ist es jetzt vermutlich nicht, oder?
154	B2: (lacht) das ist auch ein Satellitenbild, oder?
155	I: Ja, das ist so'n Wolkenfeld vom All aus gesehen.
156	B1: Oh, das ist ja spannend.
157	B2: Dann müssten die eigentlich auch 'ne Unterkategorie...
158	B1: Ja, dann könnten die ja mit zu unserer Wolkenkategorie, oder?
159	B2: Joa (...) indirekt. Aber obwohl, die kriegen eher 'ne Unterkategorie. So. Also, das ist Kategorie 1, Kategorie 2 und das ist A und B.
160	B1: Ja.
161	B2: B und C.
162	I: Ahja, ok. Also, ich muss mal einmal die Nummern sagen: Das heißt, bei euch sind Bild 10, 13, 6, 4, 24, 8 und 18 die gehören zu welcher Kategorie? Wie würdet ihr die nennen?
163	B1: Dürfen wir jetzt so Stichpunkte sagen?
164	I: Ja, versucht doch mal ruhig.
165	B1: Ich würd trotzdem mal sagen...
166	I: Wir tasten uns ran.
167	B1: ... Bewegung?
168	I: Bewegung haben wir ja überall, habt ihr gesagt. Das war die Gesamtkategorie.
169	B2: Aber Bewegung mit der Auswirkung... ohne Auswirkung auf Wasser.
170	B1: Beziehungsweise ohne Einfluss von Wasser.
171	B2: Genau.
172	I: Bewegung ohne Einfluss von Wasser. Und wie kommt die Bewegung hier so zustande?

173	B2: Das da...
174	B1: Da können wir ja wieder...
175	B2: Achso, wir können das ja... genau.
176	B1: Das hier sieht nach Wind aus...
177	B2: Das ist natürlich, also ohne... also obowohl, das hier kann auch durch menschlich sein.
178	B1: Ja, aber... (unterbrochen)
179	B2: Weil da steht ja einer [bezieht sich auf das Bild mit der Sandwolke], aber das ist...
180	B1: Echt?
181	B2: Da, der Schatten! Das kann auch ein Mensch gewesen sein, aber es kann auch natürlich sein. Also nicht erkennbar.
182	B1: Dann...
183	B2: Aber das hier ist ja das Tier, also in Bild Nummer 8, ist es ja das Zebra, das selber... selbstständig läuft.
184	I: hm (bejahend).
185	B1: Das würde ich hier... das dürfte ein Vogelschwarm sein...
186	B2: hm (bejahend).
187	I: Ja.
188	B1: ...Bild 13 auch dazu. Ansonsten ist hier die Bewegung... sollen wir das sonst vielleicht wieder zu unserer Wolkenkategorie doch zurück tun?
189	B2: Weiß ich auch nicht. Das ist so indirekt. Eigentlich bewegt sich da kaum was.
190	B1: Ja, deswegen.
191	B2: Und mit der... die Wolken da oben so 'n bisschen.
192	B1: Ich würd hier eigentlich auch das Bild, glaub ich, fast wegtun mit...
193	B2: Ja.
194	B1: Dann scheidet Bild 24 einmal...
195	B2: ...doch aus.
196	B1: Und hier ist durch menschliche Kraft... der Kreisel wird dadurch bewegt.
197	B2: Genau.
198	I: hm (bejahend) gut, also die Gesamtkategorie hier war: Bewegung ohne den Einfluss von Wasser.
199	B2: Ja.
200	B1: ... oder Auswirkungen.
201	I: Alles klar. Und hier haben wir welche Kategorie?

202	B2: Bewegung mit ähm dem Einfluss auf Wasser.
203	I: Das wären jetzt die Bilder 1, 16, 17, 15, 19, 21, 20 und 5.
204	B2: Obwohl, 21 noch 'n bisschen.
205	B1: Doch.
206	B2: Ja, aber das kann ja... muss ja nicht sein. So sieht's ja aus ausm Flugzeug. So sieht's genauso ausm Flugzeug.
207	B1: hm (bejahend).
208	I: hm (bejahend).
209	B1: Was meinst du, muss da jetzt genau nicht sein?
210	B2: Die Auswirkungen auf Wasser. Das ist ja indirekt.
211	B1: Ja, aber man sieht ja die Bewegung von Wasser, also jetzt... (unterbrochen)
212	B2: Also du meinst den Fluss da unten?
213	B1: hm (bejahend).
214	B2: Achso, ich dachte jetzt so das...
215	B1: Nein, ich denk schon, dass sich das darauf beziehen sollte.
216	B2: Soll sich das auf das... den Fluss da beziehen? Oder...
217	B1: Joa.
218	B2: ... auf den Bezug, dass man in nem Flugzeug sitzt und... (unterbrochen)
219	B1: Ich glaub, dass... (unterbrochen)
220	B2: ... in den Wolken ist?
221	B1: Ich glaub, das bezieht sich auf... (unterbrochen)
222	I: Ein Bild sagt mehr als tausend Worte. Es gibt da keine vorgefertigte Interpretation. Das macht ihr fest.
223	B2: Und ist denn... Also, wenn wir das auf den Fluss legen ist es mit Auswirkungen auf Wasser. Wenn wir das nicht auf den Fluss legen, ist es ja da (zeigt auf den Stapel Bilder der Kategorie "Bewegung ohne Einfluss von Wasser").
224	B1: Ja, aber, ich glaub...
225	B2: Das ist blöd.
226	B1: Das lassen wir mal da.
227	B2: Das lassen wir da.
228	I: Ok. Und was ist hier mit diesen... das sind jetzt zwei Restkategorien?
229	B2: Genau.
230	I: Also zum einen ist das Bild 9 und 2. Warum hängen die zusammen und gehören nicht zu den anderen?

231	B2: Weil das beides ähm weil das ja beides die Bewegung der Wolken sind. Aber ohne direkte Auswirkungen auf Wasser. Also, da ist ja Wasser vorhanden in den Wolken, das ist ja... das ist ja logisch, aber es regnet nicht (...) genau.
232	B1: Ich glaub, wir habens jetzt einfach mit in ner Unterkategorie getan, weil das halt (unv.) in nem anderen Aggregatzustand ist als hier das Wasser. Hier hatten wir das Wasser immer...
233	B2: Flüssig.
234	B1: Flüssig. Wobei ich dann bei Bild 15 gerade so'n bisschen am überlegen bin.
235	I: Kennt ihr das Phänomen?
236	B1: Ja.
237	B2: Ja.
238	I: Was ist das?
239	B1: Sagt man das auf gut deutsch: Ein Wirbelsturm?
240	B2: Ja (lacht).
241	I: Ja, kann man machen.
242	B2: Kann man so... (unterbrochen)
243	B1: Dann nennen wir es jetzt mal Wirbelsturm ähm...
244	B2: Aber meistens regnets dabei ja auch. Also da ist die Frage, ob wir das jetzt dadrauf interpretieren, dass es der Vorläufer ist, oder...
245	B1: Ne, ich glaube, dass ist schon auf den Moment bezogen das Bild.
246	B2: Ja, dann muss das ja da zu.
247	B1: Dann würde ichs glaub ich auch da zu tun.
248	B2: 15 wechselt.
249	B1: Wobei, man könnte ja auch sagen, dass das hier ein wetterbezogene...
250	B2: Ja.
251	B1: ...Kategorie ist. Wobei die dann ja fast... ne nein.
252	B2: Ne.
253	B1: Nein, nein. Das, das...
254	B2: Das bleibt so.
255	B1: Ja.
256	B2: Genau.
257	I: Und warum gibts noch diese Restkategorie mit 14 und 7.
258	B2: Naja, das ist ja... das sind ja beides Satellitenbilder (...) und da ist ja kein... auch wieder kein direkter... das kann ja keine direkte Auswirkung auf Wasser sein.

259	I: hm (bejahend).
260	B2: Joa.
261	I: Das sind ja Wolken.
262	B2: Ja.
263	B1: hm (bejahend).
264	I: Warum gehört jetzt diese Restkategorie nicht zu der?
265	B2: Weil man da ganz anders hinschaut, von 'ner ganz anderen Perspektive als da. Da ist man mit im Geschehen und da nicht.
266	B1: Eigentlich, find ich, könnt man die aber wirklich fast dazutun, oder?
267	B2: Ja, das sind Satellitenbilder.
268	B1: Joa, dann könnt man das ja fast eher so... (unterbrochen)
269	B2: Also sie sind rausgeflogen, weils... (unterbrochen)
270	B1: Wetter ist.
271	B2: ...Satelli... Statellitenbilder sind.
272	B1: Das könnt man ja so halb dazu (lacht).
273	B2: So (lacht).
274	I: Ok.
275	B1: Ja.
276	B2: hm (überlegend).
277	I: Das sind also eure Kategorien?
278	B2: Ja.
279	B1: Joa.
280	I: Gut. Ich möchte mir davon gerne ein Foto machen, ok?
281	B1: hm (bejahend).
282	B2: Ja.
283	B1: Sollen wir die da auch ordentlich wieder hinlegen?
284	I: Das wäre super.
285	B1: Lassen wir die jetzt... (unterbrochen)
286	B2: So liegen.
287	B1: Ja, wir können die ja bis... mit nem bisschen Abstand.
288	B2: (unv.) (flüstern miteinander). Genau.
289	B1: So?
290	B2: Ja.

291	B1: Sollen wir mal rutschen?
292	I: Passt schon. Ich muss ja nur das 'n bisschen rekonstruieren können. Das kriege ich dann schon hin. Gut, das sind also eure Kategorien zur Hauptkategorie "Bewegung".
293	B1: Ja.
294	B2: Ja.
295	I: Alles klar. Jetzt mach ich mal was. Jetzt gebe ich mal ein paar Bilder vor, ok?
296	B2: hm (bejahend).
297	I: Ich hab mir aufgeschrieben, welche ich da ausgesucht hab.
298	B2: (lacht).
299	I: Ich hab mir ausgesucht ähm 1
300	B2: Haben wir hier unten nicht.
301	I: Da! 1, Nummer 2, Nummer 4, Nummer 7... vielleicht hängen die ja noch in dem Rest.
302	B1: hm (bejahend).
303	B2: Ja.
304	I: Ah 7! Wunderbar. 15 und 17.
305	B2: 17 ist hier.
306	B1: 17 ist da. Ja dieses... (unterbrochen).
307	I: (unv.) keine von dieser... Die hab ich mir ausgesucht. Was meint ihr? Warum gehören die für mich wohl zusammen? Sind ja auch ganz unterschiedlichen eurer ehemaligen Kategorien gebildet.
308	B1: hm (überlegend).
309	B2: Also, das ist ja... Bild 15 zeigt ja nen Wirbelsturm.
310	I: Ja.
311	B2: Und dieser Wirbel ist ja indirekt auch in Bild 17, aber nicht als Sturm, sondern so'n... ja, soll man sagen so 'ne Strömung ist es ja eigentlich.
312	I: hm (bejahend).
313	B2: Und in Bild Nummer 7 sieht das ja... ist das ja ein Satellitenbild... das weiß ich nicht, wie ich... also das sieht ja auch 'n bisschen so aus als wäre das auch so 'n Wirbel (...) und hier bricht die Welle, also auch letztlich ein Bew... in sich weiter vorlaufende Bewegung.
314	I: hm (bejahend).
315	B2: Und da könnten sich auch Wolken brechen. Also so zusammen in eine oder mit 'ner anderen...
316	I: Ich hab 'n Video, wollt ihr sehen?

317	B2: Joa.
318	B1: Ich würd sonst fast sagen, dass wenn man Bild 17 jetzt so 'n bisschen ein- klammert, dass das alles wieder sehr auf die Bewegung durch Wind resultierend ist.
319	B2: Ja.
320	B1: Also dass sich das darauf bezieht. Wobei ich da 17 so 'n bisschen einklam- mern würde.
321	B2: Weil 17 ja auch 'ne Unterströmung sein kann.
322	B1: hm (bejahend).
323	I: Das heißt, welchen Begriff würdet ihr denn diesen sechs Bildern geben?
324	B1: Wieder als Kategorie so?
325	I: Als Kategorie, ja.
326	B2: hm (überlegend) (...) Naturspektakel beeinflusst durch Wind.
327	B1: Joa.
328	I: Alles durch Wind?
329	B1: Würde ich eigentlich nämlich nicht sagen. Dann würde ich 17 und gegeb- enenfalls auch 2 nämlich so 'n bisschen rausnehmen. Ich find, das ist, glaub ich, nicht so passend.
330	I: Ok, ihr würdet die rausnehmen. Aber das ist ja meine Kategorie (überlappend).
331	B2: Nein, nein nicht rausnehmen, aber...
332	B1: Nein, zu, zu dem... zu der... wenn man zu dem kategorisieren würde ichs rausnehmen (überlappend).
333	I: Ok.
334	B1: Da müssten wir jetzt noch ein passenderen, passendereren Namen finden.
335	B2: Oder 'ne wei... fortlaufende Bewegung.
336	I: So würde das dann aussehen? Könnt ihr das sehen?
337	B1: hm (bejahend)
338	B2: Ja.
339	I: Diese Wolken im Zeitraffer (überlappend).
340	B1: hm (bejahend).
341	B2: Und das ist auch eine fortlaufende Bewegung.
342	B1: hm (bejahend).
343	B2: Also 'ne... letztlich sind das ja alles fortlaufende Bewegungen durch 'ne... durch etwas angesprochen.
344	I: Fotlaufende Bewegungen, die durch etwas angestoßen werden.

345	B2: Ja, weil die... (unterbrochen)
346	B1: Das klingt komisch.
347	B2: Ja, aber das ist ja...
348	I: Ne, ich hab nur wiederholt, ich wollte das nicht werten.
349	B2: Das ist ja so... das bewegt sich ja auch weiter.
350	I: hm (bejahend).
351	B2: Das bleibt ja nicht einfach so stehen jetzt.
352	I: Ok.
353	B2: Ok, die bewegen sich ja auch, die auch, das ist ja klar, das bricht ja bis... geht ja auch in sich und das läuft... läuft ja auch weiter.
354	B1: Bewegung entsteht ja, indem etwas Energie zugefügt wird? Beziehungsweise man benötigt für Bewegung. Das weiß ich nicht, ob man das auch so darauf dann beziehen kann, weil das Satellitenbild irgendwie... Das ist wieder... das zeigt so was Großes und nicht wie auf den anderen Bildern etwas eher Zentrales, das man besser definieren kann.
355	B2: Ja.
356	B1: Das ist schwierig (...) da eine Oberkategorie zu finden. Oder wir sehen den Zusammenhang noch nicht (lacht).
357	B2: (lacht).
358	I: Ok, wie würdet ihr euch entscheiden? Für welche Kategorie?
359	B2: Also wenn schon: Irgendwas mit forlaufender Bewegung.
360	B1: hm (überlegend).
361	I: Gut.
362	B1: Oder Wind...
363	B2: Nicht Wind.
364	B1: Oder beim... ne, eben nicht.
365	B2: Wind nicht. Aber irgendwas mit fortlaufender Bewegung. Woraus das jetzt resultiert, das wissen wir noch nicht so ganz.
366	B1: Oder... Moment. Nicht fortlaufende Bewegung, das ist ja auch... (unterbrochen)
367	B2: Weiterführende?
368	B1: Ja, das ist aber auch hier ein bisschen schwer abzusehen ist ähm wie die Bewegung sich weiterentwickeln wird oder weiter fortlaufen wird... das man nicht genau sagt, wie jetzt bei 'ner Person beispielsweise, die wird geradeaus laufen, sondern...
369	B2: Ja.
370	B1: ... dadurch, dass das alles Naturkräfte da sind... (überlappend).

371	B2: Ja gut, aber es ist 'ne fortlaufende Bewegung, also egal wie (überlappend).
372	B1: Ja, dann kann man das so lassen.
373	I: Fortlaufende Bewegung. Ich geb' mal einen Begriff rein, mit dem wir uns dann 'n bisschen näher auseinandersetzen wollen. Und für mich sind das alles Strömungen. Was meint ihr?
374	B2: Aber warum hat denn das Gersten... oder was auch immer da da ist... dieses mit Gras, also in Bild 4... was mit 'ner Strömung zu tun. Das ist ja... ja, ok, man kann sagen Luftströmung, aber...
375	B1: hm (bejahend) ich glaub, das ist auch darauf bezogen. Wenn man genauer hinsieht, sieht man, dass die Mohnblumen ziemlich vom Wind... ich sag mal geknickt sind? Also, dass das schon eine... wie war der Begriff jetzt?
376	I: Strömung.
377	B1: (lacht).
378	B2: (lacht).
379	B1: ähm, dass der Windstrom da schon stark ist.
380	B2: Ja.
381	B1: Dass man den schon raus erkennt. Deswegen finde ich schon, dass das passt.
382	B2: Und eine Strömung ist ja auch eine fortlaufende Bewegung (...) die endet ja nicht abrupt.
383	B1: hm (überlegend) wobei ich das auf Bild 2 irgendwie... (unterbrochen).
384	B2: Da haben wir das wieder: Strömung.
385	B1: (unv.) Ja, ok.
386	B2: Joa.
387	B1: Ist das ein Wind ein Luftstrom?
388	B2: Kann man sagen, passt.
389	B1: hm (bejahend) das passt. Das kann man, glaube ich, auf alle Bilder beziehen.
390	I: Bleiben wir mal 'n bisschen beim Begriff Strömung. Wie klingt der Begriff für euch? Was verbindet ihr damit?
391	B1: In erster Linie Wasser und kein Wind.
392	B2: Und es ist eher negativ konnotiert.
393	I: Ok.
394	B2: Weil man immer hört: "Unterströmung" und "geht von den Strömungen weg!" und "die Strömungen ziehen euch mit" oder "ziehen euch mit runter" und...
395	B1: Eine unberechenbare Kraft.
396	B2: Ja.
397	B1: Also nicht direkt Kraft, aber... etwas, das man schlecht einschätzen kann.

	Eine Naturgewalt, nenne ich es mal.
398	B2: Ja.
399	B1: Oder Naturkraft, die man schlecht einschätzen beziehungsweise gar nicht beeinflussen kann.
400	I: Und warum ist Wind für dich keine Strömung?
401	B1: Doch, doch, doch ist es! Aber ich denk, wenn ich das Wort Strömung höre, als erstes an einen Wasserstrom...
402	B2: Ja.
403	B1: ...Danach vielleicht an einen Windstrom und zum Schluss... es gibt ja auch eine Menschenströmung, wenn man das mal so... in einer großen Straße, wenn da viele Menschen... oder in einer Eingangstür, wenn die dann da rausströmen. Das kann man ja auch sagen. Aber in erster Linie denke ich da an Wasser.
404	I: Das heißt, die Strömung für dich zum Beispiel schlechthin wäre was?
405	B2: Ja, die Strömung zieht ja einen mit.
406	I: hm (bejahend).
407	B2: Aber man... also die Richtung ist ja in dem Moment noch nicht voraussehbar. Auf jeden Fall ist das eher negativ konnotiert, weil sie zieht einen ja mit, also meistens ist es... ich weiß nicht, ich hab noch nie 'ne positive Strömung gesehen. Oder so, die man... wo man gesagt hat, dass ist 'ne Strömung, die jetzt gut ist, weil sie da was bringt. Weil... weiß ich nicht. Vielleicht für Fischer, aber...
408	B1: Ich glaub, dass ist so Ansichtssache. Aber im Großen und Ganzen könnte ich da zustimmen, dass oft eine Strömung eher negativ...
409	B2: Ja. Vielleicht ein Menschenstrom ist vielleicht nich manchmal positiver.
410	B1: Ja, wobei man jetzt wenn man beispielsweise mal den Golfstrom nimmt oder so: Das ist ja der...
411	B2: Joa.
412	B1: Also, dass Ströme etwas Natürliches aber auch sehr sehr sehr Wichtiges für die Umwelt darstellen...
413	B2: Ja.
414	B1: ...können...
415	B2: Aber sie können... (unterbochen)
416	B1: ...tun teilweise.
417	B2: ... auch sehr gefährlich sein für Menschen.
418	I: hm (bejahend).
419	B2: ... und Tiere. Also jegliches Leben, was da nicht... was daran nicht gewöhnt ist.
420	I: Ja, das kann ich alles gut nachvollziehen. Gucken wir nochmal auf die Bilder. Und jetzt schaut mal hier in unseren anderen Stapel: Welche Bilder könnte man

	noch der Kategorie hier "Strömung" hier zuordnen und warum?
421	B1: Ich würde fast sagen, auch dieses Bild.
422	B2: Ja.
423	B1: Warte, ich guck mal bei den Bildern, die wir ausgeschieden haben (...) Ne, ich glaub da können wir dabei bleiben.
424	B2: Wenn du dich auf den Fluss beziehst, kann das ja auch ein Strom sein.
425	B1: Ja, auf jeden Fall und bei Bild 6...
426	B2: Ist ein Lufstrom. Der wirbelt das ja so hoch.
427	B1: hm (überlegend).
428	B2: Wenn es nicht aus menschlicher Kraft ist.
429	B1: Jaa?
430	B2: Und wär das dann auch mit den Tieren oder? Mit den Vögeln?
431	B1: Findst du?
432	B2: Ja, das ist ein Strom aus Vögeln (lacht).
433	B1: (lacht).
434	B2: Die dem Wind ja... (unterbrochen).
435	B1: Aber wir sollen uns ja nicht auf Strom, sondern auf Strömung beziehen. Ich weiß nicht, ob ich das dazu tun würde.
436	B2: So indirekt.
437	B1: Dann würd ich das... dann würd ich hier, glaub ich, wieder so 'ne...
438	B2: Ja.
439	B1: ...Unterkategorie wieder bilden. Wenn wir jetzt mal davon ausgehen, dass das ja auch sowas ähnliches wie Bild 5 ist, würd ich Bild 20 auch mit dazu tun.
440	I: hm (bejahend).
441	B2: Joa. Und dann war das... was ist damit?
442	B1: Ich glaube, das würd ich... (unterbrochen).
443	B2: Mit Bild 10 und Bild... was war das andere? 9!
444	B1: Ja, wo das (unv.) könnt man dann ja alles wieder auf...
445	B2: Ja. Auch dieser komische Kreisel. Der läuft ja auch nicht auf 'ner Geraden.
446	B1: Ja, und Zebra... strömt ja auch die Luft vorbei, wenn es sich bewegt. Also (...) ich glaub ich würd die Bilder aber erst... beziehungsweise das hier würd ich vielleicht wieder mit so mit Unterkategorien... (unterbrochen).
447	I: Bild 10. Ok (unv.).
448	B2: Eigentlich kann man wieder alle Bilder...

449	B1: Ja, eigentlich kann man...
450	B2: ... oder viele, viele Bilder dazu packen.
451	B1: Wenn man sucht, findet man was, das man alles...
452	B2: Immer.
453	B1: auf...
454	I: Dass man als Strömung bezeichnen kann?
455	B1: Ja.
456	B2: Ja, es strömt immer irgendwas.
457	I: hm (bejahend).
458	B1: Warte, das Bild liegt...(unterbrochen)
459	B2: Oder wird beeinflusst.
460	B1: Ja, deswegen. Also, wenn man möchte, kann man das schon alles darauf beziehen.
461	I: Ich möchte mal gerne auf mal Bild 13 zu sprechen kommen. Da wart ihr euch so leicht uneins, ne?
462	B2: Ja.
463	B1: hm (bejahend).
464	I: Das ist ja das Bild mit dem Vogelschwarm. Und du sagtest, glaub ich, es sei eine Strömung.
465	B2: Ja, die fliegen ja nicht ge... also meistens fliegen die nicht gegen den Wind, sondern die nutzen ja die Luftströmung um weiterzukommen.
466	I: hm (bejahend).
467	B2: Und deshalb fliegen die auch so seltsam in Schleifen oder so...
468	B1: hm (bejahend).
469	B2: ... unförmig.
470	I: hm (bejahend).
471	B2: Die fliegen ja nicht direkt so schnurstracks.
472	I: Das heißt, hier - ist das richtig? - du bezeichnest diesen (...) den Schwarm als Strömung wegen der Windströmung?
473	B2: Ne, ich bezeichne nicht den Schwarm als Strömung, sondern sie nutzen die Strömung um weiterzukommen.
474	I: Ahja. Ich möchte das aber nochmal vergleichen, mit dem was du gerade gesagt hast.
475	B1: hm (überlegend).
476	I: Du hast eben gesagt, oder einer von euch, ähm, wenn man ganz viele Menschen hat, die sich bewegen, dann würde man sagen: Ein Menschenstrom.

477	B1: Ja.
478	B2: Aber das ist ja metaphorisch oder nicht?
479	B1: Ne, ich glaub, das kann man schon so sagen.
480	B2: Das ist jetzt Literatur, das weiß ich nicht.
481	B1: (lacht).
482	B2: (lacht) andere Kategorie.
483	I: Das heißt, du meinst... kannst du das 'n bisschen erklären, was meinst du mit metaphorisch? Dass das metaphorisch ist.
484	B2: Naja, es wird ja ein Begriff benutzt, der in den meisten Fällen mit... also mit einer Bewegung... also der hat ja mit einer Bewegung zu tun, die fortführend ist. Und... also Dinge mit... oder Sachen mit sich zieht. Und auch nicht nur eine... also eine Kleinigkeit ist, sondern hier zum Beispiel bei dem Wasser: Das ist ja alles ganz... also es ist ja... fängt ja meistens klein an und wird dann größer und zieht immer mehr mit sich und benutzt das. Und bei dem Menschenstrom: Ja gut, es kann auch klein anfangen und die Menschen mit sich ziehen, aber das ist dann...
485	B1: Ich glaub, das ist das Schwierige bei 'ner Strömung daraus zu kommen und das kann man, glaub ich, auf den...
486	B2: Ja.
487	B1: ...Menschenstrom übertragen.
488	I: Da musste ich auch gerade denken, zum Beispiel (unv.)... zum Beispiel, wenn 'ne Anzahl Menschen sich bewegen, also irgendwie zu 'nem Geschäft (überlappend), dann können die anderen ja auf die Idee kommen... die anderen können ja auf die Idee kommen: Da ist was Tolles.
489	B2: Ja.
490	I: Und werden sozusagen mitgerissen.
491	B2: In dem Moment wärs dann ja für die (...) ja eher positiv, weil die denken, da ist was Tolles.
492	I: Ok, was unterscheidet denn dann diese beiden? Warum darf ich da nicht so von Strömung bei dem Schwarm sprechen, oder eurer Meinung nach nicht - und da schon?
493	B1: hm (überlegend) ich würde sagen, wie gesagt, dass man... wenn man sucht, findet man in allen Bildern hier 'ne Strömung und hier bezieht... also das Bild zeigt ja in erster Linie den Vorgelschwarm und nicht... meiner Meinung nach ist es so... und nicht die Luftströmung.
494	I: Ok, beim Vogelschwarm, alles klar.
495	B2: Ja.
496	B1: Und hier ist es halt so, dass das Bild in erster Linie diesen Strudel, nennen wir es jetzt mal, zeigt. Und das direkt die Strömung ist. Und dass das hier so 'n bisschen indirekter sich auch Strömung... (unterbrochen).

497	B2: Und die nutzen die ja.
498	B1: Genau.
499	B2: Und das Wasser nutzt ja... also das Wasser ist ja nicht so und denkt selber und nutzt das... diese... (unterbrochen)
500	B1: Beziehungsweise wenn wir hier in dem Bild die Bewegung sehen, entschuldige...
501	B2: Alles gut.
502	B1: ... wäre das hier halt der Vogelschwarm und hier halt direkt die...
503	B2: Ja.
504	B1: Strömung, der Strudel.
505	I: Ok, wenn wir mal davon absehen, dass man... dass die Vögel hier jetzt den Wind nicht nutzen, sondern uns nur auf den Schwarm konzentrieren. Darf ich da von einer Strömung sprechen?
506	B2: Ist 'ne Masse und 'n Schwarm und das wird ja schon als Masse betitelt.
507	I: Was meinst du mit Masse, kannst du das ein bisschen...
508	B2: Ja, das ist ja ein... oder als Schwarm... also die Vögel sind ja eine gewisse Masse...
509	I: Ok.
510	B2: ... die sind ja viele und somit bilden sie einen Schwarm und für uns ist das in deutschen Sprache so klar oder so üblich, dass man von einem Vogelschwarm und nicht von einer Vogelströmung spricht.
511	I: hm (bejahend).
512	B1: Ich glaub auch, ich glaub auch wenn man wollte, könnte man das sagen, aber ob das so umgangssprachlich ist (lacht), da bin ich mir jetzt nicht so sicher. Ich glaub schon, dass man da von einer Vogelströmung sprechen kann.
513	B2: Ich glaub, das ist eher das Gehirn, was uns sagt, das ist... das klingt komisch (überlappend)...
514	B1: Wobei, es kommt drauf an, also (überlappend)
515	B2: ... oder klingt ungewohnt und...
516	B1: Wenn ich das Strömung höre, denk ich auch daran, dass eine klare Richtung vorgegeben ist und beim Vogelschwarm kanns ja auch sein, dass die halt nicht in eine klare Richtung, sondern mal hoch, mal runter... und das... deswegen bin ich mir auch nicht sicher, ob sich das so darüber... darauf übertragen lässt.
517	I: Klare Richtung. ähm Stellen wir uns mal vor: Zebra Bild 8. Stellen wir uns jetzt mal vor, das Zebra ist in einer Herde unterwegs. Man sieht das so ausm Flugzeug mit ganz vielen anderen Zebras und alle zusammen laufen zielgerichtet zu einer Trinkstelle oder sowas.
518	B2: Ja, das ist aber immer noch 'ne Herde von Zebras.

519	I: Keine Strömung?
520	B2: Also, es ist schon betitelt. Also es ist schon anders betitelt und das gibt ja schon 'ne Bezeichnung dafür. Wäre aber uns von Anfang an immer gesagt worden, es ist ein Zebrastrom, wäre das, glaube ich, jetzt was anderes fürs Gehirn.
521	B1: Ja, ich glaub auch.
522	B2: Also es ist, glaub ich nur, einfach diese Denkweise vom Gehirn jetzt.
523	I: Ok, ich hab noch was anderes, was dazu ganz gut passt: Bild 19. Ist das hier 'ne Strömung? Könnt ihr das überhaupt erkennen, was das ist?
524	B1: Ja.
525	B2: Joa.
526	I: Also, es ist sozusagen so (zeigt). Das ist oben bei Bild 19. Ja, dieser Ast. Da fließt Wasser.
527	B1: hm (bejahend).
528	B2: Na, aber es strömt ja den Ast hinunter.
529	B1: Ich würd auch sagen, dass man das als Strömung bezeichnen kann.
530	I: Was ist hiermit (zeigt auf den tropfenden Teil des Bildes)?
531	B2: Das tröpfelt runter.
532	B1: Ja, eigentlich ist das aber theoretisch ja (...) ich glaub, man könnte fast auch Strömung (zögerlich) dazu sagen. Ich glaub, bei Strömung denkt man auch direkt immer an etwas Durchgehendes, wenn man das jetzt vergleicht.
533	I: Ok.
534	B1: Oder an etwas...
535	I: Wenn ich das in den Blick nehme.
536	B1: ...mit einer großen, wie [Name] gesagt hat, ich nenne es jetzt mal (lautes Geräusch), oh Gott, mal Masse. Ähm oder halt mit ziemlich viel... und da es hier ja tröpfchenweise strömt... Kann man das sagen?
537	B2: Also, es... joa.
538	B1: Würd man's wahrscheinlich erst anders betiteln, aber wenn man darüber nachdenkt, würde ich sagen, dass es strömt.
539	I: Tröpfchenweise so?
540	B2: Joa.
541	B1: Joa, tröpfchenweise strömt.
542	I: Hier bei dem Vogelschwarm, ne?
543	B2: Das strömt nicht tröpfchenweise (lacht).
544	B1: (lacht).
545	I: Nicht?

546	B2: Ne (lacht), das sind ja keine...
547	I: Aber da sind ja auch so schwarze Einzelteile.
548	B2: Ja (überlappend), das ist ja aber alles etwas mit Gehirn. Das Ding... also so 'n Wassertropfen hat ja, biologisch betrachtet, ja kein eigenes Leben oder kein eigenes Gehirn. Und jeder Vogel hat ein eigenes und könnte eigentlich aus diesem Schwarm...
549	I: Ok.
550	B2: ... auch ausbrechen.
551	I: Ok, dann äh stell ich mir mal vor... ich hab da jetzt kein Bild... aber ich hab auf dem Tisch eine Schachtel mit Konfetti liegen.
552	B2: Ja.
553	I: Und die fällt jetzt um.
554	B1: hm (bejahend).
555	I: Und das Konfetti fällt nach unten. Wäre das dann... es hat ja kein Gehirn.
556	B1: (lacht).
557	B2: (lacht).
558	I: Wäre das dann sowas wie 'ne Strömung von Konfetti? Oder würdet ihr sagen: Da spiel ich auch nicht mit?
559	B1: hm (überlegend) ich würd fast sagen, wieder nicht. Also, wie gesagt, wenn man...
560	B2: Ja (lacht).
561	B1: ... eine genaue Definition von Strömungen jetzt hier vorliegen hätte, könnte man es bestimmt darauf übertragen. Aber auf gut deutsch sagt man das ja nicht: Da ist eine Konfettiströmung.
562	B2: Ich glaub, das ist wieder so dieses (...) lernen des Gehirns. Von... also man weiß von Anfang an, dass es... es wird halt noch, es wurde noch betitelt als Strömung und jetzt soll man sich das dadrunter vorstellen. Ich glaub, das funktioniert nicht.
563	I: Das heißt, auf welche Stoffe würdet ihr... also im chemischen Sinne Stoffe...
564	B1: Oh Gott.
565	I: ...auf welche Stoffe würdet ihr Strömungen, den Begriff Strömungen beschränken.
566	B2: Also auf jeden Fall... (unterbrochen).
567	B1: Kann man sagen etwas Lebendiges?
568	B2: Ne, auf jeden Fall... ich würd nicht sagen unbedingt Feststoffe sind... sind's nicht unbedingt, weil... (unterbrochen)
569	B1: Da würde ja die Wolke wieder nicht passen.

570	B2: Ja, aber 'ne Wolke ist kein Feststoff!
571	B1: Deswegen.
572	B2: Aber, ja, ich würd gerade sagen, dass es sich nicht auf Feststoffe bezieht.
573	B1: Achso.
574	B2: Weil auch die Sandkörner sind ja... also der Sand in sich nicht so ganz...
575	I: Das ist 'n interessanter Gedanke...
576	B2: Hah (angestrengt) das ist schwierig.
577	I: ... du hast grad gesagt, das bezieht sich nicht auf Feststoffe. Feststoffe...
578	B2: Nicht unbedingt.
579	I: ... was bleibt denn dann übrig ohne Feststoffe?
580	B2: Genau das ist das Problem: nicht viel. Aber man kann eigentlich (unterbrochen)
581	I: Welche beiden Kategorien bleiben denn dann noch übrig?
582	B1: Ja, flüssig und gasförmig.
583	B2: Ja.
584	I: Das heißt, die können strömen?
585	B2: Nicht immer (...) weiß ich nicht, also...
586	B1: Ich weiß gar nicht, ob man chemisch das so festlegen könnte, sollte.
587	B2: (unv.).
588	I: Wie ist das denn genau mit dem Sand hier?
589	B2: Naja, der ist ja indirekt auch... also eigentlich ist er ja fest.
590	I: Ja.
591	B2: Er ist ja klein und fest.
592	B1: (lacht).
593	I: Ok.
594	B2: Aber er ist schon wieder so (lang gezogen) klein und... dass man ihn leichter als irgendwas Schweres mit 'ner Strömung versetzen... oder mit 'nem Luftstrom versetzen könnte.
595	B1: Ich glaub, das Wort Strömung kann man gar nicht auf einen bestimmten Aggregatzustand...
596	B2: Ne.
597	B1: ...beziehen (...) Wenn man jetzt einen Menschenstrom hat... die Menschen können ja auch entlang strömen, aus dem Laden heraus strömen. Das ist ja auch definitiv ein fester Zustand.
598	B2: Obwohl einiges im Körper flüssig ist.

599	B1: Naja, komm.
600	I: Ok, also die Aggregatzustände können wir sozusagen nicht heranziehen...
601	B2: Ne.
602	I: ...als Unterscheidungsmerkmal. Was dann? Also, wolln wir mal gucken: Die Vögel, haben wir ja gesagt, oder auch Konfetti die strömen nicht, wenn sie fallen oder wenn sie fliegen.
603	B2: Ja.
604	I: Beim Sand sagte jemand gerade, dass wenn es irgendwann so klein ist, dann kann man von 'ner Strömung sprechen.
605	B2: Ja, mit Luftstrom.
606	I: Ok.
607	B2: Das bezieht sich ja... die beiden beziehen sich ja wieder auf 'n Luftstrom, also zu Bild 6 und Bild... weiß ich nicht... 13.
608	I: Ok, dann beziehen wirs mal auf... nicht mehr auf die Luftströmung, sondern...
609	B2: Auf die Teile.
610	I: ... auf hier auf die Schwarmbewegung und hier auf die Bewegung des Sandes.
611	B2: Ja, der würd sich ja nicht von alleine bewegen.
612	B1: Ja, das ist ja wieder das mit der...
613	B2: Konfetti.
614	B1: ... dass Energie hinzugefügt wird, benötigt wird.
615	B2: Das ist wie mit dem Konfetti.
616	B1: Ich weiß gar nicht, ob man das da chemisch so festlegen (...) könnte, sollte. Also mir würd jetzt grad spontan nichts einfallen, woran man festmacht... wie gesagt, man kann dieses Wort Strömung auf viel übertragen, wie wir gerade festgestellt haben...
617	B2: Man kann das ja auch... (unterbrochen)
618	B1: ...oder auf vieles anwenden.
619	I: Oh, Verzeihung.
620	B1: Alles gut.
621	I: Habt ihr denn sonst noch irgendwelche Beispiel für Strömungen, die ihr kennt? Was würdet ihr sonst noch als Strömung bezeichnen?
622	B2: Ja, so 'n Bachlauf wird ja auch als Strömung bezeichnet.
623	I: hm (bejahend).
624	B1: hm (überlegend).
625	B2: Man sagt doch auch... sagt man nicht auch Autostrom? Also nicht der Strom des Autos, sondern (...) weiß ich nicht... sagt man das nicht auf der Autobahn,

	dass da so ein...
626	B1: Ich glaub, eigentlich kann man das auf fast wieder alles beziehen, wenn man mal unterscheidet zwischen einmal dem Nomen die Strömung und dem Verb das Strömen. Denn im Prinzip kann ja fast alles strömen und würde somit eine Strömung darstellen. Finde ich so, wenn man drüber nachdenkt.
627	I: Das heißt, jede Bewegung ist eine Strömung?
628	B1: Ne, ne, nein (überlappend).
629	B2: Nicht jede.
630	B1: Nicht unbedingt.
631	B2: Kommt drauf an, wie man jetzt Strömung definiert.
632	B1: Wie gesagt, das muss schon etwas mehr sein, wenn ein einzelner Mensch aus einem Laden geht, strömt er ja auch nicht hinaus. Also... (lacht)
633	B2: Er strömt einzeln hinaus...
634	B1: (überlappend) ne, ich glaub' das kann man nicht sagen.
635	B2: ...(überlappend) aber das ist wieder die Auslegung des Begriffes.
636	B1: Ich glaub, das kann man nicht sagen.
637	I: Und da wärn wir wieder beim Anfangsproblem. Was ist, wenn ganz viele ausm Laden rauskommen?
638	B2: Ja, dann strömen sie aus dem Laden raus.
639	B1: Ich finde, es hat aber auch was mit Geschwindigkeit oder sowas zu tun?
640	B2: Jaa...
641	B1: Ich find, wenn mehrere Menschen so hintereinander so (überlappend) ausm Laden rausgehen, strömen die jetzt nicht so, joa.
642	B2: Ne.
643	I: Versucht doch mal 'ne Definition jetzt nach den Gedanken zu finden für Strömungen. Wie könnte die lauten 'ne Definition für Strömungen?
644	B2: Oh, ich weiß nicht (unterbrochen)
645	I: Könnt ihr ruhig erstmal überlegen, wenn ihr wollt.
646	B2: 'Ne (unv.) Bewegung (überlappend) das auf jeden Fall.
647	B1: Auf jeden Fall was mit Bewegung, weil wir Geschwindigkeit... das hat... nein, nein Geschwindigkeit ist egal.
648	B2: Bewegung, schnell, auf jeden Fall nicht langsam.
649	B1: Das es eine bestimmte Masse (lang gezogen) benötigt?
650	B2: Joa. Also, ich weiß... (unterbrochen).
651	B1: Beziehungsweise jetzt Masse nicht im Sinne von Aggregatzustand, sondern Masse im Sinne von, dass ein Mensch nicht die Straße entlang strömt.

652	B2: (lacht) Nö. Also, es muss immer etwas mehr sein.
653	B1: "Etwas mehr" das klingt auch komisch. ähm (...) ich... nein (...) das ist halt in der Natur, wenn man so drüber nachdenkt, erstaunlich häufig vorkommt: eine Strömung beziehungsweise (...) Tiere, Lebewesen, die sich die Strömung zunutze machen, wenn wir uns jetzt Bild 13 nochmal angucken.
654	B2: Ja.
655	B1: Also, dass Strömung etwas ist, dass eine bestimmte Bewegung... oh man, ich hatte grad noch 'nen guten Satz ähm
656	B2: (lacht).
657	B1: ... in eine bestimmte Richtung ja auch, find ich.
658	B2: Ja.
659	B1: Denn, wie gesagt, wenn die Vögel alle kreuz und quer und nicht einheitlich - ich sag mal einheitlich - fliegen würden, ist es... stellt es für mich persönlich jetzt auch nicht so 'n direkt so 'n Strom dar oder eine Strömung.
660	B2: Und das Wasser läuft ja auch einheitlich in eine Richtung und da ist ja nichts, dass... gut, hat ja wieder kein Gehirn, aber...
661	B1: (lacht) joa, kann man das so lassen?
662	I: Ja, also, sammelt euch nochmal. Und jetzt ist 'n Schüler da, der zeigt auf bei euch im Unterricht, ihr seid die Lehrerinnen.
663	B2: (lacht).
664	B1: Ganz kritisch.
665	I: Und der sagt: "Können Sie mir erklären, was ist eine Strömung?" Was würdet ihr dann sagen?
666	B1: hm (überlegend). Die Bewegung ähm eines... och, was ist es denn?... ist das?... Das ist ja kein Gegenstand, Masse... nein, einer...
667	B2: Eines Dings (lacht).
668	B1: (lacht)... zumindest die Bewegung in eine bestimmte Richtung. Und jetzt müssen wir noch 'ne Definition für das alles finden. Beispielsweise die für (unv.) Wasser, der Wind.
669	B2: Ja, letztlich ist es ja 'ne fortlaufende Bewegung, die angestoßen wird durch Energie.
670	B1: hm (bejahend). Gibt's da irgendnen schönen Begriff für alles, was wir hier gerade hatten: Wind, Wasser?
671	I: Ja, Strömung halt (lacht). Das ist ja die... ist ja umgekehrt jetzt, genau (überlappend).
672	B1: Ja, ja, nein, nein.
673	B2: Die Gegenstände, nicht die Strömung.
674	B1: Ja, wie wir das... das kann man ja nicht als Masse oder Gegenstände...

675	B2: Wobei, wir brauchen irgendwas, worauf sich das jetzt auswirkt.
676	B1: Ich glaub, das mit dem Satz wird nichts mehr. Ich glaub, da hat der Schüler leider...
677	B2: Muss der Schüler im Internet googeln.
678	B1: Ja (lacht).
679	I: Ja, dann... ist ja auch 'ne schwierige Aufgabe so 'ne Definition, ist ja die Königsklasse. Tasten wir uns doch erstmal ran. Was wäre denn 'ne Umschreibung? Einfach 'ne Umschreibung für Strömung.
680	B2: Für Strömung?
681	I: Ja.
682	B1: Darf man in einer Umschreibung Beispiele nehmen?
683	I: Na klar.
684	B1: Oh super. Ich glaub, dann ist tatsächlich am einfachsten das mit Wasser zu erklären, weil das können sich die meisten am bildlichsten vorstellen. Wenn man jetzt ganz klassisch meinetwegen ganz groß den Golfstrom hat oder so, dass das Wasser konsequent in eine Richtung fließt. Wobei das ja auch hm (überlegend).
685	B2: Joa. Und es ist ja letztlich immer 'ne fortlaufende Bewegung.
686	B1: Wobei der Golfstrom irgendwann ja auch links und rechts aufhört, ne, also (lacht)... weil wenn man jetzt das Wasser sagt... (überlappend).
687	B2: Aber da endet er so (...) ja gut, aber so 'n Bach... Bachverlauf wird ja auch als Strömung betitelt.
688	B1: hm (bejahend).
689	B2: Der läuft ja auch in einer einheitlichen Richtung...
690	B1: Ja, deswegen. Ich glaub, das mit der Richtung würd ich lassen. Das ist...
691	B2: Also er läuft in... die ganze Masse des Wassers läuft in eine einheitliche Richtung.
692	I: hm (bejahend).
693	B1: Eine Bewegung in eine einheitliche Richtung. Halt, wie gesagt... dass es mehr sein muss, dass ein Wassertropfen jetzt auch nicht strömt oder ein Mensch, sondern... (überlappend).
694	B2: Von einer größeren... von einer größeren...
695	B1: Anzahl?
696	B2: Ja. Des... des, des...
697	B1: Elements? Nein, das klingt falsch (lacht).
698	B2: Ja, von einer größeren Anzahl.
699	I: Das muss also bei euch 'ne... so 'ne gerichtete Bewegung sein. Habe ich das richtig verstanden?

700	B1: Die darf sich auch ändern, aber dann muss sich alles ändern (überlappend) also nicht der eine geht nach links und der andere rechts, sondern... (überlappend)
701	B2: Die Masse muss einheitlich dieser Rich... dieser Bewegung folgen.
702	B1: hm (bejahend). Dann kann sich die Richtung natürlich auch ändern oder variieren.
703	I: Achso, das hab ich mich nämlich schon gefragt, weil... weil ihr sagtet: "einheitliche Richtung immer". Hier bei Bild 17 ist es ja immer Kreis. Wäre das auch 'ne Strömung.
704	B1: Ja, klar, aber das... (unterbrochen).
705	B2: Das ist ja 'ne einheitliche Bewegung im Kreis.
706	I: Ahja, einheitliche Bewegung... (unterbrochen).
707	B2: Die läuft ja... laufen ja im Kreis und das ganze Wasser bleibt ja so.
708	B1: Oh, da gibt's bestimmt 'n Wort für.
709	B2: Ja, Strömung.
710	B1: hm (verneinend). Ne, ist egal.
711	B2: (lacht).
712	I: Wenn sich was zusammen bewegt?
713	B1: Ja, ich glaub das kann man fast so sagen (...) hm (bejahend).
714	I: Also so kollektiv?
715	B1: hm (bejahend).
716	B2: (lacht) das klingt gut. Kollektive Bewegung.
717	B1: Machen wir.
718	I: So, ok, wir müssen noch... ich will nochmal auf ein paar... mir ist noch aufgefallen, ein paar Unvereinbarkeiten gibt's da noch bei euch, was ihr vorher ja erklärt habt. Also, ihr habt jetzt gesagt - das möchte ich nochmal... müsst ihr gucken, ob ich recht hab - das sei eine ähm gerichtete Bewegung. Dass sich alles zusammen... (unterbrochen).
719	B1: Gerichtet klingt gut.
720	I: ... dass sich... habt ihr eben schon benutzt: gerichtete Bewegung... fortlaufend, die sich in eine bestimmte Richtung ergibt, zusammen.
721	B2: Als Kollektiv.
722	I: Als Kollektiv.
723	B1: Als Kollektiv. Kann man das so sagen?
724	B2: Ja.
725	B1: Ja, ok, ok, ok.
726	I: So, aber (...) dann habt ihr noch gesagt... grad eben klang an, das muss ja

	irgendwie mehr sein als eins, dass... was meint ihr damit?
727	B2: Ja gut, ein Tropfen ist ja... oder es besteht ja, keine Ahnung, alles ist ja mehr, also ausgenommen dem hier... dem hier...
728	I: Ja.
729	B2: Und der Rest ist ja letztlich alles irgendwie mehr als nur ein Element oder als nur eine Substanz oder als nur ein Teil so...
730	B1: hm (bejahend).
731	B2: Weil es sind immer mehr... also es...
732	B1: Ich glaub, um eine strömende Bewegung festzumachen, muss auch einen Vorgang beobachten, der aus mehreren, also... oh, was sind es denn: Elemente?
733	B2: Es sind ja alles Substanzen. Es besteht ja alles aus Molekülen.
734	I: Ich komm mit Elementen oder Substanzen klar. Ich versteh, was du meinst.
735	B1: Ok, das ist gut.
736	I: Kannst den Begriff benutzen.
737	B1: Halt, ja, das war, glaub ich, gar nicht so schlecht, dass man das... Strömung halt auch ein Vorgang ist, also nicht durch eine Handlung oder eine Bewegung abgeschlossen, sondern, dass es was weiterlaufendes...
738	B2: Ja.
739	B1: ...fortgehendes ist. Und das man daran halt eine Strömung festmacht an der Masse letztendlich, wenn mans jetzt mal ganz genau so... wenn wir jetzt mal wieder den Menschen, die ausm Laden gehen... ich finde es... man könnte auch sagen, dass drei Menschen hintereinander ausm Laden gehen, aber, ich glaub, die Strömung wird erst klar... Strömung ist jetzt nicht so direkt der Extremfall, aber das wird einem halt klar, indem eine große Masse dieser...
740	B2: Dieses Elements...
741	B1: hm (bejahend)... folgt... dieser Bewegung.
742	B2: Also, letztlich kanns nicht nur ein... wenn man das jetzt auf Moleküle auslegt... nicht nur ein Molekül strömt, sondern es muss 'ne Masse aus Molekülen sein. Aber auch nicht nur zwei!
743	I: Das heißt, jetzt ist es auch wieder ok, wenn die ein Gehirn haben?
744	B1: (lacht).
745	B2: Ja gut, Menschen bestehen ja auch aus Molekülen.
746	I: hm (bejahend).
747	B1: Echt?
748	B2: (lacht). Ja.
749	B1: Ok. Das schneiden wir bitte raus (lacht).
750	B2: (lacht) also ich weiß nicht, irgendwie fehlt so da Wort oder dieser... also ein

	bestehender Begriff, mit dem man das Ganze irgendwie betitelt.
751	B1: hm (bejahend).
752	B2: Weil auch, wenn wir jetzt sagen: "Element" oder "Substanz"... hat ja immer noch... weiß ich nicht, irgendwie... weil zum Beispiel die Sandburg da hinten, die steht ja. Also die...
753	I: Ja?
754	B2: Die steht ja einfach und...
755	I: Genau.
756	B1: Da hätten wir wieder das mit der Bewegung beziehungsweise mit der Richtung drin.
757	B2: Ja. Die steht einfach, da bewegt sich nichts...
758	B1: ... da strömt nichts.
759	B2: Selbst wenn jetzt Luft, also wenn jetzt Wind kommen würde, nimmt der nur einzelne Teilchen mit des Sandes und nicht den Ganzen. Weil, wenn er das Ganze mitnehmen würde, wäre es nochmal was anderes. Aber er nimmt ja nur so ein, zwei Dinger mit.
760	I: Und das wäre dann keine Strömung?
761	B2: Nö?
762	I: Warum?
763	B2: Das wäre ja ein Luftstrom, aber nicht Strömung des Sandes.
764	B1: Wobei, wenn man jetzt mal so gegen die Sandburg hauen würde, so würd die ja auch zerbrechen und wenn der Sand ein wenig (...) nicht fest wäre, würde er ja auch hintunter strömen, das gibt's ja durchaus auch so (überlappend).
765	B2: Es kommt immer drauf an.
766	B1: Und wenn man das jetzt mal auf Dünen oder so bezieht, dass der Sand da auch strömen kann.
767	B2: Ja, aber das ist ja auch nicht nur ein kleines Sandkörnchen (unterbrochen).
768	B1: Aber jetzt in dem Bild ist es nicht dargestellt.
769	B2: Ne.
770	I: Gut. Ich hab mal eine interessante Aufgabe für euch.
771	B2: Oh Gott.
772	I: Und zwar malen.
773	B2: (lacht).
774	B1: Wollen Sie das wirklich?
775	I: Ja! Malen.
776	B2: Was denn?

777	I: Und zwar... die brauchen wir gleich sogar nochmal wieder die Bilder...
778	B2: Eine Strömung.
779	I: Ne... ja, fast. Ja, ihr habt 'ne Aufgabe... (unterbrochen)
780	B1: Ich hab Bleistifte, ist das gut?
781	I: Ja, na klar, alles gut. Hier ist meistens immer Papier drin.
782	B1: Ich hab auch einen Anspitzer.
783	B2: Alles gut.
784	B1: Und das Wichtigste: ein Radiergummi.
785	B2: (lacht).
786	I: (unv.) Wir haben folgende Situation: Stellt euch vor: Ihr arbeitet in 'ner Werbeagentur.
787	B1: hm (bejahend)
788	B2: hm (bejahend)
789	I: Und ihr sollt ein Logo entwickeln.
790	B2: Für was?
791	B1: Für Strömungen.
792	I: Für Strömungen. hm (bejahend).
793	B2: Für was denn für Strömungen?
794	I: Für Strömungen.
795	B2: (unv.).
796	B1: Mein Logo soll... ach das ist ja schon falsch (lacht).
797	I: Lasst euch ruhig Zeit. Und dann sprechen wir drüber. Ihr dürft allerdings auch miteinander sprechen und laut denken.
798	B1: [Name] sowas kannst du doch. Du hast mal 'ne richtig tolle Karika... Karikatur gemalt.
799	B2: Von einer Erde...
800	B1: Ja (lacht).
801	B2: ... die sich dreht (lacht).
802	B1: Ich würde das Wort Strömung... (überlappend)
803	B2: (unv.) erstmal die Bewegung, 'ne forlaufende und 'ne Richtung haben wir auch schon, also...
804	B1: Vielleicht aufschreiben, wenn man das jetzt mal...
805	B2: Boah, das ist 'ne richtig gute Idee.
806	B1: Und dann aus mehreren Buchstaben eine Art Strömung machen. Aber wir

	wir hatten ja gerade, dass es eine konsequente Richtung... nein, das ist auch egal ähm...(unv.) Wenn man das "S" das könnt man ja so weitermalen. (Getränk eingeschüttet) Dankeschön.
807	B2: Gibst du mir mal 'n grünen Stift.
808	B1: Natürlich.
809	B2: Ich mal jetzt 'n Fluss und schreib "Strömung" drauf. Und der fließt mit der Richtung... so kann man (unv.). So ist doch klar, oder?
810	B1: hm (überlegend). (flüstern) eh voll peinlich. Oh gott, oh gott.
811	B2: Das muss man studiert haben (lacht).
812	B1: (lacht) aber das würde ich niemals machen.
813	B2: (lacht).
814	B1: Oah, ich weiß noch nicht, ob ich heut Kramermarkt geh, oder nicht.
815	B2: Ich auch nicht.
816	B1: Weil, das ist ja auch nur bis 11. Das ist aber eigentlich...
817	B2: Nicht nur?
818	B1: ..ultra gut, weil dann kann ich früh ins Bett gehen.
819	B2: Bis wann ist denn morgen?
820	B1: Morgen ist, glaub ich, länger und Mittwoch ist der Tag der Deutschen Einheit. Da ist auch irgendwas.
821	B2: Auch geil.
822	B1: Aber wenn ich nicht gehe, wollte [Name] vielleicht herkommen und das will (unv.) nicht. Strömung...
823	B2: hm (bejahend).
824	B1: Aber den hab ich halt eigentlich schon längst eingeladen (lacht)...
825	B2: (lacht) also irrelevant.
826	B1: Waren schon spazieren...
827	B2: Ich kann mich nicht entscheiden.
828	B1: Strömung... oh Mensch. Ich hab gestern nämlich Harry Potter den vierten Teil im Fernsehen geguckt.
829	B2: hm (bejahend). Der liegt gestern, ne?
830	B1: Ja, ich versteh die Filme immer nicht.
831	B2: Ich kann nicht so gut malen.
832	B1: Ich auch nicht (...) Tob dich aus! Ich hätt blau gerne. Ne, blau möchte ich danach. Ich hätte gerne, glaub ich...
833	B2: Meinst du, ich könnte es auch mit Musik darstellen?

834	B1: Musik strömt in dein Ohr? Kann man das sagen?
835	B2: Man hört die Worte Strömung. Gesungen.
836	B1: Irgendwas machen wir hier, glaub ich, kaputt. Ist das normal?
837	I: Ja.
838	B1: Ok, sicher?
839	I: Weil das ein Schreibtisch ist. Das ist die Halterung für die Kabel.
840	B1: hm (überrascht).
841	I: Den mussten wir bloß zweckentfremden. Das passt schon, macht euch keinen Kopf.
842	B1: Sind die später in Ihrer Doktorarbeit?
843	I: Ja. Das wollte ich auch gerade sagen, witzigerweise.
844	B1: Echt?
845	B2: Cool. Da sieht man gleich, wer künstlerisch begabt ist (lacht)...
846	B1: ... und wer eher nicht.
847	B2: Dann wird gefragt: "Was studiert er?" (unv.).
848	B1: Hat man da 'n Bildrecht drauf oder so (lacht)... dass das nirgendwo rein- kommt.
849	B2: Kannst ja drauf schreiben: Das ist rechtlich mein Bild.
850	B1: Ne, kommt das wirklich da rein? (lacht) Und das möchte sich jemand angucken (lacht).
851	B2: Es traut sich jemand. (...) Oh Gott, da sieht man ja, dass ich keine Noten zeichnen kann.
852	I: Versucht mal, in zwei Minuten fertig zu werden.
853	B2: Kriegen wir hin (...) Du, so habe ich meine Kunstklausur geschrieben.
854	B1: Hm?
855	B2: So habe ich meine Kunstklausur geschrieben.
856	B1: Mit Bildern?
857	B2: Ja! Wir sollten tatsächlich mal zeichnen.
858	B1: ... das Ganze zweckentfremden jetzt...
859	B2: Ich kann keine Menschen... ich kann auch kein Ohr zeichnen.
860	B1: Toll, beim Kreis kann man nichts machen (...) Ok, in meiner Vorstellung sah es besser aus.
861	B2: Wie werden nochmal Schallwellen gezeichnet? Einfach so, ne?
862	B1: hm (bejahend).

863	B2: hm. (flüstern) (unv.) (lacht) (...) Das ist cool, das ist abstrakte Kunst.
864	B1: (unv.) (lacht) (...) also, wie gesagt, in meiner Vorstellung sah es ein wenig professioneller aus.
865	I: Vollkommen ok für die kurze Zeit.
866	B1: (lacht) ein gutes Argument.
867	I: Ok, dann fang du doch mal an und erklär mir mal deinen Entwurf. Was ist hier abgebildet und warum ist das ein Logo für Strömungen?
868	B2: Das ist ein Lautsprecher.
869	I: Ok.
870	B2: Und das ist ein Mensch, also so...
871	I: Ja, erkenn ich.
872	B2: so 'n bisschen. Und der hört die Wörter "Strömung". Und da drum so die Noten... also die Wörter "Strömung" werden ihm letztlich ins Ohr... strömen ihm sozusagen ins Ohr.
873	I: Also auf zwei Ebenen sozusagen?
874	B2: Auf zwei Ebenen. Er hört sie und sie strömen anhand von Tönen in sein Ohr.
875	I: Und das hier? Diese Striche was ist das?
876	B2: Das ist 'nem Comic so... das sieht man immer, dass der Lautsprecher an ist.
877	I: hm (bejahend). Und was strömt hier? Und was strömt hier dann ins Ohr?
878	B2: Schallwellen.
879	I: Schallwellen? Und warum sind jetzt... ich hab mal 'ne Frage, ne?
880	B2: Ja.
881	I: ...warum hier... warum sind da jetzt drei "ö"? Strööömung.
882	B2: Das ist länger, weil der Note länger ist.
883	I: Wegen der Note?
884	B2: Sehen Sie doch.
885	B1: (lacht).
886	B2: Das ist 'ne längere Note.
887	I: Und dann muss es Strööömung sein?
888	B2: Das ist 'ne punktierte Achtel. Ja!
889	I: Und warum hast du dich dafür entschieden?
890	B2: Weils ne punktierte Achtel ist.
891	I: Ja, aber warum? Warum hast du das hier gemacht.
892	B2: Weil, wenn man Wörter lang gezogener hört, man sie noch besser

	verdeutlicht.
893	I: Als Strööömung.
894	B2: Ja, strömt ja.
895	I: Wie es strömt ja. Das Wort?
896	B2: Nein, aber man hört dieses Wort "Strömung". Und man kann sich, dadurch, dass die Tonhöhe ja auch variiert, sich mehr drunter vorstellen, dass dieses Wort auch weiter geht. Nicht nur über einen Ton und so geht's ins Ohr, bleibt im Kopf.
897	I: Radio.
898	B1: (lacht) ja, wollt ich auch grad sagen. Von welchem Sender ist es jetzt?
899	I: ähm, achso. Das heißt sozusagen: Wie du das Wort geschrieben hast, als Strööömung, deutest du an, dass es...
900	B2: Weiterläuft.
901	I: Wie eine Strömung?
902	B2: Genau.
903	I: Vielen Dank. (wendet sich der anderen Person zu) Du hast jetzt hier den Begriff "Strömung" gemalt und ganz viele Striche.
904	B1: Ja!
905	I: Warum?
906	B1: Das ist... ja (...) ich hatte mir gedacht, dass die Buchstaben... dass man ja irgendwo auch eine Bewegung sieht und wir haben ja gesagt eine Strömung weiter läuft beziehungsweise eine Richtung hat. Und dann dacht ich mir, mal ich die Buchstaben und führe die Richtung, die Bewegung weiter aus. Das es strömt praktisch. Der Hintergrund sollte ein (zögerlich) Meer, gegebenenfalls mit Sand, darstellen, weil man Strömungen oft auf Wasser bezieht. Aber, ich glaub, das hätt ich lassen sollen, das...
907	B2: Aber ich versteh zumindestens, dass die Buchstaben jeder so seine eigene Richtung hat und sie enden ja nicht...
908	B1: Ja genau und das ist dann nicht irgendwelche, dass... wenn man hier jetzt bei dem "S"... dass das schon die eine Richtung ist und jetzt nicht auf einmal ein Strich noch so oder so abgehen würde.
909	B2: Genau, andere Richtung.
910	I: Dann wär das keine mehr?
911	B1: Ne. hm (überlegend) ja... oder würde von der Hauptströmung abgehen oder wie auch immer. Wenn das nur ein Wassertropfen ist...
912	B2: Ja gut, es kann ja was weggehen. Kann ja was passieren. Aber der Einzelne ist keine einzelne Strömung.
913	B1: hm (bejahend).
914	I: Gut, dann vielen Dank für eure Zeichnungen. Ich hab noch Frage: Was wär für

	euch das Gegenteil von Strömung? Was wär da ein Begriff? Gegenteil von Strömung.
915	B1: Bewegung beziehungsweise Bewegung... oder... wir nennen es jetzt mal wieder Elemente... und alle mit unterschiedlichen Richtungen und Geschwindigkeiten. Also nichts Einheitliches. Denn Strömung hat für mich was Einheitliches, mehr oder weniger (überlappend)... also das hatten wir ja mit der Richtung und der Bewegung.
916	B2: Im Kollektiv.
917	I: Und was wär für dich das Gegenteil von Strömung?
918	B2: Also... aber... entweder abrupt aufhörende, einzelne... also nicht im Kollektiv...
919	I: hm (bejahend).
920	B2: ähm zum Beispiel... also Elemente... wie zum Beispiel Wasser, wenn Wasser einfach abrupt aufhört, also kann ja nicht, aber wenn irgendwas abrupt aufhört ähm und das nicht im Kollektiv, also jeder individuell und auch individuell so seine Richtung bestimmt. Also, wenn man das jetzt sich anhand einer Menschengruppe anschaut. Dass jeder so in seine eigene Richtung läuft und keiner sich behindert beziehungsweise keiner... oder nicht größere Gruppen die gleiche Richtung einschlagen und jeder so seinen Weg nimmt.
921	B1: Ich würd auch sagen, fast unabhängig so voneinander?
922	B2: Ja.
923	B1: Also nicht so Gruppenzwang (lacht).
924	B2: (lacht) also 'ne unabhängige, 'ne individuelle unabhängige...
925	B1: Bewegung, Richtung eines Gegenstands, Elementes wie auch immer.
926	B2: Eines! Aber nicht mehrere.
927	B1: Ne.
928	I: Alles klar. Und jetzt kommen wir zum letzten Bereich zum Thema Strömungen. Wir haben ja noch den anderen Bereich. ähm Thema Strömungen: Wie meint ihr, kommt es überhaupt zu diesen ganzen Strömungen, die wie hier sehen: Die Bewegung der Wolken, die Bewegung des Wassers, diese kreisförmigen Bewegungen. Wie kommt es überhaupt dazu? Habt ihr dafür 'ne Erklärung? Wir würdet ihr euch das erklären?
929	B1: hm (überlegend). Ich würd eigentlich sagen, dass es dafür unterschiedliche Begründungen gibt.
930	I: Ok.
931	B1: Beziehungsweise dass Strömungen aus sehr unterschiedlichen Gründen entstehen, entstehen können. ähm sollen wir jetzt Beispiele nennen?
932	I: Ja, mach mal ruhig. Da bin ich sehr dran interessiert.
933	B1: (lacht) Ich würd... darf ich hier die Bilder mir nochmal anschauen?
934	I: Alle!

935	B1: Super, also wenn wir jetzt hier beispielsweise... oder fangen wir anders an: Das hier ist ja ein Luftstrom auf Bild 15. Dieser, ich nenns mal wieder, Wirbelsturm wie auch immer, der ist entstanden, hat seinen Ursprung ja durch Wind. Ist ja starker Wind und das entsteht ja, dass heiße und kalte Luft aufeinandertrifft.
936	B2: Ja.
937	B1: Gott, gut, es ist richtig (lacht). ähm das heißt, dass würde jetzt den Ursprung, wenn mans so sieht, halt auf der Entstehung des Windes haben. Mit einem...
938	B2: Mit der... mit... im Zusammenspiel mit der heißen und kalten Luft, sodass die aufeinander treffen, abprallen und dadurch ja dieser Wirbel entsteht.
939	B1: Wenn man jetzt hier aber das Bild mit den... (unterbrochen)
940	I: Ich hab da noch eine Frage zu: Ihr sagtet gerade, die Strömung entsteht, wenn heiße und warme aufeinandertreffen.
941	B2: Genau, und die bilden dann ja, dadurch, dass sie aufeinandertreffen, eine... die prallen ja... also sie prallen...
942	B1: Ist das dann nicht auch schon 'ne Verwirbelung wodurch Wind entsteht?
943	B2: Ja.
944	I: Bloß, ihr sagt, dass die... das war richtig, ne?... die Strömung entsteht, dadurch, dass warme und kalte Luft aufeinandertreffen.
945	B2: Genau.
946	I: Aber...
947	B2: Sie prallen ja nicht ab, so nach dem Motto... (unterbrochen).
948	I: Ja, aber bevor sie aufeinandertreffen, bewegen sie sich ja schon. Das heißt, da ist ja schon 'ne Strömung vorhanden.
949	B2: Ja, aber 'ne geradlinige.
950	I: Ok, und wir kommts zu der? Woher kommt die?
951	B2: Die ist einfach da.
952	B1: Was jetzt?
953	B2: Die geradlinige Bewegung.
954	I: Die geradlinige Bewegung von warmer oder kalter, die aufeinander prallt.
955	B2: Ja, das Wasser ist ja einfach so. Das ist ja nicht ein Feststoff und bleibt einfach so stehen (überlappend).
956	B1: Größtenteils entsteht Wind ja überm Meer (zögerlich) und das... ah, war das nicht... oh Gott... Wasser speichert doch Wärme länger (lang gezogen) und das hat doch auch was mit Tag und Nacht auch zu tun, das wusst ich, glaub ich, mal, wie Wind und so richtig entsteht. Und dadurch ist die Energie aus dem Wasser... überträgt sich dann, mein ich, auf die Luft... beziehungsweise die Wärme wird ja gespeichert.
957	B2: Und Wärme ist ja Energie.

958	B1: hm (Überlegend) Ach, nein, nein, nein. Das Wasser erhitzt sich langsamer als Luft, aber speichert Wärme dafür besser und länger und dadurch hat es was zu tun, wenn die Sonne dann scheint, ist tagsüber... speichert die Wärme sich besser in der Luft, aber nachts im Meer und dadurch entsteht, glaub ich, dieser (unv.)... oh gott, das ist glaub ich jetzt...
959	B2: Dadurch entstehen heiß und... äh hoch und tief...
960	B1: Warme und kalte Luft...
961	B2: Und auch Hoch- und Tiefdruckgebiete.
962	B1: hm (überlegend). Jedenfalls ist die Energie dann ja vielleicht die Sonnenenergie? Oh Gott.
963	I: Welche Energie ist die Sonnenenergie?
964	B1: Die Energie, die letztendlich auch die Energie des Windes ist.
965	I: hm (bejahend).
966	B1: Vielleicht.
967	B2: Also es entsteht immer mithilfe... (unterbrochen)
968	B1: Beziehungsweise erst die Wärmeenergie und dadurch... durch die Wärmeenergie entsteht ja erst die Bewegung?
969	I: Und da würde ich gerne noch ein bisschen näher rangehen.
970	B1: Oh, das ist ganz peinlich (lacht).
971	B2: (lacht).
972	I: Das heißt, du hast gesagt, die Sonne erwärmt was?
973	B1: ähm ich meine, das hat was mit Tag und Nacht zu tun. Also, tagsüber, wenn die Sonne scheint, ähm ist die Luft ein besserer Wärmespeicher...
974	B2: Wärmetransporter oder nicht?
975	B1: hm (überlegend).
976	B2: Die transportiert die Wärme doch besser.
977	B1: Ja, irgendwie so. Aber nachts, wenn die Sonne dann nicht mehr scheint, ist die... wird die Wärme halt besser gespeichert, weil Wasser besser Wärme speichern kann und da kühlt die Luft wieder ab und dadurch entsteht halt ein, ich nenns mal Kontrast zwischen Wärme und Kälte. Und dadurch entsteht halt warme bzw. kalte Luft, die dann auf wieder warme bzw. kalte trifft und daraus entstehen Winde.
978	I: Ok.
979	B1: Falls es richtig war.
980	I: hm (bejahend) da würde ich noch einmal kurz näher dabei.
981	B1: Oh Gott.
982	I: Und zwar, du sagtest... das stimmt ja...

983	B1: Puuh (erleichtert).
984	I: ... einmal haben wir die warme Luft wegen der Sonne und manchen Orten eben die kalte Luft. So, aber du sagtest, wenn die aufeinandertreffen, entsteht Wind. Ich würde jetzt dagegen halten und sagen: Damit sie aufeinandertreffen, müssen sie sich ja schon bewegen.
985	B1: hm (bejahend) ja.
986	B2: Ja, Luft ist ja nichts Feststehendes.
987	I: Ok, das hast du grad eben schon gesagt mit dem Wasser, ne?
988	B2: Ja, das ist ja auch nichts Feststehendes.
989	I: Ok, aber da hab ich noch was: Wenn ich jetzt ne Wanne hier.. (überlappend).
990	B2: Ja, ne Wanne ist ja was ganz anderes.
991	I: 'Ne Wanne mit Wasser. Was wäre denn dann?
992	B2: Die kann sich ja beruhigen, weil die ja fest eingegrenzte Bereiche hat.
993	I: Joa, und warum bewegt sich das auf der Erde nicht?
994	B1: Was jetzt?
995	B2: Die Erde dreht sich.
996	I: Und dadurch?
997	B2: Entsteht Bewegung.
998	I: Also die Erde bewegt sich.
999	B2: Ja.
1000	I: Und warum bewegt sich dann das Wasser?
1001	B1: Das ist 'ne gute Frage (lacht).
1002	B2: Nein, aber ähm...
1003	I: Weil die Erde bewegt sich ja in eine Richtung
1004	B2: Ja.
1005	I: Das Wasser bewegt sich mal so...
1006	B2: Joa, aber es bewegt sich mal so, mal so, aber das hat ja 'ne bestimmte Richtung. Da sagt man ja auch Strömungsrichtung zu (lacht).
1007	I: hm (bejahend).
1008	B1: Also, wie gesagt, ich würd sonst fast daran festhalten, dass das die Energie jetzt ist, die... ja Wärmeenergie.
1009	B2: Auf jeden Fall ist das gespeicherte Energie.
1010	I: Wir können die Situation mal ein bisschen... gedanklich ein bisschen einfacher machen, weil wir gerade ja sehr viel darüber sprechen: Wir haben einmal Wassermassen, wir Luftmassen und abends und tagsüber. Das ist ja schon relativ komplex. Nehmen wir mal, wir haben eben hier aufm Tisch 'ne Wanne liegen.

	Und jetzt gilt es, das Wasser zum strömen zu bringen. Welche Möglichkeiten habe ich da?
1011	B2: Reinpusten.
1012	I: hm (bejahend).
1013	B2: Man kann aber auch 'n Stift nehmen oder irgendwas nehmen.
1014	B1: Von außen gegen hauen.
1015	B2: Ja, von außen gegen hauen oder so drehen.
1016	B1: Kann man ziemlich viel machen, solange man irgendwie Bewegung, also Energie hinzufügt.
1017	B2: Man kann auch 'n Stein reinschmeißen. Hat man auch Bewegung.
1018	B1: Man kan ziemlich machen.
1019	B2: Kurzzeitg.
1020	I: hm (bejahend) und was wäre das Äquivalent dann zum Sonneneinfluss? Warum spielt der 'ne Rolle? Du hast ja eben gesagt, ich werf was rein, ich schiebs an. Aber das macht die Sonne ja nicht. Was ist da anders? (überlappend)
1021	B1: Nein, die Sonne erwärmt das... das ist, würd ich dann sagen, einfach die Wärmeenergie. Kann man das so kategorisieren?
1022	B2: Ja.
1023	I: Das heißt, die Sonne macht was?
1024	B2: Die Sonne...
1025	B1: Scheint einfach.
1026	B2: ... scheint einfach. Also die scheint und dadurch erwärmt sich ja da Wasser.
1027	B1: Und speichert halt diese Energie besser als Luft.
1028	I: Ok, und warum setzt sich das Wasser in Bewegung.
1029	B2: Weil das 'ne andere Dichte hat. Also dadurch setzt es sich jetzt nicht in Bewegung...
1030	B1: Weil die Fische im Wasser schwimmen (lacht)... keine Ahnung.
1031	B2: ähm, ja, das ist ja keine Wanne. Der Ozean ist ja keine Wanne.
1032	I: Aber angenommen wir hätten jetzt hier die Wanne und ich will das zum strömen bringen.
1033	B2: Ja, dann hätt man ja nicht das jetzt mit.. (lacht).
1034	B1: Man braucht halt eine Bewegung... ja ok, das ist... nein.
1035	B2: Da hat man ja dann nicht die Sonne, die dadurch jetzt (unv.).
1036	I: ich hab ne gute Idee. Weißt du was wir machen?
1037	B1: Ne?

1038	I: Es gibt ja wahrscheinlich noch ein zweites Interview. Habt ihr vielleicht gehört?
1039	B1: hm (bejahend).
1040	B2: Probieren wir das aus?
1041	I: Wir werden dann mal ein paar Sachen ausprobieren und vertagen das.
1042	B1: (lacht).
1043	B2: (lacht).
1044	I: Ok?
1045	B2: Ja.
1046	I: Oder wollt ihr... könnt noch gerne was hinzufügen.
1047	B2: Ne.
1048	I: Wenn ihr noch möchtet.
1049	B1: Also, ich ab Zeit, aber also... ich muss...
1050	B2: Was willst du hinzufügen?
1051	B1: Ne, ich wollt nichts hinzufügen.
1052	I: Aber du sagtest, das sei unbefriedigend jetzt.
1053	B1: Ein bisschen.
1054	I: Ihr wollt die Auflösung.
1055	B2: Ne.
1056	B1: Dürfen wir?
1057	I: Ne, das ja erst nach dem zweiten Interview.
1058	B1: Och Mensch!
1059	I: Sonst würdet ihr das ja einach nur noch nachplappern dann.
1060	B2: (lacht).
1061	B1: Ja, schon, aber...
1062	B2: Das weiß ja keiner.
1063	B1: Hm ok.
1064	I: Doch, das Diktiergerät (lacht).
1065	B2: Oh, scheiße.
1066	B1: Da war was...
1067	I: Ja.
1068	B2: Ne, aber...
1069	I: (unv.) Frage, steht ja noch eine drauf.

1070	B2: Aber da ist... im Wasser ist doch auch Luft.
1071	B1: Man, weil die Fische schwimmen, bewegt sich das Wasser.
1072	B2: Im Wasser sind Luftteilchen drin.
1073	B1: Echt?
1074	B2: Ja.
1075	I: Ja ok.
1076	B2: Ja natürlich, wie sollen die Fische...
1077	B1: Ja, ist ok, ok, ok.
1078	B2: ...sonst atmen? Also die haben ja die Kiemen und müssen ja nicht auftauchen. Und die Pflanzen machen Photosynthese, weil (...) die Sonne da ja durch das Wasser durch auch da ankommt. Und somit produzieren die doch auch wieder etwas.
1079	I: Also was? Luft?
1080	B2: O ₂
1081	I: Sauerstoff.
1082	B2: (lacht) Sauerstoff.
1083	I: Ok, und was passiert dann?
1084	B2: Sauerstoff ist ja gasförmig.
1085	I: Jo.
1086	B2: Und damit sind dann ja so Bläschen, die kennt man ja auch.
1087	I: hm (bejahend).
1088	B2: Die sind aber leichter oder haben 'ne ge... kann ich sagen, die haben 'ne geringere Dichte, das weiß ich jetzt nicht.
1089	I: Ja, das ist genau richtig.
1090	B2: Auf jeden Fall strömen die dann ja. Also die sind ja leichter und haben 'ne geringere Dichte und dann strömen die ja hoch beziehungsweise bewegen sich.
1091	I: Ja.
1092	B1: Ja.
1093	B2: Und dadurch bewegt sich auch das Wasser, weil es ja verdrängt wird. Indirekt.
1094	I: Und dadurch... und dadurch kommen die Wellen?
1095	B2: Ne, aber dadurch entsteht schon mal 'ne Bewegung. Also somit hätten 'ne minimale Bewegung erklärt.
1096	B1: hm (überlegend).
1097	B2: Aber die Wellen haben wir noch nicht erklärt.
1098	B1: Ne.

1099	B2: Aber die (...) Wellen entstehen ja auch, wenn ein Mensch rein rennt ins Wasser. Dann entsteht ja auch 'ne Bewegung.
1100	I: Willst du nochmal mit der Sonne probieren?
1101	B2: hm (verneinend) (lacht). Die Sonne...
1102	B1: Soll ich?
1103	I: Mach noch einmal.
1104	B1: (lacht) noch einmal, weils so schön war nochmal. Also die Sonne scheint und gibt die... somit Wärmeenergie... heißt das auch so? Heißt das Wärmeenergie?
1105	I: Kann man so sagen, joa.
1106	B2: hm (bejahend).
1107	B1: Wir nennens mal Wärmeenergie... ab, welche von Luft und Wasser gespeichert wird. Erstmal so. Jetzt muss man aber sagen, dass die Luft sich zwar schneller erhitzen kann beziehungsweise diese Wärmeenergie schneller aufnehmen kann... ich weiß nicht genau, wie man das jetzt beschreib.. sie aber dafür schlechter speichern kann.
1108	I: Ja.
1109	B2: Und das hat wieder mit der Dichte zu tun.
1110	B1: Das heißt, das Wasser nimmt das zwar schlechter auf, aber speichert es letztendlich besser und länger. So und jetzt?
1111	I: Jetzt haben wir also das Wasser.
1112	B1: hm (bejahend).
1113	I: Da sind wir jetzt gerade.
1114	B1:
1115	B1: hm (bejahend)
1116	I: Und das hat jetzt gerade irgendwie viel mehr Energie gespeichert als die Luft.
1117	B1: hm (bejahend) Genau, zwar langsamer, aber dafür sehr viel mehr. Und jetzt hört die Sonne auf zu scheinen, weils zum Beispiel Nacht wird und dann gibt die Luft ihre Energie auch schne... naja, wo soll sie die denn hingeben?
1118	B2: Ja, die gibt sie ab.
1119	B1: An?
1120	B2: Ab!
1121	B1: An wen denn (lacht)?
1122	B2: Zum Beispiel an 'ne Wolke (lacht). Und damit bewegen sich dann die Wolken...
1123	B1: Ich glaub, das ist auch gar nicht so relevant, aber in der Nacht... (unterbrochen).
1124	B2: Auf jeden Fall gibt sie die ab.

1125	B1: ... hat das Wasser, beziehungsweise wenn die Sonne nicht mehr scheint, hat das Wasser halt die... mehr Energie gespeichert letztendlich als die Luft. Und, ich glaub, da müsste man jetzt irgendwo ansetzen.
1126	I: Ja, ich frag mich nämlich grade, wie denn der Zusammenhang ist und wie es her... so kommt, dass es dann eine gerichtete Bewegung ist. So würd ich ja sagen, irgendwie wird Wärmeenergie abgegeben und dann wird irgendwie Bewegung erzeugt.
1127	B1: Das hat bestimmt auch alles was mit Erdanziehungskraft zu tun.
1128	I: Aber warum die gerichtete, ne? Das würde ich... das frage ich mich gerade. Wie erklärt man jetzt, dass das eine... das war ja die Bedingung!
1129	B2: Auf jeden Fall mit Molekülen. Also, man kann das... es sind ja... es ist ja alles 'ne Teilchenbewegung. Jetzt gehen wir schon wieder auf 'ne ganz andere Ebene.
1130	B1: Ja, es wird schlimm grade (lacht).
1131	B2: Aber, die geben ja... die Teilchen geben ja auch Energie ab. Und können ja auch aufnehmen. Und die Luft gibt ja schneller ab und kühlt ja...also die Luft gibt ja schneller Teilchen... äh die Energie wieder ab, die sie aufgenommen hat.
1132	I: Ja.
1133	B2: Und wird ja somit auch wieder... kann man sagen sie wird.. letztlich wird sie wieder frei für neue Energie, die sie theoretische aufnehmen könnte. Und wenn die Luftgrenze direkt ans Wasser... und ist ja auch im Wasser.
1134	I: hm (bejahend)
1135	B2: Und wenn jetzt dieses Sauerstoff da hoch durchs Wasser... ich weiß nicht... kann man sagen, die geben dauernd oder die haben dauernd 'nen ständigen Austausch von Energie? Kann man das so sagen?
1136	I: Probiert doch mal, mit dem Gedanken weiterzumachen.
1137	B1: Was jetzt?
1138	B2: Also, durch diesen ständigen Austausch von Energie entsteht doch auch 'ne Bewegung oder nicht? Wenn man dauern Energie austauscht...
1139	I: Könnte sein, ja...
1140	B2: Entsteht ja... wenn man...
1141	I: Möglich wärs, aber warum ist die gerade gerichtet? Bei den Wellen haben wir ja, haben wir als Bedingung eben festgelegt, dass etwas gerichtet ablaufen soll, eine gerichtete Bewegung. Aber wo kommt dieser Richtungsaspekt mit rein? Woher weiß das Wasser? Woher weiß das eine Molekül, das es genauso strömen muss, in die gleiche Richtung bewegen muss wie die anderen?
1142	B2: (überlappend) es gibt nur eine Möglichkeit.
1143	B1: (überlappend) Ich weiß nicht, ob das dann nur mit Energien zu erklären ist, vielleicht lässt sich das auch eher auf Erdanziehungskraft oder so (lacht) beziehen?

1144	B2: Also, es gibt nur eine Möglichkeit, wie das Wasser...
1145	B1: Ja.
1146	B2: Das ist einfach so.
1147	B1: hm (überlegend) ich weiß nicht, oder... wenn man... Ebbe und Flut bezieht sich jetzt ja so auf den Mond so ganz grob gesagt. Also...
1148	I: Dann machen wir da noch im zweiten Interview weiter, weil ich darf euch jetzt keine Tipps geben, damit wir noch gemeinsam daran arbeiten können. Gut. Ich komm mal zu 'nem anderen Bereich.
1149	B2: Nicht mehr Strömungen?
1150	I: Nein. Vermisst ihrs?
1151	B2: Ne.
1152	I: Oder seid ihr froh?
1153	B1: (unv.) (lacht).
1154	B2: (lacht). Was... worum gehts jetzt?
1155	I: Ja, kommt gleich. Nicht drau gucken.
1156	B2: Mach ich nicht.
1157	I: Und zwar, ich wähle die Bilder aus... na super.
1158	B2: Kann man helfen?
1159	I: ähm sucht mal 5, 9 und 12.
1160	B2: 9 hab ich gefunden!
1161	I: Sehr gut. 5 hab ich.
1162	B1: Ich hab 12.
1163	I: Das ging ja schnell. Musst nur fragen...
1164	B2: 5, 9 und?
1165	I: 14, 22 und 23. Sind sechs Bilder.
1166	B2: 23 hab ich auch. Und 24 brauchen sie nicht, ne?
1167	I: Ne, 14, 22 und 23.
1168	B2: 23 hab ich.
1169	B1: Ich hab 14.
1170	I: Welcher fehlt jetzt noch? 22.
1171	B2: 22. Irgendwo da.
1172	B1: Ah hier.
1173	B2: Ah!
1174	I: Perfekt! So, ja, die habe ich mir ausgesucht. Gleiches Spiel wie eben. Also das

	ist jetzt sozusagen genau äquivalent wie eben. Wir machen alles einfach nochmal. Und... aber natürlich mit anderem Inhalt. Warum hab ich die ausgewählt? Was, was verbindet dieses Bilder miteinander?
1175	B2: Ja, auf jeden Fall nicht Strömung. Weil das strömt ja nicht.
1176	B1: Ich würd sagen vielleicht in... nein würd ich nicht sagen.
1177	B2: Innere Strömung (lacht)?
1178	B1: Indirekte Bewegung...
1179	B2: Achso.
1180	B1: ...aber irgendwie passt das nicht.
1181	B2: Ja, da strömt ja auch nicht.
1182	I: Kennt ihr das? Was ist das?
1183	B2: Mosaik.
1184	I: Ja, so 'ne Fliese. Bild 22.
1185	B2: Gruselig.
1186	I: Einfach so 'ne Fliese. Gruselig?
1187	B2: Ich glaub, auf Dauer könnte das irgendwie so 'ne optische Täuschung oder so ergeben.
1188	I: Warum?
1189	B1: Das sieht gefährlich aus.
1190	I: Gefährlich?
1191	B1: Ja, das ist... (unterbrochen)
1192	B2: Weiß ich nicht so, stell dir mal vor, da hängt das Gleiche Ding nochmal daneben.
1193	I: Ja?
1194	B2: Und das ist verbunden und dann ist das... dann macht das was mit den Augen. Und die konzentrieren sich dann und machen die Striche weg.
1195	B1: Ja, ich glaub das ist aber... ich glaub dann ist die Fliese nur taktisch unklug ausgewählt.
1196	B2: (lacht) Ja.
1197	I: Also gefährlich?
1198	B2: Das hat noch niemand gesagt.
1199	I: Ne.
1200	B2: (lacht) das ist neu.
1201	B1: Ich finds aber auch beängstigend.
1202	B2: Was hat das jetzt mit diesem komischen Kohlkopf... was auch immer das

	ist... ähm.
1203	B1: Sieht eher aus wie 'n Katkus.
1204	B2: Ne, aber es ist dieses... ich weiß... das hab ich schon mal gegessen, aber... (überlappend).
1205	B1: Ja, ich kenns auch hm (überlegend).
1206	B2: Ja, das hat alles 'n Muster.
1207	B1: Ja. Oder eine...
1208	B2: Das hat auch 'n Muster.
1209	B1: ... Form?
1210	B2: Joa.
1211	I: Das verstehe ich auch gut. Das zum... habt ihr ja auch schon gesagt: fliesen-musterartig.
1212	B2: Naja, das hat ja auch letztlich so 'n Muster. Die gehen alle so die Wolken... obwohl, das ist nicht gewollt oder? Und das hat ja auch 'n Muster.
1213	I: Ich muss mir immer 'n bisschen was aufschreiben, damit ich dran denken, ne? Müsst ihr euch nicht wundern ähm.
1214	B2: Und das hat ja ne Struktur.
1215	B1: Struktur ist gut. Ich find Struktur klingt besser.
1216	I: Warum ist das jetzt... also... erklärt mir doch nochmal Muster oder Struktur wie auch immer. Wie... was legitimiert alle Bilder, dass man Struktur oder Muster sagen kann? Geht mal nacheinander durch.
1217	B2: Wollen wir hiermit anfangen?
1218	B1: hm (bejahend).
1219	B2: Die haben ja alle diese gleich fortlaufende...
1220	B1: Eine ähnliche Form, ich glaub das (unv.) ist vielleicht besser (überlappend).
1221	B2: Und genau, die haben alle so komische Hubbel.
1222	I: Eine ähnliche Form?
1223	B2: Ja.
1224	I: Die hat doch 'ne ganz andere Form als der.
1225	B1: Ne, ich hab das jetzt nur auf Bild bezogen (unterbrochen).
1226	B2: ...nur auf das Bild bezogen.
1227	I: Innerhalb eines Bildes.
1228	B1: hm (bejahend).
1229	B2: Ja.
1230	B1: Sollten wir das nicht?

1231	I: Achso.
1232	B2: (lacht).
1233	I: Doch.
1234	B2: Also das hat ja alles... das all... ist damit... zusammenhängend hat ja alles 'ne gleiche (...) Struktur und Form. Und die Dinger sind auch alle hausartig aufgebaut.
1235	B1: Und es ist nicht direkt 'ne Regelmäßigkeit zu erkennen, aber halt eine Ähnlichkeit der einzelnen...
1236	B2: Joa. der einzelnen...
1237	B1: ...Dinge.
1238	B2: ... von den Mustern pro Bild.
1239	I: Und warum ist das jetzt hier?
1240	B2: Das hat auch 'ne ähnliche Struktur. Das sind alles kleine Wolken.
1241	B1: hm (bejahend) ich finds auch, weils halt auch ein Mittelpunkt direkt hat. Also ich würd jetzt nicht sagen, dass dieses Bild beispielsweise, also Bild 5, einen Mittelpunkt hat, aber...
1242	I: Ah!
1243	B1: Ich find, dadurch ist auch eine Art Muster oder halt...
1244	I: Spannend. Und das?
1245	B2: Das wird ja auch letztlich ein Muster. Das sind alles nur Sandklötze.
1246	B1: Ja, ich würde nicht direkt Muster sagen, aber es hat halt schon 'ne Struktur.
1247	I: Kennt ihr dieses Gewächs?
1248	B1: Ist es jetzt peinlich, wenn wir nein sagen?
1249	I: Romanesco.
1250	B1: hm (bejahend) (lacht) jetzt klingelts wieder.
1251	I: Kannt ich vorher auch nicht, bevor ich die ausgesucht hab (lacht).
1252	B1: (lacht).
1253	B2: (lacht).
1254	I: Also ists nicht so schlimm. Ähm ich wollte... ich hab mir gerade was aufgeschrieben, hast du gesehen?
1255	B2: hm (bejahend).
1256	I: ähm das fand ich spannend, was du gesagt hast. Du meintest grade, da sei bei einigen etwas gewollt und einmal nicht gewollt.
1257	B2: Ja, das ist ja von Menschen gewollt, das es so ist.
1258	I: Ok.

1259	B1: Hier ja natürlich auch.
1260	B2: Das natürlich auch, aber das hat ja kein Mensch gemacht.
1261	I: Ok.
1262	B1: hm (bejahend).
1263	I: Und das heißt...
1264	B2: Und das ja auch nicht.
1265	I: ... du hast dich dran gestoßen, zu sagen, dass das 'ne Struktur ist oder Muster? Ist für dich das... macht das 'n Unterschied, obs vom... kann 'n Muster auch von Menschen gemacht sein oder? Oder, oder von der Natur?
1266	B2: Ja, der Mensch geht nach 'nem bestimmten Muster vor, aber...
1267	I: Ok.
1268	B1: Joa (lacht).
1269	I: Welche wären jetzt vom Menschen zum Beispiel gemacht?
1270	B2: Die beiden.
1271	B1: Ja, Bild 12 und 22.
1272	I: 12, das sind ja diese kleinen Sandhäufchen. Und 22... (unterbrochen)
1273	B2: (lacht) die sind mit Eimerchen gemacht. Hat sich jemand richtig...
1274	I: Sandburg, Sandburg (überlappend).
1275	B2: viel Mühe gegeben (lacht).
1276	I: Und 22 ist die Fliese.
1277	B2: Ja.
1278	B1: hm (bejahend).
1279	I: Und das (zeigt auf andere Bilder) ist nicht vom Menschen gemacht.
1280	B2: Indirekt.
1281	I: Wieso indirekt?
1282	B1: Ja, indirekt sind die ja alle... (unterbrochen).
1283	B2: Ja, wegen mit dem CO2 und so, wenn man das jetzt darauf...(überlappend).
1284	I: Das CO2?
1285	B2: Nein, aber die Wolken ähm oder generell die ganz... das Ganze hat ja... das Ganze... unser ganzes System hat ja auch damit zu tun, dass wir darin auch leben. Also ohne uns würds zwar auch funk... also es würd ja auch laufen, natürlich, es hat ja auch schon ohne uns funktioniert. Aber wir beeinflussen das Ganze.
1286	I: hm (bejahend).
1287	B2: Von daher ist es indirekt, aber das würden wir damit ja auch beeinflussen... und das auch.

1288	I: Und das?
1289	B1: hm (bejahend).
1290	B2: Wurde das gezüchtet oder besteht das schon seit immer?
1291	I: Nehmen wir mal an, der besteht einfach schon seit immer.
1292	B2: (lacht) dann haben wir den leicht beeinflusst am Ende.
1293	I: Ok ähm, zum Beispiel, indem man das Foto macht. Philosophische Frage.
1294	B2: (lacht) ok.
1295	I: Aber ich find das spannend, also... also für welche Kategorie würdet ihr euch hier entscheiden? Wie könnte man das nenne?
1296	B1: hm (überlegend) Muster, Struktur, Form.
1297	B2: Ja. Die haben alle 'ne gewisse Struktur in sich (überlappend).
1298	I: hm (bejahend).
1299	B2: Aber nicht zusammenhängend zwischen den Bildern, sondern jedes Bild hat in sich eine eigene Struktur.
1300	B1: Ja, also ich würd das vielleicht Muster Schrägstrich Struktur Schrägstruktur Form... (unterbrochen)
1301	I: Also ist es dir jetzt auf einmal egal, ob das vom Menschen gemacht ist oder nicht?
1302	B1: Joa.
1303	B2: Puh... Joa. Erstmal.
1304	I: Wieso hast du jetzt deine Meinung geändert?
1305	B2: Erstmal. Man kann das ja unterkategorisieren.
1306	B1: Ja.
1307	I: Achso, das wären dann... (unterbrochen)
1308	B2: Ja.
1309	B1: Das wären wieder unsere A/B-Kategorien (lacht)
1310	B2: (lacht).
1311	I: Jaja, menschengemacht und nicht me... (unterbrochen)
1312	B2: Genau.
1313	I: Ahja.
1314	B1: Könnte man.
1315	B2: Mit direktem Einfluss von Menschen und indirektem... oder Minimaleinfluss.
1316	I: Ahja. Spannend.

1317	B2: Mit natürlich (unv.).
1318	I: ähm (...) ich würde auch mal 'n Begriff vorgeben und ich hab mir tatsächlich Strukturbildung...
1319	B2: (lacht).
1320	I: Strukturbildung...
1321	B1: hm (bejahend).
1322	I: ... überlegt. Und ähm wie klingt das für euch? Strukturbildung.
1323	B1: hm (überlegend).
1324	I: Wir haben ja schon die ganze Zeit über Struktur gesprochen, deswegen...
1325	B2: (lacht).
1326	I: ... ist nichts Überraschendes. Aber wie, wie, wie klingt das für euch. Struktur.
1327	B1: Ich finde, das kann man in zwei Bereiche einmal unterteilen. Einmal etwas Regelmäßiges und einmal in etwas Unregelmäßiges würd ich jetzt sagen. Also, dass man einmal.... ich würd fast sagen bei dem Bild Nummer 12 hat sich ja jemand was gesagt... also an einen... also es ist immer ein großer Sandhaufen, dann drei kleine sind zu erkennen und dann wieder ein Größerer. Das ist ja eine Regelmäßigkeit.
1328	B2: Genau, und die hat sich ja auch... (unterbrochen).
1329	B1: Das nenn ich jetzt eine regelmäßige Struktur.
1330	B2: ... bei Bild 22 hat sich auch jemand was bei gedacht und hat gesagt, der ordnet das genau nach dieser Struktur an.
1331	I: hm (bejahend).
1332	B1: Und wenn wir jetzt aber beispielsweise Bild 5 haben, das ist ja nichts Gleichmäßiges. Aber es hat trotzdem eine Struktur. Beziehungsweise ich nenns in dem Fall jetzt mal Muster, ein festes Muster. Aber halt nichts Regelmäßiges.
1333	B2: Joa.
1334	I: Und wie ist es hier mit Bild 23, dem Romanesco?
1335	B2: Ja, das hat 'ne regelmäßige Höckerung oder so...
1336	B1: Ne, das würd ich fast auch als unregelmäßig... weil ja keiner so aussieht wie...(unterbrochen)
1337	B2: Ja stimmt...
1338	B1: ... der andere und unterschiedlich... (unterbrochen)
1339	B2: ...das ist 'ne unregelmäßige Dreieckshöckerung-, was auch immer -bildung von so kleinen Hügeln, die aber unterschiedlich groß und unterschiedlich angeordnet sind.
1340	I: hm (überlegend) also das wäre, da habt ihr euch gerade gestritten, eher unregelmäßig oder eher regelmäßig?

1341	B2: Ja, durch diese Unregelmäßigkeit hat es schon wieder 'ne Regelmäßigkeit.
1342	B1: Ne, ich würd das unregelmäßig bezeichnen (lacht).
1343	I: Pfiffig.
1344	B2: Naja, es hat dadurch ja... dadurch dass es so unregelmäßig ist schon wieder 'ne Regelmäßigkeit, weil das alles gleich... es ist alles ähnlich, es ist nicht alles gleich (unterbrochen)
1345	B1: Ja, ähnlich ist gut.
1346	I: Und, aber hier ne? Bei dem Bild 12 mit dem Sandhaufen, ne?
1347	B2: hm (bejahend).
1348	I: Ihr habt ja gesagt, da (zeigt) sind die leicht unterschiedlich deswegen unregelmäßig. Aber wenn ich hier mal jetzt genauer hingucken würde, dann würd ich sehen: Dieser Sandhaufen hier hat 'n Riss, der andere hat da den Riss.
1349	B2: Aber die hatten die Anordnung... ist...
1350	B1: Ja.
1351	I: Du meinst, es geht einach nur um groß, klein, klein, klein, groß.
1352	B1: Ja.
1353	B2: Genau! Das ist ja auch groß und da sind ganz viele Kleine drin, und dann wieder groß und ganz viele kleine...
1354	I: Ja, ist das jetzt regelmäßig oder unregelmäßig?
1355	B2: Nein, die sind ja unterschiedlich groß.
1356	B1: Das kann man, glaub ich... (unterbrochen).
1357	B2: Also es ist 'ne Unter... (unterbrochen).
1358	I: Ja, die sind doch auch unterschiedlich groß die Sandhaufen.
1359	B2: Die haben alle den gleichen... die gleiche Form als... als, als Sand... nein, wie sagt man? Eimerchen! Der Eimerchen hat immer die gleiche Form und die gleiche Größe und damit... da ist ja nicht gepresst in so 'ne Einheitsform.
1360	I: hm (bejahend).
1361	B1: Ich glaub, das kann man wieder so interpretieren, wie man gerne möchte.
1362	B2: Genau.
1363	I: Ist immer 'n Vorteil 'ne?
1364	B1: hm (bejahend).
1365	B2: (lacht)
1366	I: Wie ist das 'n hier? Regelmäßig oder unregelmäßig?
1367	B2: Unregelmäßig.
1368	B1: Ich hätte jetzt fast regelmäßig gesagt.

1369	I: Dann erklärt mal.
1370	B2: Ja, es fängt ja komisch an und dann...
1371	B1:hm (bejahend) obwohl, nein, eigentlich ist auch eher unregelmäßig, weil da ja... das Ding ist: Die Natur ist nie...
1372	B2: Regelmäßig.
1373	B1: Exakt oder zu 100 Prozent, also was das jetzt betrifft, so eine Art Muster oder Struktur regelmäßig, auch jede Blume sieht anders aus. Und hier auch jeder, ich nenns mal, Huggel sieht anders aus. Dementsprechen ist es schon regelmäßig, das ist ja eine zufällige Regelmäßigkeit. würd ich jetzt fast sagen. Dass die Wolken... (unterbrochen)
1374	B2: Ja.
1375	B1: ... alle eine ähnliche Form und dadurch dieses Phänomen auftritt.
1376	B2: Und hier ja dann theoretisch auch.
1377	B1: hm (bejahend). Und hier ja eigentlich auch.
1378	I: Also, was würdet ihr sagen? Wie würdet ihr euch einigen? Also regelmäßig... (unterbrochen)
1379	B1: unregelmäßig.
1380	B2: unregelmäßig.
1381	I: Eher unregelmäßig. Wir haben da ja noch mehr Bilder. Wir behalten mal die Kategorie bei: Struktur, Strukturbildung. Legt mal dazu, was da vielleicht noch dazu gehören könnte.
1382	B2: Ja.
1383	B1: Darf ich das Fenster zumachen?
1384	I: Na klar, ich machs zu. Ist kalt?
1385	B1: Ziemlich.
1386	I: Ja.
1387	B2: (unv.).
1388	I: (unv.).
1389	B1: (lacht). Wir wollen die Umwelt schonen. Ich glaub das geschlossene Fenster reicht.
1390	B2: Ok, also das.
1391	B1: Man kennts (lacht).
1392	I: Ok.
1393	B1: hm (bejahend). Soll ich die mal weiter ranholen?
1394	I: Guckt mal alle durch und ordnet die mal dazu (überlappend).
1395	B2: Nimm mal die Farben nochmal. Da gabs doch so 'n Bild mit so komisch

	(unv.).
1396	B1: Ja.
1397	B2: Glaub ich. Sind das Farbpötte?
1398	B1: Ja. Ich glaub mal, es ist jetzt fast wie beim andern, das man irgendwo auch alles wieder... (unterbrochen).
1399	B2: Man findet immer 'ne Ähnlichkeit oder Struktur. Auch bei dem Zebra findet man 'ne Struktur: Da sind alles weiße und schwarze Streifen (überlappend).
1400	B1: Ich gib das mal so weiter. Das kann man auch wieder eigentlich als Struktur...
1401	B2: Das auch. Das hat auch alles 'ne Struktur. Die Sind alle gleich aufgebaut.
1402	I: Ah, bei Bild 10 bei den Windrädern: Warum ist das für euch 'ne Struktur?
1403	B2: Na, weil die Windräder alle gleich aufgebaut sind.
1404	I: Oh.
1405	B1: Aber die sind, glaub ich, jetzt nicht irgendwie alle strukturiert angeordnet, also nicht mit demselben Abstand.
1406	B2: Das ist 'ne unregelmäßige Struktur. Aber sie sind trotzdem...
1407	B1: Es kommt drauf an, auf was man sich da bezieht.
1408	B2: Ja.
1409	B1: Man könnt sich da ja auch wieder auf die Landschaft, auf die Wolken beziehen, also das würd ich vielleicht so einklammern. Hier ist es ja auch, dass die...
1410	B2: Alle ähnlich sind.
1411	I: Bei welchem Bild?
1412	B1: Äh, 4.
1413	I: Und was ist da ähnlich?
1414	B1: hm (überlegend).
1415	I: Oder was ist 'ne Struktur daran? Du hast grad gesagt, glaub ich, das ist 'ne Struktur, ne?
1416	B1: [Name] hat das gesagt.
1417	I: Achso.
1418	B1: Die zweite anonyme Person.
1419	B2: Ja, diese Köpfe, sag ich mal. Dieses Gras hat ja alles...
1420	I: Achso.
1421	B2: ... 'ne ähnlich Struktur in sich.
1422	B1: Das ist ja auch wieder aufgebaut... gleich aufgebaut. Das hier könnt man, Bild 20, könnt man wieder mit Bild 5 vergleichen, das ist da vom Wasser. Eine Musterung oder strukturiert, aber das ist halt auch unregelmäßig beziehungsweise nicht gewollt ist. Also...

1423	B2: Ja.
1424	B1: Legen wir den wieder dazu? Willst du hier was sagen?
1425	B2: Wenn man jetzt das Holz nimmt oder den komischen Kreisel?
1426	B1: Kreisel (unv.).
1427	B2: Also der Kreisel ist ja auch gewollt. Hat bestimmt auch 'ne gleiche Muste- rung dadrauf. Das sieht man ja nicht.
1428	I: Ah.
1429	B1: Ich kann mir fast (unv.) wenn man den Vorgang des Drehens betrachtet, dass das auch 'ne Struktur hat, dass er sich immer dreht beziehungsweise die Ge- schwindigkeit irgendwann abnimmt. Das hat ja auch irgendwas von Struktur.
1430	B2: Ja.
1431	I: hm (bejahend).
1432	B2: Und er dreht sich ja nicht, also er dreht sich ja (unv.) und das ist ja keine Grade.
1433	B1: hm (überlegend). Ich würd das mal hier dazu legen.
1434	B2: Letztlich findet man immer 'ne Struktur.
1435	B1: hm (bejahend).
1436	B2: Kommt drauf an, wie man das Wort oder dieses Kategorie da auslegt und definiert.
1437	B1: Ich glaube näm...lich auch. Das ist wieder das Satellitenbild (flüstern).
1438	B2: Ja, dann kann man die Struktur auch in der Bewegung finden.
1439	B1: Ja, eigentlich kann man da überall 'ne Struktu finden.
1440	I: Überall Strukturen, auf jedem Bild?
1441	B2: Ja.
1442	B1: Wenn man sucht.
1443	I: hm (bejahend).
1444	B2: Ne, jedes Bild hat 'ne bestimmte Struktur und ist ja struk... so aufgebaut.
1445	I: Das heißt, was würdet ihr sagen? Was muss eigentlich sein, dass man von einer Struktur sprechen kann?
1446	B1: Vielleicht eine Art Regelmäßig... nein, nein, nein eine Art hm (überlegend) (...) nicht direkt Muster, aber man kann ja auch sagen, dass jemand beispielsweise einen strukturierten Vortrag gehalten hat, also eine Art... ich sags jetzt mal, wenn mans auf den Vortrag bezieht sozusagen, dass man klare Linien hat oder etwas, woran man festhält, woran man diese Struktur erkennt. Ist schwierig.
1447	B2: Wir haben letztlich 'n Punkt, an dem man sagt: Dadran macht man diese Struktur aus.
1448	B1: Ja, aber wenn wir das Wort "strukturieren" oder "Struktur" definieren sollen?

1449	B2: Ja... letztlich ist es ja eine Struktur etwas (...) eine unregelmäßige Regelmäßigkeit bee... also umschließt.
1450	B1: Ich glaub, Struktur ist eine ganz große Interpretationssache auch. Und wie [Name] schon gesagt... die zweite anonyme Person gesagt hat halt: regelmäßige und oder unregelmäßige Strukturen.
1451	I: Jetzt habt ihr ja alle Bilder zugeordnet. Was wäre denn dann für euch keine Struktur? Ich mein nicht von den Bildern, weil da habt ihr alle zugeordnet, sondern einfach nur... was fällt euch ein, was ist keine Struktur?
1452	B1: Vielleicht das Wort "durcheinander" lässt sich vielleicht... wobei, das ist halt wieder die Interpretationssache... (unterbrochen)
1453	B2: Selbst ein Durcheinander hat 'ne Struktur.
1454	B1: Auch dann kann man ja irgendwas, wenn man sucht, meiner Meinung nach, finden.
1455	B2: Auch Ihr Bücherregal hat 'ne Struktur.
1456	B1: Findst du?
1457	B2: In sich.
1458	B1: (lacht) tschuldigung.
1459	B2: (lacht) ja, das obere Fach hat 'ne Struktur.
1460	I: Welche... ok... reden wir mal kurz über das Bücherregal.
1461	B2: (lacht).
1462	I: Du hast jetzt gerade gelacht. Warum hast du gelacht? Das
1463	B1: Also für mich Unwissenden... ich weiß jetzt nicht genau, was für Bücher sind... ob die sortiert sind...
1464	B2: Nein!
1465	B1: nach irgendetwas. Das ist auf der einen Seite ist die Struktur, meiner Meinung nach, allein dadurch, dass der Abstand der einzelnen Regalbretter regelmäßig aussieht. Das könnte für mich schon eine Struktur sein.
1466	B2: Genau.
1467	B1: Aber auf der anderen Seite... man hätte die Bücher, ich sag jetzt einfach mal, auch nach Farben strukturieren können. Man könnte sie nach Themen sortieren. Ich find, strukturieren ist teilweise auch was mit Sortierung.
1468	I: hm (bejahend).
1469	B1: Und dementsprechen ist das wieder so 'ne Interpretationssache, ob man jetzt sagt, das ist strukturiert oder nicht strukturiert.
1470	B2: Ja. also... (unterbrochen)
1471	B1: Oder, dass man die nach der Größe anordnet oder irgendwas macht oder nach Farben sortiert, also...
1472	B2: Also die Bücher sind definitiv nicht sortiert.

1473	B1: Vielleicht sind sie nach Themen sortiert. Das sieht man von außen jetzt ja nicht. Aber so auf den ersten Blick?
1474	B2: hm (überlegend) nicht wirklich. Also da steht Mathe neben Biologie.
1475	B1: Ja.
1476	B2: Und ähm Chemie neben Mathe und... (überlappend).
1477	B1: Meine Brille ist leider zu schlecht dafür. Aber von hier sah es ganz gut eigentlich aus (überlappend).
1478	B2: Ne, ich kenn ja die Bücher, ich hab die Bücher ja zu Hause durch Papa.
1479	B1: Von hier sahs ganz gut aus (lacht).
1480	B2: Aber, zum Beispiel ganz oben sind ja Magazine beziehungsweise Taschenbücher...
1481	I: Ja.
1482	B2: Beziehungsweise nicht fest gebundene.
1483	I: Ja , und? Was ist mit denen?
1484	B2: Somit ist es schon wieder... ist das in sich schon wieder eine Struktur, indem ein Regalbrett...
1485	I: Achso, das...
1486	B2: Und die stehen alle so... die steh... da steht kein einzelnes Magazin in... einzeln. Die habe alle so ihre (...) Dinger da.
1487	I: Behälter?
1488	B2: Ja.
1489	I: Und du meinst, es ist 'ne Struktur, weil hier die Zeitschriften stehen und hier die Bücher?
1490	B1: Als Beispiel. Das ist wieder die Intrepretationssache...
1491	B2: Genau.
1492	I: ... was man persönlich als Struktur empfindet oder nicht-Struktur.
1493	B2: Also für mich persönlich ist das strukturierter, wenn die Magazine nicht unbedingt in dem gleichen Fach sind wie die Bücher. Weil mir sind... also... obwohl da auch zwei Maga... Magazine in dem... neben dem Tafelwerk stehen. Das rote Tafelwerk.
1494	I: Wo steht das?
1495	B2: Im zweiten.
1496	I: Hier?
1497	B2: Ja. Da sind auch Magazine, oder nicht? Das eine?
1498	B1: Oh Gott, was siehst du alles?
1499	I: Ja, kann sein.

1500	B2: Das ist 'n Magazin.
1501	I: Naja, so 'n Zwischending.
1502	B2: Ja, sowas Komisches auf jeden F...
1503	I: Ok.
1504	B2: (unv.). (lacht).
1505	B1: Ok, ich glaub es ist nicht strukturiert (lacht) jetzt es ist...
1506	B2: Also, es ist 'ne... ich find... wieder 'ne unregelmäßige Struktur.
1507	B1: Vielleicht kann man... (unterbroche)
1508	B2: 'ne chaotische.
1509	B1: ... auch das Wort Anordnung wieder darauf beziehen. Dass eine Struktur was mit 'ner Anordnung auch zu tun hat.
1510	B2: Ja. Letztlich kann man da ja auch sagen... also zum Beispiel, wenn man jetzt sagen würde, man geht jetzt auf das Extrem und nimm... nimmt... sei... würde jetzt einem Autisten mal ihr Regal zeigen, der würde 'n Nervenzusammenbruch kriegen, weil weder Farben geordnet, noch ähm eine Struktur da ist. Also eine regelmäßige Struktur, eine sofort sichtbare Struktur. Aber, ich glaube, wenn man das Regal kennt, hat es für einen selber 'ne Struktur.
1511	B1: Vielleicht.
1512	B2: Wenn man das selber ein... ja... wenn man das selber eingeordnet hat... auch... irgend... also... diese Tische da, irgendwas kann ja 'ne Struktur für einen persönlich, aber für jemand anderen, der draufschaut, da ist es schon wieder völlig unstrukturiert (überlappend).
1513	B1: Vielleicht hat dieser Schreibtisch ja auch 'ne Struktur.
1514	I: Ja. Wie ist das denn hier mit dem. Mit hier... mit den Linien hier aufm Tisch. Was ist das?
1515	B2: Das ist Holz (lacht).
1516	I: Ist das 'ne Struktur?
1517	B1: Das ist kein echtes Holz.
1518	B2: Naja, es ist hm (überlegend)...
1519	B1: Nein.
1520	I: Das ist keine Struktur?
1521	B1: Achso, kein Holz (lacht).
1522	B2: Doch, es ist 'ne Struktur, weil es ja für uns so im Gehirn auch schon wieder eingetragen ist, dass Holz eine Struktur hat. Und somit ist das eine Musterung des Holzes... (unterbrochen).
1523	B1: Joa, ich find da kann man das Struktur... also wenn man sich 'n bisschen mit Holz auskennt, weiß man ja das Holz halt...(unterbrochen)

1524	B2: Immer so 'ne Struktur hat.
1525	B1: Ja, beziehungsweise... oh, ich hatte gerade ein Wort, hm (überlappend) die Faserung. Heißt das bei Holz Faserung? Dass das ist... also, wissen Sie, was wir meinen?
1526	I: Du meinst Maserung?
1527	B1: hm (überlegend).
1528	B2: Nicht ganz. Maserung ist das doch von 'nem Wurm oder nicht? Wenn der Wurm sich so durchfrisst, ist es doch...
1529	B1: Nein, ich meinte schon die einzelnen Fasern (überlappend).
1530	B2: Fasern.
1531	B1: hm (bejahend).
1532	I: Ach, du meinst, wenn man Holz schlägt...
1533	B2: Die Ringe, diese Jahresringe (überlappend)
1534	B1: Ich weiß gar nicht genau, was ich meine. Aber, dass allgemein Holz ja schon... wenn man jetzt Bio könnte... (lacht) schon aus... man könnte ja auch im Prinzip sagen, dass jedes Lebewesen irgendwie strukturiert aufgebaut beziehungsweise angeordnet ist. Und ein Baum ist ja auch eine Pflanze und somit ein Lebewesen und so auch strukturiert... ob man die Struktur jetzt hier auf den ersten Blick erkennt, beziehungsweise hinterfragt, was die Struktur ist... auf der einen Seite, würd ich sagen: Ja! Weils natürlich wieder eine bestimmte Anordnung hat, wies aufgebaut ist, aber auf der anderen Seite würde ich sagen: Nein, weil hier... also... ich glaub, sowas können auch nur Menschen sagen: Dass hier keine Regelmäßigkeit oder kein genaues Muster aufm Tisch zu erkennen ist. Also, das ist halt wieder so die Frage, wie mans sehen möchte... (überlappend).
1535	I: Also hier keine Struktur?
1536	B2: Ist kein sofort erkennbares Muster.
1537	B1: hm (bejahend).
1538	B2: Aber, wenn man sich länger damit beschäftigen würde... (überlappend).
1539	I: (unv.).
1540	B1: Das ist dasselbe bei dem im Prinzip, bei Bild 5.
1541	B2: Obwohl, das hat ja wieder... also es ist nirgendwo jetzt überdimensionales, großes Loch in dem Moment und... auf diesem Bild...
1542	I: Also jetzt bei Bild 5?
1543	B2: Genau, das hat...
1544	B1: Das sieht ganz regelmäßig aus.
1545	B2: ... das ist schon... für fürs Gehirn ist es wieder regelmäßig, weils alles nur Linien sind.
1546	I: hm (überlegend) und was ist jetzt der Unterschied zwischen diesem Bild und

	der Maserung hier von Tisch.
1547	B1: Ich würde sagen, dass auf dem Bild noch eine genauere Anordnung beziehungsweise eine sich regelmäßigerer... ne, eine regelmäßigere Wiederholung oder eine Anordnung des Musters ist.
1548	I: Und wenn ich mich ganz weit hier von dem Tisch entfernen, dass ich das... die Kleinigkeiten gar nicht mehr so sehe. Ist das dann 'ne Struktur geworden?
1549	B2: Nein.
1550	I: Immer noch nicht?
1551	B1: Die Struktur ist ja trotzdem vorhanden, auch wenn man sie nicht direkt sieht.
1552	B2: Also letztlich ist immer 'ne Struktur vorhanden. Also (unv.) ein Unterschied, wenn man ein Buch aufschlägt, ist es immer nach einer Struktur aufgebaut. Es hat immer 'n Kapitel vorne, Seitenzahlen und so weiter und so fort. Aber, wenn man sich mit (lacht) Holz oder Bäumen auskennen und sich damit beschäftigt hat oder das studiert hat oder was auch immer... man kann das bestimmt auch studieren... ähm findet man natürlich schneller, als wir jetzt, 'ne Struktur oder 'ne Regelmäßigkeit oder 'ne Gleichmäßigkeit oder...
1553	B1: hm (bejahend).
1554	B2: Weiß ich nicht.
1555	I: Ok.
1556	B2: Also jeder würde, also... kommt drauf an, wie sehr man da jetzt das Auge für spezialisiert hat oder wo man jetzt den... Sicht oder Punkt drauflegt.
1557	I: Klingt kompliziert.
1558	B2: Ist es.
1559	I: Zusammenfassend: Was muss gegeben sein... versucht mal kurz zusammenzufassen: was muss gegeben sein, damit sagen kann: Mensch, das ist ne Struktur.
1560	B1: Ich finde, man kann das wieder unterscheiden, einmal ins Regelmäßige und einmal ins Unregelmäßige. Und ich finde, wir sollten das Wort "Gleichmäßigkeit" und "Anordnung" irgendwie verwenden. Dass eine Struktur, entweder etwas Regelmäßiges oder etwas Unregelmäßiges sein kann, das man selber auch interpretieren kann, wenn etwas strukturiert ist. Das ist ein Wieder... wiedererkennbar. Das ist ganz gut vielleicht.
1561	B2: Ja, und das ist wieder... also letztlich ist das ja eine Struktur oder fürs Gehirn wird gesagt, es ist eine Struktur, wenn etwas wieder auftritt. Und hier tritt...also letztlich tritt ja überall irgendwas wieder auf.
1562	B1: Ja, oder wenn man einer Musterung erkennt.
1563	B2: Ja. Ein Muster, in dem was wieder auftritt. Also es ist immer wieder ein... etwas Wiederholendes.
1564	B1: Kann.
1565	B2: Kann, muss nicht, aber... (überlappend).
1566	B1: Sie sehen, es ist...

1567	I: Ihr habt ja gerade gesagt...(unterbrochen)
1568	B2: nichts Austretendes.
1569	I: ... es muss unregelmäßig oder regelmäßig sein. Aber ist nicht alles auf der Welt entweder unregelmäßig oder regelmäßig?
1570	B2: Ja. Und es hat trotzdem alles 'ne Struktur. Also, ich weiß nicht, ob Sie mir ein Beispiel nennen können, was unstrukturiert ist oder keine Struktur hat.
1571	I: Wie wärs zum Beispiel mit einem Kleidungsstück, was einfach nur 'ne Farbe hat.
1572	B2: Das hat auch 'ne Struktur. Die Fasern... das ist ja alles aus der gleichen... gleichen Material.
1573	B1: Deswegen, das ist...
1574	I: Und ruhendes Wasser? Ruhendes Wasser?
1575	B2: Hat auch 'ne Struktur.
1576	I: Warum?
1577	B2: Weil es...(unterbrochen)
1578	B1: Von der Anordnung der Moleküle, oder?
1579	B2: Ja, kommt drauf an, wie man da jetzt das alles interpretiert.
1580	B1: Es kommt wieder drauf an. Wenn man sucht, findet man wahrscheinlich wieder irgendwo was.
1581	B2: Ja (lacht).
1582	I: hm (bejahend). Mal kurz 'n Assoziationstest: Wenn ich Struktur sage, was kommt euch als erstes in den Sinn? Was ist für euch die Struktur schlechthin?
1583	B1: Eigentlich denk ich da zuerst an so drei Sachen. Einmal an eine strukturierte Arbeitsweise, strukturiertes Buch, also irgendwas auf Literatur oder Ähnliches bezogen. Dann tatsächlich auch strukturierten Verkehr oder so, also dass da... Struktur hat vielleicht auch was mit Regeln zu tun. Und als Drittes an ein Muster, das auch irgendwie 'ne schöne Struktur hat.
1584	B2: Ja.
1585	I: Was meinst du mit Regeln?
1586	B1: hm (überlegend) wenn man das jetzt auf den Verkehr bezieht uns sagt, dass ist ein strukturierter Verkehr oder eine strukturierte Kreuzung ähm dass da klare Regeln und somit auch diese Regelmäßigkeit wiedergibt. Das halt... ich will jetzt nicht sagen: "alles korrekt abläuft", das kann man ja so nicht verallgemeinern, aber das (...) hm (überlegend) (lacht) hilf mir mal.
1587	I: Könnte man den Begriff Regeln hier auch irgendwo drauf anwenden.
1588	B1: Regeln klingt immer so hart, aber...
1589	B2: Nicht Regeln, sondern vielleicht 'n Leitfaden oder 'ne Leitlinie oder 'ne Richtlinie, also...

1590	B1: Ja, Richtlinie ist gut.
1591	B2: Auf jeden Fall etwas, an das sich indi... also nicht... so in manchen Fällen indirekt gehalten wird und in manchen Fällen auch ziemlich direkt.
1592	I: hm (bejahend) ok. Richtlinien. Macht das mal an 'nem Beispiel fest an einem Bild. Das kann ich mir noch nicht ganz genau vorstellen. Ok, was ist da jetzt 'ne Richtlinie.
1593	B2: Das sind alles runde Töpfe.
1594	I: Dass es alles runde Töpfe sind? Das wäre die Richtlinie?
1595	B2: Ja, es ist kein quadratischer Topf gewesen.
1596	I: Ok, das ist ja ein von Menschen gemachtes Konstrukt in Bild 11.
1597	B1: Das wollt ich grade sagen, ich glaub das lässt schwer auf die Natur beziehen.
1598	I: Was wäre denn jetzt hier? Was wären da sozusagen Leitfaden, Richtlinien?
1599	B2: Die Wolke.
1600	B1: Dass man eine ähnliche Form in allem erkennt und es damit wie eine Art... na, wir habens jetzt als unregelmäßig eingestuft, aber vielleicht trotzdem eine Art Wiederholung oder Regelmäßigkeit aussehen lässt.
1601	B2: Ja, 'ne Wiederholung. Also etwas Wiederkehrendes.
1602	I: Ok, und gibts da irgendwelche Regeln im Hintergrund, die man sich vorstellen könnte?
1603	B1: Ne, eben nicht, deswegen das... also wenn man jetzt eine Struktur auf etwas bezieht, dass ein Mensch...(unterbrochen)
1604	B2: Also Regeln ist definitiv von Menschen gemacht.
1605	B1: hm (bejahend)... dass sich das auf die Natur so übertragen lässt, dass da eine Regel hintersteckt.
1606	I: Was ist denn damit, wenn ich diesen Deckel fallen lasse.
1607	B1: Ja klar, Schwerkraftgesetz und so...
1608	I: Ist das 'ne Regel?
1609	B1: Ja, wie man sagt so, auf der einen Seite sehe ich da jetzt nicht, aber auf der anderen Seite könnte man das jetzt ja hinterfragen freiem Fall und... da steht ja schon das Gesetz der Schwerkraft und so hinter.
1610	B2: Ja.
1611	I: Ok, aber es 'n... wäre es für dich 'ne Regel oder nicht? Oder wie würdest du es nennen, dass etwas nach unten fällt.
1612	B1: Eigentlich nicht, aber jetzt könntet man wieder sagen, der Mensch hatte eine Regel entdeckt, eingeführt... wie mans auch immer nennt oder beschreiben möchte...
1613	B2: Ja, er hat etwas benannt. Er hat dem Ganzen einen Namen gegeben und gesagt, so ist das jetzt.

1614	B1: Ne, so wars ja schon vorher. Er hats nur rausgefunden, dass es so ist.
1615	I: Ok.
1616	B2: Ja gut, aber er hat gesagt: So heißt das Ding jetzt.
1617	I: Wie heißt welches Ding?
1618	B2: Das heißt jetzt Schwerkraft.
1619	I: hm (bejahend).
1620	B1: Dass es so ist, wies ist.
1621	I: Aber vorher kannte er es ja auch schon.
1622	B2: Ja, vorher wars da, aber es war nicht benannt (überlappend).
1623	B1: Aber dann gabs eine Definition.
1624	I: Aber ist das dann 'ne Regel? Dass etwas immer nach unten fällt zum Beispiel.
1625	B1: Eigentlich schon.
1626	B2: Es fällt ja nicht nach oben. Außer du drehst. Und du stellst dich aufm Kopf.
1627	B1: Eigentlich schon.
1628	I: Und, ok hier fällt was nach unten, alles fällt nach unten, 'ne? Aber welche Regeln gibt's hier (zeigt auf Fotos)?
1629	B1: Naja, es ist... das kann man ja jetzt tiefgründig hinterfragen und beispielsweise wieder die Anordnung der Moleküle nennen, die wir ja jetzt egal in welcher Form...
1630	B2: Ja.
1631	B2: ... in jeder Wolke gleich sein.
1632	I: Stelln wir das mal einen Moment zurück. Ich würde gerne noch einmal auf eure Arbeit in der Werbeagentur zu sprechen können.
1633	B1: (lacht).
1634	B2: (lacht).
1635	I: Und ich würde mir wünschen, dass ihr nochmal so in 5 Minuten oder so ein Logo macht für Struktur.
1636	B2: Das geht? Das ist jetzt ja aber was anderes.
1637	B1: Dürfen wir das auf die Rückseite da machen? Also Papier sparen?
1638	I: Selbstverständlich.
1639	B1: Das findet mein Öko-Herz...
1640	I: Ah, deswegen warst du auch so erfreut wegen der Katjes?
1641	B2: Ja, die sind veggie.
1642	B1: Die sind sogar vegan.

1643	B2: Und lecker.
1644	B1: Deswegen muss die Heizung auch nicht zwingen an, ich hab eine Jacke (unv.).
1645	I: Spürst du schon?
1646	B2: Nein (lacht).
1647	B1: Ne, aber so allgemein, ich bin so der "ich zieh mir lieber ganz viel an als einmal die Heizung anzumachen"-Typ.
1648	I: Ich stell sie wieder ein bisschen runter.
1649	B1: Danke. So schlimm ist es auch nicht. Also...
1650	I: So.
1651	B1: Danke. Struktur, ne?
1652	B2: hm (bejahend).
1653	B1: Oh Gott, das ist ja ein langes Wort (...) Schreibt man Struktur mit "ck"?
1654	I: Ne.
1655	B1: (lacht) Das sah falsch aus mit "k", Struk... ach ne, doch nicht (...) dürfen wir schon abgeben?
1656	I: Ja (...) fang mal mit deinem Bild an.
1657	B1: hm (bejahend).
1658	I: Begründe mal dein Logo.
1659	B1: ähm, ich hab eine Mauer gemalt, da sich das Wort... und darauf einfach das Wort "Struktur" geschrieben. ähm, ich dachte, dass die Mauer sehr gut passt, weil in der Regel eine Mauer auch regelmäßig angeordnet ist und wir hatten ja gerade schon benannt, dass es einmal Struktur im Sinne von Regelmäßigkeit und Unregelmäßigkeit gibt, aber dass man das... wenn man das Wort das erste Mal hört, denk ich schon an eine Regelmäßigkeit irgendwie. Und ich hatte zuerst überlegt, auch ein Muster zu malen, aber ich kann leider nicht so gut malen, deswegen find ich die Mauer auch passend, dass man da trotzdem die Regelmäßigkeit der Anordnung einer Struktur erkennt.
1660	I: hm (bejahend) ich hab 'ne Frage, du hast gesprochen, du wolltest Muster malen...
1661	B1: hm (bejahend).
1662	I: ... hast das aber nicht gemacht.
1663	B1: hm (bejahend).
1664	I: Was ist denn der Unterschied zwischen 'nem Muster und 'ner Struktur? Für dich.
1665	B1: hm(überlegend) eigentlich würd ich sagen, dass es fast dasselbe ist, irgendwo. Dass man etwas wiedererkennt, hatt wir ja gerade schon definiert... oder gegebenenfalls eine Regelmäßigkeit.

1666	I: Also würdest du sagen, es gibt doch keinen Unterschied?
1667	B1: Wo jetzt?
1668	I: Zwischen Muster und Struktur? Oder gibt es einen?
1669	B1: Ja, das Wort Muster lässt sich ja einmal, wenn man im Sinne das Wort Muster von 'nem Mandala hat, dass da irgendwie 'n Muster ist und einmal das Wort Muster, dass das eine Art... ja, doch... hm(überlegend)... ja, halt im Sinne von Struktur, dass man halt eine klare Linie, sag ich mal, hat.
1670	I: Wäre das Muster von 'nem Manadala für dich keine Struktur?
1671	B1: Doch, aber ich finde das Wort lässt sich auf zwei Weisen so 'n bisschen interpretieren.
1672	I: Und auf welcher Weise unterscheidet es sich von Strukturen?
1673	B1: Das Wort Muster jetzt?
1674	I: hm (bejahend). Da sagst zwei Weisen und auf einer scheint es sich von Struktur zu unterscheiden.
1675	B1: Ne, eigentlich gar nicht mal so. Ich find, eigentlich unterscheidet sich das gar nicht, wenn man drüber nachdenkt so.
1676	I: Ok.
1677	B1: Reicht das (lacht).
1678	I: Ja, du hast wieder was Schönes gemalt, sozusagen.
1679	B2: Naja, das ist... mittendrin ist sozusagen einfach 'ne bestimmte Struktur.
1680	I: Ja.
1681	B2: Und außen rum ist das gleiche Muster, also es sind jeweils, links und rechts - fünf Balken, die aber mit den gleichen Farben angemalt sind auf beiden Seiten. Und auch in der gleichen Reihenfolge. Und oben und unten ist das war ja das... einmal eingerahmt mit rot, also zwei roten Balken. Und auch darüber einfach weiß. Aber alles ist gleichbleibend, also in der gleichen Struktur, gleiche Größe und so weiter und sofort.
1682	I: Ja, aber dieser Strich doch hier, der ist jetzt etwas länger als der da.
1683	B2: Das ist nur ange...
1684	B1: deutet.
1685	B2: ...deutet.
1686	I: Das heißt, es ist.. (unterbrochen).
1687	B2: Das wäre noch nicht fertig.
1688	I: Ich frag mich grade, bis zu welchem Grad ist noch 'ne Struktur. Das merkste, ne? Was ist wenn man... also wenn man... (unterbrochen).
1689	B2: Ja, es ist letztlich 'ne Struktur.
1690	B1: Das ist wieder 'ne Interpretationssache ja, wie man das hinterfragen möchte

	(überlappend).
1691	B2: Wenn man beides jetzt ganz klein machen würde, wärs immer noch 'ne Struktur.
1692	I: Und wenn man eins ganz klein macht?
1693	B2: Es ist angedeutet, dass es genau die gleiche Farbe hat.
1694	I: Ah, das heißt, du hast 'ne gewisse Toleranz hast, weil du das angedeutet...
1695	B2: Joa.
1696	I: Und, wenn ich jetzt hier... du sagst, wichtig ist die richtige Reihenfolge. Was ist denn, wenn ich jetzt hier die... die Farben umtausche.
1697	B2: Dann ist eine unregelmäßige Struktur.
1698	B1: Wobei man das dann wieder darauf beziehen könnte... wenn man die Farben weglässt, hat es ja immer noch die Form.
1699	B2: Ja.
1700	B1: Also, das ist wieder, wie man das hinterfragen möchte.
1701	B2: Genau, das ist die Interpretationssache.
1702	I: Gut, danke. So, was wäre denn für euch das Gegenteil von einer Strukturbildung zum Beispiel?
1703	B1: hm (überlegend). Man kann jetzt ja schlecht sagen, was Unregelmäßiges. Das ist... vielleicht lässt sich das Wort Zufall da ganz gut mit reinbringen.
1704	B2: Joa.
1705	B1: Denn wir hatten ja gesagt, auch etwas Unregelmäßiges kann ja trotzdem irgendwo eine Struktur haben. Vielleicht ist deswegen das Wort Zufall da irgendwie ganz gut.
1706	B2: Also 'ne zufällige Anordnung und Zuordnung von zufälligen und... irrelevant, obs unterschiedlich oder gleich ist... ähm Gegenständen.
1707	I: Wie ist 'n das hier mit dem Bild, ich glaube das ist Bild 5, das hatten wir schon häufiger mal.
1708	B2: (lacht) nicht mehr da.
1709	I: Den Schlick vom Watt. Oh da! Das liegt hier noch mit.
1710	B2: (lacht).
1711	I: Ist das zufällig?
1712	B1: Ja. Das Wasser hat sich ja da nicht gedacht: Jo, so hätt ichs gern, sondern...
1713	I: Das ist zufällig?
1714	B2: Aber es ist... Jein. Das ist 'ne zufällige Anordnung mit dem gleichen Material.
1715	B1: Was? Achso.
1716	B2: Auf gleicher Ebene.

1717	I: Moment, da ist doch, glaub ich, jetzt 'n Widerspruch. Gerade eben wurde gesagt, dass Gegenteil von einer Struktur ist Zufall. Jetzt sagt man, bei Bild 5, das ist ein Zufall. Aber wir haben ja gesagt, das ist 'ne Struktur.
1718	B2: Naja, der Zufall muss auf allen Ebenen sein und nicht nur auf einer.
1719	I: Das versteh ich noch nicht ganz. Kannst du das nochmal genauer erklären?
1720	B2: Letztlich eine zufällige Anordnung oder Zuordnung von Gegenständen, Farbe oder sowieso... Strö... also Farbe... oder was ist, egal.
1721	B1: Ich glaub, Struktur ist es, wenn man irgendetwas wiedererkennt und hier erkennt man ja was wieder.
1722	B2: Genau, also wenn man da jetzt einfach nur... sagen...ich weiß nicht mal... kann man das betiteln. Also ganz stumpf irgendwas, irgendwas nicht Gleiches nebeneinanderstellen würde, aber nur einmal, sodass es nicht wiederkehrend ist.
1723	I: Mach mal ein Beispiel.
1724	B1: Jetzt hätten wir ja wieder, dass er irgendwie die Anordnung der Moleküle auch mal eine Struktur hat (unterbrochen).
1725	B2: Also, man kann kein Beispiel machen, weil... (unterbrochen).
1726	B1: Ich glaub auch, dass es schwierig ist, irgendwas zu finden, denn wenn man sucht, findet man halt wieder überall...
1727	B2: Wenn man jetzt sagen würde, man stellt jetzt 'ne Gießkanne und so 'n komischen Engel nebeneinander. Das hat ja keine... sofort auf den ersten Blick... 'ne Struktur. Wenn man jetzt aber tiefer gehen würde, kann man wiederum sagen: Moleküle oder was auch immer... oder obwohl in der Hinsicht hätten die beiden Gegenstände... die beiden Gegenstände keine Struktur zueinander. Jedes für sich hat, hätte 'ne Struktur, aber zueinander hätten sie keine.
1728	I: Achso. Ahja. Das ist ja noch 'n neuer Gedanke, dass man die Ebenen unterscheidet...
1729	B2: Ja.
1730	I: ... oder wie kann ich das verstehen?
1731	B2: Ja, ja.
1732	I: Und das heißt: Was würde man als möglichst passendes Gegenteil jetzt von Struktur benennen, von Strukturbildung oder so?
1733	B1: Ich würd mal sagen, keine Wiedererkennung oder Vergleichbarkeit vielleicht.
1734	B2: Ja.
1735	I: Dann lass ichs einfach mal so stehen. Ist ja auch mal angenehm, ne?
1736	B2: Ja.
1737	I: ähm noch Synonyme, die euch einfallen für Struktur.
1738	B1: Halt Muster.

1739	I: hm (bejahend).
1740	B2: hm (überlegend). Ich weiß nicht, ob ich sagen würde Ähnlichkeit. Dass ist ähnlich zueinander und somit eine Ähnlich... oder man benutzt ähnlich, um etwas zu beschreiben... (überlappend).
1741	B1: Vielleicht Aufbau?
1742	B2: ... was 'ne Vergleichbarkeit hat.
1743	I: Ähnlich zu wem?
1744	B2: Ähnlich zu dem gegenüberstehenden... was man vergleicht.
1745	I: Mach mal 'n Beispiel.
1746	B2: Zwei Menschen sind ähnlich zueinander, wenn sie zum Beispiel die gleiche Haarfarbe, Augenfarbe und Hautfarbe haben und gleich groß sind, oder so weiter und sofort.
1747	I: Ok. Also zwei verschiedene Sachen, die ähnlich zueinander sind. Zum Beispiel zwei von diesen Romanesco, ne?
1748	B2: Ja.
1749	B1: hm (bejahend).
1750	I: Nehm ich mal einen mit. Ist immer noch 'ne Struktur.
1751	B2: Ja, für sich.
1752	I: Wozu ist der denn dann ähnlich?
1753	B2: Der ist...
1754	B1: Das hat eine Wiedererkennung, dass man (unterbrochen).
1755	B2: Genau, das ist die in sich wiedererkennende Struktur. Also der ist ja nicht nur einfach grün.
1756	I: hm (bejahend).
1757	B1: Das ist halt auch 'ne... ich würd deswegen das Wort Aufbau vielleicht mit reinwerfen.
1758	I: Ok, kannst du das noch 'n bisschen näher ausführen?
1759	B1: Ja, also das ist halt, wie gesagt... wenn man das hinterfragt, das irgendwo eine Wiedererkennung ist, von der, gegebenenfalls Anordnung, von etwas oder von einer Ähnlichkeit. Welches Wort hatte ich jetzt?
1760	I: Aufbau.
1761	B1: Aufbau, ja richtig (lacht). ähm das ist ja bei diesem Gemüse ähnlich aufgebaut, also dass da halt schon Unterschiede sind, dass es unregelmäßig. Dass ja kein, ich nenns mal, Huggel so aussah wieder der andere.
1762	I: hm (bejahend).
1763	B1: Aber dass es trotzdem ähnlich aufgebaut ist. Dass die im Prinzip schon alle hervorstechen dadurch, dass es halt Hügel sind und solche kleinen Punkte, glaub

	ich, noch hatten.
1764	B2: Ja.
1765	B1: Und dadurch sind sie ja schon ähnlich aufgebaut.
1766	B2: Also jede vorkommende... also ein vorkommendes Motiv wird wiederholt.
1767	I: hm (bejahend). Jetzt kommt sozusagen die schwierigste Aufgabe am Ende. Wie würdest du jemandem anderen erklären, der nachfragt, was eine Strukturbildung ist? Oder wie würdet ihr eine Strukturbildung definieren?
1768	B2: Also, in sich ist es ja eine ähnliche Anordnung von... auf verschiedenen Ebenen in Form, Material... also auch wieder in verschiedenen Ebenen... zueinander ähnlich in sich und zu anderen.
1769	B1: hm (bejahend).
1770	I: Stimmst du zu oder möchtest du noch etwas hinzufügen?
1771	B1: Ja, halt wie gesagt, dass man einmal, dass es eine Wiedererkennung ja irgendwo ist, wenn man da...
1772	B2: Also 'ne wiedererkennbare Ähnlichkeit.
1773	B1: Ja, das würd ich vielleicht noch mit reinbringen.
1774	I: Ich find das ganz interessant, dass ihr von Wiedererkennung spricht, weil das enthebt das ja so 'n bisschen dem Objekt selbst, sondern da ist auch derjenige dabei, der... oder derjenige wichtig, der überhaupt erkennt.
1775	B1: Ja, deswegen. Das ist auch wieder so 'n bisschen so 'ne eigene Interpretationsgeschichte. Wenn man das sehen möchte, wie sehr man es hinterfragen möchte, wie tief man da gehen möchte.
1776	I: hm (überlegend).
1777	B1: Dass es deswegen auch da schwierig ist, 'ne Defintion zu finden.
1778	I: Stimmt. So, der letzte Abschnitt beschäftigt sich grad eben, wie auch bei den Strömungen, mit einer Entstehung. Ich würde gerne mehr darüber wissen - und das ist auch wieder 'ne Überleitung für das nächste Interview...
1779	B1: hm (bejahend).
1780	I: ...mehr darüber wissen, wie kommt es eigentlich zu diesen Strukturen, die man da sieht. Vor allen Dingen interessiere ich mich bei den Wolken... frag ich mich jedes mal: Sozusagen die Moleküle oder was auch immer, die sich da bewegen: Woher weiß denn das eine, dass es da bleiben muss und dass am Ende die Struktur gebildet wird? Das kann man ja für ganz verschiedene - für die menschengemachten nicht - aber für die anderen kann man das ja auch festlegen. Aber gerade bei dem Beispiel: Wie kommt es zu dieser Struktur? Was meint ihr? Wir würdet ihr euch das erklären?
1781	B1: Vielleicht hat das auch irgendwie was mit Luftdruck zu tun? In welcher Form die dann genau sind? Vielleicht auch mit der Anzahl oder Vielfalt beziehungsweise ich könnt mir vorstellen, dass da auch Temperatur mit reinspielt, wie sehr sich eine Wolke ausdehnt oder entsteht oder wie auch immer.

1782	I: hm (bejahend).
1783	B1: Oder auch mit Wind vielleicht ganz einfach (überlappend).
1784	B2: Ja, das ist wiedder Verbindung verschiedener Moleküle zueinander.
1785	I: Das heißt, der Wind ist dann so wie diese Form fliegt gerade oder wie?
1786	B2: Nein, der ist ein Umwelteinfluss.
1787	B1: hm (bejahend). Das klingt gut.
1788	I: Aber wieso kommt es dann zu dieser Struktur, dass die Wolken solche Nocken bilden?
1789	B1: Ich glaub, dass war in dem Fall... jetzt hat da bestimmt noch der Zufall mit reingespielt, beziehungsweise... ist das Bild überhaupt echt?
1790	I: Das Bild ist tatsächlich echt, ja.
1791	B2: (lacht).
1792	I: Das nennt man Kelvin-Helmholtz-Instabilitäten.
1793	B1: hm.
1794	I: Das ist der Begriff dafür.
1795	B2: Also ich weiß nicht, ob man sagen könnte, da... also befindet sich irgendwie 'n Unterdruck oder so.
1796	B1: Vielleicht halt, wie gesagt, mit Temperatur, dass da irgendwie durch die Bäume oder so (lacht).
1797	B2: Ja, und auch...
1798	I: Ja gut, aber die Bäume sind ja anders angeordnet.
1799	B1: Ja, deswegen das hab ich auch gerade...
1800	B2: Also es hängt auf jeden Fall irgendwie miteinander zusammen, aber man kann nicht sagen jetzt wie.
1801	I: Gehen wir mal von Bild Nummer 9 zu Bild Nummer 5 über. Das ist ja so ähnlich. Vielleicht kann man da 'n bisschen was besser anfangen, weil Luft kann man ja nicht sagen, das ist dann immer so 'n bisschen schwierig. Hier hat mans ja mit Wasser zu tun gehabt.
1802	B1: Ja
1803	I: Jetzt frag ich mich hier, warum... hier sind ja so Sandanhäufungen und hier nicht... warum liegen die so wie sie liegen? Warum ist das nicht einfach irgendwie alles glatt? Warum kommt es zu diesem Muster?
1804	B2: Ich würd nicht sagen, dass hat wieder mit der Dichte zu su... äh zusammen.
1805	B1: zu tun!
1806	B2: zu tun (lacht), sondern, ich weiß nicht, aber auf jeden Fall hat es mit der... mit dem Aufbau dieses, in dem Moment, Sandes an der Position zu tun. Wenn der dicker ist, ist er schwerer zu verdrängen vom Wasser.

1807	I: hm (bejahend).
1808	B2: Vielleicht hat es irgendwo auch was mit der Geschwindigkeit des Wassers zu tun. Dass das Wasser, wenns auf so einen... auf eine Sanderhöhung stößt, ja an Geschwindigkeit verliert und das dadurch vielleicht mitge-(unv.) ist.
1809	I: Und warum ergibt sich dann dieses Muster?
1810	B1: Ja, das ist grad noch (lacht)...
1811	B2: Also es bahnt sich ja so seinen Weg. Und äh verdrängt den Sand, fräst sich da so durch. Und der verdrängte Sand muss ja irgendwo hin
1812	I: Aber warum in dieser Form.
1813	B2: Ja, der läuft ja nicht so, das Wasser läuft ja nicht so, sondern in die Richtung.
1814	B1: Ich glaub einfach dadurch, dass Wasser, ich nenns mal, flexibel oder beweglich ist (...) vielleicht wenn das Wasser schon eine bestimmte Richtung hat, ich sag mal, wenn es jetzt fließt, prallt es vielleicht 'n bisschen auf so 'n Sand und weiter und formt das dadurch so, dass es halt... beziehungsweise der Sand ist ja... der ist bestimmte schwerer als das Wasser, oder?
1815	I: Ja.
1816	B2: Ja.
1817	I: Viel, viel dichter.
1818	B1: Ja, deswegen.
1819	I: Ok, ich kann mir das vorstellen, also: Da ist jetzt Sand... (überlappend)
1820	B2: Also, das ist ja 'n Sand-Wasser-Gemisch.
1821	B1: Ja, eben.
1822	I: Ja ok, aber deine Erklärung:
1823	B1: hm (bejahend).
1824	I: Da kommt jetzt Wasser und da liegt Sand.
1825	B1: hm (bejahend).
1826	I: Und was passiert? Versuch mal möglichst kleinschrittig so schrittweise zu erzählen, was passiert.
1827	B1: Das Wasser würde auf den Sand treffen und ich würd fast behaupten, dass erstmal nicht so viel passiert. Also, es kommt drauf an, wie viel Wasser, mit Geschwindigkeit...
1828	I: Ok.
1829	B1: Vielleicht spielt da auch Temperatur wieder 'n bisschen rein, das weiß ich nicht genau... ne, ich glaub eher nicht. Und wenn nur ein ganz bisschen Wasser darauf tritt, würde der Sand das Wasser ja sogar aufnehmen. Aber wenn man jetzt von einer größeren Menge Wasser ausgeht, also mehr als der Sand...
1830	I: Ja?

1831	B1: ähm dann verformt sich der Sand ja da durch die Kraft beziehungsweise Menge des Wasser.
1832	I: hm (bejahend).
1833	B1: Einfach dadurch, dass Wasser mit einer bestimmten Geschwindigkeit darauf trifft. Würde ich so sagen.
1834	I: Und woher weiß der Sand denn, dass er sich immer so außen an... anhäufen muss, auf so kleinen Flächen...
1835	B2: Das weiß er nicht.
1836	I: ... so kleinen Flächen. Ja, wie kommt das dazu?
1837	B2: Zufall.
1838	I: Wie ist das denn hiermit? Ist das auch Zufall bei Bild Nummer 7.
1839	B1: Irgendwo ja schon.
1840	I: Aber warum? Zum Beispiel warum ist es hier so? Hier flie... hier sind die Wolken. Alle so ziemlich wirrwar hier so 'n bisschen da, da sind Striche so... und jetzt hat man einen bestimmten Bereich, wo sich diese Wirbel ausbilden. Also solche Strukturen hier. Warum? Was ist da los?
1841	B1: hm (überlegend).
1842	B2: Kann man da vielleicht auch wieder sagen: Heiß, kalt oder...
1843	B1: hm (bejahend).
1844	B2: Also da ist auf jeden Fall ein... (unterbrochen).
1845	B1: Halt, dass da verschiedene Aspekte... entschuldige... Umwelteinflüsse mit reinspielen wieder, wie halt beispielsweise Temperatur oder Geschwindigkeit von... etwas beeinflussen.
1846	I: Und hier sind ja aber auch Einflüsse von Temperatur und Geschwindigkeit, warum wirken die sich da anders aus? (überlappend).
1847	B1: Aber die stehen nicht in so 'nem starken Kontrast vielleicht oder nicht so stark, intensiv.
1848	I: Aber damit sichs dreht, müsste ja sehr, sehr, sehr viel zusammenkommen, dass sich das dann genau in dieser Art und Weise bewegt, oder nicht?
1849	B1: Das ist dann 'n Zufall, dass es da einfach aufeinandertrifft so viel.
1850	I: Was trifft da aufeinander?
1851	B1: Diese starke Ballung von... in dem Fall ist es heiß und kalt oder warm und kalt.
1852	I: Ok, heiß und kalt kommt aufeinander. Und wie geht's dann weiter? Dann dreht sich das?
1853	B1: hm (überlegend). Ne, das Ding ist ja, dass kalte Luft schwerer ist als warme Luft beziehungsweise warme Luft nach oben steigt und...
1854	I: Ok, wir haben die warme Luft...

1855	B1: ... und wenn man jetzt davon ausgeht, dass die aufeinandertreffen, ich meine, dann, ich nenns jetzt mal, vermischen die sich, weil die warme Luft ja trotzdem nach oben möchte und, ich glaub, dadurch entsteht irgendwie dann Wind.
1856	I: Und was passiert beim Vermischen?
1857	B2: Da ist wieder ein Energieaustausch.
1858	B1: Ja, ich glaub nämlich auch, dass da wieder 'n Energieaustausch ist.
1859	I: Und was passiert dann?
1860	B2: Es entsteht Reibung (unv.) entsteht ja auch Reibung.
1861	B1: Entsteht nicht sogar neue Energie vielleicht?
1862	B2: Ja.
1863	B1: In Form von dem Wind dann vielleicht?
1864	I: Neue Energie?
1865	B1: Ne, aber... (überlappend).
1866	B2: Beziehungsweise erneuerte...
1867	I: Meinst du umgewandelte?
1868	B1: Ja. Das klingt besser.
1869	I: Von was in was?
1870	B2: Das ist die andere Frage.
1871	B1: von der heißen und der kalten Luft in die...
1872	B2: Vielleicht von Lageenergie in... nicht-Lageenergie... weiß ich nicht.
1873	B1: Lädt sich da auch irgendwas auf? Ne, nää?
1874	I: Wie kommt es denn dazu, zu dieser Romanesco-Struktur im Bild 23?
1875	B2: Haben die... die brauchen ja irgendwas... also die brauchen ja irgendwie 'n Bauplan, wie wir Menschen ja unsere DNA haben.
1876	I: Ok.
1877	B2: Da ist das drin. Das ist einfach so.
1878	I: hm (hinnehmend).
1879	B1: Es ist im Laufe der Zeit so entstanden.
1880	I: Aber zum Beispiel das hier: Da gibts ja keine DNA und trotzdem hat man hier 'ne Struktur in Bild 20.
1881	B2: Da bahnt sich wieder das Wasser.
1882	I: Wie bitte?
1883	B2: Das ist... liegt wieder an der Dichte des Wassers mit dem Wasser-Schlick-Gemisch.

1884	I: Ich frag mich immer, wenn das Wasser jetzt kommt, dann würd... hätte ich immer gedacht, jetzt wird der gesamte Sand, weil überall fließt ja Wasser... wird der gesamte Sand hier hingeschoben.
1885	B2: Jein.
1886	I: Warum macht das diese Linien? Das ist komisch.
1887	B2: Weil es an manchen Stellen extremer verdrängt wird als an anderen.
1888	I: Und wieso? Ist das Wasser nicht überall gleich, das ankommt?
1889	B2: Ja, das ankommt schon, aber der Sand ist ja nicht überall nicht gleich, der kann ja an einigen Stellen...
1890	B1: ...fester zusammengedrückt sein oder feinkörniger, grobkörniger als anderen. Das sind wahrscheinlich nur so minimale Unterschiede. Aber dadurch sind das halt die Unterschiede.
1891	B2: Genau.
1892	I: Ok. Das... können wir da mal dranbleiben. Also, ihr habt gesagt, der Sand ist jetzt überall nicht gleich... (überlappend).
1893	B1: Sand sind ja kleine Steine also... (überlappend)
1894	I: ... obwohl das so aussieht, ist überall nicht gleich.
1895	B1: hm (bejahend). Wasser ist ja... entschuldigung darf ich Sie unterbrechen?
1896	I: Ja klar.
1897	B1: ...überall gleich aufgebaut mit den Molekülen, aber der Sand ja halt nicht. Sand sind ja ganz kleine Steine. Und es ist ja nicht jeder Stein... sieht ja aus wie der andere... oder jedes Sandkorn wie das andere. Und dadurch... mal sind sie halt auch fester, ich glaub es kommt drauf, wie viel... man kennt das ja, wenn Sand nass ist: fühlt er sich ja anders als trockener Sand.
1898	B2: Ja.
1899	B1: Ähm, und dadurch, denk ich auch, wie viel Wasser Sand schon aufgenommen hat...
1900	B2: ... und selber noch aufnehmen kann.
1901	B1: Ja, wie fest er ist, wie grob oder feinkörnig. Jedes einzelne Korn... das ist ja auch wieder Zufall im Prinzip. Und dadurch hängt das dann zusammen, wie sich das Wasser darauf auswirkt oder wie diese Form entsteht.
1902	I: Und kann man das mal an dem Beispiel an dem Beispiel deutlich machen? Also das Wasser fließt jetzt hier so lang, weil...? Warum macht diese... warum fließt das hier so lang und schiebt nicht alles weg?
1903	B2: Weil der Sand an einigen Stellen einfach schon getrockneter war beziehungsweise...
1904	B1: Vielleicht ist er hier auch fester, vielleicht sind zufällig hier 'n paar mehr grobkörnige... und ich glaub, wenn die grobkörnig sind nehmen die auch halt anders Wasser auf als feinkörnige und...

I ANHANG

1905	B2: Aber das hat jetzt...
1906	B1: viele Gründe, die da zusammenspielen...
1907	B2: Ja, ja.
1908	I: Dann würde ich sagen, wir machen dann beim nächsten mal mit so einem passenden Experiment weiter, oder?
1909	B1: Ok.
1910	I: Dann sind wir durch mit dem Interview. Oder möchtet ihr noch irgendetwas hinzufügen?
1911	B1: Nein.
1912	B2: Nein.
1913	I: Gut, dann beende ich das mal eben.

21.2 Transkripte der zweiten Interviewreihe (B)

21.2.1 Interview E1B

- | | |
|---|---|
| 1 | I: Gut. Okay, herzlich Willkommen zum zweiten Interview. Zunächst muss ich halt wieder das gleiche einmal fragen, wegen das..., weil das ja aufgenommen wird. Ob du dich damit ähm einverstanden erklärst. |
| 2 | B: Ja tu ich. |
| 3 | I: Alles klar. Genau, also für unser heutiges Gespräch haben wir eben diese zwei Experimente vorbereitet, die führen wir dann nacheinander gemeinsam auch durch. Ähm, der Ablauf ist hierbei so, dass du äh, dass ich erst einmal erkläre was genau aufgebaut ist, also was für Materialien wir dastehen haben, und dann äh musst du einmal sagen, was du erwartest bei diesem Experiment, was da passieren soll. Und dann sprechen wir auch kurz einmal darüber warum du glaubst, dass das so passiert. Also wieso du da zu dieser Erkenntnis, sage ich mal, kommst. Ähm, dann führen wir das gemeinsam durch, dann sollst du einmal beobachten und währenddessen berichten, was passiert. Also damit wir das auch eben aufgenommen haben, also das einfach währenddessen du dann immer sozusagen erzählst, was wirklich gerade da passiert. Und äh zum Schluss ähm sprechen wir dann einmal noch über deine Erwart... äh also über das, was passiert ist... über was jetzt genau passiert ist, also was du glaubst, was der Grund ist, dass das passiert ist und dann zum Schluss, ganz am Ende, sagen wir nochmal eben... vergleichen wir die Erwartungen mit dem, was wirklich passiert ist einmal. |
| 4 | B: Okay. |
| 5 | I: Ja, aber das kommt dann auch nochmal... wenn wir das alles durchführen, kommt das noch mal <i>step</i> für <i>step</i> , machen wir das noch einmal genau. Also zunächst beginnen wir hier mit diesem großen Kasten, der hier hinten steht. Also das sind so Kunststoffplatten außen und darin ist Leitungswasser. Diese Kunststoffplatten sind hier mit so einer Paste zusammengeklebt, damit das halt nicht rauskommt, also die hat keine Wirkung auf irgendwas, ist einfach nur damit dieses Gestell so hält und da kein Wasser durchläuft. Genau, außen haben wir dann dieses Holz drum gebaut, damit das stabil auch ist und nicht irgendwie sich auseinander beult. Deswegen oben auch nochmal diese Holzplatten. Ähm, auf der rechten Seite haben wir so eine Aquariumheizung. Damit erhitzen wir das Wasser auf der einen Seite und auf der anderen Seite ähm haben wir hier ein Becher stehen und da oben haben wir noch Eis drin äh in dieser Styroporbox, genau, und hier haben wir einmal eben Tinte und mit diesem Tintenbefüller, damit man das da so rein... tröpfchenweise da so rein füllen kann. Genau, ok, stell dir einmal folgenden Ablauf vor: Also ich werde gleich auf der äh linken Seite, also hier, in diesen Becher hier Eis reinfüllen und diesen Becher dann auf der linken Seite positionieren. Drumrum werde ich auch noch ein bisschen Eis machen, damit das auf dieser Seite wirklich kühl ist. Nach kurzer Zeit werde ich dann einmal die Heizung auf der anderen Seite anstellen. Und das heißt, wir haben auf der einen Seite Eis auf der anderen Seite die Heizung. Und dann werde ich ähm nach kurzem Warten wieder – damit man eben das eben wirklich auch einmal gekühlt und einmal erhitzt wurde auf den Seiten – ähm werde ich dann äh Tintentröpfchen an bestimmten Stellen eintropfen. Ok? Alles klar, wenn ich jetzt die Tinte hier hinten bei der Heizung reintropfen werde, was denkst du, wird da passieren mit der Tinte? Oder was könntest du beobachten? |
| 6 | B: Der Tropfen wird sich vermischen mit dem Leitungswasser, also es wird nicht |

	zentriert der Tropfen bleiben, sondern ähm zerfließen.
7	I: Zerfließen. In 'ne bestimmte Richtung zerfließen oder?
8	B: Hm (überlegend), ja, von der Pumpe weg.
9	I: Von der Pumpe wegfließen.
10	B: Äh, Pumpe... von der Heizung.
11	I: Also äh von der Heizung, ja natürlich. Ja ok. Und wenn ich das jetzt auf der anderen Seite mache, also bei dem Was... bei dem Eisbecher, wenn ich da einen Tintentropfen reinmachen werde.
12	B: Wird der relativ lange stabil bleiben als, oder stabil zu sehen sein als Tropfen.
13	I: Okay, einmal da bleibt er sozusagen an seiner Position und auf der anderen Seite fließt er weg. Hast du irgendwie 'ne bestimmte Höhe auch im Sinne, also wird die dann allgemein äh gerade wegfließen oder eher unten oder oben auf... bei der Heizung?
14	B: (Pusten) vermutlich in alle Richtungen.
15	I: Ok, alles klar. Also auf einer Höhe da wird's auf jeden Fall wegfließen und bei dem Eis eher äh so zentriert stehen bleiben.
16	B: Also von der Heizung weg schon, aber nicht unbedingt jetzt in eine Richtung zur Oberfläche oder nur zum Grund. Ich denke, in alle Richtungen.
17	I: Ok. Gibt es sonst noch irgendwas, was du sonst noch erwartest was... oder dazwischen passiert oder ganz unabhängig was ich von dem gesagt habe.
18	B: Ja, ich denke wenn das Wasser auf der rechten Seite wo die Heizung ist warm genug ist, sprich sich das ganze Bassin entsprechend irgendwann erwärmt ähm, dass wir ein... eine Dynamik, ein Fluss reinbekommen werden von der ähm... also 'ne Rotation, sagen wir's mal so, vielleicht vom Wasser.
19	I: Ok, in welche Richtung die Rotation?
20	B: Also von der Heizung rüber zum Kalten und dann wieder zur Heizung.
21	I: Ok, alles klar. Also, dass dann sozusagen von dem Kühlen das Kühle dann auch wieder rüberfließt.
22	B: Das Kühle rübergezogen wird durch das warme Wasser.
23	I: Okay, also oben... dass sozusagen oben irgendwie das Wasser dann das warme Wasser dann rüberzieht und zum Beispiel dann unten halt das Kalte dann rübergedrückt wird oder selbst fließt?
24	B: Joa, (lachen) das ist 'ne gute Frage. Gedrückt wird. Gezogen würde, gesogen gesogen.
25	I: Gezogen, also von der Heizung sozusagen angezogen. Ok, alles klar.
26	B: Ja, durch die durch die durch die Temperaturunterschiede. Mal sehen.
27	I: Hm (bejahend), okay. Ähm, mal eben gucken. Genau, also könntest... (unterbrochen).

- 28 B: Gibt es auch noch mittig einen Tropfen, sagtest du das auch noch?
- 29 I: Ne, also wir machen einmal außen an beiden Dingen gleich einen Tropfen hin.
- 30 B: Ne, okay.
- 31 I: Genau, also könntest du mir dann einmal eben diesen Fluss, den du jetzt sozusagen beschrieben hast, einmal aufzeichnen, wie du dir das dann vorstellst?
- 32 B: Machen wir da mal so die Heizung.
- 33 I: Ok, einmal so sozusagen die Richtung einmal rum.
- 34 B: Hm (überlegend), vermutlich ist es doch genau anders rum. Mal sehen.
- 35 I: Ok, alles klar (lachen).
- 36 B: Also sprich, gut, ok.
- 37 I: Ok, ähm wie kommst du darauf, dass du denkst, dass so etwas passieren wird?
- 38 B: Hm (überlegend), ja durch die Temperaturunterschiede in diesem Milieu, denke ich, wird es zu einem... zu einer Bewegung kommen des Wassers.
- 39 I: Kennst du denn irgendwelche Situationen, wo du das schon mal erlebt hast, gesehen hast, dass du da so 'ne so 'ne Vorstellung von hast?
- 40 B: (Pusten) naja, ich hab ja mal erzählt, dass ich auf Kreta war und dieser kalte Fluss ins Meer gemündet ist, wobei der Fluss selber 'ne starke Strömung hatte, als er ins Meer gemündet ist. Also, dass man jetzt nicht unbedingt sagen kann, das sind die Temperaturunterschiede gewesen, sondern das muss schon selber die Strömung... aber ich weiß aus dem Fernsehen, dass ähm aus ähm tieferen Meeres-schichten oft eben Nahrung nach oben gefördert wird, wenn sich unterschiedliche ähm ja Temp... oder Temperaturunterschiede im Wasser herrschen. Also wenn steil abfallende Klippen oder Felsen im Meer sind, wo dann entsprechend, wie so ein Fahrstuhl, das nährstoffreiche Wasser von unten nach oben befördert wird.
- 41 I: Hm (bejahend), deswegen hast du dann auch diese Zeichnung jetzt so dann gemacht.
- 42 B: Ja. Dass sozusagen hier die Temperatur... also nicht... jetzt haben wir keine Klippen in dem Sinne, kein Gefälle drin, also nichts Mechanisches was stört, sondern einfach der Temperaturunterschied. Vermute ich mal, dass das so abgeht.
- 43 I: Ok, denkst du, dass es dann auch immer so passieren wird?
- 44 B: Ja, also wenn das stimmt, was ich jetzt annehme, denke ich, wird das physikalisch immer so passieren.
- 45 I: Ok (lachen). Alles klar, so dann werden wir das einmal durchführen und du das einmal dann genau beobachtest. Ich lauf einmal eben hier rüber, damit ich hier einmal das Eis mit reinfüllen kann. Ähm, ich mach jetzt einmal hier den Becher rein. Ja muss so ein bisschen... aber dadurch wird er dann auch nicht weggetrieben, sondern bleibt auch an seiner Position und das soll ja auch so sein ja. Wenn er da jetzt noch nicht... So, hier haben wir jetzt das Eis drin, ah der ist kalt. So, ich füll jetzt erstmal in den Becher das Eis rein. Einmal, dass da gut was drin ist. Jetzt versuch ich das hier noch so drumrum... dass es auch wirklich kühl ist. So, also jetzt haben wir in dem Becher das Eis und ein bisschen drumrum das Eis. So, einmal eben hier

	sauber machen. So gut, dann machen wir einmal hier die Eizung... Heizung an. Ich glaube, sie leuchtet, ja.
46	B: Ach da, ok.
47	I: Genau, sieht man hier so 'n bisschen schlechter. Also, hier sollte es jetzt heiß werden, hier ist kühl. Wir können das jetzt einmal eben messen. Ich hoffe, ich weiß, wie das funktioniert. Ah ok (piepen), also hier sind's jetzt 19,1 Grad und wenn ich jetzt hier (piepen) mache ja, okay er reagiert nicht mehr (lachen), (piepen) 22,8 Grad. Also es wird auf jeden Fall wärmer. Genau, so kannst du jetzt schon erstmal was beobachten was du siehst.
48	B: Also das, was du rein gefüllt hast an Eis, ist jetzt schon mal geschmolzen. Das ist, glaub ich, so die erste Erkenntnis.
49	I: Ja alles klar, gut. So jetzt füll ich einmal mit der Pipette hier... kannst auch einfach direkt dann gleich los legen mit beobachten.
50	B: Beschreiben.
51	I: Beschreiben, was du siehst. So ich füll jetzt einmal hier mal einen Wassertropfen ein. Genau, und kannst einmal erzählen, was du jetzt siehst.
52	B: Ja, also der Tropfen sinkt ungefähr ein zum Drittel... oder befindet sich im oberen Drittel des Wasserbassins und fängt jetzt an, ja zu zerfließen. Wird also immer größer der Tropfen. Ähm, die Richtung des Tropfens ist jetzt würde ich vermuten... na, ein bisschen zum rechten Rand, aber ja.
53	I: Ja, zum Beispiel hier oben ne hier siehst du ja auch also...
54	B: Da ja, da muss ich mich ein bisschen kleiner machen. Ja, ne jetzt.
55	I: Guck mal, genau. Kannst sonst auch von oben hier raufgucken hier sieht man das von oben zum Beispiel, wenn du einfach hier oben ganz raufguckst, dann kann man da auch reingucken, dann sieht man halt auch genau.
56	B: Da hast du recht, ah ja, ah da genau. Also das, was ich vermutet habe, tritt ein. Der Tropfen nimmt also Fahrt auf und die Farbe nimmt jetzt Fahrt auf Richtung Eis. Erst ein wenig und der große Tropfen an sich bleibt noch in der Nähe der Heizung, des Heizstabes. Aber die Richtung ist erkennbar, ich denke, bleibts ja...
57	I: Ja, also auf jeden Fall, dass die Tinte nach... noch von oben... also da oben sozusagen langfließt, 'ne? Ok, gucken wir jetzt einmal, wenn ich jetzt auf der anderen Seite was reintropfe, was da passiert. Da hattest du ja gesagt, da bleibt das so. Genau, kannst einmal wieder weitererzählen.
58	B: Genau, also der Tropfen ist drin, sinkt, ja zerfällt jetzt auch, zerfließt auch, aber er sinkt insgesamt tiefer. Also wir haben jetzt schätzungsweise die Hälfte des Bassins erreicht und es ist immer noch relativ... na, relativ ist immer ein blödes Wort... es ist immer noch stark konzentriert die Farbe. Ähm, sinkt weiterhin, also der tiefste Punkt ist jetzt ungefähr ein Drittel vom Boden, würde ich sagen. Sinkt weiter, bleibt immer noch so als ja Gebilde als Tropfen.
59	I: Kannst du auch was hier... was direkt sozusagen an dem Becher passiert, so ein bisschen beschreiben?
60	B: Ah ja, hast recht da ist... da ist ein richtiger Fluss zu sehen, also direkt an der Becherwand außen läuft Farbe also direkt auf den Grund des Bassins und wandert

dann rechtsseitig von mir gesehen zur Heizung. Ja, sehr schön, sieht man ja wunderbar. Ok, ja, während der sonstige Tropfen noch in dem etwas kühleren Wasser so als großer Tropfen, oder als großer Farbfleck jetzt, zu erkennen ist, während also unten am Boden sich die Farbe weiter Richtung Heizung bewegt. Auch so... na, es sieht so wellenförmig aus, könnte man sagen also in Halbkreisen, bedingt durch das... durch die Breite des Bassins. Aber auf jeden Fall ist sie jetzt... wird es schneller, hab ich den Eindruck.

61 I: Dass es sich schneller bewegt?

62 B: Ja, oder dass jetzt mehr Farbe zum Boden sinkt und die Intensität der Farbe sozusagen das jetzt ähm ein bisschen antäuscht, dass es schneller geht, aber ne, ich denke doch... also ob man hier oben was sieht? Hm (überlegend) ne, also ich finde gegenüber dem Anfang ist es etwas schneller geworden. So rechtsseitig (husten) bei der Heizung ist jetzt – (räuspern) Tschuldigung – der Tropfen ja so auf ein Drittel Höhe geblieben und wandert dann aber linksseitig zum Eis mehr zur Oberfläche. Kann man sagen so im oberen... ja kurz unterhalb der Oberfläche. Und während der Tropfen jetzt links immer noch weiter absinkt und wirklich an der Becherwand... das ist wirklich frappierend, wie das geht. Ja, das wäre dann doch vielleicht so dieses Phänomen mit der... mit der Steilwand. Das stimmt schon, das hab ich eben nicht so bedacht, das stimmt. Also das dieser Becher... wenn man sich das als Felsformation vielleicht vorstellen könnte, genau diesen Effekt dann auch im Meer hervorruft.

63 I: Wir können ja jetzt auch noch einmal die Temperatur messen, also ich messe noch mal hier (piepen) hier sind 31 Grad jetzt (piepen) und hier... na, der will schon wieder nicht (piepen), sind jetzt 25 Grad.

64 B: Ok, ist nicht so ein großer Unterschied im Prinzip, aber doch ausreichend.

65 I: Hm (bejahend), ok. Alles klar, gut, dann: wie würdest du das erklären, was da passiert ist?

66 B: Erklären, ja. Wahrscheinlich der Fachbegriff Thermodynamik (lachen). Weiß ich aber zu wenig drüber. Ja, also allein... also die Temperaturunterschiede sind jetzt ausschlaggebend.

67 I: Ok und warum fließt das genauso? Also wir haben ja jetzt gesehen so, wenn wir hier den Tropfen reinmachen, fließt es hier rüber nach oben, also oben rüber. Wenn wir hier den Tropfen reinmachen fällt der Tropfen ganz nach unten und fließt dann da unten rüber.

68 B: Ja es... ich kann's jetzt nicht wissenschaftlich erklären, aber ich nehme an, es hängt auch mit der Dichte zusammen. Wir haben zwar komplett Leitungswasser, das hat eben (pusten), sagen wir mal, die Dichte von eins, wenn wir Wasser nehmen, aber ähm bei 'ner ja... (pusten) beim Temperaturunterschied müsste eigentlich auch die Dichte jetzt... also Eis hat ja 'ne höhere Dichte jetzt als Wasser ähm also das müsste damit reinspielen, aber wie die konkreten Vorgänge jetzt sind, das weiß ich nicht.

69 I: Ja, aber ist schonmal sehr gut auf jeden Fall mit Dichte dann zu argumentieren. Also sagst du, dass dann eben kühleres Wasser eine höhere Dichte hat als wärmeres Wasser?

70 B: Ja.

- 71 I: Hm (bejahend), ok, alles klar. Ähm, jetzt muss ich einmal wieder gucken. Kennst du denn jetzt auch, also jetzt mit diesem Phänomen, was wir jetzt hier gesehen haben, auch wieder Situationen, die du dann schonmal gesehen hast? Oder fallen dir jetzt noch andere auch ein?
- 72 B: Hm (überlegend), nein. Also jetzt müsste ich passen, wüsste ich auch so nicht. Irgendwas (pusten) hier bei uns in Norddeutschland (lachen).
- 73 I: Ja, alles klar, ok. Gut, wir haben jetzt ja auch schon hier die Zeichnung einmal. Die ist ja auf jeden Fall ähnlich, so wie wir das jetzt hier gesehen haben, auch von dem Verlauf. Ähm und jetzt hast du ja gesagt: also hier unten ist äh das kühlere Wasser und oben das wärmere Wasser, wegen dem Dichteunterschied. Genau, ähm gibt es jetzt noch andere Möglichkeiten so 'ne... so 'n Verlauf oder so eine Dynamik in diesem Wasser herzustellen ohne jetzt die Heizung und das Eis da drin zu haben?
- 74 B: Hm (überlegend) ja, also man könnte ja jetzt ähm salzhaltigeres Wasser nehmen, also Süßwasser und Meerwasser zum Beispiel und die aufeinandertreffen lassen, dann können wir eben 'nen ähnlichen Effekt mit Sicherheit auch feststellen.
- 75 I: Ja ok. Wenn ich das jetzt nochmal äh mache mit diesen Tropfen, also wenn ich da jetzt nochmal Tropfen reinmache, würdest du erwarten, dass das dann nochmal so passiert oder würde sich was ändern?
- 76 B: Also solange wir noch 'n Eisvorrat haben 'n ausreichenden, der jetzt die Umgebung dort beim Eisbecher auch kühlt, ja! So, die Heizung hat natürlich jetzt die besseren Karten in dem Sinne, dass das Eis irgendwann nicht mehr vorhanden ist, aber jetzt, denke ich, zu diesem Zeitpunkt noch ja. Wenn nicht mehr ganz so schnell, aber der Effekt ja.
- 77 I: Ja genau, dass ist halt eben dieses... also bei dieser Konstruktion natürlich die Heizung erhitzt das Wasser viel mehr, als dass das Eis das Wasser kühlt. Genau richtig, das ist halt sozusagen das Problem dann bei diesem Experiment, genau.
- 78 B: Aber wenn beides gleich... ähm ähm also gleich konzipiert wäre, dass eben dann Kühlaggregate und die Heizung... dann würde das auf Dauer funktionieren.
- 79 I: Hm (bejahend) ja. Okay, ich mach dann einmal schon wieder aus, sonst erhitzt sich das so doll (lachen). Genau, so kann man hier runter liegen lassen. So, also die hat auch meistens noch genug Hitze so zum Schluss mit beides nochmal probieren kann.
- 80 B: Oh das geht aber noch.
- 81 I: Genau ok, könntest du dann jetzt einmal deine Erwartungen und das was du beobachtet hast vergleichen.
- 82 B: Ja, also meine Erwartung war grob skizziert, wenn man das so sagen kann. Ähm, verblüffend waren... oder es ist... die Erwartung ist eingetreten. Eben... aber meine Erwartung war aber nicht ganz so detailliert, also wie ichs gesehen habe hätte ich's mir jetzt nicht direkt so vorgestellt. Also direkt interessant oder am besten fand ich diesen Effekt am Becherrand außen. Das war sehr eindrucksvoll. Also das hätte ich jetzt so nicht erwartet. Ähm, joa könnte man vielleicht so sagen also das... eigentlich das was... was ich erwartet hab, ist eingetreten nur (pusten) der Effekt durch diese... äh das Sichtbarmachen durch die Tinte ist dann sehr eindrucksvoller.

- 83 I: Ok, gab es denn so ‘nen konkreten Unterschied zu dem, was du erwartet hast und was du jetzt gesehen hast?
- 84 B: Nein, fand ich nicht.
- 85 I: Ok, das wars schon.
- 86 B: Ja, also so.
- 87 I: Genau, eben immer nur so kleine Abweichungen zum Beispiel hier mit dem Tropfen hast du ja gesagt, das geht allgemein erst rüber und nachher dann doch gesagt, es geht doch eher so ‘ne... genau, das war ja auch dann.
- 88 B: Das ist mehr ja... also ich hab jetzt nicht vorausgesehen, dass der Tropfen... ja die Tinte hat natürlich auch ‘ne ganz andere Dichte als das Wasser und ähm bleibt dadurch natürlich auch erstmal kompakter, sag ich jetzt mal so. Also ich hatte angenommen, es würde schneller gehen, dass die Tinte zerfließt. Das, das, das ist schon... schon richtig.
- 89 I: Ja ok, alles klar. Genau ja, sonst gab’s ja auch nichts. Ok, wenn du jetzt einen Namen dafür finden müsstest, wie würde dieser Name für dieses Phänomen lauten?
- 90 B: Thermodynamik.
- 91 I: Im Allgemeinen dann?
- 92 B: Könnte man vielleicht sagen. Joa, also mit Temperatur auf jeden Fall. Ne, mehr fällt mir nicht ein.

- 93 I: Hm (bejahend) ok, alles klar. Gut, dann sind wir auch mit dem Experiment schon fertig und dann kommen wir zu dem anderen.
- 94 B: Jetzt kommen wir zum Baggermatsch.
- 95 I: Genau, Baggermatsch (lachen). So, ich hab jetzt hier alles aus nicht das ich jetzt hier noch was an hab. Genau, so dann erklär ich einmal wieder, was wir hier haben. Also wir haben hier einfach eine normale Kunststoffschale. In dieser Schale ist ganz normaler Sand drin und der ist recht matschig, weil da Wasser drin ist. Hier sieht man das Wasser ja auch noch. Also Wasser, Sand in ‘ner Kunststoffschale. Ok, dann stell dir einmal wieder folgenden Ablauf vor: Ich nehm die Schale gleich und schüttel die ruckartig hin und her. Was denkst du, wirst du da beobachten können?
- 96 B: Also bleibende Linien auf der Sandoberfläche werden erwartet, also erwarte ich.
- 97 I: Ja, inwiefern bleibende Linien?
- 98 B: (Pusten) naja, durch die Bewegung äh der Schale... es gibt... geht ja hin und her in zwei Richtungen, aber irgendwann hört die Bewegung ja auf und dann muss sich die Oberfläche halt entscheiden, in welche Richtung sie sozusagen liegen bleibt, weil es ist ja alles in Bewegung, zumindestens die oberen Schichten von dem Sand, denke ich, ähm, sodass dann ein charakteristisches oder ein uncharakteristisches Muster auf der Oberfläche des Sandes entstehen wird.
- 99 I: Wird das erst am Ende entstehen entstehen oder ist schon die ganze Zeit irgendwas erkennbar?

- 100 B: Das ist 'ne gute Frage (lachen). Das kann ich mir jetzt gar nicht so richtig vorstellen, weil die Schale halt 'ne kleine Oberfläche hat in dem Sinne, ob das da jetzt auch funktionieren würde. Also ich denk jetzt eben an den Strand, wo wir ja 'ne relativ weite, flach ansteigende Uferlinie haben in der Regel mit Sand. Ähm, also ich erwarte da doch eher im letzten Drittel vielleicht die... die Wellen oder die Oberflächenveränderung.
- 101 I: Ok und was genau würde mit dem Wasser passieren? Oder was glaubst du, passiert mit dem Wasser so?
- 102 B: Das Wasser wird gleichmäßig auf der Schale, über dem... über der Sandoberfläche stehen.
- 103 I: Also soz sagen Sand und dann darüber halt so ein kleiner Wasserfilm dann sozusagen, der sich dann verteilt.
- 104 B: Ja, ja, jetzt haben wir ja 'ne Schräge drin, bewusst oder unbewusst gemacht, weiß ich nicht. Aber auf jeden Fall haben wir jetzt eben teilweise sandfreies oder Sand... wasserfreie Oberfläche.
- 105 I: Ok, könntest du mir deine Erwartungen einmal wieder aufmalen.
- 106 B: Joa, das kann ich versuchen. Na, da sollte man jetzt ein bisschen genau vielleicht... also gleichmäßig soll das sein, diese Wellen. So im... ja, wenn das als ein Drittel vielleicht reicht. In dem Bereich und hier halt eben, 'ne ebene Fläche.
- 107 I: Also das sie hier unten irgendwie eben sind und dann...
- 108 B: Ja und... also, wenn du jetzt die Schale... die Schale zum... zum Fenster, genau.
- 109 I: Also, wenn ich die jetzt so schütte, dann wird äh dieses Muster entstehen, genau. Ok, ich wird sie dann gleich einmal so machen... also hier schieben, weil dann... dann würde es halt...
- 110 B: Wenn du es jetzt so machst... gut, dann zeichne ich das nochmal, dann würde es an der schmalen Seite einfach so vielleicht. Dann vielleicht ein bisschen mehr als ein Drittel, vielleicht ein Viertel oder so.
- 111 I: Ja ok, alles klar. Gut ok, wie kommst du darauf, dass das so passieren wird?
- 112 B: (Pusten) wie komm ich da darauf? Naja, einmal die Beobachtungen in der Natur, da sieht man's, dass das Wasser eben diese ja Strukturen auf der Sandoberfläche macht. Ablaufendes Wasser zum Beispiel bei der Ebbe. Joa, das ist es eigentlich. Aus der Beobachtung (pusten) heraus würde ich das jetzt vermuten, dass das so ist.
- 113 I: Und wie kommst du darauf, dass halt eben nur dieses obere Viertel oder Drittel, wie man das auch dann sieht, dass nur dieses eine, sage ich, mal Strukturen aufweist und das untere glatt ist?
- 114 B: Weil ich glaube, dass du das nicht so gut gleichmäßig schütteln kannst. Wenn du das jetzt auf 'nen... na, bei uns im Labor ist gibt's Schüttelapparate, die 'ne gleichmäßige Schüttelfrequenz haben. Ähm ich glaube, das bekommst du nicht so hin. Also rein von der Mechanik jetzt her, vermute ich, dass das eher so passieren wird. Das ist... (unterbrochen).
- 115 I: Ok, wird das auch immer so passieren, dass es äh so 'ne Struktur dann zustande

	kommt?
116	B: (Pusten) Ne, also wie gesagt, wenn du es anders schüttelst... hängt von der Schüttelart ab jetzt oder eben wie das Wasser auf das... auf den Sand... auf die Sandoberfläche trifft. Ich glaube, das ist die Abhängigkeit dazu. Ob's jetzt Wind ist oder Wellenschlag. Das... das wird das Muster beeinträchtigen oder auch eben die die Weite des Musters in der Schale.
117	I: Ok, und diese... durch Erfahrung wieder in der Natur oder halt am Wattenmeer, sage ich jetzt mal, äh denkst du, dass das halt eben dann so passieren wird?
118	B: Ja.
119	I: Hm (bejahend), okay. Dann werden wir den Versuch jetzt einmal eben durchführen.
120	B: Ich pack das einmal eben weg.
121	I: Und ich bitte dich, dass du dann einmal eben wieder beobachtest und einfach erzählst, was wir hier machen. Ich leg mal eben hier ein bisschen die Sachen zur Seite, ich möchte die jetzt nicht voll klehen. Genau, ähm ja also ich bewege jetzt die Schale einmal hin und her. Ich will mich jetzt hier nicht...
122	B: Ok, also ich sehe die Wellenbewegung. Ich sehe, das Wasser ist also komplett im Sand eingesogen. Ähm, ja, es ist, von mir aus gesehen rechts, immer noch mehr Wasser zu sehen also es ist... der Sand ist feuchter als auf der anderen Seite. Aber die Strukturen ja gehen doch durch sind doch durchgängig.
123	I: Also sind doch überall?
124	B: Nicht so ganz wie ich's vermutet hab, also ähm gleichmäßig wellenförmig bisschen unebener, unförmiger, aber auf jeden Fall auf der gesamten Fläche Oberfläche des Sandes.
125	I: Ok, jetzt hör ich einmal auf und dann kannst du einmal beschreiben, wenn ich jetzt aufhöre, was da passiert.
126	B: Ja, also jetzt ist es so, dass auf der, von mir aus linken Seite, ähm ein höherer Sandberg... oder na mehr Sand zu sehen ist, mehr... höhere Sandoberfläche. Der rechts liegt also unterhalb, da steht auch das Wasser auf der Sandoberfläche und wir haben ja ganz leichte Spuren da äh auf der Fläche, wo das Wasser steht, also man kann es erahnen, dass da Bewegung vielleicht mal drin war, aber auf dem anderen, naja es ist ein Viertel oder die Hälfte in dem Fall würde ich schon fast sagen... die Hälfte von der Schale zeigt doch die Wellenstruktur.
127	I: Ja, weil da hier der Sand eben...
128	B: ... mehr angehäuft ist jetzt, genau.
129	I: Kannst es sonst auch gerne selber eben ausprobieren, wenn du möchtest.
130	B: Ok.
131	I: Muss man ein bisschen ruckartig so schütteln also.
132	B: Ja, das Wasser muss sich erst durchmischen.
133	I: Genau, das kannst du sonst auch... wenn du's ganz in die Hand nimmst, ist es, glaube ich, noch ein bisschen einfacher, dann kannst du ein bisschen doller

	schütteln.
134	B: Ja, das kommt durchs Labor, weil wir immer nur auf dem... nur auf der Tischplatte schütteln. Ja, das stimmt. Ja aber auch hier (unv.) es immer nur auf einer Seite scheinbar.
135	I: Ja, das kommt immer drauf an, wie stark man es dann doch schüttelt, ne?.
136	B: Ok, gut.
137	I: Ok, dann wieder die Frage: erkläre, was da jetzt passiert ist.
138	B: Erkläre (lachen). Gut ja, was ist da passiert? Da wirken ja meines Erachtens jetzt mechanische Kräfte auf die Sandoberfläche. Hervorgerufen jetzt durch das Schütteln, das menschliche Schütteln, aber im... ja, letztendlich kommt's... kommt's darauf an, dass dieser... dass die Sandoberfläche, je nach dem... oder auch die Tiefe von dem Sand... man weiß ja... ich weiß ja nicht ob's fünf Zentimeter in Wirklichkeit sind oder so... auf jeden Fall, dass der Sand mechanisch in Bewegung gerät. Das ist der Hauptpunkt, warum wir dann solche Wellenstrukturen oder... oder solche Gebilde...
139	I: Könntest du auf das Wasser da drin noch einmal ein bisschen genauer eingehen. Also was das Wasser da jetzt drin macht.
140	B: Ja das Wasser ist eigentlich das Medium, was den Sand vor sich hertreibt. Also wenn ich jetzt schüttel... am Meer habe ich ja halt immer nur eine bestimmte Richtung, wo also durch Wellenschlag oder durch Wind eben ähm das Wasser dann den Sand zum Ufer hintreibt. Hier haben wir ja nun 'ne gegenläufige... ähm ja Kräfte also einmal nach links einmal nach rechts. Ähm, aber das Wasser ist... ist das Medium, was den Sand eben bewegt, letztendlich also bewegen. Also die Kraft bewegt das natürlich auch, aber das Wasser ist der Träger vielleicht um die Kraft zu übertragen, die wir da einwirken, um weiterzuleiten, dass der Sand dann eben fortbewegt wird (pusten).
141	I: Kennst du noch andere Situationen wo das ebenso passiert?
142	B: Mit Wasser oder direkt nur mit Sand oder?
143	I: Sowohl als auch also.
144	B: Sowohl als auch. Ja, die Wanderdüne eventuell, was ich ja schonmal sagte. Das eben dann rein der Wind den Sand bewegt.
145	I: Also man könnte man dieses Phänomen sozusagen mit dem Wind auch äh kriegen solche Strukturen und nicht nur mit Wasser?
146	B: Ja, nicht nur mit Wasser, ja.
147	I: Alles klar.
148	B: Ne, mehr so direkt wüsste ich jetzt nicht.
149	I: Könntest du das dann noch einmal eben aufmalen, was jetzt so wirklich passiert ist mit deiner Erklärung? Also wie du dir das erklärst und jetzt passiert ist, weil das wäre ja jetzt sozusagen deine Vermutung und einmal da drunter so.
150	B: Nochmal wie es jetzt in Wirklichkeit war?
151	I: Hm (bejahend) genau, und wie deine Erklärung dann dazu waren so, ne?

- 152 B: Die Erklärung aber erzählen?
- 153 I: Ja, ja hm (bejahend).
- 154 B: Nicht zeichnen bestimmt irgendwie.
- 155 I: Ne, ne, ich glaub das wird dann schwierig. Könnte ich glaube ich auch nicht so (lachen).
- 156 B: Gut. Das überfordert mich jetzt auch (lachen). Ok, also ich zeichne jetzt nun mal die Schale und ähm ich zeichne einmal die... mit zwei Pfeilen die Richtung ein, die wir jetzt hatten.
- 157 I: Die Bewegungsrichtung.
- 158 B: Die Bewegungsrichtung, genau. Und ähm mal zeichne jetzt mal, ungefähr haben wir gesagt, die Hälfte zur Hälfte hin. Haben wir hier nachher die unterschiedlicheren Strukturen gehabt und hier halt die – ja, da hatte ich es ja auch so mit Strichen gezeichnet – die plane Seite. Ähm, gut, wie gesagt, ähm ich vermute nach wie vor durch die nicht ja ausgeglichene Schüttelfrequenz, die wir jetzt beide hatten, dass mehr oder weniger dann eben auf der einen Seite sich der Sand niederschlägt oder angehäuft wird als auf der anderen Seite. Wenn wir jetzt ein Gerät hätten, was, was weiß ich, konstant 'ne gleiche Schüttelfrequenz hat, würde das so nicht passieren.
- 159 I: Ist denn auf beiden Seiten gleichmäßig das Wasser verteilt auch, oder...?
- 160 B: Hm (überlegend) (pusten), gute Frage. Ne, ich denke nicht. Also ich denke auf der rechten Seite, da, wo das Wasser als eben zum Überstand steht über dem Sand, haben wir auch den höheren Wasseranteil. Auf der linken Seite auch, also auch zwischen den Sandkörnern wird sich Wasser befinden, aber ich denke wir haben rechts, da wo wir eine Wassersäule haben... (unterbrochen).
- 161 I: Also da, wo sozusagen äh der... die Ebene war, ist dann mehr Wasser gewesen und dadurch passiert das dann (überlappend).
- 162 B: Die plane Fläche, genau mehr Wasser als auf der rechten Seite hm (bejahend) (überlappend).
- 163 I: Ok, ja. Ähm, wenn wir das jetzt nochmal durchführen, würde das wieder so passieren?
- 164 B: Zum gleichen Ergebnis?
- 165 I: Hm (bejahend).
- 166 B: Ja. Vielleicht diesmal auf der rechten Seite, dass wir dort... oder auf der linken Seite – je nachdem, wie das liegt – dass wir da vielleicht den... aber ich denke, dass wir immer... äh nicht komplett die ganze Schale in der... oder dass die Wellenstruktur nicht in der gesamten Schale äh zu sehen sein wird.
- 167 I: Ok. Dann vergleiche einmal wieder deine Erwartungen mit dem, was du jetzt beobachtet hast.
- 168 B: Joa (pusten). Also die Erwartung war ja, dass ich ungefähr ein Viertel der Schale mit der Wellenstruktur sehe oder sich ausbildet ähm. Das ist gut geschätzt gewesen, sag ich jetzt mal so, also wir haben jetzt ungefähr die Hälfte gehabt von der Schale. Ähm, ich hatte erwartet, dass die Wellenstruktur gleichmäßiger ist.

Das war jetzt nicht der Fall, dass also... ähm ja, überrascht mich im Nachhinein nicht (lachen), sag ich jetzt mal so. Aber ich hatte halt nicht bedacht, dass wir natürlich nicht so gleichmäßig schütteln. Ich hab das zwar schon öfter angeführt, aber damit ist auch klar: wenn ich nicht so gleichmäßig schüttel, kriege ich natürlich auch nicht die gleichmäßigen Wellen... dann solche Strukturen dann halt da raus. Aber ansonsten ist das eingetreten, was ich erwartet habe.

169 I: Ok, alles klar. Wenn du jetzt wieder einen Namen für dieses Phänomen finden müsstest, wie würde der lauten?

170 B: Einen Namen für dieses Phänomen. Gibt es Hydrodynamik? (lachen) Ich weiß es nicht, aber sagen wir mal so... also Wasser spielt in dem Falle ja eine große Rolle und ja vielleicht gibt es den Fachbegriff demnächst oder gibt ihn schon. Hydrodynamik (lachen) würde ich mal so sagen. Ok.

171 I: Ja ok, alles klar. Dann sind wir auch am Ende angelangt, hab nichts mehr auf meinen Zettelchen stehen. Dann bedanke ich mich, super.

172 B: Gut, ok. Hat Spaß gemacht.

21.2.2 Interview E2B

- | | |
|---|--|
| 1 | I: Ja, herzlich Willkommen zum zweiten Interview. Also zunächst wieder muss ich dir einmal wegen den Datenschutzrichtlinien auf... aufweisen also, dass das Interview aufgezeichnet wird. Erklärst du dich mit dieser Aufzeichnung einverstanden? |
| 2 | B: Ja. |
| 3 | I: Alles klar. Also für unser heutiges Gespräch haben wir hier zwei Experimente aufgebaut, die führen wir dann nacheinander durch. Das ist einmal eben zum Bereich Strömung und einmal zum Bereich Strukturen. Äh, der Ablauf äh ist hierbei so, dass äh ich na... also nacheinander erstmal kurz 'ne Einleitung für diese Experimente dir gebe sozusagen. Also was für Materialien wir da drin haben, was das überhaupt ist für 'n Versuch, worum es da geht und äh dann müsstest du dann einmal eben deine Erwartungen zu diesem Versuch äußern, also was du erwartest, was da passiert. Dann sprechen wir kurz über die Erwartungen warum du dazu kommst, dass du das erwartest. Dann führen wir das zusammen durch die Experimente, also wieder nacheinander... führen wir das zusammen durch... kannst du beobachten und während dieser Beobachtung auch deine Beobachtung, also was du wahrnimmst, aussprechen, damit das halt alles auch wieder aufgezeichnet wird, damit man das weiß, was sozusagen in deinem Kopf gerade vorgeht, was du gerade fokussierst, wo deine Beobachtungen alle sind und was da genau passiert dann. Ähm, danach äh sprechen wir dann einmal über die Beobachtungen, was du wahrgenommen hast und wie du dir das erklärst dann, also was du beobachtet hast, und zum Schluss machen wir dann einmal ein Resümee sozusagen, dass wir ähm die... deine Erwartungen mit dem was du beobachtet hast dann vergleichen. Alles klar? |
| 4 | B: Ja. |
| 5 | I: Gut, dann fangen wir einmal an mit diesem Versuch hier hinten, mit diesem Glaskasten. Also dieser Kasten das ist so 'n...das sind so Kunststoffkasten, also so Kunststoffplatten, die sind äh mit dieser Masse hier außen rum... dieses Weiße ist so ein Klebstoff, damit das halt hält, also das hat keine Auswirkungen. Das ist einfach nur das dieses Konstrukt halt stehen bleibt und dass das Wasser hier nicht rausfließt. Äh, außen rum sind ähm diese Holzplatten und oben drauf auch noch einmal, damit das eben stabil auch ist, sonst würde es ein bisschen wahrscheinlich auseinanderfallen. Hm (überlegend) genau, auf der rechten Seite, was da so eingesteckt ist in diesem Gestell, das ist äh so eine Aquariumheizung, ähm, die werden wir gleich auch anschließen. Die erhitzt dann... also wird dann erhitzt durch Strom, wenn wir die anschließen. Ähm, hier haben wir einmal vorne einen Becher stehen, der wird gleich in äh das Aquarium oder in dieses Gefäß mit eingesteckt. In dieser Styroporbox haben wir oben einmal Eis drin, wird nämlich mit hier eingefüllt in diesen Becher. Äh, und hier haben wir einmal äh Tinte und so 'ne Pipette für die Tinte, um äh Tintentropfen reintropfen zu lassen zu können, ok? Alles klar. So dann stell dir einmal folgenden Ablauf vor: Also ich werde gleich auf der linken Seite in diesen Becher hier Eis reinfüllen, der Becher befindet sich hier drin. Den kann ich sonst auch gerne einmal schon mal da reinstellen, dann siehst du das. Der muss so ein bisschen geknickt werden. Eben hat das besser funktioniert... so! |
| 6 | B: Hat das Wasser äh Raumtemperatur im Moment? |
| 7 | I: Ja. Ich weiß nicht, können wir gleich sonst nochmal gucken was für 'ne |

	Temperatur das jetzt hat. Aber ja ähm ja. Ähm, genau, also in diesem Becher wird dann gleich Eis reingefüllt und drumrum um den Becher pack ich auch noch ein bisschen Eis, dass sozusagen auf der Seite wirklich das Eis einfach ist, ne? Also, dass es da kühl ist. Ähm, auf der anderen Seite haben wir dann die Heizung, die werden wir dann anschließen. Das heißt, dieses Wasser auf der Seite wird erhitzt. Ähm, genau, dann warten wir eben ein... einige Sekunden, damit das Wasser auch die Temperaturen dann annimmt und ähm anschließend tropfe ich dann ein wenig Tinte an bestimmten Stellen rein. Wenn ich jetzt Tinte bei der Heizung, auf der Seite der Heizung, reintropfen werde, was denkst du, würde passieren?
8	B: Also ich bin mir nicht sicher, ob die Tinte dann wirklich... die Tintentropfen nach unten sacken, weil ja durch die Heizung sicherlich das Wasser in Bewegung ist so, weil äh durch die Wärme, die abgegeben wird, das Wasser in Bewegung ist. Äh, wie genau das aussieht, wenn diese Tropfen da reintropfen, weiß ich nicht. In welcher Form sich die Tropfen dann bewegen, aber sie werden nicht senkrecht runtergehen.
9	I: Ok, du denkst auf jeden Fall, dass da auf jeden Fall eine Bewegung stattfindet und dass sich das irgendwie... die Tinte halt eben irgendwie bewegen wird.
10	B: Im Wasser bewegt, genau.
11	I: Ok, alles klar. Äh, was denkst du dann äh wie das aussehen würde bei dem Eis? Also auf der Seite des Eises, wenn ich da einen Tropfen Tinte reintropfen werde.
12	B: Neben dem Becher? Da wo das Eis ist?
13	I: Ja.
14	B: Das kommt erstens darauf an, ob auch an der Seite schon irgendwas in Bewegung ist. Denk ich aber wahrscheinlich durch dieses (unv.) noch nicht. Ähm, wenn natürlich Eis oben drauf schwimmt, dann sind die Tropfen oben, bleiben die Tropfen oben drauf. Das Eis ist ja... der schwimmt ja in der Regel auf dem Wasser, richtig? Wenn's Eiswürfel sind. Deshalb äh würde... würden sich die Tropfen auf dem Eis halten.
15	I: Und wenn das Eis jetzt nicht da ist, also wenn das jetzt zum Beispiel einfach schon geschmolzen ist und jetzt kein Eis mehr drumrum ist, aber es ist trotzdem kühles Wasser da?
16	B: Kühl? Ja, ich kann mir vorstellen, wenn das... da noch nichts in Bewegung ist, dann... dann sacken die runter, ich weiß es aber nicht genau. Ja.
17	I: Also sacken die einfach ab hm (bejahend). Und woher könnte die Bewegung kommen? Also du sagst ja, du... du...
18	B: Ja durch die Heizung an der anderen Seite, die haben wir ja schon angestellt.
19	I: Ok, also sozusagen... also wenn halt eben auf der anderen Seite die Heizung an ist und die... dadurch die Bewegung... also das Wasser bewegt wird... könnte... drückt das sozusagen rüber.
20	B: Schon darüber, genau.
21	I: Ok und dann würde es bei dem Eis halt auch in Bewegung kommen, aber nicht von alleine, sondern von der Heizung?
22	B: Genau.

23	I: Hm (bejahend) alles klar. Ähm, genau, muss mal eben hier gucken, genau. Könntest du mir dann einmal so ein Bild aufzeichnen, wie das dann für dich aussehen würde?
24	B: Also das ist jetzt dieser Art Aquarium, ne? Hier ist... hier ist die Elektroheizung. Das heißt jetzt für die beiden Seiten, ne? Also hier ist das Wasser, hier ist der Becher und dann habe ich einmal hier die Pipette. Dann würde das hier, je nachdem, wie das Wasser hier verteilt wird, würde sich die Tinte hier...
25	I: Gleichmäßig rüberbewegen.
26	B: Genau, ich weiß aber nicht in welchen Formen.
27	I: Ok.
28	B: Genau und wenn wir hier reintropfen und das Eis ist schon geschmolzen, dann vermute ich, dass es runter... runter tropft, aber ich weiß nicht, ob Tinte schwerer ist als Wasser, ich habe keine Ahnung, ehrlich gesagt.
29	I: Ok (lachen). Ja, ist ja auch in Ordnung, das sind ja erstmal deine Erwartungen, deine Vermutungen, was eben passieren könnte.
30	B: Oder ob Tinte oben drauf schwimmt? Ich hab das noch nie probiert. Ich weiß es nicht.
31	I: Ok, alles klar. Ähm, wie kommst du dann jetzt darauf? Also, dass das so passieren könnte?
32	B: Das ist 'ne Intuition.
33	I: Also hast du auch noch nie irgendwo großartig gesehen... also kennst jetzt keine vergleichbaren Situationen, wo du das mal gesehen hast?
34	B: Warum ist das denn direkt jetzt Tinte?
35	I: Äh, um das sichtbar zu machen.
36	B: Ach so.
37	I: Also, wir könnten ja auch das... also das geht jetzt einfach nur darum, dass sozusagen... den äh..., dass... den Fluss von dem Wasser äh sozusagen sichtbar zu machen. Ansonsten... das Wasser würde sich ja trotzdem bewegen, wenn ich die Heizung anhabe. Also wie du das ja gesagt hattest, das bewegt sich, aber ähm das siehst du dann natürlich nicht und deswegen machen wir das mit Tinte, um das halt sichtbar zu machen einfach die Bewegung.
38	B: Ok, das heißt aber, dass Tinte auf jeden Fall da reinsackt und nicht oben auf der Oberfläche, ja. Ob ich das schon mal irgendwo gesehen habe? Also mit Flüssigkeiten jetzt noch nicht... vielleicht, wenn Öl in der äh in der Nordsee auf dem... auf dem Wasser schwimmt, aber das äh dann... dadurch sieht man ja nur die Strömung dann. Oder wenn 'n Blatt auf dem Wasser... auf das Wasser fällt und auf der Oberfläche schwimmt. Aber das ist ja nun nicht genau vergleichbar mit dieser Situation.
39	I: Aber, also sagst eher so... weißt nicht genau, wo du das gesehen hast?
40	B: Genau.
41	I: Ok, alles klar. Ok, glaubst du, dass das immer so ist, dass das äh... wie du das

	jetzt aufgezeichnet hast, dass das immer so passieren wird? Also, wenn jetzt deine Vermutung sozusagen richtig ist.
42	B: Na, das hängt ja immer... das hängt ja von dem Stoff ab, der ins Wasser tropft. Von der Dichte und ja wie... wie schwer er ist oder wie leicht er ist oder ob er flüssig oder ob fest oder, oder, oder ist.
43	I: Ja ok, alles klar. Gut, dann führen wir das jetzt einmal durch. Ich lauf einmal eben rüber, dann komm ich da ein bisschen besser dran. So, also wo ist denn der Becher? Ist schon ein bisschen kaputt gegangen, aber nicht so schlimm, glaube ich. So, ich hab jetzt hier mein Eis und das füll ich jetzt mal eben hier in den Becher rein.
44	B: Ach so, dass ist keine Eiskwürfel, sondern so gecrushtes Eis.
45	I: So Crusheis ja, aber also hat ja den gleichen Effekt dann, ne? Das nimmt sich nicht so viel. Das ist nur besser, dann passt da halt mehr rein, ne? Das ist ein bisschen dichter, dann liegen die aneinander dann.
46	B: Ich bin jetzt sehr gespannt, muss ich sagen.
47	I: Genau, du kannst auch gleich einmal dann schon anfangen sozusagen zu erklären, wenn du was siehst, ne? Also dann direkt immer beobachten und einfach immer erzählen.
48	B: Also was ich mache, beschreibe ich auch?
49	I: Genau, oder was du siehst, ne? Also ich werde das da gleich einmal reintröpfeln, damit du dann beobachten kannst in der Zeit.
50	B: Ach, du machst das, ich dachte ich dürfte.
51	I: Du darfst... du kannst das sonst auch gleich einmal machen. Nur in der Zeit, dann sieht man halt das besser wieder, wenn ich das reintröpfel von hier oben, dann kannst du besser beobachten, ne? So, also wir haben jetzt hier das Eis drin. Das kannst du auch alles schon mal beobachten, was du da siehst und sonst erzählen, wenn irgendwas passiert. Und ich steck das jetzt hier mal an. So, genau jetzt warten wir einmal eben kurz. Kannst mir die einmal schon mal geben? Genau, kannst du schon irgendwas beobachten?
52	B: Hm (überlegend), also das Eis das... das gecrushte Eis äh schwimmt wie erwartet auf der Wasseroberfläche... oder an der Wasseroberfläche, ja.
53	I: Genau, ich kann jetzt einmal auch die Temperaturen messen, was jetzt für Temperaturen sind.
54	B: Mit dem Laser?
55	I: (Piepen) hier sind 17,9 Grad jetzt (Piepen) 21,8.
56	B: Ok, das gecrushte Eis ist mittlerweile so gut wie geschmolzen schon. Das hätte ich nicht erwartet, dass das so schnell geht. Ich war ja davon ausgegangen, dass das noch...
57	I: ...das da mehr schwimmt, hm (bejahend).
58	B: Genau.
59	I: Ja, aber jetzt genau sehen wir schon einmal, da ist schon kein Eis mehr und jetzt

	tropfe ich einmal hier auf der Seite der Heizung ein bisschen was rein.
60	B: Aha, ein Tropfen...
61	I: Genau, beobachte einmal und äh beschreibe einfach, ne?
62	B: Ein Tropfen sinkt wirklich nach unten ver... verzweigt sich allerdings im oberen Bereich wird auch... werden auch so... ja, das sieht aus wie Tentakeln von der Qualle. Die treiben fast an der Wasseroberfläche äh in Richtung Pappbecher. Und Rest... aber nur ein ganz, ganz geringer Teil. Das andere ähm ähm ist eigentlich nur m Bereich der Heizung verteilt.
63	I: Hm (bejahend), und was passiert hier an der Heizung? Siehst du das? Bewegt sich die restliche Tinte auch?
64	B: Oh ja da, genau, die bewegt sich und scheint irgendwie sich zu verflüchtigen, zu verdunsten.
65	I: Und wohin? Also wo geht das alles hin? In welche Richtung?
66	B: Alles in Richtung Wasseroberfläche.
67	I: Hm (bejahend), alles geht nach oben.
68	B: Aha, aber hat sich doch nicht verflüchtigt, sondern jetzt äh ist es so, dass alles direkt unter der Wasseroberfläche hängt und in Richtung Pappbecher wandert.
69	I: Ok, alles klar. Dann pack ich einmal noch 'n Tropfen hier drüben auf der Seite hin. Und auch einmal wieder beschreiben, was da passiert.
70	B: Also direkt äh vor dem Pappbecher, wo eben das Was... äh das Eis geschwommen ist, verteilt sich auch ein Tropfen in der Tiefe und der andere... der Rest äh verteilt sich von oberhalb der Wasserunter... -oberfläche ungefähr bis zur Mitte des äh Pappbechers. Der untere Tropfen verzweigt... verzweigt sich jetzt nach oben und nach unten, allerdings mittlerweile gibt es einen Linksdrang unterhalb des Pappbechers... ne, nicht nur links sondern auch nach rechts unten und jetzt müssen wir mal abwarten, wie sich das weiter entwickelt. Die Tinte verteilt sich im unteren Bereich des Wassers, sackt langsam ab, aber geht nicht weiter als zur Mitte des Bechers interessanterweise. Und auch der obere Tropfen sackt langsam immer weiter nach unten... und ganz vielen kleinen Verzweigungen.
71	I: Kannst du sonst noch eine Bewegung feststellen?
72	B: Ja, die Bewegung geht wieder Richtung Heizung. Also die Tinte strömt Richtung Heizung und die... die Tinte von der anderen Seite von der Heizung ist... befindet sich immer noch oberhalb der Wasser... unterhalb der Wasseroberfläche. Ganz linear.
73	I: Und auf welcher Höhe bewegt sich jetzt was in welche Richtung?
74	B: Also, die Tinte an der Eisseite bewegt sich auf dem Wasserboden quasi. Über den Wasserboden Richtung Heizung, so langsam und gemächlich. Und die Tinte...
75	I: Ich kann sonst hier auch nochmal wieder einen reintropfen sonst auf der Seite der Heizung, der ist nämlich schon fast wieder weg.
76	B: Aber die komplette Tinte auf der Eisseite bewegt sich so langsam, sammelt sich

	unterhalb des Pappbechers und äh bewegt sich Richtung Heizung. Und der Tropfen, der gerade wieder vor der Heizung eingeträufelt ge... wurde, bewegt sich unterhalb der Wasseroberfläche in Richtung Pappbecher.
77	I: Also das heißt, dass die... der Tropfen, der auf der Seite ähm des Eises eingeführt wurde, läuft unten lang und der auf der Heizung eingeführt wurde, läuft oberhalb lang.
78	B: Ja, aber interessanterweise ähm läuft die Tinte, die dann irgendwann beim Pappbecher ankommt, nicht am Pappbecher runter und wieder zurück zur Heizung. Diese Bewegung scheint es nicht zu geben. Das ist noch der alte Tropfen. Der vor... vor dem Eis eingetröpfelt wurde und das hier ist der Rest des alten Tropfens. Also ich hätte jetzt gedacht, vielleicht gibt es dann wirklich irgendwie eine solche rundum Strömung, aber die scheint es nicht... nicht wirklich zu geben.
79	I: Warten wir nochmal ein bisschen ab. Aber ich glaube, hier ist schon eine Verbindung. Ähm, müssen wir gleich einmal eben gucken, man sieht das halt auch einfach nicht so gut. Wenn man das besser sieht, wenn man ein weißes Blatt hinter hält. Auf der Seite der Heizung kommt jetzt der untere Tropfen an.
80	B: Genau und jetzt bin ich mal gespannt, ob der da auch hochsteigt wieder.
81	I: Sieht man das?
82	B: Dass das nach an den anderen...
83	I: Hier kann man das jetzt oben am Becher sehen, hier kommt der oben... das Blaue an und was tut das hier auf der Seite von dem blauen Strahl.
84	B: Das äh scheint doch direkt am Pappbecher runterzulaufen, sodass man jetzt doch annehmen muss, dass es eine Art Kreislauf ist.
85	I: Ja, sehr schön. Ok.
86	B: Das war aber anfangs nicht so offensichtlich.
87	I: Ja das sieht, weil wahrscheinlich dann die Tinte schon wieder zerflossen ist und dann... deswegen habe ich dann nochmal lieber ein bisschen was reingemacht, dann kann man das meistens 'n bisschen besser sehen. Hier sieht man das ja jetzt auch so ein bisschen, dass das hier hoch geht. Meistens ist das hier auch 'n bisschen hinter, dann sieht man das nicht so stark, aber hier sieht man das jetzt. Sozusagen, dass das dann auch wieder mit hoch geht, genau ähm. Äh, könntest du mir das erklären, was da jetzt passiert ist? Oder wie es da wirklich zu kam.
88	B: Also, es ist so, dass das war... die Heizung das Wasser erstmal äh in Bewegung setzt und zwar scheint das warme Wasser ober... unterhalb der Wasseroberfläche zu laufen und an der anderen Seite ist es ja eiskalt. Da wird das Wasser... das kalte Wasser... ne, das warme Wasser wird dann... da ist es kälter und dadurch schwerer wahrscheinlich und dann wird es unter... an der Wasser... am Wasserboden quasi weiter gewirbelt oder weiter geströmt. Ich... mir fällt nicht das richtige Wort ein.
89	I: Also, du sagst auf jeden Fall eben, dass äh sozusagen das warme Wasser eher oben schwimmt und das kühlere Wasser unten ist.
90	B: Müsste dann ja so sein, ne? Ja.
91	Beide: (Lachen).

92	I: Ok, alles klar. Ähm, hast du jetzt irgendwie noch Ideen, wo du das schon mal gesehen haben könntest, in irgendwelchen Situationen?
93	B: In der Natur jetzt zum Beispiel?
94	I: Hm (bejahend), ja.
95	B: Na, das ist ja im, im... im Laufe eines Jahres und je nachdem, wie Temperaturschwankungen sind, haben wir ja immer damit zu tun. In jedem See, in jeder... in jedem Meer und so weiter wird Wasser erwärmt oder auch, wenn ich an Gewitter denke im Sommer: dass es irgendwie diese Kreisläufe gibt, das Wasser verdunstet und es zu Zirkulation kommt und so weiter und sofort.
96	I: Ja. Ähm, könntest du mir das auch wieder eben einmal aufmalen, was da jetzt genau... also wie das jetzt aussah, wie das passiert... also was da passiert ist und mir das dann einmal wieder daran erklären.
97	B: Ja. Also ich zeichne jetzt wieder das, ich nenn's, Aquarium. Die Heizung, die Pipette – stark vereinfacht natürlich – so und jetzt tropft es erst runter und verteilt sich aber an der Wasseroberfläche, geht hier auch wieder hoch an der Heizung. Jetzt habe ich die Wasseroberfläche 'n bisschen hoch gezeichnet, ist egal. Dann hier runter und hier die Pipette tropft rein, sammelt sich hier unten und strömt da hin. Kann man das noch erkennen so?
98	I: Ja, das kann man erkennen.
99	B: Gut, perfekt.
100	I: Ja, sehr schön. Ähm, wenn wir das jetzt noch mal so machen würden, würde das gleiche nochmal pa... also würde das gleiche wieder so passieren?
101	B: Je nachdem, wie warm die Heizung eingestellt ist und wie warm das Wasser schon ist.
102	I: Ok.
103	B: Also, wie groß die Temperaturdifferenz ist, würde ich sagen.
104	I: Ja, okay hm (bejahend). Ähm, äh gibt es noch eine Möglichkeit, äh das ohne Eis und Heizung äh die Tinte im Wasser zu bewegen?
105	B: Ja, da müsste müssten wir Wind erzeugen wahrscheinlich, pusten.
106	I: Also mit Wind könnte das...
107	B: Ja.
108	I: Hm (bejahend) ja, alles klar. Könntest du denn jetzt einmal deine Erwartungen mit dem, was du jetzt beobachtet hast, vergleichen und Unterschiede nennen?
109	B: Hm (bejahend), also meine Erwartung war ja schon das an der Heizung äh sich die Tropfen in irgend'ner Form bewegen. Das konnte ich nicht genau definieren, wie. Das hat mich gewundert, dass auch erst doch ein ganz schöner Teil runtergesackt ist und es sich... dass dann wieder hochgestiegen ist und unter der Wasseroberfläche langgelaufen ist. Äh, auf der anderen Seite habe ich ja gesagt, die Tropfen werden wahrscheinlich bis nach unten sacken, das sind sie auch, da haben sie sich verteilt, aber dass sie sich jetzt wie das Wasser dort in Bewegung ist... und dass sie sich dann an der... am Wasserboden Richtung Heizung bewegen, das

	konnte ich ja nicht definieren.
110	I: Also sozusagen die Grundstruktur wie da irgendwo vielleicht Bewegung sind, erkannt, aber halt, dass da... wie genau diese Bewegungen im Allgemeinen komplett abläuft, war dir nicht vorher ganz klar.
111	B: Genau.
112	I: Ist dir sonst noch irgendwas Unerwartetes aufgefallen, oder wa... was du gar nicht erwartet hast, was passiert?
113	B: Na, es hat sich ja zum Kreislauf dann verbunden, ich hab mir das schon gedacht, dass es in irgend'ner Form 'ne rundum Strömung geben wird, aber äh mich hat eher verblüfft, dass es nicht so offensichtlich war, dass es dann weitergegangen ist.
114	I: Okay hm (bejahend), wenn du jetzt für dieses Phänomen einen Namen finden müsstest, wie würde dieser Name für dich lauten?
115	B: Ähm, das ist so eine Art Umwälzpumpe. Das ist ja keine Pumpe, aber irgendwie wird das Wasser umgewälzt und es gibt so 'ne Art Kreislaufströmung. Das sind jetzt Phantasieworte.
116	I: Ja, aber Kreislaufströmung ist doch schon mal ganz gut. Ja, alles klar, perfekt. Dann sind wir mit dem Versuch auch schon durch.
117	B: Eine Sache möchte ich noch hinzufügen: Für mich war es einfach schwierig, dann nochmal auch die unterschiedlichen Materialien und Dichten so einzuschätzen. Aber das habe ich ja anfangs auch gesagt, dass ich nicht genau weiß, wie sich das verhält, weil ich mit Physik auch seit meiner Schulzeit nichts mehr zu tun hatte.
118	I: Ja, ist dann (unv.), ist ja aber nicht schlimm, hast du ja gut gemacht. Sehr schön. Ok, dann kommen wir jetzt zum zweiten Versuch, also sehen wir einmal hier. Hier haben wir einmal eine Kunststoffschale dort drin ist äh Wasser, wie man sieht, und Sand. So das stand hier jetzt schon ein bisschen, dementsprechend hat sich das Wasser ein bisschen oben abgesetzt. Äh ok, stell dir vor ich würde jetzt gleich die Schale so ruckartig hin- und herbewegen, von links nach rechts. Was denkst du, wirst du beobachten können?
119	B: Während du die hin- und herbewegst?
120	I: Hm (bejahend), genau. Oder auch danach, ne? Also während der Bewegung und wenn ich sie dann wieder hinstelle, wie würde... also was denkst du würde da passieren?
121	B: Also die Struktur... oder die Oberfläche wird sich verändern, es wird in irgend'ner Form irgendwelche Kuhlen und Höhepunkte, Hochpunkte geben. Ähm, und dann, wenn sie wieder hinstellt, wird sich das nach kurzer Zeit wieder egalieren, das wird wieder in die Ausgangssituation zurückgehen, weil keine Bewegung mehr da ist.
122	I: Hm (bejahend), also was genau wird mit dem Sand deiner Meinung nach passieren?
123	B: Ja, je nachdem, wie schnell du das hin- und herrüttelst.

- 124 I: Hm (bejahend), ja ich mach's schon ruckartig, dass da...
- 125 B: Der wird nach rechts und nach links äh sich verteilen, aber ich weiß jetzt nicht, wie dünnflüssig das wirklich ist. Äh, so genau weiß ich's nicht.
- 126 I: Und was denkst du, was würde mit dem Wasser passieren? Also momentan haben wir das Wasser hier ja noch so 'n bisschen auf der Oberfläche.
- 127 B: Ich glaube, dass der Sand sich mit dem Waser wieder so 'n bisschen verbinden wird.
- 128 I: Hm (bejahend), also, dass sich das so 'n bisschen mehr wieder vermischt?
- 129 B: Ja.
- 130 I: Alles klar, ok. Gibt es sonst noch irgendwas, was du erwartest? Was ich jetzt nicht direkt angesprochen hab?
- 131 B: Hm (verneinend).
- 132 I: Ok, alles klar. Ich hol nochmal eben ein Blatt, dann könntest du mir nämlich einmal deine Erwartungen wieder äh einmal aufzeichnen. Was du jetzt da erwartest, wie das äh nachher aussieht.
- 133 B: Nachher, anschließend, ne? Nicht währenddessen.
- 134 I: Ja, also... oder währenddessen, also das kannst du machen wie du möchtest. Also auf jeden Fall was du erwartest, wie das aussehen wird. Kannst auch währenddessen, also wenn du sagst, danach wirst du eher sagen, sieht man nicht viel, dann mach währenddessen.
- 135 B: Ist das nur so 'n bisschen?
- 136 I: Ich werd das gleich so ruckartig hin- und herschütteln ne? Also der soll nicht ganz rausfliegen der Sand, aber...
- 137 B: Ja ok, also ich denke, dass im Anschluss kein Wasser mehr auf der... auf der Oberfläche schwimmen wird. Sondern, dass das wirklich äh das Wasser in die... zwischen die Sandkörner dringt.
- 138 I: Und du hattest ja vorhin noch gesagt, dass da irgendwie Strukturen irgendwie entstehen.
- 139 B: So ein bisschen Strukturen, ja.
- 140 I: Das könntest du ja sonst einmal aufmalen, wie das für dich aussehen würde.
- 141 B: Ja, vielleicht tatsächlich... man assoziiert jetzt natürlich immer 'n Strand an der Nordsee irgendwie, wo das Wasser weggelaufen ist.
- 142 I: Das doch schonmal nicht schlecht.
- 143 B: Wahrscheinlich irgendwie, keine Ahnung.
- 144 I: Sind diese Strukturen gleichmäßig oder ungleichmäßig?
- 145 B: Ungleichmäßig.
- 146 I: Okay, alles klar hm (bejahend).
- 147 B: Und im Anschluss wird sich das aber, je nachdem, wie viel Wasser jetzt

	wirklich drin ist... wird sich das wahrscheinlich wieder so...
148	I: Also es ist... so viel Wasser ist da nicht drin. Es ist so... also es ist so viel Wasser drin, dass der Sand gut feucht ist und 'n bisschen halt, dass es so bisschen überschwappt.
149	B: Ich weiß nicht, inwiefern die Strukturen tatsächlich dann stehen bleiben, oder sich im Laufe der Zeit... und ich weiß auch nicht, wie lange irgendwie die Zeit t oder x oder wie auch immer ihr die nennt... äh ob sich das wieder egalisiert.
150	I: Ok.
151	B: Müssen wir testen.
152	Beide: (Lachen)
153	I: Ja, das können wir gleich machen genau. Ähm, wie kommst du darauf, dass das so passieren wird?
154	B: Weil durch die Bewegung werden sich ja... ist das Ganze ja im Fluss, sag ich mal. Da werden diese beiden Stoffe oder Materialien oder wie auch immer wir die nennen, werden äh... werden durchmischt. Und diese Bewegung könnte sich auch irgendwie abzeichnen, aber das hängt einfach davon ab, wie trocken oder wie nass das Ganze ist.
155	I: Ok. Äh, hast... also gibt es äh Situationen, wo du das schon mal erlebt hast in so einer ähnlichen Form oder wie das ähnlich abgelaufen ist?
156	B: Ja, ich denke, das ist halt am Meer mit dem Wind und dem Wasser und dem Sand, so.
157	I: Ja, ok. Ähm, ist das immer so? Also, wenn man so 'ne Bewegung hat, dass das immer... so was entstehen würde?
158	B: Ne. Naja gut, an der Nordsee ist das dadurch, dass das immer erstmal in eine Richtung geht, ne? Wir werden das jetzt hin- und herschütteln deshalb...
159	I: Was meinst du mit: „an der Nordsee ist das nur in einer Richtung“?
160	B: Also erstmal zumindest einige Stunden, wenn das Wasser aufläuft in eine Richtung und dann läuft es nach. Dann ist Hochwasser und dann läuft es ja wieder in die andere Richtung zum Beispiel. Aber nicht die ganze Zeit hin und her, sondern das ist über einen längeren Zeitraum in eine Richtung und über einen längeren Zeitraum in die andere Richtung.
161	I: Hm (bejahend), ok. Ähm, also hast du das alles schon einmal so an der Nordsee halt selbst gesehen und dann assoziiert du das jetzt damit so?
162	B: Ja.
163	I: Hm (bejahend), ok. Gut, dann werden wir das einmal durchführen. Ich leg das einmal kurz zur Seite. Du kannst das sonst auch gerne gleich einmal machen. Also ichnehm... ich hab jetzt diese Schale und bewege die jetzt hin und her. Kannst einmal beobachten, was du siehst.
164	B: Das Wasser hat sich jetzt eigentlich komplett verflüchtigt bzw. ist... ist im Sand äh... hat sich mit dem Sand verbunden, wie so 'ne Matschepampe jetzt. Und es wird scheinbar jetzt immer trockener, sodass sogar ein kleiner... eine kleine Kugel

	äh hin- und her- ge... kugelt. Es gibt Strukturen, eigentlich wie so 'ne Lederhaut, einige tiefe... tiefere äh äh... Oh, es ist jetzt teilweise wirklich schon auseinandergerissen. Die Kugel hat sich verflüchtigt und jetzt gibt es wirklich diese... diese Wellenstrukturen.
165	I: So, ich lass das jetzt einmal stehen.
166	B: Genau, tatsächlich hier diese Hoch- und Tiefpunkte so klitzekleine Priele, wenn ich da irgendwie mal mit der Nordsee vergleichen kann, entstehen. Da sammelt sich jetzt das Wasser wieder.
167	I: Ok, also das Wasser sammelt sich jetzt da, wo nicht so viel Sand angehäuft ist.
168	B: Genau.
169	I: Und was kannst du jetzt aussagen über den Stillstand danach?
170	B: Ähm, dadurch, dass das Wasser sich... also im Moment sind die Strukturen noch gut ablesbar, aber je länger wir warten, desto mehr wird sich das eben verflüchtigen, denke ich, weil das Wasser... man sieht ja, dass sich da was tut und dass das Ganze immer noch so ein bisschen in Bewegung ist und dass sich das im Laufe der Zeit vielleicht so ein bisschen angleicht.
171	I: Kannst das sonst auch gerne einmal ausprobieren, wenn du möchtest. Kannst ruhig gut...
172	B: Das wird richtig bröckelig an einigen Stellen, ne?
173	I: Du hast ja vorhin auch gut gesagt so, das Wasser verbindet sich mit dem Sand, ne? Und sobald es jetzt wieder stillsteht...
174	B: Fließt es.
175	I: Genau, sieht man, wie das Wasser sozusagen da wieder rausfließt.
176	B: Also es wird ja keine Einheit, ne? Es, es... es verschmilzt nicht mit dem Sand, sondern es ist wirklich so, dass das Wasser eher Wasser bleibt und... und anschließend irgendwie wieder 'n freien Lauf hat, ne?
177	I: Aber währenddessen ist es schon irgendwie zusammen so, ne? Okay hm (bejahend).
178	B: Durch die Bewegung.
179	I: Hm (bejahend) ok, ja genau, dann erklär einmal, wie das äh zustande kommt. Was du glaubst, wie das dazu kommt.
180	B: Ja durch die Bewegung ist das Wasser ja erstmal in Bewegung und die Sandkörner sind aber auch in Bewegung. Und (pusten) ich muss das nochmal ausprobieren.
181	I: Ja, mach gerne.
182	B: Und in der Zeit, in der es in Bewegung ist (...) sind die zwei irgendwie 'ne Einheit irgendwie... die Sandmoleküle...
183	I: Also, es ist nicht mehr nur Wasser und nur Sand, sondern... Ok, hm (bejahend).
184	B: Genau. Und wenn... sobald die Bewegung nicht mehr da ist, wird es wieder getrennt in Wasser und Sand.

- 185 I: Also ist auf jeden Fall die Bewegung... ist sozusagen da... was dieser Hauptgrund... warum das so...
- 186 B: Genau, scheint elementar zu sein, ansonsten würde es ja nicht funktionieren. Ja, genau.
- 187 I: Ok. Sonst noch irgendwas, was dir dazu einfällt?
- 188 B: Ganz spannend sind ja diese Fließstrukturen irgendwie, die dann äh zu erkennen sind. Aber woher das sonst kommen kann, weiß ich nicht. Also die Bewegung muss ja in der Natur von äh... wird vom Wind und von ja... und von der Erdrotation kommen, denke ich mal.
- 189 I: Ok, hast ja jetzt schon gesagt, das könnte man sonst auch mit'm Wind irgendwie machen, also glaubst du auch, dass wenn wir jetzt sozusagen einfach nur... äh nur Sand hätten und Wind, würde dann so 'ne Struktur... oder muss ja nicht genau so eine... aber ähnliche Strukturen auch zustande kommen?
- 190 B: Ja (lachen).
- 191 I: Hast du ein Beispiel?
- 192 B: Nur Sand und Wind und kein Wasser, meinst du? Ach so, ja an den Dünen sieht man da ja auch.
- 193 I: Ja genau, zum Beispiel, ne? Also da haben wir dann einfach nur die äh Kombi mit dem Wind und dem Sand und hier haben wir das mit dem Wasser und dem Sand, ne? Ja genau, sehr schön. Ähm, wenn wir das jetzt nochmal durchführen würden, würde das dann wieder passieren, also wieder genauso?
- 194 B: Ja.
- 195 I: Was würde sich eventuell ein bisschen ändern?
- 196 B: Die Struktur... die Struktur der äh Oberfläche.
- 197 I: Also, dass die immer ein bisschen anders aussieht, ne? Also von...
- 198 B: Das ist zufällig.
- 199 I: ... von Grundsachen her schon immer gleich, aber genau die Struktur. Hm (bejahend), alles klar. Könntest du dann einmal wieder deine Erwartung und äh das, was du jetzt beobachtet hast, vergleichen?
- 200 B: Also ich hatte ja schon erwartet, dass es irgendwie eine Struktur gibt.
- 201 I: ... die unregelmäßig ja auch ist.
- 202 B: Genau, ich hätte nicht erwartet, dass sich das Wasser so schnell wieder löst vom Sand. Ich hätte gedacht, dass geht äh viel langsamer.
- 203 I: Und du hattest ja auch gesagt, dass es danach eher wahrscheinlich direkt... oder wieder eben ist, ne? Und nicht so lange noch stehen bleibt.
- 204 B: Genau, aber das ist gar nicht der Fall. Also es ist...
- 205 I: Hm (bejahend) so ein bisschen kann man das ja erkennen, dass das... die Strukturen bisschen rausfließen so.
- 206 B: Jetzt verschwimmen sie langsam, ne? Ja, aber eben ist es halt noch nicht.

207	I: Ja hm (bejahend), also hast du das nicht erwartet so, dass das so in dem Sinne am Ende rauskommt sozu sagen?
208	B: Ja.
209	I: Ok, wenn du jetzt wieder ein Name für dieses Phänomen finden müsstest, wie würde dieser lauten?
210	B: Das ist schwierig ähm... ja, Strukturbildung durch Bewegung.
211	I: Ja ok, hast du sonst noch irgendwas, was du loswerden möchtest dazu?
212	B: Nein, ich finde das ganz spannend alles.
213	Beide: (Lachen)
214	I: Ja ok, sehr schön. Ja alles klar, dann sind wir auch am Ende.
215	B: Schon fertig?!
216	I: Ich bedanke mich, ja!
217	B: Ja, gerne.

21.2.3 Interview E3B

1	I: So, herzlich willkommen zum zweiten Interview. Zuno... Zunächst muss auch diesmal wieder hinweisen, dass das Interview aufgezeichnet wird mit 'nem Diktiergerät. Erklärst du dich mit dieser Aufzeichnung einverstanden?
2	B: Ja.
3	I: Alles klar. So, für das heutige äh Interview haben wir hier einmal zwei Versuche äh vorbereitet. Einmal das hier mit dem hinterem mit dem Glaskasten. Und dieses hier vorne. Ähm, die beiden Versuche werden wir nacheinander durchführen und dann auch in Ruhe darüber sprechen. Also (unv.).
4	B: Ja, ok.
5	I: Also immer alles nacheinander. Der Ablauf ist hierbei so, dass ich zunächst immer eine Einleitung zu dem Versuch gebe, also erkläre, was für Materialien da sind, wie das... oder was da gebraucht wird auch alles. Dann erkläre ich dir einmal, wie der Versuch aussieht. Daraufhin sollst du er... erst einmal deine Erwartung zu diesem Versuch dann äußern, was passieren sollte oder was passieren wird. Ähm danach einmal kurz erklären, warum du diese Erwartung hast. Anschließend führen wir das dann gemeinsam durch, gucken uns das in Ruhe an. Während ich beziehungsweise wir das durchführen, ähm wär das gut, wenn du dann alles, was du siehst oder was du beobachtest, auch aussprichst. Damit wir das dann eben auf Band, was du alles wahrnimmst. Ähm genau, und nach dem Durchführen des Versuches kommen wir dann wieder zu dem Erklären. Dass du dann einmal erklärst, warum das jetzt so passiert ist, wie es passiert ist. Und ganz am Ende machen wir ein Resümée, wo wir eben deine Erwartung mit dem, was wirklich passiert ist, vergleich. Ob es da Unterschiede gab oder was du gar nicht erwartet hast.
6	B: Ok.
7	I: Aber das kommt dann alles nochmal dann, also du musst dir jetzt nicht alles...
8	B: Du stellst die Fragen nachher nochmal?
9	I: Genau. Also du musst dir nicht alles merken.
10	B: Ich muss mir das jetzt nicht merken?
11	I: Ne, nur dass du einmal den Ablauf so kurz weißt.
12	B: Hm (bejahend).
13	I: (Lacht) genau, also wir fangen einmal mit dem hinteren an, also mit diesem Glaskasten. Ähm da haben wir solche Kunststoffscheiben außen. Die sind hier mit so 'ner Paste verklebt. Also diese Paste macht nichts. Das ist einfach nur das zum abdichten, damit das Wasser da nicht rausläuft.
14	B: Ja.
15	I: Ähm außenrum ist Holz, damit das eben stabil bleibt. Und oben auch diese zwei Holzdinge, damit die Scheiben stabil stehen und nicht irgendwie ausbeulen oder so. Einfach nur zur Stabilität sind die dadrin. Ähm auf der rechten Seite haben wir eine Aquariumheizung. Die stecken wir dann gleich an. Genau, die erhitzt...
16	B: 'Ne Heizung...
17	I: Genau, das ist einfach 'ne Heizung, die da so rangemacht wurde. Genau, die

	erhitzt dann das Wasser. Auf der linken Seite haben wir so 'n Plastikbecher. Da füll ich gleich Eis rein. Dieses Eis ist in der Styroporbox noch drin.
18	B: Hm (bejahend).
19	I: Genau, das füll ich da einfach rein. Und ich werde auch um den Eisbecher drumrum 'n bisschen Eis einf... einfüllen, damit das wirklich kühl da ist.
20	B: Ja, ok.
21	I: Und hier vorne haben wir einmal Tinte und so 'ne kleine Pipette, damit wir Tinte reintröpfeln können in das Gefäß. Ja?
22	B: Ja, ok. Interessant.
23	I: Ok, dann stell dir einmal folgenden Ablauf vor: Also, ich werde gleich auf der linken Seite das Eis reinfüllen in den Becher und halt eben außenrum einmal, so dass das kühl ist. Und auf der anderen Seite werden wir dann die Heizung anschließen. Dass es da erhitzt wird. Äh, genau, anschließend... eben noch 'n bisschen warten, damit das wirklich auch sich einpendelt sozusagen, ähm werde ich einige Tropfen Tinte an bestimmten Stellen eintropfen. Ok?
24	B: Ja.
25	I: Wenn ich die Tinte jetzt an der Heizung oder in der Nähe der Heizung eintropfe, was denkst du, wird dann passieren?
26	B: Das ähm... die Tinte wird sich ähm schon gleich verteilen, denk ich mal.
27	I: Hm (bejahend) inwiefern verteilen, also in irgend'ne Richtung?
28	B: Also nicht... ja, in Querrichtung. Also jetzt nicht nach unten sinken wahrscheinlich, sondern sich langsam nach unten bewegen.
29	I: Langsam nach unten und dann auch irgendwie in eine andere Richtung oder nur...
30	B: Ähm...
31	I: Oder nur so vermischen oder verschwimmen...
32	B: So vermischen, also jetzt nicht extrem nach rechts oder links, sondern sich mit dem Wasser gleich schon vermischen, vermut ich.
33	I: Ok, alles klar. Und wenn ich jetzt da äh die Tinte auf der Seite des Eisbechers einfülle, wie würd sich das... äh die Tinte da verhalten?
34	B: Dazu habe ich noch 'ne Frage: Das Eis ist aber dann noch nicht aufgelöst, ne? Aufgrund... weil das ja nun...
35	I: Im Wasser wird es wahrscheinlich schon aufgelöst sein dann, aber im Becher ist auf jeden Fall Eis. Also es wird da kühl sein, also wahrscheinlich... (unterbrochen).
36	B: Und du tröpfelst das davor rein?
37	I: Ja, also das ist äh... der Becher wird dann ganz drin sein in dem Wasser, ne? Also der hängt jetzt nur oben drüber, weil ich den jetzt noch nicht reingemacht habe (überlappend).
38	B: Achso, ok, hm (bejahend) (überlappend).

39	I: Genau, also der wird ganz im... also der Becher steht im Wasser drin mit dem Eis.
40	B: (Pusten) ich vermute, dass das langsamer nach unten sinkt das Wa... äh Tinte.
41	I: Hm (bejahend).
42	B: ... und sich mit dem Eis vermischt, wenn da noch Eisflocken schwimmen sollten.
43	I: Und dann äh sozusagen auch das gleiche Phänomen wie auf der Seite: Dass sich das so auch mit Wasser so generell vermischt oder eher an einer Position bleibt?
44	B: Hm (überlegend) wüsst ich jetzt nicht, wie ich das beschreiben soll. Also ich könnte mir vorstellen, dass die im... die Eisflocken vielleicht die Tinte reingeht und sich da erstmal noch hält.
45	I: Hm (bejahend), ja, ok. Gibt es sonst noch irgendwas, was du erwartest? Wo wir jetzt nicht drüber ges... direkt gesprochen haben.
46	B: Ne, im Moment nicht.
47	I: Ok. (Unv.) ganz kurz 'n bisschen zur Seite. Ähm könntest du mir das dann einmal aufzeichnen, wie deine Erwartungen genau aussehen? Also, dass du das... den Kasten einmal abzeichnest oder aufzeichnest und dann einmal deine Erwartungen aufmalst. Genau, und der Becher steht sozusagen da drin, ne?
48	B: Schwierig zu malen. Du tröpfelst das rein?
49	I: Hm (bejahend). Also das wird so ein Tropfen sein, der sich dann...
50	B: Ja gut, toll. Das verwischt sich hier. Ich weiß ja nicht, wieviel Tropfen da rein... und hier würde ich das eher... keine Ahnung... das ist dann Eis hier.
51	I: Hm (bejahend).
52	B: Und das färbt sich vielleicht dann blau, keine Ahnung.
53	I: Und wenn das jetzt ins... also nur ins Wasser fallen auf der Seite, also wenn das Eis weg wäre, wie würde es dann aussehen?
54	B: Hm (überlegend) dann würds vielleicht langsam so nach unten sinken die blaue Farbe.
55	I: Ok, und dann auch unten bleiben, oder?
56	B: Nein, nicht unten bleiben, hm (verneinend). Die... das Wasser würd sich dann ähm leicht blaufärben hier.
57	I: Ok, hm (bejahend).
58	B: Ja, keine Ahnung, bisschen wischiwaschi.
59	I: Ja, ok. Ja, alles klar. Ähm wie kommst du darauf, dass so etwas passieren wird?
60	B: Äh, das ist jetzt reine Intuition. Also ich ähm... ich weiß nicht genau, ob die Tinte... die Flüssigkeit der Tinte jetzt dichter ist als Wasser. Das ist jetzt reine Vermutung von mir, ohne irgend'nen physikalischen Hintergedanken oder Wissen.

61	I: Ok, ähm gibt es denn irgendwie 'ne Situation, wo du sowas schon mal gesehen hast?
62	B: Äh, jetzt gerade bewusst nicht. Ne, mir fällt jetzt grad keine ein.
63	I: Ok, alles klar. Glaubst du, dass das immer so ist dann auch? Also, ob das immer so passieren würde...
64	B: Nö, ich lass mich jetzt vom Gegenteil überzeugen wahrscheinlich.
65	I: Ok (lacht).
66	B: Bin schon ganz gespannt, was passiert. Ob meine Vermutung richtig ist oder falsch (lacht).
67	I: Ok, ich geh dann mal auf die andere Seite, dann komm ich da 'n bisschen besser ran. Ok, alles klar. Also du sollst einfach, wenn ich jetzt was mache... einfach erzählen, was du wahrnimmst und beobachten sozusagen und einfach das laut aussprechen.
68	B: Ja.
69	I: Und ich sag sozusagen grad dann, was ich mache. Ok?
70	B: Ok, kann losgehen.
71	I: So, ich mach jetzt erstmal den Becher hier rein. Ich hab den nämlich gestern schon so halb kaputt gemacht. Gucken, ob das jetzt hält. So. So, den Becher schieb ich jetzt einmal hier nach unten (unv.).
72	B: Der ist leichter.
73	I: Ja, gleich wenn da Eis drin ist, hält das 'n bisschen besser. So, ich hab hier jetzt so Crushed-Eis.
74	B: Machst du den ganz voll?
75	I: Ja, bis oben hin. Dass es da auch schön kühl ist sozusagen. Haben wir auch grad frisch geholt das Eis, also das ist wirklich kalt. Willst du das haben?
76	B: 'N ganz bisschen. Ne, nicht so viel.
77	I: Also das ist wirklich kalt.
78	B: Ich hab Hitze.
79	I: So, ich mach jetzt hier noch 'n bisschen außen was ran. Ja, nicht viel, aber dass es halt gekühlt ist. Kannst auch hier reinschütten dann. So. So, dann ist auch nicht viel außen dran, nur so 'n bisschen. So, also hier haben wir das auf jeden Fall kühl. Kannst du jetzt schon was sehen?
80	B: Nein, kann noch nicht sehen. Ichühl auch nichts an den Plexiglasscheibe. Also... wahrscheinlich wenn man 'n Finger reinhält, wird das vielleicht 'n bisschen kühler sein da.
81	I: Gucken wir auch gleich mit dem... ach ja, ich hab hier ja noch so 'n...
82	B: Hast du 'n Thermometer?
83	I: Äh Thermom... also so 'n Laser-Thermometer-Ding. Genau, so, die ist jetzt an,

	die leuchtet jetzt hier. Also hier wirds jetzt warm, hier ist kalt.
84	B: Ja.
85	I: Kannst hier was sehen bei den Eiswürfeln?
86	B: Also die äußeren Eiswürfel am Becher, die sind schon geschmolzen. Wahrscheinlich aufgrund der Zimmertemperatur des Wassers.
87	I: Ja, so ich machs jetzt einmal hier genau dran: so, 21,8 Grad und hier 23,4.
88	B: Soll das auf 'ne auf ne bestimmte H... äh Hitze erhöht werden da?
89	I: Also hier ist jetzt irgendwas mit 32 oder so eingestellt, aber so hoch lassen wir das nicht kommen. Also...
90	B: Ok.
91	I: Wir stell... schalten die einfach... das erhitzt sich auch nich so schnell.
92	B: Jetzt wird's spannend.
93	I: So, ich lass ihn nochmal eben hier drin. Dann mach ich es jetzt noch einmal (unv.). 14,8
94	B: Das hat aber geholfen.
95	I: 28,5 also ist auf jeden Fall deutlich...
96	B: Fast 14 Grad Unterschied. Kann man da was fühlen?
97	I: Meistens fühlt man's jetzt am Glas nicht direk, aber...
98	B: Ne, am Glas fühlt man nichts.
99	I: Ok, alles klar. So, dann einmal wieder... also beobachten, was jetzt passiert. Ich tröpfel jetzt hier einmal an der Heizung ein Tropfen Tinte rein und einmal beschreiben, was du siehst.
100	B: Der Tropfen sinkt langsam nach äh rechts unten und 'n bisschen verteilt sich im Wasser... oder auch an der Wasseroberfläche in Streifen. Der Tropfen sinkt fast gar nicht weiter... (lacht) bleibt so kleben. Und die Streifen gehn auch noch weiter nach äh links rüber an der Oberfläche. Also unten angekommen ist noch gar nichts.
101	I: Ja.
102	B: Es wird wir... als wenn man das... auch teilweise, man könnte meinen, das wird von der Heizung angezogen. Es ist immer noch nicht unten die blaue Farbe. Also ganz (langgezogen) ganz, ganz, ganz langsam 'n Ministreifen. Es dauert und dauert und dauert. Jetzt kommt mal irgendwann mal unten was an. Und es schwimmt langsam (langgezogen), aber sehr langsam.
103	I: Wohin?
104	B: Das, was oben war, ver... verzieht zum kalten Wasser rüber sozusagen.
105	I: Ok, hm (bejahend) ich kann sonst auch nochmal einen neuen reintropfen.
106	B: Ja.
107	I: Genau, einfach wieder erklären und beschreiben.

108	B: Ja, ein Teil des Tropfens fällt nach unten runter und ein anderer Teil bleibt oben und zieht wieder in einer Art Streifen Richtung Mitte.
109	I: Und was kannst du mit dem unteren Tropfen noch sagen?
110	B: Ja, wie so 'ne Krake hat sich die entwickelt. Also wie, keine Ahnung... sieht interessant aus. Also eine interessante...
111	I: Läuft die nur nach unten oder auch noch in eine andere Richtung?
112	B: Ja, auch jetzt wieder der Teil wieder Richtung Heizung und ein Teil nach unten. Aber irgendwie... der Teil wird... als wenn er von der Heizung angezogen wird, langsam.
113	I: Also so richtig absinken tut's nicht, sondern...
114	B: Nein.
115	I: ... eher schon wieder Richtung der Heizung hingehen.
116	B: Ja.
117	I: Und kannst du jetzt hier... wenn man direkt da ran guckt... siehst du das, was passiert?
118	B: Ja, unten sind kleine Punkte und die gehen zur Heizung hin und lösen sich dann auf.
119	I: Lösen die sich auf oder gehen die in eine bestimmte Richtung? Wenn man genau hinguckt.
120	B: Die gehen... die gehen dann nach oben weg.
121	I: Ja.
122	B: Interessant.
123	I: Genau (unv.) ziehen sozusagen nach oben, ne?
124	B: Die ziehen nach oben.
125	I: Und jetzt sieht man hier: Jetzt hast du hier oben auch viel mehr Blau auf einmal wieder, ne? Weil jetzt wieder alles wieder oben ist und es zieht dann rüber.
126	B: Hm (bejahend).
127	I: Ok, dann tropf ich einmal einen Tropfen auf die andere Seite. Genau, einmal auch wieder beschreiben, was passiert.
128	B: Der ganze Tropfen sinkt fast komplett in eins nach unten. Aber jetzt fängt er an, sich zu teilen. Hängt da auch wie... 'n Streifen nach unten hat auch so komische Pinöfels, aber die fallen ganz, ganz, ganz, ganz langsam. Wie in so 'ner Fläche, fast am Becher klebend. Und auch diese Punkte oben gehen alle zum Becher hin. Also es verteilt sich nicht in die... in das Gef... längliche Gefäß rein.
129	I: Hm (bejahend).
130	B: Jetzt sinken die am Becher entlang am unteren... am Boden. Vom Boden aus gehen die jetzt... sinken die in so ganz dünnen, kleinen Streifen nach unten.
131	I: Ja. Kannst ja eben auch 'n bisschen warten, dann sieht man das gleich 'n bisschen

	besser. Kannst du jetzt was noch erkennen?
132	B: Ja, jetzt... jetzt bleiben die blaue Farbe sozusagen im unteren Bereich des Beckens und unter dem Eisbecher und verteilt sich jetzt am Boden des Gefäßes sozusagen wie so 'n Schlauch.
133	I: Ok.
134	B: Also nicht wie eben auf der warmen Seite an der Wasseroberfläche, sondern wir haben jetzt sozusagen unten im Gefäß so 'n Streifen.
135	I: Ok und wohin... in welche Richtung geht das?
136	B: Das geht jetzt wiederum in Richtung des warmen Wassers hin.
137	I: Hm (bejahend), also oben haben wir dann die Tinte, die rüberfließt zum Kalten und unten haben wir die Tinte, die vom Kalten rüberfließt zum Warmen.
138	B: Ja.
139	I: Hm (bejahend), ok. Alles klar, gut. Kannst du noch was über das Eis aussagen? Also kannst du... sieht man das 'n bisschen? Ah, nicht so gut, ne?
140	B: Nein, aber dass... aufgrund der Zimmertemperatur wird das ja jetzt nach und nach äh schmelzen.
141	I: Ja, hier fühlt man das leider nicht so doll.
142	B: Das fühlt man nicht, nein.
143	I: Aber es ist auf jeden Fall...
144	B: Kannst du nochmal messen?
145	I: ...also wir können ja nochmal hier messen... 28 Grad und hier sind 33.
146	B: Also hat sich das doch erwärmt.
147	I: Hm (bejahend).
148	B: Komm... also das ganze Wasser im...
149	I: Hm (bejahend). Ok, ich mach mal eben jetzt die Heizung wieder aus. Die muss ja jetzt nicht die ganze Zeit laufen.
150	B: Ne.
151	I: Genau, könntest du dann einmal erklären, was da jetzt passiert ist?
152	B: Erklären ist schwierig. Das ist jetzt 'ne Vermutung, die ich abgebe. Irgendwie wird ähm durch die Wärme auf der einen Seite so 'ne Abstoßungsreaktion erzeugt, dass die Tinte zum kalten Wasser geht und wiederum auf der anderen Seite äh strömt das... die Tinte dann... die verteilt sich die Farbe... geht vom Kalten ins Warme.
153	I: Geht da nur die Tinte... fließt da lang oder auch was anderes?
154	B: Also sehen tut man nur die Tinte.
155	I: Ja, das ist klar. Also deswegen haben wir das reingemacht, um halt das sichtbar zu machen.

- 156 B: Aber du meinst jetzt, um auf das Thema Strömungen vielleicht zurückzukommen... äh...
- 157 I: Also wenn, also...
- 158 B: Es ist ja das Wasser, was sich da bewegt...
- 159 I: Richtig.
- 160 B: ... und nicht die Tinte.
- 161 I: Genau, also wir haben die Tinte genommen, um das
- 162 B: sichtbar (unv.)
- 163 I: ... dieses Phänomen sozusagen sichtbar zu machen, genau.
- 164 B: Also das Ganze ist ein Phänomen, ähm was im Wasser an Bewegung existiert, die man so mit bloßem Auge nicht sehen könnte. Sehe ich das richtig?
- 165 I: Ja (lacht). Also, genau. Wir haben oben dann das warme Wasser sozusagen... also nicht nur die Tinte, die dann von oben da langfließt, sondern das warme Wasser und unten das kühle Wasser.
- 166 B: Ja.
- 167 I: Äh, wie kommst du darauf, das so zu erklären?
- 168 B: 'Ne schwierige Frage, das... also (pustet)... du hast mir ja das Hilfsmittel Tinte gegeben, wenn ich dies nicht hätte, ähm hätte ich das ja mit... hätte ich das ja nicht sehen können. Dann hätte hier einfach ein Versuchsaufbau mit kaltem und warmem Wasser fühlen... fühlen können vielleicht, aber nichts sehen.
- 169 I: Ok, ähm, kennst du jetzt irgendwelche Situationen, wo du vielleicht sowas schon mal... vielleicht auch gefühlt hast oder... irgendwelche Beispiele, die du vielleicht mal irgendwo gesehen hast, vielleicht auch im Fernsehen oder so?
- 170 B: Also so extrem nicht. Ähm, wenn Kinder jetzt irgendwie mal mit Tinte gespielt haben: Ja, klar, dass sich die Tinte im Wasser auflöst, aber nicht, dass äh so eine Bewegung ähm entsteht. Weil man ja auch nicht kalt und warm dabei hatte.
- 171 I: Hm (bejahend). Könntest du mir dann einmal nochmal aufmalen, wie das jetzt aussah, so wie du das jetzt erklären würdest.
- 172 B: Nochmal aufmalen?
- 173 I: Genau, also was jetzt so passiert ist. Dass wir sozusagen oben einmal die Vermutung haben, dadrunter einmal dieses... wie's passiert ist.
- 174 B: Hm (bejahend) ja, super. Ich mal jetzt und du musst das... du weißt ja, was ich vielleicht damit meine. Ok? Ja.
- 175 I: Ok, ähm, wenn wir das jetzt noch einmal durchführen würden, würde das gleiche dann wieder passieren?
- 176 B: Ich vermute: ja. Weil wir ja an dem Versuchsaufbau jetzt nichts ändern würden, außer es... wie du eben gesagt hast.... ist das Wasser jetzt da nicht mehr so kalt wie eben mit den 14 Grad am Anfang.
- 177 I: Genau, ja, hm (bejahend), ja, perfekt. Ähm gibt es noch andere Möglichkeiten,

	ohne jetzt diese Heizung und das Eis da drin zu haben, die Tinte im Wasser zu bewegen? Also sozusagen, dass wir diesen Versuch jetzt haben, ohne... also ohne die Heizung und das Eis... könnten wir den Versuch noch irgendwie anders durchführen, dass wir die Tinte im Wasser so bewegen können?
178	B: Ohne jegliche andere Hilfsmittel?
179	I: Ne, nicht... also können andere sein. Nur ohne jetzt Wasser... äh ohne das Eis und die Heizung. Muss jetzt auch nicht unbedingt in dem Gefäß sein, kann ja auch woanders drin sein.
180	B: Wir könnten ja das Gefäß in die Hand nehmen und...
181	I: ...bewegen.
182	B: Das Gefäß bewegen.
183	I: Hm (bejahend).
184	B: Aber ob du dann das gleiche Phänomen sehen würdest, glaub ich nicht.
185	I: Ne (unv). Ja, ok. Dann vergleich einmal bitte deine Erwartung mit dem, was du jetzt beobachtet hast. Also gibt es da Unterschiede und, wenn ja, welche oder irgendwo Gemeinsamkeiten auch?
186	B: Also Unterschiede gibt's ja in dem Sinne, dass ich meiner Vermutung falsch lag, dass sich die Tinte in Richtung Wasseroberfläche dann zum Eis bewegt und bei... auf der kühlen Seite dann, dass sich die Tinte dann in Richtung das warme Wasser bewegt. Das hab ich überhaupt... äh überhaupt nicht vermutet.
187	I: Hm (bejahend).
188	B: Dass sich das verteilt die Tinte irgendwo schon, aber... das... der... das einzige, was passend übereinstimmt.
189	I: Also ist das, was jetzt sozusagen die Bewegung angeht, hast du gar nicht erwartet, dass jetzt sowas irgendwie passiert?
190	B: Nein, dass das so wie so 'n Magnetströmung da rüberzieht, das hätt ich jetzt nicht erwartet.
191	I: hast du noch irgendwas nicht erwartet, was passiert ist.
192	B: Dass die Tinte so direkt bei der Eisseite so am... an der kalten so runtergelaufen ist und dann am Becherboden dann da ganz nach unten ge... gesunken ist und dann erst am Behälterboden nach rechts rüber zum warmen Wasser.
193	I: Hm (bejahend), ok. Wenn du jetzt 'n Namen für dieses Phänomen finden müsstest, wie würde der für dich lauten?
194	B: Äh, "Wasser in Bewegung" oder... weiß ich nicht. Ähm, ja, sowas wie Kalt-warm-Unterschied ist ja... das find ich... ist ja kein Phänomenbezeichnung. Das ist ja... die mag... "fast magnetische Wirkung von heiß und kalt im Wasser" oder "Strömungsbewegung im Wasser"... keine Ahnung.
195	I: Ok, aber das sind ja schon mal viele Ideen dabei. Ja, ok. Alles klar. Dnan sind wir mit dem Versuch auch fertig und dann kommen wir zu dem nächsten Versuch mit dieser Kunststoffschale, die hier vor uns steht. Also, wir haben hier einmal 'ne Kunststoffschale. Da drin ist Sand und Wasser. Also das ist schon so vermischt

	worden, ne? Also... und ja... also ist wirklich Matschepampe sozusagen. Also es ist auf jeden Fall sehr feuchter Sand, sieht man ja auch hier so 'n bisschen Wasser noch oben drauf, ne?
196	B: Hm (bejahend).
197	I: (Unv.) ähm, genau. Ok, stell dir einmal folgenden Ablauf vor: Ich werde jetzt gleich die Schale nehmen und so hin- und herbewegen, ruckartig.
198	B: Ja, Hm (bejahend).
199	I: Was denkst du, wird zu beobachten sein? Wenn ich die Schale in 'ner Hand hab und so hin- und herbewege, ruckartig.
200	B: Also das Oberflächenwasser, was man jetzt noch sehen kann, das wirst du dadurch natürlich nach rechts und links bewegen und diese Sand-/Wassermischung wird sich auch bewegen, aber natürlich nicht so schnell wie dein Wasser, was du da oben drauf hast.
201	I: Hm (bejahend), wird irgendwas Konkretes mit dem Sand passieren?
202	B: Hm (überlegend) ja, dass es dann auf der einen Seite mehr und auf der anderen Seite weniger ist.
203	I: Also dasss sich Hügel bilden oder... also so auf der einen Seite, dass dann hier immer mehr...
204	B: Ja, da wird dann... (unterbrochen).
205	I: ... je nachdem, in welche Richtung du da...
206	B: Hm (bejahend).
207	I: Und das Wasser bleibt das oben so 'n bisschen drauf? Also jetzt haben wir ja hier so 'n bisschen das Wasser oben drauf.
208	B: Nein, das würd ich sagen ähm... du lockerst ja die o... die oberste Schicht von dem Sand 'n bisschen und du vermischt jetzt sozusagen ja Sand und Wasser wieder mehr.
209	I: Hm (bejahend).
210	B: Also, dass man jetzt so dieses milchige Wasser sieht, würd ich mal vermuten... sieht man dann, je mehr du das bewegst, nicht mehr.
211	I: Hm (bejahend), ok. Könntest du mir das dann auch einmal wieder aufmalen, wie diese Schale dann sozusagen aussehen wird?
212	B: Super.
213	I: Ja, also kannst du von oben einmal sozusagen, wenn man da reinguckt so, ne? Wie das... wie das dann aussehen wird, wenn man dann draufguckt.
214	B: Ja, hier ist dann... also wenn du einmal 'ne Bewegung na... in die Richtung machst, hast du hier 'n bisschen vielleicht mehr Sand-/Wassergemisch und hier weniger, und umgekehrt. Und alles in eine... eine... eine Matschepampe, einheitlich.
215	I: Einheitlich, hm (bejahend).

216	B: Ohne, dass da noch Wasser oben drauf schwimmt.
217	I: Ok, hm (bejahend), gut. Äh dann äh, wie kommst du darauf, das dann so zu erklären jetzt? Also äh sozu... dass das so passiert? Tschuldigung. Also wie kommst du, dass das so passieren wird, jetzt? Wie kommst du dazu?
218	B: Ja, als erwachsene Person hat man ja Kinder und mit denen hat man schon oft mal im Sandkasten oder am Wasser gespielt und äh je mehr Wasser oder je mehr Sand, desto mehr matschiger Sand-/Wassermischung wird es und ähm... das erklär ich hier aus meinen Erfahrungswerten.
219	I: Ok und wie kommst du dann drauf, dass hier irgendwie bei der Zeichnung... dass der auf einer Seite halt so 'n kleiner Hügel ist und auf der anderen das flasch so weiter runtergeht?
220	B: Weil du ja die Schale bewegst, reell bewegst. Dass ist ja jetzt nicht äh fest mit'm Boden verankert. Du übst ja Kraft auf diesen Behälter aus.
221	I: Ok. Ja, alles klar. Gut, dann werden das jetzt einmal durchführen. Du kannst das auch sonst gleich einmal selber machen. Erstmal führ ich das durch und danach kannst... also dann wieder sozusagen, dass du dann währenddessen erklärst, was du siehst, was dann passiert... äh beobachtest, was da s... passiert, ne? Ich muss das jetzt mal 'n bisschen... ich weiß nicht, ob da genug Wasser drin ist. Ich muss da nochmal eben 'n bisschen Wasser reinmachen. Sonst funktioniert das nicht so gut. [Wasser einfüllen] so, jetzt funktioniert das besser.
222	B: Also [Name] schüttelt den Behälter und das Wasser verteilt sich mehr mit dem Sand und der Sand wird fester. Man könnte meinen, es ist eine ja... ein Brei geworden und der Brei wirft falten; sowohl links und rechts und entstehen sogar kleine Förmchen.
223	I: Hm (bejahend).
224	B: Wie eine... eine Masse dann sozusagen.
225	I: Und wenn ich das jetzt stehen lasse, was ist dann?
226	B: Dann setzt sich der Sand wieder ab und äh wird geschmeidiger, die Falten werden wahrscheinlich gleich weniger und das Wasser setzt sich oben wieder ab.
227	I: Hm (bejahend), kannst das sonst auch gern mal eben ausprobieren. Ist 'n bisschen anstrengend. Musst wirklich so...
228	B: So?
229	I: ... die Hände anein... ja.
230	B: (Lacht) lustig.
231	I: Genau, was entsteht das jetzt so konkret, also was kann man da erkennen?
232	B: Strukturen, damit man sich auch letzte Woche... also, ja, Streifenmuster, aber immer unterschiedlich. Also jetzt nicht linear gezogen, sondern mal so, mal so.
233	I: Hm (bejahend), ja, ok, genau. Ok, erkläre einmal, was jetzt da passiert ist. Also wie ist es da jetzt zu gekommen?
234	B: ich vermute... also, das ist ja jetzt auch wieder nur 'ne Vermutung. Ich vermute, der Sand hat das Wasser aufgenommen durch die Bewegung und ähm Wasser,

	Sand wird sozusagen ein... ein Gemisch, oder wir man das bezeichnet. Und dadurch ist es dann eine Masse und dadurch entsteht halt die... setzt sich das Wasser nicht mehr ab.
235	I: Hm (bejahend), wann ist das so?
236	B: Ja, durch Bewegung.
237	I: Ok, durch die Bewegung. Und wenn man das jetzt wieder stehen lässt, also wenn keine Bewegung da ist?
238	B: Wenn das jetzt ruht, dann setzt sich das Schwere, also der Sand, ja ab. Und oben haben wir dann nur noch das Wasser... also 'n dünner Film Wasser.
239	I: Ja, hm (bejahend). Ok, äh kennst du irgendwelche andere Situationen, wo du sowas schon mal gesehen hast? Auch mit solchen Mustern, die du da eben hattest.
240	B: Ja, Muster nicht, aber dass sich Flüssigkeiten irgendwo absetzen, wenn man irgendwas stehen lässt... ähm, ich sag jetzt mal, beim Kochen oder so... wo sich dann was absetzt. Äh oder wenn jetzt 'ne Suppe ansetzt, hat man, dass oben Fett schwimmt und die Suppe an sich, als Flüssigkeit, ja unten im Topf bleibt. Also, dass... dass man... ja oder zwei verschiedene Stoffe in einem Behälter hat, dass sich irgendwas absetzt. Oder das Schwerere nach unten sinkt, also das schon. Aber nicht ähm jetzt durch meine eigene Bewegung, würde mir jetzt nicht einfallen, dass sich dadurch was verändert.
241	I: Und durch die Natur? Hast du da irgendwelche Situationen, die du vielleicht damit assoziieren könntest? Vielleicht auch an der Küste?
242	B: Ja, ich... ist mir schon klar, auf was du hinaus willst. Das hab ich jetzt extra erstmal nicht gesagt, weil das ja das widerspiegelt dieser Versuch hier. Also, wenn ich jetzt äh... wenn am Stand äh... es ist jetzt Ebbe und der Strand ist trocken, weht mir der weg. Kommt jetzt Wasser, dann vermischt sich der Sand mit dem Wasser und der... der Sand wird schwerer und du hast äh schweres Watt sozusagen dann da, ne? Und das Wasser, wenn's abfließt, liegt es ja auch noch oberhalb des schweren Sandes. Und wenn's abfließt, hinterlässt es ja manchmal auch, wie wir das grade festgestellt haben, so Strukturen im Wasser.
243	I: Hm (bejahend) ja, genau. Ok, könntest du mir dann einmal wieder aufmalen, wie das dann jetzt für dich aussah?
244	B: Also eine feste Masse und... mit Strukturen drinne.
245	I: Die aber unterschiedlich auch für dich sind, ne?
246	B: Ja.
247	I: Hm (bejahend). Ja, ok. Alles klar. Wenn wir das jetzt noch einmal durchführen, würd dann genau das gleiche wieder passieren?
248	B: Das gleiche nicht, ne? Die gleichen Strukturen werden nicht nochmal wieder entstehen, auf jeden Fall nicht.
249	I: Aber vom Konstrukt sonst her?...
250	B: Vom... vom Grundsatz her schon, ja.
251	I: Ja, alles klar. Gibt es denn noch eine andere Möglichkeit, so eine Struktur im

	Sand zu erzeugen?
252	B: Also nur mit den Grundvoraussetzungen Wasser und Sand?
253	I: Muss auch gar nicht unbedingt mit Wasser, sondern Sand. Also einfach nur, dass solche Strukturen im Sand erkennbar sind.
254	B: Ja, wenn du an Wüste denkst, dann hast du ja trockenen Sand. Da bläst stundenlang der Wind drüber, dann hast du auch andere Formationen.
255	I: Ja, genau. Also einmal könnte man eben die Kombination mit Wasser und Sand... würde eben solche Strukturen... oder Wind und Sand.
256	B: Ja.
257	I: Ja, hm (bejahend). Könntest du dann einmal wieder deine äh Vermutung, mit dem, was du jetzt beobachtet hast, vergleichen?
258	B: Ja, bei meiner Vermutung habe ich überhaupt nicht darüber nachgedacht, dass irgendwelche Strukturen im Sand durch die Vermischung entstehen. Ich hab einfach nur ganz einfach gedacht, wir bewegen den Sand hin und her. Zwar schon, dass sich das Wasser damit vermischt, aber dass halt dann rechts oder links, je nachdem, wie man sich das bewegt, äh dann 'n Sandhügel entsteht. So hat sich das aber ja nicht dargestellt. Tatsächlich ist ja dann eine... ein Gemisch entstanden aus Wasser und Sand und der hat mir dann unterschiedliche Strukturen oder Streifen oder kleine Kügelchen im Sand erzeugt.
259	I: Hm (bejahend), ja, ok. Ähm wenn du jetzt wieder ein Name für dieses Phänomen finden müsstest, wie würde der für dich lauten?
260	B: Hm (überlegend) Strukturen im Sand.
261	I: Hm (bejahend).
262	B: "Jeden Tag anders", ja... durch Bewegung erzeugte Strukturen im Sand, weiß ich was.
263	I: Hm (bejahend) ok, ja. Alles klar. Gut, dann bedank ich mich und wir sind nämlich auch schon am Ende.
264	B: Ja.
265	I: Ok, Dankeschön.
266	B: Bitteschön.

21.2.4 Interview SIB

1	I: Ich nehm das dann jetzt direkt wieder auf, ne? Damit ich das nachher nochmal anhören kann. Ähm, ja wir haben jetzt zwei Experimente vorbereitet. Das ist einmal dieser Kasten und einmal das andere Experiment. Und wir machen so 'ne bestimmte Methode, das heißt PEOE. Da wird erstmal predict, also ich erklär dir, was das ist und dann sollst du mir sagen, was... was du glaubst, was passieren wird. Dann beobachten wir das. Dann äh wird gesagt, was wir gesehen haben. Und dann werden dann einmal erklären, explainen, was... was so passiert ist. Ähm, ja, dann fangen wir einfach mal mit dem ersten hier an. Das ist ein ganz normaler Kunststoffkasten. Wir haben hier grad so Holz, damit das 'n bisschen verstärkt wird. Da drinnen ist jetzt Wasser, ganz normales Leitungswasser hab ich da grade reingefüllt. Und hier ist eine Heizung, eine ganz normale Aquarienheizung, die das an dieser Seite aufheizen wird. Und an dieser Seite werde ich gleich einen Pappbecher nehmen, da werd ich Eiswürfel reinfüllen und den werd ich hier so reinstülpen, dass hier quasi 'ne Kühlung... das das da gekühlt wird im Prinzip. Dann nehm ich Tinte und tropf einmal 'n Tropfen hier rein oder 'n bisschen mehr und dann auch da rein und dann gucken wir, was damit passiert, wie sich das Wasser verhält, ob wir da irgendwas sehen können. Ähm, jetzt soll ich dich... oder jetzt frag ich dich, was... was du dir da vorstellst, was wird passieren mit der... mit der Tinte, wenn die zum Beispiel rechts an der Heizung reingetropft wird.
2	B: Also wir haben verschiedene Sorten... oder verschiedene Wassertemperaturen.
3	I: Genau.
4	B: Das warme Wasser wird oben sein, das kalte Wasser, vermute ich, wird sich unten ablagern. Und wenn du von oben Tinte hereintropfst... ich könnte mir vorstellen, dass die in der warmen Wasserschicht bleibt.
5	I: Dass diese... also was... was würde mit der Tinte hier links passieren, was vermutest du? Einfach mal...
6	B: Ich vermute, dass die nicht absinkt. Das ist 'ne Vermutung.
7	I: Ok. Und die rechts?
8	B: Hier werden wir ja... also da, wo der Heizstab ist, wird sich das nicht so unterteilen in kalt und... also das wird ja hier in diesem Bereich überall warm sein, weil der Heizstab da in der Nähe ist. Deswegen wird sich hier die ver... Tinte verteilen.
9	I: Ok.
10	B: Aber hier in der Ecke wird es kaltes Wasser sein und ich glaub, dass die Tinte da nicht hinkommt.
11	I: Hast du sonst noch irgendwas, was denkst, was passieren wird? Also, hast jetzt schon 'n bisschen was gesagt. Aber irgendwas anderes, was eintreten könnte?
12	B: Wie hoch wirst du aufheizen?
13	I: Hm (überlegend) ich mach das jetzt auf... 32 grad hab ich das eingestellt.
14	B: 32.
15	I: Aber das...
16	B: Oh, das ist ja...

17	I: Also soll dann im Prinzip einfach, dass... dass du hier 'n Wärmepol hast, da 'n Kältepol und dann bleibt das nur 'n paar Minuten an. Das ist nicht so, dass jetzt das Ganze aufheizt oder abkühlt. Das ist jetzt... (unterbrochen).
18	B: Und große Bewegung ist auch nicht drin. Also die kalten und warmen Wasserschichten werden sich nicht vermischen.
19	I: Also probieren wir das.
20	B: [Parallelgespräch mit Fremdem].
21	I: Ales gut, ähm, wie kommst du jetzt darauf, dass das passieren wird.
22	B: Dass sich die ähm Wassermassen nicht vermischen?
23	I: Ja.
24	B: Weil ich ähm irgendwo mal im Fernsehbereich ähm gesehen oder gehört habe, ähm dass sich im Meer warme und kalte Wasserschichten nicht vermischen, sondern dass die sich übereinanderlagern. Also man hat ja große Sorge, dass wenn das Eis am Nordpol abschmilzt, dass kalte Wasserschichten in die Nordsee rein drücken und den Golfstrom unterbrechen. Also... und wir ein anderes Klima bekommen. Also die v... vermengen sich nicht.
25	I: Gut, dann gucken wir einfach mal. Genau, kannst du nochmal reinfassen. Ich muss gucken, dass ich hier so passenden Eis finde. Den Becher haben wir dann dazu, dass das Eis 'n bisschen an Ort und Stelle bleibt. Alles gut. Und dann stülpe ich den gleich so über Kopf da rein. So. Ob das jetzt passt? Das wir das so 'n bisschen mit nach unten nehmen können. So.
26	B: ich war jetzt der Meinung, du schüttetest das hinein. Aber du äh...
27	I: So, hab ich das eingeklemmt. Wir können da sonst auch noch so 'n Eisklumpen mit reinlegen. Gucken das (unv.).
28	B: Jetzt geht's.
29	I: Können wir ja so 'n bisschen.
30	B: Der geht nach oben.
31	I: ... wie so 'n Eisberg dahinlegen. So, ich steck die Heizung rein. Also hier heizt sich das sofort auf. Bisschen aufpassen, dass hier unsere Aufnahme nicht weg ist. Das wär schlecht. Und dann nimm ich mir hier 'n bisschen Tinte. Ich pass 'n bisschen auf, dass das nicht so schmiert. Tropf hier einfach ein, zwei, drei Tropfen rein. Und hier genauso. Jetzt gucken wir mal, was passiert. Beschreib schon mal, was du jetzt gerade so gesehen hast.
32	B: Im kalten Wasser löst es sich schneller auf als im warmen Wasser. Also es ist... verläuft sozusagen schneller als im warmen Wasser und sinkt ganz langsam im warmen Wasser und im kalten Wasser ist es schon... ja schon fast unten angekommen.
33	I: Man sieht jetzt hier beim warmen Wasser 'ne Bewegung.
34	B: Es sinkt... es sinkt kaum noch ab.
35	I: Und wohin bewegt sich das? Wenn du jetzt mal 'n bisschen runtergehst. Das kannst du hier oben ganz gut sehen.

36	B: Es steigt sogar etwas an, ganz etwas.
37	I: Und das kalte Wasser ist mittlerweile bis...
38	B: Ja, das warme Wasser geht nach oben und das kalte ist hier schon drunter her, ne? Und das bleibt in der warmen Schicht. Ahje, da ist so 'n Schleier zu sehen von dem kalten Wasser.
39	I: Man könnte jetzt hier schon... einmal ganz oben sieht man das. Das hier... da jetzt ist...
40	B: Ja.
41	I: ... die Tinte, die hier rechts reingekippt habe.
42	B: Ja.
43	I: Drückt scheinbar den Eiswürfel weg.
44	B: Hm (bejahend).
45	I: Ja und die wa... das warme Wasser lagert sich jetzt nach oben an und das kalte bleibt scheinbar unten.
46	B: Und was passiert mit dem kalten Wasser, wenn das hier wieder hinkommt?
47	I: Wird erwärmt und steigt hier wieder...
48	B: ... steigt nach oben.
49	I: Und hier hinten?
50	B: Und drückt... und drückt das hier... das haben wir ja auch gesehen: drückt das hier so langsam hin, ne?
51	I: Genau, wir können sonst noch 'n Tropfen reinmachen, zu gucken ob's... ob's sich noch identisch verhält. Ja, sieht man sogar schon, wie der oben schwimmt.
52	B: Da fällt es jetzt runter.
53	I: Da sieht man's dann richtig deutlich.
54	B: Hier ganz außen ist noch äh...
55	I: Ja, wahrscheinlich das Eis da drinnen löst sich jetzt relativ...
56	B: ... kaltes Wasser. Aber das war nur noch am äußersten Rand, ne?
57	I: Hm (bejahend), ja.
58	B: Da fällt es runter.
59	I: Ja, der Becher hält das jetzt 'n bisschen auf da drin, ne?
60	B: Ja.
61	I: Aber hier kann man's jetzt auch deutlicher sehen als vorhin noch.
62	B: Ja, es bleibt in der warmen Wasserschicht und treibt so ganz langsam nach links.
63	I: Ja.

64	B: Und dies treibt jetzt ganz langsam in die Richtung zum Heizstab.
65	I: Und oben bewegt sich das nach links, genau.
66	B: Also, es sind... ein Kreislauf.
67	I: 'N Kreislauf, genau. Ähm, gut, dann kommen wir jetzt weiter zur Erklärung. Wie kannst du dir vorstellen... oder erklär mir erstmal was... was passiert ist und äh kannst du dir erklären, wie du... wie das dazu gekommen ist.
68	B: Ja, ich hatt ja anfangs gesagt, dass sich die Wasser-... ähm ja Ma... Wassermassen kann man hier nicht von sprechen, aber die... die Wassertale, die warmen und kalten nicht vermischen. Und dadurch entsteht dieser Kreislauf. Das kalte Wasser ist unten, bewegt sich langsam in Richtung Heizstab, ganz langsam. Wird dort aufgeheizt und dann treibt es nach oben. Und treibt somit im warmen Wasser die Tinte langsam nach - also an der Oberfläche - in Richtung dem kalten Wasser. Und dann sinkt es da, haben wir ja auch gerade gesehen: die Tinte... Tinte sinkt da im kalten Wasser noch relativ schnell ab, im warmen Wasser sinkt sie kaum ab.
69	I: Weißt du, warum das kalte Wasser sinkt? Oder warum die Tinte in dem kalten Wasser sinkt? Kannst du dir das erklären?
70	B: Das muss mit Dichte zu tun haben.
71	I: Hm (überlegend) kannst du das 'n bisschen genauer nochmal erläutern?
72	B: Oh.
73	I: Kaltes Wasser: ist das denn dann dichter oder weniger dicht?
74	B: Kaltes... unten äh... kaltes Wasser wird auch schwerer, also schwerer sein. Deswegen hält es sich ja unten auf. Und warmes Wasser ist leichter und treibt nach oben.
75	I: Richtig. Und wie es dann zu dieser Kreisbewegung kommt?
76	B: Äh, das macht der Heizstab. Der, an dieser Stelle ja, das ankommende kalte Wasser hier aufwärmt und nach oben steigen lässt und treibt das dann hierher.
77	I: Also die Energie, die wir quasi dazufügen, in Form von diesem Heizstab oder in Form von deinen Eiswürfeln, die das hier wieder abkühlen, also das gleiche umgedreht machen, bringen da die Bewegung rein, genau.
78	B: Ja, also der Temperaturunterschied, ne?
79	I: Richtig, ja, das ist doch schon 'ne sehr gute Erklärung. Ähm, du hast das ja im Prinzip so ähnlich erwartet. Du hattest ja gesagt, dass diese beiden Schichten sich nicht vermischen werden, sondern getrennt voneinander... mit der Kreisbewegung hast du jetzt nicht berechnet... gerechnet. Ähm...
80	B: Ne, ähm, da hab... mit Kreisbewegung hab ich so nicht gerechnet.
81	I: Mh, du hattest den Golfstrom aber selber ja schon genannt.
82	B: Ja.
83	I: Kannst du das damit mal vergleichen, der Golfstrom und mit dem Phänomen hier? Hast du da irgendwie...
84	B: Ja, der Golfstrom kommt ja ganz aus Nordamerika und treibt dann auf der

	Nordhalbkugel an Grönland vorbei äh in unsere Richtung.
85	I: Warmes oder...
86	B: Warmes Wasser, der Golfstrom ist warmes Wasser.
87	I: Und was passiert mit dem gekühlten Wasser, wenn das hier ankommt und gekühlt wurde, also die Wärme abgegeben hat?
88	B: Dann sinkt es ab. Kaltes Wasser sinkt ab. Und der Golfstrom treibt ja auch sozusagen... oder das warme Wasser treibt an der Oberfläche und beeinflusst unser Klima.
89	I: Und das heißt: wo wären wir jetzt in diesem kleinen Modell? Könntest du uns hier quasi einteilen, wenn wir das hier als Golfstrom sehen würden.
90	B: Äh, dann würd ich uns hier [zeigt] ansiedeln.
91	I: Genau, bei dem Eis.
92	B: Also des... der warme Strom kommt zu uns und die kalten Wassermassen sind drunter.
93	I: Die sinken ab und fließen zurück, werden wieder aufgewärmt und treiben zu uns, ja, richtig. Also wenn du... wenn du dafür... für dieses Phänomen jetzt 'n Namen finden würdest, hättest du dann 'ne Idee? Abschließend als Frage.
94	B: Einen Namen?
95	I: Hm (bejahend).
96	B: Joa, es ist eine Form von Zirkulation im großen Maßstab natürlich.
97	I: Ja, ist doch su... ist gut, nicht schlecht.
98	B: Was anderes fällt mir dazu nicht ein. Zirkulation, Wasserzirkulation.
99	I: Ja, das zweite Experiment, ich nehm das mal eben hier mit rüber. Und auch meine Hilfekarten. Das zweite Experiment ist... besteht nur aus dieser kleinen Schale. Da ist ähm ganz normaler Sand drin, den wir aus'm Baumarkt gekriegt haben. Äh und hier dieses... diesen Sand hab ich 'n bisschen angefeuchtet mit'm bisschen Wasser. Können wir noch 'n bisschen was rauskippen. Steht noch 'n bisschen was drauf. Und ich werde jetzt gleich diese Schale ruckartig so hin- und herbewegen.
100	B: Ja.
101	I: Relativ zügig und ähm dann soll... wirst du irgendwas daran beobachten, ob... was damit passiert... ob... ob da sich irgendwas herausbildet oder ob das glatt wird oder was weiß ich. Und ähm, ja, das sollst du mir einmal eben beschreiben, was wi... was wirst du erwarten?
102	B: 'Ne glatte Oberfläche Oberfläche haben wir jetzt ja, nahezu glatt. Wenn du es äh ständig hin- und herbewegst, müsste sich äh an der Oberflächenstruktur etwas ändern.
103	I: Ok.
104	B: Äh, da könnten, das ist 'ne Vermutung, kleine... kleine Wellen entstehen, also so kleine Berge, 'ne Well... 'ne Wellenform, könnt ich mir vorstellen.

- 105 I: Ja, und was wird mit dem Wasser passieren? Hast du... du hast jetzt ja nur auf den Sand quasi... bist du eingegangen.
- 106 B: Ähm, das Wasser wird sich nach unten hin ablagern. Also wenn es zu Wellenform kommt, ist natürlich oben in der... in der Spitze sozusagen weniger Wasser als unten.
- 107 I: Ok, alles klar. Also das Wasser und Sand wird sich so 'n bisschen trennen?
- 108 B: Ja.
- 109 I: Und ähm, wie kommst du darauf, dass... dass das zu so Wellen kommt, hast du da irgendwie auch wieder 'ne Vermutung? Worauf basiert deine Vermutung? Hast du da 'ne Idee?
- 110 B: Ja, man sieht das ja an der Küste. Dass man da auch im Wattenmeer auch solche Formen hat, so Wellenformen. Wobei, das Wattenmeer schüttelt ja keiner, sondern das kommt durch das Wasser, was ständig drüber fließt und wieder zurückfließt, ne?
- 111 I: Genau.
- 112 B: Das äh... bewegt den Sand hin und her. Und du machst jetzt die Bewegung dadurch, dass du die Schale schüttelst, ne?
- 113 I: Ja. Ähm, gut, dann würd ich sagen, würd... machen wir es einfach mal. Gucken, ob das jetzt von Maßstab "Wasser und Sand" passt, weil das ist so 'n bisschen schwierig. Man kann's jetzt so 'n bisschen errahnen. Hier, wie du gesagt hast.
- 114 B: Ja, da entstehen so kleine Furchen.
- 115 I: Das passt noch nicht so ganz, aber...
- 116 B: Und man sieht beim Schüttelvorgang, dass das Wasser dann nach unten so 'n bisschen weggeht.
- 117 I: Ja, das Wasser befindet sich jetzt hier unterm Sand.
- 118 B: Hm (bejahend), zerklüftet. Die glatte Oberfläche ist weg. Und (unv.) Vertiefungen sammelt sich das Wasser.
- 119 I: Genau. Genau, wie du gesagt hast, gut. Ähm, du darfst das gern natürlich auch mal versuchen, wenn du das möchtest.
- 120 B: Na gut, da kommt ja nichts anderes bei rum. Jetzt sieht man, dass das Wasser... also wir haben gerade gesehen, dass das Wasser überall zu sehen war. Wenn wir jetzt schütteln, ist das Wasser nicht mehr so... die Oberfläche (unv.) Vertiefungen ist das Wasser nicht mehr so deutlich zu sehen, wenn ich aufhöre. Dann kommt das Wasser so 'n bisschen wieder in den Vertiefungen zum Vorschein. Die Oberfläche erscheint dann nasser.
- 121 I: Ja.
- 122 B: Und wenn ich schüttel, erscheint die Oberfläche trockener. Weil sich das Wasser nach unten hin... (unterbrochen).
- 123 I: Du siehst ja auch durch diese... diese Klumpen, die sich dann quasi sogar bilden.
- 124 B: Ja... ja, dann ist das Wasser ganz unten in der Schale.

- 125 I: Hm (bejahend). Aber es ist genau das eingetreten, was du vermutet hattest. Kannst du mir erklären, wie es dazu kommt?
- 126 B: Ja... natürlich durch die Bewegung. Äh, durch das hin- und herschütteln. Es ähm findet an einigen Stellen 'ne Verdichtung statt. Wir haben ja auch gesehen, der schrumpft zusammen. Das drückt das Wasser raus. Wir haben gesehen, es drückt's nach unten. Und dann fallen Furchen rein.
- 127 I: Kannst du dir erklären, warum es zu so Furchen... (unterbrochen).
- 128 B: Und dann... w... weil... also wir haben gesehen, dass beim Schütteln, dass äh der ganze Sandkörper zusammengedrückt wurde. Das Wasser ging nach unten. Und dann schwimmt der Sand ja auf dem Wasser so 'n bisschen auf und wenn wir's loslassen, dann geht es wieder auseinander und so bilden sich die Furchen. Der Sand geht wieder auseinander. Wir sehn ja jetzt, am Schalenrand haben wir wieder Sand und dann bilden sich die Furchen.
- 129 I: Durch das Zertrennen des Klumpens quasi.
- 130 B: Ja, und das... und in den Furchen... die Furchen sind ja tiefer, sind näher am Wasser und dadurch zeigt sich da das Wasser zuerst.
- 131 I: Ja, ok. Und äh, das hatt ich da bei dem Experiment auch noch nicht gefragt. Das gilt hier auch. Wenn wir das Experiment morgen durchführen würden nochmal. Würde das nochmal so passieren oder ist das nur 'n Zufallsexperiment?
- 132 B: Nein, das wür... also auf... das für beide. Das würde morgen genau so aussehen.
- 133 I: Ok, und ähm gibt es noch andere Möglichkeiten, solche Strukturen im Sand zu erzeugen?
- 134 B: Ja, was ich vorhin gesagt hatte: wenn Wasser drüber fließt. Also wenn im äh... an der Küste haben wir ja den... den... 'n andern Effekt eben dass von oben die Bewegung durch... durch Wellen ähm entstehen. Und das verformt den Sand auch. Und äh auch Wind kann den Sand verformen. Treibt den Sand ja letztendlich äh durch die Luft. Dadurch haben wir Dünen am... äh am Meer.
- 135 I: Die im Prinzip auch...
- 136 B: Oder in der Sahara.
- 137 I: Genau. Ähm. auch hier: wenn du 'n Namen dafür finden würdest... müsstest, was wäre das für einer? Hättest du 'ne Idee?
- 138 B: Name?
- 139 I: Genau wie hier.
- 140 B: Das ist auch 'ne Veränderung der Dichte. Wenn wir den Sand hin- und herschütteln, komprimiert sich das. Und wenn wir's wieder loslassen, läuft's wieder auseinander. Ist 'ne Art von Komprimierung.
- 141 I: Ok.
- 142 B: Aber...
- 143 I: Ja, ist doch gut.
- 144 B: Änderung der Dichte.

I ANHANG

145 I: Das wär's schon.

146 B: Mehr kann ich dir nicht erzählen.

147 I: Ne, ist gut (unv.).

21.2.5 Interview S2B

- 1 I: So, muss, damit ich das später anhören kann. So, ich hab hier so 'n bisschen, so 'n Leitfaden für mich noch, was ich alles sagen muss. Ähm genau, wir haben jetzt heute zwei Experimente. Das ist einmal das kleine, so 'ne grüne Schale. Und eben das hier, was 'n bisschen aussieht wie 'n Aquarium. Ähm, wir werden zwei Experimente machen, dabei gehen wir so vor, dass wir einmal... musst du mir sagen, was du vermutest, was passieren wird, nachdem ich dir erklärt hab, wie das... was ich mache. Dann ähm erklärst du mir, warum du glaubst, dass es passieren wird. Dann gucken wir uns das an. Ähm, da beobachten wir das 'n bisschen. Und danach erklären wir, was wirklich passiert ist und was sich zum Beispiel unterschieden zu dem, was du vorher gedacht hast. Das ist so 'ne besondere Methode daran anzugehen, die heißt PEOE.
- 2 B: Jetzt weiß ich auch, was das ist, ja.
- 3 I: Predict heißt das... (unterbrochen).
- 4 B: Nein, nein, sei still.
- 5 I: Gut, dann äh das zweite... das erste Experiment ist das hier. Das ähm... ja dazu haben wir einen Kunststoffkasten. Das... den haben wir selber gebaut. Mit Holz ist der an der Seite verstärkt, wir hatten schon mal hier so Holzklötzchen drin, damit das so zusammenhält. Aber die sind irgendwie nicht mitgekommen. Und dann haben wir hier... äh genau: das ist noch relativ kalt. Wir haben da eine Heizung drin. Und auf der anderen Seite wird ich gleich Eis rein tun. Da wird ich den Becher so über Kopf da rein tun... reindrücken. Und ich werd hier oben noch so 'n einen Eisklopf... Eisklops da irgendwo hinlegen. Ähm, und dann haben wir auf dieser Seite halt irgendwas, was kühlt. Hier was, was das Ganze erwärmt. Und dann werd ich hier mit der Tinte... werde ich dann hier ein Tropfen reinmachen und da ein Tropfen reinmachen.
- 6 B: Also bei dem Kalten?
- 7 I: Einmal vor dem Kalten.
- 8 B: Bei dem ganz... äh ganz Kalten.
- 9 I: Genau, und einmal bei dem Warmen.
- 10 B: Ach so.
- 11 I: Und dann gucken wir, was passiert. Genau, ähm, jetzt äh soll ich jetzt... ist gefragt was passiert, wenn ich hier jetzt den Tropfen reinmache. Hast du da 'ne Idee?
- 12 B: Wenn du in diesem Wasser jetzt, ohne Eis...
- 13 I: Ne, mit Eis.
- 14 B: Mit Eis?
- 15 I: Also mit Eis und ich mach da ein Tropfen rein und da ein Tropfen rein (unv.).
- 16 B: Es vermischt sich, würd ich sagen, schlecht.
- 17 I: Ok.
- 18 B: Kalt und warm.
- 19 I: Hm (bejahend), vermischt sich schlecht. Was passiert denn dann? Trennt sich

	das irgendwie oder?
20	B: Ich würd sagen, dreht sich. Oder äh entsteht 'n Wirbel.
21	I: Also ein Wirbel in der Mitte oder ein... so 'n ganzer Kreis?
22	B: Ich würde sagen, so, ein ganzer Kreis. Aber...
23	I: Ja, ist doch gut.
24	B: Weiß ich nicht.
25	I: Ne, ist doch 'ne gute Vermutung. Und warum... (unterbrochen).
26	B: Durch diesen dicken Klotz.
27	I: Ja, kann ja wohl sein. Und w... warum glaubst du das? Also warum... wie kommst du darauf, dass sich das dreht?
28	B: Ähm, joa. Hat sich das... also dass... dass sich das dreht. Das ist ja dann schwerer als das, was hier drin ist.
29	I: Das kalte Wasser?
30	B: Ja.
31	I: Oder meinst du... (unterbrochen).
32	B: Das eisige ist ja dann kält... äh ist ja dann schwerer als nur dies Wasser.
33	I: Genau.
34	B: Ne? Und dass sich das dadurch dreht.
35	I: Und das warme Wasser, was ist das?
36	B: Das ist warm (lacht).
37	I: Ja, ist das denn leicht... leichter als das Wasser oder?
38	B: Wasser hat ja eigentlich die gleiche Dichte, aber ich weiß nicht, wie das dann ist, wenn... wenn das Eisklotz ist.
39	I: Ja, also der Eis... der Eisklotz wird oben schwimmen.
40	B: Der wird oben schwimmen? Aha, dann ist er ja leichter als das Wasser.
41	I: Hm (bejahend).
42	B: Durch das Gefrorene. Hätt ich jetzt nicht gedacht. Ich hätt gedacht, der sinkt.
43	I: Ne, der Eis... Eis schwimmt immer oben.
44	B: Guck mal, deswegen kann man auch Schlittschuh laufen.
45	I: Ja.
46	B: Joa, ja, also ich würde sagen, es entsteht so 'n schönes Mandala.
47	I: Ja, können wir ja mal gleich gucken. Ähm, wie... wo haben... woher weißt du sowas? Also hast du sowas schon mal irgendwie im Fernsehen gesehen oder...
48	B: Äh, ne. Wenn du am Tuschen bist, ne? Und... und... dann... aber da hab ich ja

	nicht warmes und kaltes Wasser.
49	I: Ok.
50	B: Aber dann hab... wenn du am Tuschen bist, dann hast du ja auch tink... tunkste ein und dann entsteht ja auch 'n kleiner Wirbel.
51	I: Hm (bejahend), weißt du denn zum Beispiel, was mit warmem Wasser passiert, wenn ich jetzt zum Beispiel einfach Wasser erwärme? Bleibt das hier auf der Stelle oder würdest du sagen, das fällt nach unten oder nach oben oder...
52	B: Warmes Wasser muss doch eigentlich nach oben steigen.
53	I: Und dann... was würdest du dann im Gegenzug zu kaltem Wasser sagen.
54	B: Ja (lacht), kaltes Wasser bleibt ja dann oben, ne?
55	I: Ne.
56	B: Ne, Eis, Eis bleibt oben.
57	I: Genau.
58	B: Eis bleibt oben. Also ich würd sagen, das warme Wasser steigt nach oben.
59	I: Ok. Gut, dann spann ich die nicht wel... länger auf die Folter.
60	B: Ja, dann zeig mir das Experiment mal.
61	I: Genau. Ich kipp den Becher mal eben hier so... so.
62	B: Ja, Eis ist oben.
63	I: Dann drück ich das jetzt mit dem Becher mal so nach unten. Dann klemm ich das da ein, damit der unten so 'n...
64	B: Ach, den Becher, den lässt du da drin.
65	I: Genau, damit der... damit das Eis an der selben Stelle bleibt. Hier mach ich mal den Klops rein.
66	B: Wie schnell heizt sich das auf.
67	I: Relativ flott, also das Ding wird relativ schnell warm. Und dann warten wir ganz kurz und dann mach ich da jetzt gleich eben zwei Tropfen rein an jeder Seite, kurz warten. So...
68	B: Ja, hier würde es oben bleiben, das Was... äh der blaue Tropfen.
69	I: Oben bleiben? Ich mach direkt daneben mal. Oh, jetzt bewegt er sich grade. So. Oben bleibt das nicht so ganz, ne?
70	B: Hah! Ne, das geht ganz nach unten. Da hätt ich jetzt gedacht, das bleibt oben. Und an... ich hätt gedacht andersrum. Das sackt und das bleibt oben. Aha. Das sind so... so ganz banale Dinge, ähm... kriegst 'n Drink mit Eiswürfel. Die Eiswürfel schwimmen oben. Hab ich mir noch nie Gedanken gemacht.
71	I: Ja.
72	B: Und das geht schön langsam runter. Ich hätte gedacht, dass zieht noch wohl weitere Kreise durch das...

73	I: Jetzt merkst du auch so langsam...
74	B: Hm (bejahend).
75	I: Was passiert mit der Tinte da? Kannst du sehen?
76	B: Die verflüssigt sich nicht so wie hier.
77	I: Was passiert denn mit der Tinte da. Kannst du das sehen? Die hier ganz unten. Wo fließt die hin?
78	B: Die muss ja in... die fließt ins Warme. Also verbindet die sich dann mit dem Warmen?
79	I: Und das Warme wo fließt das jetzt hin? Jetzt kann man's sehen, jetzt wird die langsam 'n bisschen... (unterbrochen).
80	B: Oben zum Kalten.
81	I: Genau.
82	B: Die hat sich komplett aufgelöst.
83	I: Im Prinzip das, was du vermutet hast, ist aber eingetreten, mit dem Kreis.
84	B: Also ich hätte jetzt gedacht, dass das äh...
85	I: Ich mach mal eben 'n (unv.). Ja, das ist immer 'n bisschen doof. Die teilt sich auch da unten so wegen dem äh... wegen dem Eis, ne? Wegen dem Becher. Aber das sieht man das immer... da (unv.) jetzt ist die ja ganz zusammen noch. Aber jetzt sieht man's hier auch gut, was mit dem Warmen da oben.
86	B: Ja.
87	I: Jetzt kann man's schon echt deutlich erkennen.
88	B: Ja, interessant. Dass sich das dann so sehr bewegt, warm und kalt, ne? Also extrem auf so 'nem kleinen... kleinen Behälter.
89	I: Was können wir jetzt also alles beobachten. So einmal, um abschließend das so 'n bisschen festzuhalten. Was passiert mit der Tinte links? Die ich beim Eis rein- getan...
90	B: Die löst sich auf.
91	I: Und wohin bewegt die sich?
92	B: Nach unten, nach rechts.
93	I: Also erst nach unten und dann nach rechts zur Heizung.
94	B: Ja.
95	I: Und mit der Tinte bei der Heizung?
96	B: Die verschwindet nach links zur Kälte hin, ne?
97	I: Genau. Das heißt, das ist irgendwie... die Tinte, die hier von rechts wieder hier ankommt...
98	B: Die... ist das als wenn der Eisklotz das magisch anzieht, ne?

99	I: Genau.
100	B: So sieht's jetzt aus.
101	I: Ja.
102	B: Ne? Guck mal.
103	I: Mal gucken, was jetzt gleich passiert, wenn diese Tinte da beim Eisklotz ankommt. Was ist deine Vermutung? Das ist ja jetzt das warme Wasser eigentlich.
104	B: Also dass es auch sich auflöst, genauso wie vorhin das hier unten.
105	I: Genau. Das müsste jetzt gleich abkühlen. Müsste jetzt gleich soweit sein.
106	B: Geht an den Eisklotz ran.
107	I: Da sieht man's schon unten. Da fällt's runter.
108	B: Ja. Oh ja.
109	I: Und jetzt kann man schon sehr deutlich sehen, eigentlich hier unten... ist es jetzt für alles nur ein Blauton ungefähr.
110	B: Ja.
111	I: Aber im Prinzip fällt das Wasser da runter, bewegt sich dann hier hin. Eigentlich müsste es hier dann wieder aufsteigen. Aber hier sieht man ja auch ganz klar, dass das oben einmal sich so langzieht.
112	B: Ich hätte jetzt eher gedacht, dass sich das mehr ähm zusammenzieht.
113	I: Das heißt, du hättest gedacht, dass es hier so ungefähr ist, ne?
114	B: Ja. Dass es nicht zum kalten rübergeht.
115	I: Hm (bejahend), aber trotzdem war die Überlegung war die Überlegung von dem Kreis ja eigentlich schon... schon richtig.
116	B: Ja.
117	I: Ähm, ja jetzt musst du mir erklären, wie es dazu gekommen ist.
118	B: Ach [Name], ich bin nicht Physiker.
119	I: Du, deine Vermutung, was... wie kannst du dir das erklären, was du beobachtet hast. Hast du sowas vielleicht in echt schon mal irgendwo anders gesehen?
120	B: Ich denke mal hier im... mit dem Wetter hat's ja auch zusammen... ne? Äh Luft steigt hoch, bildet sich oben zu... zu Kristalle. Äh kommt dann wieder runter, also diesen Kreislauf.
121	I: Also auch so 'n Kreislauf.
122	B: Also ich würd sagen: Wetterkreislauf dann. Ne? Also über's Meer.
123	I: Ja.
124	B: Und manchmal entstehen ja da vielleicht... joa... kannst du mit so'm Wirbel... über'n... Wirbelwind über'n... über'n Meer könnte man.... würde ich das vergleichen.

125	I: Hm (bejahend), ja.
126	B: Aber ist vielleicht daneben (unv.).
127	I: Ne, alles gut.
128	B: Aber interessant. Guck mal, wie lang sich das hält. Das hätt ich jetzt nicht gedacht. Dass das im Warmen so lange hält und es zieht trotzdem zum Kalten hin.
129	I: Ja, obwohl... ich denk, jetzt ist so ziemlich die Bewegung raus, weil...
130	B: Ne, 'n bisschen ist noch.
131	I: Weil wir hier nicht mehr so viel...
132	B: Ich habe Brille [Name].
133	I: Ich auch. Aber wir haben jetzt hier kein Eis mehr drin. Das hat sich schon komplett aufgelöst. Jetzt haben wir im Prinzip nur noch die Heizung an.
134	B: Aha, und dann verschwindet äh die Tinte ganz?
135	I: Ne, die bleibt... (unterbrochen).
136	B: Wenn... wenn das komplett warm ist? Ahja, gut, Tinte löst sich ja sowieso irgendwann auf.
137	I: Ja, irgendwann wird sich das auflösen. Aber du hast ja im Prinzip... weil wir hier zwei Energiequellen drin haben, einmal Eis und einmal Wasser... ach äh Wärme... haben wir im Prinzip so 'n Kreislauf. Weil wenn jetzt eine Seite wegfällt, dann wärmt sich das jetzt ja nur noch auf.
138	B: Ja.
139	I: Da wird ja nicht mehr viel passieren. Deswegen: ich ziehh mal raus, ne? Wir haben eigentlich schon alles gesehen. Ähm, hast du noch 'ne andere Idee, wie man so... das mit der Tinte so hinbekommen würde in Wasser? Dass man das irgendwie... die Tinte da drin so bewegen kann?
140	B: Joa, wenn ich da selber mit Finer [Zischgeräusch].
141	I: Ja, ja, zum Beispiel, selber Kreislauf machen.
142	B: Ja.
143	I: Name für das Phänomen? Du hattest grade schon 'n paar Sachen gesagt. Was würdest du sagen, was würde am besten passen?
144	B: El Niño (lacht), nein quatsch. Nein, also äh Namen wüsst ich nicht. Komm ich jetzt so nicht drauf.
145	I: Du hast grad eben noch so mit'm Kreislauf gesagt, irgendwie so in die Richtung vielleicht?
146	B: Ach so, meinst du mit dem Wetterkreislauf?
147	I: Zum Beispiel.
148	B: Ja.
149	I: Das ist doch so 'n...

150	B: Also da... das äh ja... würde mir als erstes jetzt so einfallen.
151	I: Ja, ist gut.
152	B: Gut. Das war's schon?
153	I: Das war das erste Experiment. Hast du schon mal geschafft, bestanden!
154	B: Dankeschön.
155	I: So, das andere ist 'n bisschen einfacher vom Aufbau her. Ich nehm mal eben... oh, das Mikro.
156	B: Was ist das?
157	I: ... das Mikrofon mit rüber.
158	B: Ja.
159	I: Ähm, wir haben hier in dem Experiment eine ganz einfache Kunststoffschale. Da drin ist einfach ganz normaler Sand aus'm Baumarkt. Und ich hab diesen Sand jetzt mit so'm bisschen Wasser feucht gemacht. Da ist einfach nur Wasser mit drin.
160	B: Joa.
161	I: Ich nehm die jetzt gleich in die Hand und ich wackel die dann schnell hin und her.
162	B: Ja.
163	I: Und du sollst mit jetzt sagen, was passieren wird.
164	B: Das ist so wie am Strand, wenn Wellen kommen.
165	I: Ja.
166	B: Ne?
167	I: Du glaubst, das werden so...
168	B: Joa, so Schuppen... schuppig.
169	I: Diese Rippel?
170	B: Diese Rippel da, ja.
171	I: Genau, gut.
172	B: Würd ich sagen, aber ich ähm... das kann auch sein, dass es was anderes ist.
173	I: Ja, gut. Und wie kommst du darauf, dass das passiert? Kannst du mir da was zu erklären, warum? Wie stellst du dir das vor? Den Vorgang gleich.
174	B: Wasser, Sand, Luft.
175	I: Hm (bejahend).
176	B: Wenn das in Bewegung ist, ne? Also du hast das mit dem Strand... wie am Strand auch. Darf ich?
177	I: Ja, kannst du gerne machen.
178	B: Muss ich... ne, geht gar nicht. Nichts!

179	I: Ja, muss du noch 'n bisschen länger. Ich zeig...
180	B: Ach, wird weniger, wenn die Luft raus ist?
181	I: Kannst du das nicht so deutlich erkennen? Mensch, vorhin hat das so gut geklappt, ne?
182	B: Also ich hätte jetzt echt gesagt, da kommen so Wellen wie am Strand.
183	I: Ja, das hatte ich auch gedacht.
184	B: Oder soll das auch so?
185	I: Da kannst du das 'n bisschen sehen, hier in der Mitte, so in den Ansätzen.
186	B: Ja.
187	I: Ah, doch jetzt.
188	B: Ja, jetzt so allmählich kommt's. Ja! So muss es sein.
189	I: So sieht's doch ganz gut aus, ne?
190	B: Ja, so muss es sein.
191	I: Also... (unterbrochen).
192	B: Und dann wahrscheinlich wie am Strand: weniger Wasser, ganz trocken.
193	I: Genau.
194	B: Ja, ist egal.
195	I: Also was können wir jetzt sagen, was haben wir beobachtet?
196	B: Durch Bewegung verändert sich das.
197	I: (Unv.) entsteht da so 'n Muster.
198	B: Wellenmuster, ja.
199	I: Genau, so 'ne Struktur.
200	B: Ja.
201	I: Hm (bejahend), kannst du mir erklären, wie das passiert ist?
202	B: Ja, du hast geschüttelt.
203	I: Richtig.
204	B: Das hättest du ja nicht, wenn kein Wasser drin wäre. Dann hättest du Berge vielleicht.
205	I: Ja.
206	B: Ne?
207	I: Hm (bejahend).
208	B: Dadurch, dass das nass ist und sich Wasser und äh... also der Sand mit Wasser vermischt hat... ja kann auch 'n (unv.). Ne, kann nicht.
209	I: Aber was... wir können ja nochmal eben ganz kurz gucken, was... achte mal

	einmal darauf, was mit dem Wasser passiert.
210	B: Hin und her.
211	I: Ja, jetzt.
212	B: Das verschwindet.
213	I: Siehst du das Wasser noch?
214	B: Ne, verschwindet.
215	I: Und der Sand, der wirkt so 'n bisschen trocken, ne? Und wenn ich das wieder loslasse, wird der nass im Prinzip. Weil das Wasser jetzt... wo ist das Wasser? Was würdest du sagen?
216	B: Setzt sich ab.
217	I: Also unten.
218	B: Ja.
219	I: Genau. Und das andere ist oben. Dann lass ich's stehen.
220	B: Kommt das Wasser wieder.
221	I: Kommt das Wasser wieder durch.
222	B: Ja.
223	I: Jetzt konnte man das sehr deutlich sehen, ne?
224	B: Ja, joa.
225	I: Kannst du dir das erklären, warum das Wasser irgendwie sich unten absetzt?
226	B: Müsste Wasser ja schwerer sein als der Sand.
227	I: Hm (bejahend).
228	B: Wenn sich das absetzt. Aber ist Wasser da... ist immer 'ne Frage der Dichte. Ich weiß nicht, was hat...
229	I: Ja, das kann ich dir so auch nicht sagen.
230	B: Ich auch nicht, aber ja... dann muss ja Wasser schwerer sein als der Sand.
231	I: Ja, wenn das da unten durchfällt.
232	B: Oder?
233	I: Oder das Wasser ist vielleicht feiner?
234	B: Ja, das sowieso.
235	I: So, dass man so ähnlich wie beim Sieben... dass man das da durch siebt. Das könnte auch sein.
236	B: Ja, das sowieso. Ja, möglich.
237	I: Gut. Ich... ich muss ja deine Erklärung haben. Die ist mir wichtig.
238	B: Meine Erklärung wäre: Wasser ist schwerer als der Sand. Was ich mir fast nich

	vorstellen, aber das muss man dann abwiegen.
239	I: Ja, gut. Ähm, wenn wir das jetzt nochmal so durchführen würden, würde das morgen wieder genau so passieren? Und hier auch, beim dem zweiten... bei dem ersten Experiment? Oder ist das Zufall, dass das... dass das so passiert ist?
240	B: Nein, das glaub ich nicht, nein. Das hat ja dann ähm... warm und kalt, wenn das aufeinandertrifft... verbindet sich das ja nicht gleich. Also das... das dauert.
241	I: Und hier? Wie wür... würdest du sagen? Wenn wir wir das morgen auch nochmal so durchführen. Würde das... (unterbrochen).
242	B: Das wird wahrscheinlich genau so sein, ja.
243	I: Gut. Ähm, gibt es noch andere Möglichkeiten, so 'ne Struktur im Sand zu erzeugen.
244	B: Andere Möglichkeiten?
245	I: Ja, irgendwie so Strukturen im Sand reinzubekommen.
246	B: Durch Wind.
247	I: Zum Beispiel.
248	B: Ja, regen, Wind...
249	I: Und du selber?
250	B: Ja Gott, das ist ja dann was anderes. Kann ich natürlich auch. Ich kann mein Fuß auch reindrücken.
251	I: Genau, zum Beispiel. Kannst auch mit deinem Zeh da so ein Muster reinmachen.
252	B: Da hab ich ja jetzt am allerwenigsten dran gedacht.
253	I: Jetzt noch einmal eben das vergleichen, mit dem, was du vorher gesagt hattest.
254	B: Was hatte ich vorher gesagt?
255	I: Dass sowas genau passieren wird. Also hast du eigentlich sogar ziemlich recht gehabt, könnte man sagen, ne? Du hast ja gesagt...
256	B: Ich hab ja gleich gesagt, dass werden Wellen.
257	I: Das wären solche Wellen. Also hat das wohl ziemlich genau gepasst, mit dem was du vermutet hast.
258	B: Wenn man genug schüttelt.
259	I: Wenn man genug schüttelt. Ja, war doch gut. Ähm, hatte ich da... dann hat ich ja eigentlich auch nichts überrascht, weil das ist nämlich... das du erwartet hast. Auch hierfür noch 'n Namen?
260	B: Da wüsst ich jetzt nicht. Oder... für mich auch was mit Wetter zu tun. Wasser, Sand... entsteht durch Wasserbewegung auch.
261	I: Hm (bejahend), also 'ne Bewegung.
262	B: Ja.
263	I: Und dadurch entsteht dann so 'ne Struktur.

264	B: Ja.
265	I: Ist gut.
266	B: Letztendlich ist das auch 'ne Bewegung.
267	I: Das hier meinst du? Das erste Experiment?
268	B: Ja.
269	I: Ja. Das ist im Prinzip die Bewegung von Wasser, ohne dass wir das beeinflusst haben. Hier haben wir selber mit unserer Kraft quasi...
270	B: Und ja... und mit Sand.
271	I: Ja.
272	B: Hatteste da ja nicht. Da hatteste... ja, gut. Ne, das ist nur Wasser gewesen.
273	I: Genau, das ist nur Wasser.
274	B: Ja.
275	I: Super, [Name].
276	B: War's das?
277	I: Das war's schon.
278	B: Das ging ja sehr schnell, [Name].
279	I: Das war flott.
280	B: Ja. Ich sag schönen Dank.
281	I: Ich sag dankeschön.
282	B: Wenn du mit den (unv.) was anfangen kannst... (unterbrochen).

21.2.6 Interview S3B

1	B: Ist das selbst gebaut?
2	I: Ja, das ist ähm... das sind zwei Experimente. Einmal haben wir hier diese Schale. Das kommt gleich. Und dann haben wir hier diesen... diesen Kasten. Wir machen das jetzt so, dass wir einmal... wirst du mir vorher sagen, wenn ich dir erklärt hab, wie das funktioniert, was da passieren wird. Dann erklärst du, warum das so passieren wird. Dann führen wir das zusammen durch. Dann gucken wir, was da wirklich passiert ist. Ob das gepasst hat. Und dann äh erklären wir das später eben zusammen. Ähm hier ist 'n ganz normaler Kunststoffkasten, den haben wir 'n bisschen mit Leim hier verklebt. Da drumherum ist Holz.
3	B: Ja, das seh ich.
4	I: Einfach nur, um das zu stabilisieren. Da ist ganz normales Leitungswasser drin. Das hier rechts ist so 'ne Aquariumheizung. Hier links kommt gleich Eis rein, Crushed-Eis, mit dem Becher. Den kann ich da so zwischen klemmen, damit das Eis da unten drin bleibt. Und dann kommen äh hier links und rechts hier einen Tropfen Tinte rein und da einen Tropfen Tinte. Ähm, ja jetzt sollst du mir sagen, was glaubst du, was da passiert. Hast du 'ne Idee?
5	B: Ja, die äh Tinte bei dem Eiswasser, die geht langsam runter. Und hier, nehm ich an, die geht schneller runter, verteilt sich schneller.
6	I: Ok, und äh kannst du mir erklären... also ähm...
7	B: Warum das so ist?
8	I: Ja, genau.
9	B: Ja, ich nehme an, weil äh das eiskalte Wasser hat nicht so 'ne... so 'ne Verdrängung. Also gibt nicht so schnell ab. Und das warme Wasser, das leitet besser.
10	I: Ja, ok. Ähm, und äh kannst du mir das einmal noch aufmalen, wie das dann aussieht. Ich mal dir mal den Kasten hier hin. Hier links ist die Heizung und hier ist gleich der Eisklops.
11	B: Was soll ich denn jetzt aufmalen?
12	I: Wie die Tinte läuft, wenn der Tropfen da reinfällt.
13	B: Bei dem Eiswasser geht sie gerade runter. Und bei dem warmen Wasser, da verteilt sie sich mehr. So.
14	I: Ähm... und du sagst, weil... weil das sich hier dann besser verteilt. Weil das warme Was...
15	B: Nehme ich an.
16	I: Ok.
17	B: Ich hab sowas noch nicht ausprobiert.
18	I: Ne, ist doch gut. Dann machen wir das gleich zusammen. Ähm, Dann würd ich sagen, schmeißen wir jetzt mal Eis rein. Ich hol eben das Eis von hinten, damit das auch echt kalt ist, liegt das noch in der Truhe. Viel bringt ja immer viel.
19	B: Versenkst du das mit dem Becher?

20	I: Ja.
21	B: Joa, das ist natürlich dann... natürlich wieder was anderes dann, ne?
22	I: Ja, dann erzähl mal. Was glaubst du, was dann... was passiert dann? Wir drehen den Becher gleich um, sodass das Eis da unten drin ist. Damit das richtig schön abkühlt da links. Weil das Was... weil das Eis ja sonst hochtreibt.
23	B: Schwimmt, ja.
24	I: Der Becher, der klemmt das ein. So, da ist jetzt Eis. Ich mach die Heizung jetzt an. Guck genau hin und dann gucken wir, was passiert. Kannst ja nebenbei schon mal erklären, was du siehst, was passiert.
25	B: Ja, das äh... die Tinte äh verläuft da besser. Die fällt auch gerade runter. So wie ich das hier gezeigt hab. Und die verwirbelt. Die zieht sich von der Hitze weg.
26	I: Und das hier unten? Dass das jetzt hier rüber läuft?
27	B: Das ist die Strömung. Das ist die Strömung jetzt von dem... von dem Eis. Das Kalte bleibt ja unten und das zieht jetzt langsam rüber. Geht zu dem Wärmeren hin.
28	I: Und das hier oben? Warum läuft das hier rüber? Von warm nach kalt oben?
29	B: Das kann ich dir auch nicht sagen. Das weiß ich nicht, warum das so ist. Aber das ist ja im Prinzip genau, wie ich's gesagt hab. Hier geht's runter, ja?
30	I: Hm (bejahend).
31	B: Und da hat es 'ne Verwirbelung drin.
32	I: Ja.
33	B: Nech?!
34	I: Ich schmeiß jetzt nochmal 'n Tropfen rein, guck nochmal. Haben ja genug Tinte hier.
35	B: Ja, siehste, genau wie ich gesagt hab. Das geht runter.
36	I: Das geht runter, genau.
37	B: Und das verwirbelt.
38	I: Aber das verwirbelt das jetzt oder läuft das einfach nach links?
39	B: Ja, das geht von der Hitze weg, von der Wärme weg.
40	I: Zur Kälte hin?
41	B: Ja.
42	I: Und was machst das gleich, wenn das hier angekommen ist?
43	B: Geht runter.
44	I: Und dann?
45	B: Läuft's im Kreis.
46	I: Also so 'n Kreislauf?

47	B: Ja.
48	I: Aber jetzt sieht man das aber richtig gut, ne?
49	B: Ja, kalt zu warm.
50	I: Unten.
51	B: Und warm zu kalt.
52	I: Genau. Und jetzt gucken wir mal was passiert, wenn es hier drüben ist. Jetzt siehste hier, da fällt das jetzt langsam runter. Und hier unten schiebt sich das weiter nach rechts.
53	B: Hm (bejahend).
54	I: Kann man dann hier nicht mehr so gut sehen, aber was... also hier glaubst du dann, geht das einfach grade hoch.
55	B: Hm (bejahend).
56	I: Gut, ähm mit... wir haben ja jetzt schon eigentlich erklärt, was passiert ist. Wie (unv.) dass es dazu gekommen ist?
57	B: Ja, das entwickelt jetzt... kalt, warm entwickelt 'ne Strömung, 'n Kreislauf.
58	I: Wenn wir das jetzt nochmal so durchführen, ich sag mal: morgen. Wird das genau so passieren oder... was wird dann passieren?
59	B: Ja, wenn du das Gleiche machst wie jetzt auch immer, dann wird das Gleiche passieren.
60	I: Also ist das kein Zufall, dass das jetzt so gefloßen ist.
61	B: Ne, ne, ne.
62	I: Gut, ähm gibt's noch 'ne andere Möglichkeit, so Tinte genau so zu verteilen im Wasser? Oder erstmal Tinte im Wasser in Bewegung zu versetzen.
63	B: Ja, dann müsstest du äh äh das... 'n Kreislauf machen. Also müsstest du irgendwie 'ne Rotierung machen im Wasser.
64	I: Hm (bejahend), also mit 'ner Kraft, mechanisch.
65	B: Ja, ja, ja.
66	I: Ähm, und jetzt erk... vergleichen wir mal eben das, was wir gesehen haben, mit dem, was du aufgemalt hast. Würdest du sagen, es stimmt überein oder...
67	B: Ja, es stimmt insofern nicht überein, dass dieses jetzt nicht nur grade runterfällt, sondern dass es sich zur Wärme hinzieht unten. Insofern stimmt's nicht überein. Dieses hier... gut, das kann man nicht genau sagen, wie das genau funktioniert. Das ist ja so 'n bisschen durcheinander gewirbelt. Und äh aber das zieht sich dann zur Kälte hin oben.
68	I: Ja, und äh hast du damit jetzt... hat dich das überrascht? Was hat dich überrascht und...
69	B: Naja, im Prinzip hab ich das ja wohl so ungefähr dargelegt. Aber äh ich hab nicht gewusst, dass das jetzt so 'n Kreislauf wird.

70	I: Und äh wenn du dafür 'n Namen finden müsstest für dieses Phänomen: hast du da 'ne Idee? Hättest du da 'ne Idee für?
71	B: Ne. Wüsste ich so nicht.
72	I: Du sagtest grad schon irgendwas mit Kreislauf. Vielleicht irgendwie in die Richtung?
73	B: Ja, ja, von warm zu kalt. Und von kalt zu warm.
74	I: Genau. Gut, überleg mal kurz. Vielleicht fällt dir ja 'ne gut... 'ne gute Sache ein. Wenn nicht, ist auch nicht schlimm. Ne, gut, dann nicht. Ist ja nicht schlimm. Aber bewegt sich jetzt nicht mehr, steht still eigentlich.
75	B: Steht.
76	I: Ähm, das war schon das erste Experiment. Da sind wir schon mit fertig. Jetzt kommt das zweite. Dafür haben wir diese Kunststoffschale da. Da befindet sich ganz normaler Sand drin, den haben wir aus'm Baumarkt. Und äh ich hab da jetzt 'n bisschen Leitungswasser reingemacht, damit der Sand feucht. Damit er... damit er 'n bisschen... damit er nass ist. Ich kipp mal noch 'n bisschen Wasser ab. So, jetzt ähm werde ich die Schale gleich so in 'ne Hand halten, ohne den Löffel, und werde so links und rechts wackeln. So 'n bisschen flott hin und her so ruckartig. Und ähm... ja was wirs... was wirst du hier sehen können. Was erwartest du?
77	B: Dass ich äh... dass sich das glättet?
78	I: Dass es ganz flach wird?
79	B: Ja.
80	I: Gut. Ähm wird es noch irgendwas geben, was du erwartest? Dass sich das irgendwie zu einer Seite hinschiebt. Oder ganz... ganz platt...
81	B: Ne, ne, wenn du das gerade halten würdest, dann würde das unten... du schaukelst weiter. Da würde das plan gehen.
82	I: Ok, ähm ja, aufmalen brauchst du das nicht. Ich kann mir das wohl gut vorstellen, wie du das meinst, dass es ganz glatt wird. Wie glaub... wie kommst du darauf, dass das passiert?
83	B: Ja, durch die... diese Flüssigkeit bewegt sich der Sand und äh bildet dann eine... eine glatte Fläche.
84	I: Ich kipp immer noch 'n bisschen ab. Das trennt sich dann immer noch danach. Ähm, hast du schon irgendwie Situationen erlebt, wo sowas Ähnliches passiert ist? Dass du das... (unterbrochen).
85	B: Joa, sicher, kannst du ja sehen... am Meer kannst du das sehen. Dass das, wenn das Wasser kommt... dass das äh... der Sand ganz plan wird, nech?
86	I: Ok, und äh... ja, gut. Dann würd ich sagen, schmeißen wir (unv.).
87	B: Was?
88	I: Schmeißen wir's an. Kannst schon was erkennen?
89	B: Ja sicher, das Wasser verteilt sich nicht mehr. Ja, das ist genau so wie am Meer. Die einzelnen Priele, ne?

90	I: Aber das ist jetzt nicht... überhaupt nicht das, was du gesagt hast. Das ist ja gar nicht glatt geworden, sondern genau das Gegenteil
91	B: Ja, das liegt ja jetzt an dem... an dem Wasser. Dass nicht genug Wasser drin ist. Wenn jetzt mehr Wasser drin wäre, dann würde das... diese Priele nicht entstehen. Jetzt hast du ja diese kleinen Rillen hier. Und dadurch... das kommt ja daher, weil das Wasser sich nicht überall verteilen kann, sondern nur an diesen... diesen Öffnungen, an diesen Prielen. Daran geht das Wasser.
92	I: Du sagst, mit mehr Wasser wird das ganz platt.
93	B: Ja, wenn... mit mehr Wasser würd's platt gehen. Weil du dann ja die Flüssigkeit hin- und herschiebst.
94	I: Ja, ich schmeiß noch mal wieder 'n bisschen Flüssigkeit raus. Aber sieht eigentlich fast genau so aus wie die... diese Rippel am Sand, ne?
95	B: Ja, ja.
96	I: Hat ganz gut geklappt.
97	B: Ja, das sind die einzelnen Priele, wo das Wasser dann wieder sich sammelt und dann zurückläuft.
98	I: Wenn du willst, kannst du das auch gern nochmal versuchen.
99	B: Nö, ich seh das ja.
100	I: Gut. Ähm, mit dem Sand haben wir jetzt schon gesagt. Und das Wasser: was... was passiert damit?
101	B: Das verdichtet sich.
102	I: Das geht zu eine Stelle hin, meinst du?
103	B: Ja.
104	I: Ja. Ok, ähm, kannst du mir erklären, warum das so läuft? Weil das Wasser sich jetzt also in den Prielen sammelt, sagst du. Warum trennt sich das Wasser von dem Sand? Hast du da noch 'ne Idee zu?
105	B: Ja, da ist nicht genug Wasser drin.
106	I: Ja, aber warum läuft das Wasser zum Beispiel hier unten links hin, aber hier ist jetzt gar nichts mehr.
107	B: Weil hier am wenigsten ist, am wenigsten Sand ist.
108	I: Ok.
109	B: Ja?
110	I: Ja.
111	B: Dann läuft das Wasser diese Sachen so runter. Hier ist die tiefste Stelle.
112	I: Und ähm auch hier nochmal die Frage: Wenn wir das nochmal morgen genau so durchführen würden, würde das wieder so ähnlich passieren?
113	B: Ja.

114	I: Also auch kein Zufall, dass das jetzt...
115	B: Ne, ne, ne.
116	I: Ähm, jetzt sollen wir das nochmal eben vergleichen mit dem, was du vorhin gesagt hast. Dass das.... dass das plan wird. Ähm, gibt's da jetzt irgendwie... der... der Unterschied ist jetzt, dass du vorhin dachtest, dass da mehr Wasser drin ist?
117	B: Nein, nein. Es war... es ist ja die gleiche Menge. Ist ja die gleiche Menge. Bloß, es ist so, dass das Wasser jetzt sich nicht mehr so verteilen kann, wie's vorher war.
118	I: Ok.
119	B: Ja? Sondern es bildet einfache Priele, also diese... diese Falten und läuft dann ja wieder zur tiefsten Stelle hin und da ist überall weniger Wasser, nech? An diesen Erhebungen.
120	I: Genau, gut. Gibt's noch andere Möglichkeiten, so 'ne Struktur im Sand zu erzeugen?
121	B: (Unv.) indem du da mit äh Holzstab diese... diese Linien ziehst, aber das kriegst du nie so hin wie hier jetzt.
122	I: Ja.
123	B: Nech?
124	I: Das sieht schon gut aus, ne?
125	B: Ja.
126	I: Ähm, wenn du 'n Namen hierfür finden müsstest: hast du hier 'ne Idee?
127	B: Nö.
128	I: Ok. hast du noch Fragen?
129	B: Nö.
130	I: Dann wär's das nämlich schon.
131	B: War's schon?
132	I: Das war's schon. Nicht so viel.
133	B: Wie nicht so viel?
134	I: Ja, war... (unterbrochen)

21.2.7 Interview JIB

1	I: Gut, Moin, schön, dass du da bist. Nochmal für's Protokoll: Du bist einverstanden, dass ich das aufnehmen darf?
2	B: Jo.
3	I: Wir haben heute oder ich hab heute zwei Experimente mitgebracht. Einmal haben wir hier ein Experiment mit'm Wasserkasten. Damit werden wir auch anfangen. Du siehst hier so 'n Holzgestell und Plexiglasscheiben. Das Holzgestell ist eigentlich nur dafür da, dass die Plexiglasscheiben nicht rausfallen, weil da ja Wasser drin ist. Das drückt auf die Scheiben und deswegen ist es dafür da, dass es nicht auseinanderfällt, nichts Besonderes. Da ist ganz normales Wasser drin. Hier haben wir 'ne Aquarium... 'n Aquariumheizgerät. Und hier hab ich Eiswürfel mitgebracht. So, was kannst du dir denn vorstellen, was passiert, wenn ich die Heizung gleich anmache, Eiswürfel reinpacke und dann Tinte ins Wasser tun würde.
4	B: Hm (überlegend) ich könnt mir vorstellen, dass da durch kaltes und warmes Wasser entsteht da vielleicht ein... eine Strömung oder ein Strudel. Weil sich, ich glaube ja, dass warme Wasser oben will und das kalte nach unten. Und durch die Tinte kann man das dann vielleicht erkennen, weil sich die Tinte dann auf einem äh festlagert beim warmen Wasser. Oder die Strömung dann erkennbar macht.
5	I: Ja. Glaubst du, es passiert noch mehr? Oder nur das?
6	B: Es könnte vielleicht Wasser verdampfen, weil durch Hitze verdampft ja Wasser.
7	I: Ok. Was hältst du denn davon, wenn du mir das einmal aufmalst, was du glaubst, was da passiert? Dass wir das einmal 'n bisschen... bisschen schöner zu Gesicht noch kriegen.
8	B: Dann ist das hier die Pumpe.
9	I: Ja.
10	B: Also eher die Heizung. Diese... diese...
11	I: Ja, der Heizstab.
12	B: Genau und das hier ist ja... ist ja... normale Raumtemperatur vom... von der... vom Wasser her. Denn wenn das Wasser erhitzt und Eiswürfel drin sind, dann ähm geht... gehen die Eiswürfel vielleicht... also ist ja kälter, also schmelzen die ja auch, weil es ja trotzdem erstmal kälteres Wasser heißt.
13	I: Ich würde die Eiswürfel auch ungefähr hier rein tun. Also nicht direkt neben die Heizung, sondern hier auf die andere Seite.
14	B: Ok, ja dann könnte ich mir vorstellen, dass kalte Wasser... heißt, ich mach das kalte Wasser mal so 'n bisschen so... das kalte Wasser dann hier hinget. Und das warme Wasser geht dann... ich mach das mal mit so Kreisen....
15	I: Ja.
16	B: ... ist dann... ist dann hier und durch die Tinte sieht man halt dann vielleicht den Bereich, dass äh dann 'n Unterschied ist. Also, dass das Wasser sich bewegt auf jeden Fall.
17	I: Wie glaubst du, bewegt sich die Tinte.

18	B: Äh, ich weiß es nicht. Halt entweder nach oben mit dem warmen Wasser oder nach unten mit dem kalten Wasser. Und wenn sich das erhitzt... also es könnte sein, dass da dann halt so 'nen... so 'nen Strudel entsteht, weil sich das Wasser dann hier aufwärmt, dann geht das nach oben, hier kühlt es sich wieder ab und geht zurück. Könnt ich mir vorstellen.
19	I: Ok, ja.
20	B: Ähm, ja also dass halt 'n Kreislauf entsteht.
21	I: 'N Kreislauf?
22	B: Ja.
23	I: Gibt es vielleicht Situationen, wo du das her kennst? Hast du das schon mal irgendwo gesehen sowas?
24	B: Hm (überlegend) es gibt ja in der... auf der Welt diese innertropische Konvergenzzone und äh da ist das quasi so, dass sich warme Luft... also dass sich Luft erhitzt, äh Wasser aufsteigt, dann abkühlt, dann regnet es und dann ist es quasi so zwei Kreisläufe links und rechts immer dieser ITC. Kann ich mir vorstellen.
25	I: Ok, glaubst du denn, dass es... dass es immer so ist, wenn wir jetzt hier... wenn wir das Experiment durchführen? Glaubst du, das wäre immer so, wie du gerade beschrieben hast?
26	B: Dass immer derselbe Ablauf?
27	I: Ja.
28	B: Hm (überlegend) ja, also... also ich glaub, es ist ähnlich, aber nicht immer derselbe. Weil Wasser erhitzt sich ja vielleicht unterschiedlich. Halt vielleicht dauert der... dauert das manchmal länger oder der... dieser Strudel ist dann nicht so stark oder dieser Kreislauf.
29	I: Ok, hast du denn vielleicht auch irgendwelche Situationen, mit denen du das vergleichen kannst? Du hast ja jetzt schon 'ne ähnliche Situation gesehen äh gesagt, nämlich deine Konvergenzzone. Kannst du das vielleicht mit was anderem noch irgendwie vergleichen so hast du das vielleicht so alltäglich schon mal gesehen oder?
30	B: Hm (überlegend) eigentlich... joa, eigentlich nicht. Vielleicht wenn man in... in 'n Getränk... wenn man in ein Getränk Eiswürfel reintut, dann sind die auch erst oben... schwimmen die erst oben und sinken ja auch so wärmer es wird nach unten. Heißt: und dann liegen die auch erst unten zum Teil. aber äh eigentlich nicht so.
31	I: Würd ich vorschlagen, jetzt haben wir die Heizung angeschaltet. Dann packen wir jetzt mal ein bisschen Eis rein. Ich hoffe mal, dass die hier die Sauerei nicht ganz so groß wird.
32	B: Ist nicht schlimm.
33	I: So, dann kannst du schon mal näher kommen. Und ich würde dich bitten, wenn ich gleich die Tinte reingepackt habe, mir deine Beobachtungen zu erzählen, was du dort siehst.
34	B: Ok.

35	I: So, wir haben jetzt Eiswürfel reingepackt. Jetzt nehmen wir unser schönes Werkzeug hier und dann kommt jetzt Tinte rein. Einmal hier ein bisschen und einmal hier ein bisschen oder ein bisschen mehr. So, jetzt erzählst du mir mal, was du siehst.
36	B: Also, man sieht auf jeden Fall schon mal direkt, dass beim... da wo die Eiswürfel liegen, die Tinte direkt nach unten geht. Und da wo der Heizstab ist, fließt die Tinte... sinkt nicht, also bleibt oben und fließt direkt zum kalten Wasser hin. Und jetzt sieht man, dass die Tinte quasi wo sie beim kalten Wasser nach unten gesackt ist, jetzt am Boden entlang zum Heizstab geht.
37	I: Ja.
38	B: Und die Tinte, die beim Heizstab erst war, jetzt auch mit runter geht, also die ist recht schnell gewandert. Und man sieht eindeutig, dass da richtig... also schon viel Bewegung drin ist im Wasser.
39	I: Hm (bejahend), was passiert beim Heizstab noch?
40	B: Jetzt im Moment noch nicht so viel. Kann auch einfach sein, dass da jetzt so 'n bisschen steigt, weil da jetzt schon viel Tinte ist und sich das verbreitet, aber... wird... es steigt vielleicht so ganz langsam hoch.
41	I: Ja.
42	B: Also jetzt kommt's grad so 'n bisschen zum... (überlappend). Was man hier sieht...
43	I: (Unv.) beim Kalten.
44	B: ...was man hier sieht es entsteht so 'nen... genau bei dem... beim Kalten, also unter den Eiswürfeln steht so 'n kleiner Strudel, heißt hier da... wo... geht erst Tinte runter, dann nach links und dann wieder nach oben quasi zurück in so 'nem Kreis.
45	I: 'N bisschen, ja. Aber was du erstmal grundsätzlich festgestellt hast, ist, dass die Tinte vom Warmen nach oben zum Kalten fließt. Die kalte... die Tinte vom Kalten runtergeflossen ist und nach unten hin zum Warmen. Und das quasi hier, sieht man, ganz langsam so 'n... dass die Tinte, die vom Kalten zum Warmen gestiegen ist, wieder hochgeht. Das hast du ungefähr erkannt, richtig?
46	B: Und was mir noch auffällt ist, dass groß... ein Großteil der Tinte jetzt auch unten bleibt und nicht nach oben steigt.
47	I: Ja, also das bewegt sich da am Rand und verteilt sich nicht überall.
48	B: Ja.
49	I: Gut. Dann kannst du dich wieder setzen. Warum ist das passiert?
50	B: Ja, ich könnt mir halt, wie ich vorhin schon gesagt hab, vorstellen, dass das an den Wärmeunterschieden, also an den Temperaturunterschieden des Wassers liegt.
51	I: Ja.
52	B: Und da ja äh warmes Wasser nach oben steigt und kaltes nach unten... das ist ja wie bei... wie bei Luft. Da geht ja... bleibt ja kalte Luft auch am Boden und warme steigt nach oben.
53	I: Genau.

54	B: Dann die Tinte kann das halt, glaub ich, ganz gut veranschaulichen.
55	I: Also passt im Prinzip... passt das ja sehr gut zu deinen... zu deinen ähm Erwartungen, was du beobachtet hast.
56	B: Jo.
57	I: Glaubst du denn, es gibt noch 'ne andere Möglichkeit, die Tinte so in Bewegung zu setzen ohne Heizung und Eis.
58	B: Hm (überlegend) die braucht ja irgendwie 'ne... 'ne... 'ne Energiequelle, dass sie sich bewegt oder? Also könnt ich mir vorstellen. Weil 'n Stück Holz, wenn du das in 'nen... 'n stilles Wasser schmeißt, bewegt es sich ja auch nicht, sondern bleibt erstmal einfach an der Stelle.
59	I: Und was glaubst du, müsste man machen, damit sich das bewegt?
60	B: Ja, wie gesagt, halt 'ne Wärme...
61	I: Ohne, ohne, ohne Heizung und Eis.
62	B: Hm (überlegend) halt 'ne Kraft von außen, vielleicht 'n... gibt ja im Wattenmeer zum Beispiel gibt's ja auch durch... durch den Mond und die Erdanziehungskraft gibt's ja auch immer Ebbe und Flut. Vielleicht dadurch, dass dann halt 'ne... 'ne außenstehende Kraft so wirkt... halt Anziehung... Erdanziehungskraft und (unv.)Kraft.
63	I: Auf jeden Fall eine Erklärung. Fällt dir noch 'ne Möglichkeit ein, oder?
64	B: Hm (überlegend) nö.
65	I: Glaubst du das wär's?
66	B: Das war's erstmal.
67	I: Ok, wenn du dem Experiment einen Namen geben könntest, wie würdest du das nennen?
68	B: Hm (überlegend) das... Wasserzirkulation bei einem Temperaturunterschied.
69	I: Gut, dann wären wir mit dem ersten schon mal fertig. Wie du bestimmt gedacht hast, war das ein Experiment zum Thema Strömungen. Schon mal eine interessante Angelegenheit.
70	B: Jo.
71	I: Kommen wir zum nächsten. Ich hab hier im Prinzip nur eine ganz einfache Plastischale, nichts Besonders. Und da ist Sand drin. Und zusätzlich ist da noch 'n bisschen Wasser drin. Was jetzt gleich Phase ist, ist ich werde diese Schale nehmen und werde sie so hin- und herschütteln ganz dolle und schnell. Was glaubst du, passiert dann?
72	B: Ja, ich könnt mir vorstellen, dass das... dass der Sand sich vielleicht auf eine Seite verlagert. Oder auf jeden Fall auch 'ne Bewegung reinkommt, weil das Wasser vielleicht den Sand... den Sand mitzieht, wenn du den bewegst.
73	I: Wie genau meinst du das? Meinst du, dass auf einer Seite der ganze Sand ist und auf der anderen Seite keiner mehr?
74	B: Hm (überlegend) naja, so nicht, aber dass vielleicht hier 'n bisschen, also auf

	einer Seite, 'n bisschen mehr Sand ist oder dass auf jeden Fall der Sand ausgetauscht wird. Dass vielleicht... Sand wird abgetragen, an eine andere Stelle gebracht und von der anderen Stelle wird Sand auf die andere Stelle gemacht durch die Bewegung.
75	I: Kannst... kannst du das vielleicht aufmalen?
76	B: Hm (bejahend), soll ich das auf die Rückseite?
77	I: Genau, auf die Rückseite am besten.
78	B: Ich mach das mal jetzt so 'n Querschnitt.
79	I: Ja.
80	B: Wenn das hier die Schüssel ist. Dann hier der Sand, dann bei diesen Bewegungen wird dann quasi Sand von hier nach da transportiert durch's Wasser und Sand von hier nach da und dann immer so weiter.
81	I: Das würde ja aber in der Summe bedeutet, dass sich nichts ändert.
82	B: Äh.
83	I: Der Sand wird zwar transportiert, aber es würde genauso aussehen wie jetzt. Hab ich dich richtig verstanden?
84	B: Ja, also wenn bei... bei beiden nach links und rechts genau dieselbe Kraft aufwendest. Wenn du nach links zum Beispiel 'n bisschen schneller ziehst, also mehr Kraft aufwendest, dass dann vielleicht mehr Sand von links nach rechts verschoben wird als von rechts nach links.
85	I: Ok, also wenn ich das... ich möchte das nur richtig verstehen, nicht dass ich was Falsches sage. Wenn ich jetzt quasi mit mehr Kraft... deutlich mehr Kraft nach rechts als nach links rütteln würde, glaubst du, dass irgendwann auf der linken Seite doch kein Sand mehr wäre.
86	B: Kein Sand nicht, aber...
87	I: Oder nur ganz wenig.
88	B: ... auf jeden Fall weniger.
89	I: Ok, gut. Dann hab ich das verstanden, was du meinst. Dann lass uns das mal durchführen und du versuchst mal zu gucken, was da passiert und das entsprechend zu erklären. Was passiert da mit dem Sand?
90	B: Oh! Das Wasser ist einfach verschwunden.
91	I: Und was passiert mit dem Sand?
92	B: Ja, der... auf jeden Fall bewegt der sich viel und es entstehen so Spuren im Sand. Die kennt man auf jeden Fall... also auf jeden Fall vom Meer.
93	I: Ja.
94	B: Die Wellen daran. Und...
95	I: So, können wir weiter nochmal 'n bisschen gucken. Was siehst du noch?
96	B: Also Sand... also die Menge auf der einen Seite verändert sich... also auf den

	Seiten verändern sich eigentlich nicht. Das ist nich so, wie ich erwartet hab.
97	I: Ja, da kommen wir gleich noch zu. Erstmal nur die Beobachtung. Fällt dir noch was auf, was du sagen möchtest, was dir auffällt, oder?
98	B: Hm (überlegend), eigentlich nicht, das ist das eigentlich. Also das Wasser ist halt auf jeden Fall viel mehr verteilt gewesen und es kommt jetzt wieder.
99	I: Ja, das ist eine Beobachtung. Also du hast gesehen, dass sich der Sand eigentlich nicht so, wie du dachtest, verschoben hat, sondern dass da Spuren waren, wie du das aus'm Meer kennst.
100	B: Ja.
101	I: Gut, das ist ja doch was anderes, als du erwartet hast.
102	B: Ja.
103	I: Was glaubst du denn, warum es so gewesen ist und nicht so, wie du das erwartet hast?
104	B: Hm (überlegend) so, ich könnt mir halt... hab ich eigentlich... man kann das halt jetzt... ich könnte das jetzt halt vergleichen mit dem Meer, weil man das ja schon mal gesehen hat so. Und ich hab mir das davor nicht so vorgestellt. Aber sonst habe ich dafür eigentlich keine... keine Begründung.
105	I: Du hast keine Begründung dafür? Du glaubst einfach, das ist 'ne Besonderheit der Natur.
106	B: Ja.
107	I: Du hättest also keine logische Erklärung. Du kennst das auch nur aus... nur aus dem Meer.
108	B: Nur aus dem Meer.
109	I: Ok, glaubst du denn, es gibt auch noch 'ne andere Möglichkeit, den Sand so aussehen zu lassen, ohne dass ich das hin- und herrüttle? Ups.
110	B: Heißt, diese Spuren da drauf?
111	I: Ja.
112	B: Hm (überlegend) vielleicht durch weniger... weniger Wasser. Heißt, dass hier eigentlich kein Wasser drauf ist, aber dann halt trotzdem 'n... den... die Schüssel so in eine Richtung langsam bewegen, dass sich der Sand aber trotzdem noch bewegen kann. Das könnte 'ne Möglichkeit sein. Und sonst... habe ich kein... hätte ich keine... keien Ahnung wie das noch gehen würde.
113	I: Kennst du denn die ähm... ist dir sowas allgemein denn schon mal begegnet, wenn du das versuchst zu übertragen. Spuren im Sand und ja im Prinzip, wenn man das nochmal 'n bisschen macht hier... im Prinzip siehst du ja hier so 'ne... siehst du ja so... so Spuren im Sand. Das kennst du aus'm Meer und das ist ja eigentlich 'ne besondere... 'ne Besonderheit. Hast du das vielleicht schon mal außerhalb von Sand gesehen, dass sich etwas... etwas ganz speziell angeordnet hat?
114	B: Hm (überlegend) ganz bes... auch nicht in der Form? Sondern einfach speziell?
115	I: Irgendwas. Grade wenn du... grade wenn du auch an... wie hatten ja vorher

	Wasserströmung. Da hast du ja auch von Winden gesprochen...
116	B: Also ich würd in 'ne ganz andere Richtung schweifen mit Eisenpulver und Magnetfeldern. Da richtet sich auch das Eisen... also wenn man 'n Magnetefeld und halt das Eisenpulver in so 'nem... in diesem Magnetfeldern haben. Ist das auch 'ne spezielle Anordnung. Das ist auch bei Sand und Wasser, hab ich das, glaub ich, so noch nicht gesehen, also außer am Strand.
117	I: Gut, also grundsätzlich fällt es dir schwer, eine logische Erklärung für zu finden.
118	B: Im Moment ja.
119	I: Wenn wir das jetzt... wenn wir das jetzt einfach nur glauben, dass ist 'ne Besonderheit der Natur.
120	B: Genau.
121	I: Ok, und wenn du den Namen... dem Experiment auch einen Namen geben würdest, wie würdest du das nennen?
122	B: Hm (überlegend) also eigentlich so 'ne Abbildung der... vielleicht des... der... der Sandbewegung... ne, der Sandspurenim Meer halt als Experiment, um die nachstellen zu können. So als... also 'n richtigen Namen fällt mir dazu nicht, weil ich das halt selber noch nicht so richtig erklären kann. Weil mir das halt selber so 'n... ich hab da halt gar nicht so an die Erklärung so gedacht. Deshalb vielleicht sonst einfach... das... das Sandexperiment.
123	I: Das Sandexperiment.
124	B: Ja.
125	I: Ok. Ja, das ist doch immerhin schon mal etwas. Gut, dann merkt man mal, was man für Zeit spart, wenn man das alleine macht. Wir wären quasi durch. Dann bedanke ich mich bei dir und sage: Tschüss bis zur nächsten Maus.

21.2.8 Interview J2B

1	I: Dann fangen wir mal an. Hallihallo, schön dass ihr da seid. Ich muss euch nochmal fragen. Wir wollen ja heute Experimente durchführen, ihr wollt mir das ja erzählen. Ihr seid damit einverstanden, dass ich das aufnehmen darf?
2	B1: Ja.
3	B2: Ja.
4	I: Sehr gut, ich hab euch hier Experimente mitgebracht. Wir fangen natürlich erstmal mit diesem hier an. Hier seht ihr Plexiglasplatten, die sind hier zu 'ner Art kleinem Aquarium zusammengebaut. Damit die nicht auseinanderfallen, sehr ihr hier diese weiße Paste, die sorgt einfach dafür, dass das dicht ist und fest bleibt. Hier außen rum ist noch so 'n Holzgestell. Wenn wir da nämlich Wasser reinmachen, dann würden die Platten auseinanderfallen. Damit das Stabilität gibt, ist da dieser Holzrahmen drum. Hier haben wir noch so 'n... das kennt man vom Aquarium. Das ist eine Aquariumheizung. Wenn ich den Stecker in die Steckdose stecke, dann heizt der quasi das Wasser auf. Und dann hab ich hier noch Eiswürfel mitgebracht. Was die mit dem Wasser machen, wenn ich die reinpacken würde, ist, glaub ich, eindeutig. Aber ich sage es nochmal: Es macht das Wasser natürlich dann kalt an der Stelle. Und dann hab ich hier noch Tinte mitgebracht. Ich möchte jetzt, dass ihr mir mal erzählt, was ihr glaubt, was passiert, wenn ich den Stecker reinstecke von der Heizung, dementsprechend auf der einen Seite das Wasser warm gemacht und wenn ich dann Eiswürfel auf die andere Seite packe... was glaubt ihr, was passiert mit der Tinte, wenn ich die beim warmen Wasser reinpacke und beim kalten?
5	B1: Oh Gott, das hab ich noch nie gemacht.
6	B2: Das hört sich so nach Physikexperimenten an.
7	I: Was glaubt ihr, was passieren könnte?
8	B1: Aber dieses Wasser ist ja nicht abgetrennt, ne? Das wird sich vermischen.
9	I: Das Wasser ist nicht abgetrennt, ihr könnt euch sonst auch noch genauer angucken. Da ist kein doppelter Boden oder sowas drin, das ist einfach nur quasi vergleichbar mit einem Aquarium (überlappend).
10	B2: Ich würd sagen, dass wird zu einer Seite irgendwie hingezogen? Ich weiß nicht, warum, aber irgendwie... sagt das mein Gefühl. Ich weiß nicht, ich glaube, es könnte sich irgendwie beim kalten oder beim warmen Wasser, ich weiß nicht, aber irgendwie so 'ne Art... dass die Tinte sich irgendwie verstrudelt oder sonst was. Weil irgendwas mit'm Hitze/Kälte-Unterschied wird da sowas passieren.
11	B1: Oder vielleicht könnte auch so 'ne kleinen Bläschen so zusammenbleiben, halt so, dass sich das gar nicht da mit dem Wasser vermischt.
12	I: Kleine Bläschen?
13	B1: Ja, also so kleine Kügelchen.
14	B2: Das glaub ich nicht, die Brown'sche Molekularbewegung (lacht).
15	B1: (Lacht).
16	I: Die Brown'sche Molekularbewegung sagt was anderes, ok.

17	B1: Ist das Chemie?
18	B2: Ja, das was... (unterbrochen).
19	B1: Hab ich abgewählt (lacht).
20	B2: Ich weiß, das kommt aber auch in Physik oder Bio dran. Es ist eben, dass die Wahrscheinlichkeit höher, dass, wenn du hier Tinte reinmachst, dass es eben sich verteilt und eben eigentlich im (unv.) bleibt, weil die Wahrscheinlichkeit größer ist, dass die Teilchen von hier nach irgendwie da diffundieren, weil sie sich gegenseitig abstoßen und sich dann verteilen. Deswegen glaub ich nicht, dass hier so Kügelchen bleiben.
21	I: Ok.
22	B2: Aber... (unv.).
23	B1: Ne, das war da nur grade so.
24	I: Also quasi wie genau glaubt ihr jetzt... also was genau, glaubt ihr, passiert mit der Tinte. Nochmal irgendwie so 'ne kleine Zusammenfassung. So richtig verstanden, hab ich das noch nicht.
25	B2: Also sie verstrudelt sich irgendwie oder...
26	B1: Geht mit einem Strudel auf eine Seite zu.
27	B2: Das kann gut sein.
28	I: Ein Strudel auf einer Seite. Könnt ihr vielleicht versuchen, mir das aufzumalen, was ihr glaubt, was passiert?
29	B1: Das kriegen wir locker hin, Willst du 'n Bleistift haben, [Name]
30	B2: Hm (bejahend), ja. Und du sagst, ich mal.
31	B1: Ja, warte.
32	B2: Jetzt weiß ich auch (unv.) Kunst abgewählt habe...
33	B1: Wegen [Name]
34	B2: Das ist das Aquarium.
35	I: Und auch das muss kein hundertprozentiger 1:1 Kunstwerk werden, sondern so dass ihr mir ungefähr aufmalt, was ihr glaubt.
36	B2: Das ist grad dieses Heizdings, keine Lampe oder?
37	I: Ne, das... das ist keine... das ist keine Lampe, das ist eine Heizung.
38	B2: Das war für mich eine (unv.) Heizung.
39	B1: Das hat irgendwie so 'n bisschen Ähnlichkeit mit'm Tauchsieder.
40	I: Hat Ähnlichkeit damit, ja.
41	B1: Aber wahrscheinlich heizt das nicht so schnell hoch.
42	I: : Na, das ja... ja natürlich. Denn wir wollen ja nicht... beim Aquarium wird das Wasser ja nicht gekocht.

43	B2: (unv.) vorstellen.
44	B1: Wenn das hier reingetröpfelt wird...
45	B2: Ja, in der Mitte, dass es da einen Unterschied gibt...
46	B1: In der Mitte... (unterbrochen)
47	I: Na, es wird...
48	B1: Ich würd halt sagen, dass dann so auf diese eine Seite... ich könnte mir irgendwie vorstellen bei kalt, aber ich weiß es nicht so genau, ob's zum warmen übergeht... dass es sich zumindest auf eine Seite so rüberzieht so 'n bisschen.
49	B2: Ich glaube... (unterbrochen).
50	I: Nochmal die Erklärung von mir: Wir träufeln das nicht in die Mitte, sondern einmal hier beim warmen Bereich und einmal hier beim Eiswürfelbereich.
51	B2: Ich glaube trotzdem, dass die Wassermassen ja irgendwo hier aufeinandertreffen müssen, dass die Tinte sich so verteilt und (unv.) dass dann irgendwas passiert.
52	B1: Ja, das kann ich mir auch vorstellen.
53	B2: Auch wenn man das da oder da reinträufelt, da passiert ja... es geht ja trotzdem wieder in die Mitte rüber.
54	B1: Ja, ja, sich auszugleichen halt die
55	B2: ... Temperaturunterschiede.
56	B1: Aber ist ja auch keine Strömung drin, ne? Die es vor... die es irgendwie zur Seite wegträgt.
57	B2: Ja, aber die Tinte verteilt sich ja trotzdem. Das ist die Brown'sche Molekularbewegung. Weil wenn was irgendwas Tinte in 'n Glas träufelst oder so, nach 'ner Zeit ist sie ja auch, wenn das Wasser still ist, hat sie sich langsam verteilt. Und deswegen könnt ich mir das vorstellen, weil das Wasser... (unterbrochen)
58	B1: Weil das irgendwas in der Mitte passiert.
59	I: Dann versucht das mal irgendwie zeichnerisch zu lösen. Wenn ich dich richtig verstanden habe, dann glaub... dann glaubt ihr... oder wenn ich euch richtig verstanden habe, dann glaubt ihr, dass es ist völlig egal, wo ich die Tinte reinpacke, sie wird sich im ganzen Aquarium verteilen. Und in der Mitte wird irgendwas Spannendes passieren.
60	B2: Und sie wird irgendwo aufeinandertreffen auf jeden Fall.
61	B1: Joa.
62	I: Und was, glaubt ihr, passiert dann, wenn das aufeinandertrifft. Dann gibt's 'ne Explosion? Müssen wir uns dann in acht nehmen oder was glaubt ihr, was passiert, wenn die aufeinandertreffen.
63	B2: (Unv.).
64	B1: (Lacht) bunt passiert.
65	B2: Ne, ich glaub, dass sie wirklich irgendwie was bilden, also wenn warm und

	kalt aneinandertrifft... (unterbrochen).
66	B1: Könnt... kann das nicht so 'n Ministrudel geben.
67	B2: Ja, ich glaub an einen Ministrudel oder an eine Minibewegung oder dass es auf jeden Fall siehst, dass da irgendwie was... (unterbrochen).
68	B1: Ja, dass da irgend'ne Minibewegung ist, ja.
69	B2: (Unv.)
70	B1: Sagen wir, es ist 'n Ministrudel in der Mitte.
71	I: Ein Ministrudel in der Mitte. Ok.
72	B2: Oh, ist gut.
73	I: Ein Ministrudel in der Mitte, ok. Zeichnerisch einmal vielleicht, dass du... dass ich das auch hundertprozentig irgendwie verstehe.
74	B1: Hier immer diesen Strudel irgendwie machen.
75	B2: Tinte, Tinte, Tinte...
76	B1: Oder in die Mitte?
77	B2: Tinte, Tinte, Tinte, Tinte, Tinte...
78	B1: Ich will den Strudel malen.
79	B2: Warte (flüstert) (unv.).
80	B1: Und ich würd sagen, wir haben da in der Mitte so 'n...
81	B2: Ja, dann mach mal deinen... deinen Strudel.
82	B1: Ja, aber 'n Ministrudel. Ich würd dann halt sagen, dass der hier (unv.)... dass hier so... dass er irgendwie reingeht.
83	B2: Ja.
84	B1: Ah.
85	B2: Jetzt muss ich noch schreiben: verteilt sich... ich weiß auch (unv.).
86	B1: Kunst?
87	B2: Physik
88	B1: Achso. Ne, ich hab lieber Chemie ausgewählt.
89	I: Gut, also in der Mitte ein Ministrudel. Wie kommt ihr denn dadrauf?
90	B1: Weil wenn warm und kalt aufeinandertrifft, hat man ja gelernt, dass jeweils was passiert... dann gibt... ja, ein Gewitter.
91	B2: Gewitter.
92	B1: Und jetzt könnt man ja irgendwie vorstellen... obwohl irgendwas auch bei... weil's im Wasser ist, dass da irgendwas passiert.
93	B2: Ja, eigentlich immer wenn kalte und warme Massen aufeinandertreffen passiert Irgendetwas (beton).

94	I: Also das ist immer so. Ihr glaubt, da entsteht 'n Strudel und das ist immer so, wenn kaltes und warmes Wasser aufeinandertrifft?
95	B2: Ich weiß es nicht genau hundertprozentig, aber meistens passiert was.
96	I: Ok, und vergleichen würdet ihr das mit dem Wind, mit dem Gewitter.
97	B1: Ja.
98	B2: Ja.
99	B1: Mit warmem...
100	B2: Ja, außen war ja schon 'n paar Mal zu kalt... (unterbrochen).
101	I: Ok, dann würd ich vorschlagen, steck ich jetzt mal den Stecker rein... und dann machen wir hier nochmal die Eiswürfel rein und ihr beobachtet ganz genau, was da passiert und beschreibt es auch und redet da am besten auch die ganze Zeit drüber. Das macht es für mich einfacher. So, da ist jetzt schon 'n bisschen mit drin gewesen. Das ist aber nicht ganz so dramatisch. Kommt wieder zurück. Wir machen jetzt hier Tinte rein und wir machen hier Tinte rein.
102	B2: Die Tinte...
103	I: Und dann beobachtet, was passiert und redet darüber.
104	B1: Auf der Seite mit den Eiswürfeln verteilt sich die Tinte schneller und...
105	B2: Geht nach oben, es bildet sich so 'ne Art Tintenwolken mehr oder weniger und sie geht Richtung Mitte.
106	B1: Aber am Boden vom Aq... von dem Aquarium.
107	B2: Ja.
108	B1: Und auf der warmen Seite bleibt das... bleibt die Tinte oben an der...
109	I: Na, guckt, was jetzt noch passiert... guckt was jetzt passiert so langsam.
110	B1: Es gibt ein Austausch... die kalte... also die Tinte von der kalten Seite geht zur warmen Seite und andersherum.
111	B2: Das ist Kreislauf! Das ist wie den Luftmassen. Eine (unv.) Bewegung.
112	I: Ah. Jetzt ist es noch 'n bisschen deutlicher sichtbar, jetzt wo die Heizung auch ein bisschen läuft. Ihr könnt gerne sonst nochmal 'n bisschen Tinte reinpacken. Hier haben wir 'n bisschen Tinte und hier haben wir 'n bisschen Tinte. Guckt euch das nochmal genau an. So, ihr habt das ja schon... ihr habt das ja schon gesagt. Hier sieht's man jetzt grade ganz schön.
113	B1: Auf der rechten Seite, also bei der Heizung, bleibt es halt wie so 'ne Wolke zusammen, also so eine richtige Masse.
114	I: Erstmal, ja. Aber ihr habt ja eben erzählt... (unterbrochen).
115	B1: Und dann... und dann... sobald es ins... in die kältere Region reingeht, äh wird das halt dünner und verläuft sich.
116	B2: Aber jetzt bewegt sich die Tinte gar nicht mehr.
117	I: Ne, das ist so 'n bisschen... das ist 'n bisschen schade. Also eigentlich ist es, wie

	ihr das eben auch scho... schon gesehen habt. Die Tinte, ihr habt das auch festgestellt... das ist so 'n schöner Kreislauf gewesen von der warmen Seite läuft es oben Richtung kalte. Und von der kalten läuft's dann runter so 'n Kreislauf, genau. So, wie ihr das grade schon gesagt habt. Was glaubt ihr denn, warum das passiert ist?
118	B2: Das ist vielleicht wirklich wie so 'n Monsunregen oder so... oder bei Gewitt... oder bei Luftzirkulation ja generell beschreiben... ist ja unten ist die Luft kalt, dann erwärmt sie sich, dann steigt sie nach oben, bis sie dann auf einer Seite wieder abkühlt, dann steigt sie wieder runter, dann wärmt sie sich wieder auf der Nähe des Äquators auf und dann geht sie hoch. Und genauso ist es hier auch, also hier erwärmt sich das Wasser oder die Tinte...
119	I: Bei der Heizung?
120	B2: Ja. Dann wandert sie langsam oben rüber, bis sie langsam ins kalte Wasser kommt, da kühlt sie eben ab, sinkt hier runter, wandert dann wieder langsam Richtung Heizung, wo sie wieder erwärmt wird und steigt auf.
121	B1: Hört sich plausibel an.
122	I: Hört sich plausibel an, ja. Inwieweit... inwieweit passt das dann mit euren Erwartungen zusammen, die ihr hattet?
123	B2: Also zwischen warm und kalt passiert was. Wir haben hier zwar kein Strudel in der Mitte, aber wir haben sozusagen ein Kreislauf drumherum und haben eben gesehen, dass sich die Tinte jeweils verteilt.
124	B1: Ja, und mit unserer Bewegung zu der anderen Seite hatten wir recht.
125	B2: Ja genau, dass sich die Tinte eben verteilt, sich zur anderen Seite bewegt und jetzt bildet sich in der Mitte zwar kein Strudel, aber es entsteht eben 'ne Bewegung des Wassers.
126	I: Es entsteht eine Bewegung des Wassers. Meint ihr denn, es gibt noch eine andere Möglichkeit, die Tinte im Wasser in Bewegung zu setzen, ohne Heizung und Wasser? Äh Heizung und... Heizung und Eis?
127	B2: Ja, wenn ich da Tinte reinmache und anderes Wasser reinkippe. Dann bewegt sich die Tinte auch letztendlich.
128	I: Also stellt euch vor, wir haben denselben Versuch... wir haben denselben Versuchsaufbau, haben aber keine Heizung und keine Eiswürfel... glaubt ihr es gibt noch 'ne andere Möglichkeit, die Tinte in Bewegung zu setzen.
129	B2: Ja, wenn jemand von oben kommt und sie etwas vermischt oder mit Luft.
130	I: Mit Luft?
131	B2: Ja, also wenn da so 'ne... wenn da so 'ne Strömung reinkommt, also wenn das halt von oben... äh Luft, also zum Beispiel halt Wind drauf kommt, dann bewegt... äh gibt's ja auch 'ne Bewegung im Wasser. Die ist dann ja nicht nur an der Oberfläche.
132	I: Ja. Wo... wenn ihr... wo glaubt ihr denn, gibt es solche Situationen, wie ihr im Experiment gesehen habt, diese... diese Kreisläufe von warm zu kalt? Wo gibt es solche Situationen, wo kennt ihr das vielleicht her?
133	B2: Passatzirkulation.

134	B1: Hm?
135	B2: Passatzzirkulation.
136	I: Passatzzirkulation?
137	B2: Ja.
138	I: Kannst du das vielleicht näher erklären?
139	B1: Kenn ich nicht!
140	I: Du kennst das nicht? Aber wenn du das kennst, kannst du das vielleicht näher erklären?
141	B2: Also, das sind so besondere Winde und das ist irgendwie beschrieben: Die sind am Äquator und am Äquator ist es ja meistens warm, das heißt du hast kalte Luftmassen, die erhitzen sich langsam, steigen auf, dann oben kühlen sie langsam wieder ab und sinken dann langsam wieder runter und erwärmen sich wieder. Und dadurch entsteht so 'ne Zirkulation und dadurch entstehen Winde und je nachdem eben, was für 'ne Jahreszeit haben, verschieben die sich und die bringen teilweise ganz viel Regen mit, weil sie über's Wasser kommen und nehmen da eben so Regen und sowas auf. Und je nachdem, wie sie sich verschieben, hat dann ein Land mehr Regen und ein Land weniger. Und deswegen heißen die Regenwälder auch somit Regenwälder, weil die eben am Äquator liegen und die meistens darüber so sich abregnen... (unterbrochen).
142	B1: Von dem Wind, ok. Ja, ok.
143	I: Glaubt ihr denn... glaubt ihr denn dann, es passiert immer dieser Kreislauf, wenn man den Versuch immer wieder durchführen wird? Glaubt ihr, das würde immer so passieren?
144	B2: Wenn man exakt den gleichen Versuch?
145	I: Ja.
146	B2: Ja.
147	I: Oder würde das auch mal anders laufen?
148	B2: Ich glaub nicht.
149	I: Womit könnt ihr das denn vielleicht noch vergleichen? Ihr habt jetzt schon Passatzzirkulation gesagt. Das klingt ja schon mal relativ plausibel. Kennt ihr vielleicht noch irgendwas? Vielleicht nichts... unterbrochen.
150	B2: Wasserkreislauf, glaub ich, im See. Ich weiß nicht, ob das 100 Prozent so ist, aber ich glaube schon. Ich weiß nicht, ob das auch im Meer so ist, aber ich glaub das ist im See so (überlappend).
151	B1: (Unv.) im Meer vorstellen.
152	I: Im Meer?
153	B2: Ne, ich glaub eher im See. Also ich weiß ja nicht, warum das sinken müsste, aber, ich glaub, wenn du hier... am Anfang des Sees ist es... das Wasser ja realtiv warm und sowas.
154	B1: Jaja, weil's ja nicht tief ist.

- 155 B2: Und dann... genau... dann kommt es durch Bewegung des Windes, der Menschen und sowas kann es ja sein, dass es langsam absinkt, dann wird es kälter und andere Wassermassen steigen auf, also ich kann's... ich weiß es jetzt nicht genau, aber ich könnte es mir im See vorstellen.
- 156 I: Im See, ok. Und du? Du hast was vom Meer gesagt?
- 157 B1: Ja, ich weiß es aber nicht, wie ich mir das eben vorgestellt hab. Aber halt auch so ähnlich so... das ist halt am Ufer, am Strand zum Beispiel halt äh, weil es nicht so tief ist, halt wärmer ist. Und dann durch die Strömung, durch den Wind halt immer... dass da halt auch so 'n Kreislauf ist. Dass durch den Wind dann zu... also an... an Strand getragen wird, dann die Welle zurückgeht, dann kommt das Wasser wieder. Aber irgendwie ergibt das nicht ganz so Sinn.
- 158 I: Ja, das ist ja immerhin... immerhin eine Idee. Wenn ihr dem ganzen einen Namen geben könntet. Wie würdet ihr das Experiment nennen?
- 159 B2: Zirkulation von kalten in warme Wassermassen, verdeutlicht durch Tinte.
- 160 B1: (Lacht) doch hört sich gut an.
- 161 I: Ist denn das für euch, was wir hier gesehen haben, eine Strömung gewesen oder war das... was war das für euch?
- 162 B2: Hm (überlegend).
- 163 B1: An sich war da ja 'ne Strömung.
- 164 B2: Ja.
- 165 I: Also ihr würdet das, was ihr da gesehen habt, auch als Strömung bezeichnen.
- 166 B1: Je, mehr oder weniger mit weitesten Sinne. Das war so 'ne Art Kreislauf eben, aber das heißt ja nicht, dass 'n Kreislauf keine Strömung sein muss. Das haben wir ja auch...
- 167 I: Ja, ich hab nämlich nochmal mich erinnert an unser erstes Interview, was wir geführt haben. Da habt ihr gesagt, für euch ist eine Strömung eine Bewegung der Masse von A nach B und die Strömung zeichnet sich dadurch aus, dass sie nur in eine Richtung geht.
- 168 B2: Ja, wir haben in diese Richtung 'ne Strömung und in diese Richtung 'ne Strömung.
- 169 B1: Und von oben nach unten und von unten nach oben.
- 170 B2: Hier ist noch (unv.).
- 171 B1: Stimmt, aber da steigt es auch.
- 172 B2: Ja, aber ich weiß nicht, ob ich das als Strömung bezeichnen würde so 100 Prozent, weißt du? Aber...
- 173 B1: Es steigt ja auf, weil die warm... weil die äh das Wasser ja erhitzt wird. Und wärme steigt ja nach oben, weil auf der anderen Seite sinkt es, weil es ja wieder kalt ist durch die Eiswürfel... oder kalt wird.
- 174 B2: Aber wir haben ja... (unterbrochen)
- 175 B1: Aber haben wir die Strömung oben? Wir haben 'ne Strömung oben und wir

	haben 'ne Strömung unten...
176	B2: Ja, und laut unserer Definition geht es: Weil wir waren ja mit unserer Strömung, und ich glaub auch mit der damaligen Definition... dass das Wasser von A... also von dieser Lam... von dem warmen Ding zum kalten Ding... und nicht von hier oben auf einmal auch von kalt zu warm... also dass das... dass das hier 'ne einseitige Bewegung...
177	I: Ja, ok. Jetzt hast... jetzt hab ich ja gehört eine Erklärung... eine Erklärung oder auch eine... eine... eine Analogie im Vergleich zum See, wo du vermutet hast, dass es da auch so 'ne Zirkulation geben kann.
178	B2: Ja.
179	I: Jetzt hast du ja gesagt, im See kann es eine Zirkulation geben, kannst du dir vorstellen, dass es auch so fließt von oben nach unten und von warm zu kalt. Jetzt hab ich mir natürlich nochmal was rausgesucht. Im ersten Interview hab ich nach dem Gegenteil von Strömungen gefragt. Da kam auch als Beispiel Stillstand wie in einem See.
180	B2: Ja (lacht).
181	B1: Da haben wir den Wind nicht einberechnet.
182	B2: Da haben wir, glaub ich, nur vom St... nein, nicht vom Stillstand des Wassers nicht... aber dass es eben ein stehendes Gewässer... wo jetzt kein Austausch von Wasser stattfindet, nur eben durch Regen was reinkommt. Das heißt ja nicht, dass dieser See sich nich bewegt und da ke... und da die Lebewesen sind ja auch drin und die bewegen sich. Da entstehen ja auch Strömungen und sowas. Aber zu so 'ner richtig aktiven Strömung ist... also so 'ne aktive Strömung, wie zum Beispiel in Flüssen oder sowas, ist so 'n See... (unterbrochen).
183	B1: Die findet dann sehr wenig statt als so 'ne große Strömung.
184	B2: Dann ist so 'n See eher ein stehendes Gewässer und damit sozusagen eher ruhig.
185	I: Ok, das ist schon soweit in Ordnung. Dann haken wir erstmal das erste Experiment ab. Und dann kommen wir nämlich gleich zum nächsten. Ich werde hier einmal da Labor etwas umbauen.
186	B1: Das machst du wunderschön, [Name].
187	B2: Dankeschön, das ist echt 'n (unv.).
188	I: Wir sehen jetzt hier eine ganz normale Plastikschiene. Wie man sie in jedem gut sortierten Supermarkt kaufen kann. Da drin ist Sand, auch ganz normaler Sand, und Leitungswasser. Das hab ich eben unter Zeugen da reingefüllt. Das ist nichts weiter als Leitungswasser. Wir können das auch sonst gerne, wenn ihr mir nicht glaubt, auch gerne mal reinfassen, schön feuchter Sand. Aber wenn ihr mir glaubt, braucht ihr das nicht. Was gleich passieren wird, also wie der Versuch aussehen wird: Ich werd das hier jetzt gleich festhalten und werde die Schiene dann immer nach links und rechts kippen. Jetzt möchte ich natürlich von euch wissen, was glaubt ihr, was passiert? Was sind eure Erwartungen?
189	B1: Was passiert, wenn du das die ganze Zeit so hin und her...
190	I: Ja, irgendwann hör ich natürlich auf, aber was passiert währenddessen und

	passier, wenn ich aufgehört habe? Was glaubt ihr, was da mit dem Sand, wenn überhaupt irgendwas passiert und was passiert mit dem äh... mit dem Wasser?
191	B1: Also, ich würd sagen, der Sand sammelt sich auf beiden Seiten. Also wird sich so verteilen und in der Mitte wird 'ne kleine Kuhle entstehen.
192	I: Ja.
193	B2: Also das Wasser auf jeden Fall nimmt den Sand eben, weil es sich bewegt, nimmt es eben die Sandpartikel immer mit, wenn man das von der Seite zur Seite äh hin- und herbewegt. Damit könnt ich der... äh dem Vorschlag von [Name] zustimmen. Und das Wasser wird sich, wenn man dann aufhört, also je nachdem, wie doll man schlägt, vielleicht so langsam immer noch etwas bewegen, bis es sich dann einpendelt und still ist und dann sich wahrscheinlich eher etwas in der Mitte sammeln.
194	I: Das Wasser?
195	B2: Ja, also es wird sich so dieser grade Teil... (überlappend)
196	B1: in der Kuhle, da wo die Kuhle ist... (überlappend)
197	B2: In unserem Versuch entsteht ja 'ne Kuhle und die Kuhle da wird sich, glaub ich, das Wasser 'n bisschen drin sammeln.
198	I: Ok, wenn ihr mir das auch nochmal aufmalen würdet, wäre ich sehr dankbar.
199	B1: Klar. Sollen wir (unv.) und braun nehmen, [Name]?
200	I: Auch da hab ich noch 'n schönen Zettel vorbereitet.
201	B1: Oah (unv.).
202	I: Auf dem ihr mir das villeicht einmal zu Papier bringen könntet.
203	B1: Wär's nicht schlau, das von der Seite zu zeichnen?
204	B2: Ne, ich würd das von oben zeichnen. Ich kann's ja auch einmal von der Seite zeichnen.
205	B1: Ich würd's von der Seite zeichnen.
206	B2: Wir haben zwei Ansichten dann. +
207	I: Aus der Vogel- oder Froschperspektive.
208	B1: Aus der Seitenansicht.
209	I: Ok.
210	B1: Froschperspektive bringt ja nichts, wenn du hoch guckst.
211	I: Letzten Endes ist es wichtig, dass äh ich verstehe, was ihr da... was ihr für Erwartungen habt.
212	B1: Oh, und das Wasser wird sich halt hier so drumherum sammeln.
213	B2: Das auch zeichnen.
214	B1: (Flüstern) (unv.).
215	I: Ihr gebt halt... euch halt bei den Zeichnungen besonders viel Mühe.

216	B1: Ja, man muss man... es muss ja erkennbar sein.
217	I: Jetzt hab ich gleich auch die... (unterbrochen).
218	B1: Können... können se auch 'n Lappen nehmen.
219	I: Daneben gelaufene Tinte entfernt. So, aber wenn wir mal... wenn wir mal die Aufnahme mit Gespräch füllen wollen, dann hab ich das grundsätzlich so verstanden, dass sich die Sandmassen an den Seiten verteilen, so in der Art wie... wie in der Bibelgeschichte, wo Jesus das Meer geteilt hat, so ungefähr.
220	B1: War das nicht Mose?
221	B2: Das war nicht Jesus!
222	I: Es ist ja auch egal, wer das war... ob das Moses oder Jesus war... das äh... äh ist auch völlig egal, aber das ist so wie in der Geschichte, wo das Meer geteilt wurde, ja? Dass in der Mitte nichts mehr ist und die Sandmassen...
223	B2: Die Sandmassen sind jetzt nicht auf einmal weg, also es wird auch noch etwas in der Mitte sein, aber das türmt sich so leicht... (überlappend).
224	B1: Es wird sich halt einfach auftürmen an der Seite.
225	I: Ok.
226	B1: Ich glaube, es wird nicht mehr so grade wie vorher sein.
227	I: Ok, und in der Mitte wird dann mehr oder weniger das meiste Wasser sein?
228	B2: Ja.
229	I: Ok, und wir kommt ihr dadrauf? Kennt ihr das von irgendwo her? Habt ihr da schon mal was gesehen in der Umwelt oder zu Hause oder? Oder habt ihr euch das jetzt irgendwie einfach so ausgedacht?
230	B1: Kennt man das irgendwo her?
231	B2: Bin grad am überlegen. Ich glaub, ich hab's... irgendwo hab ich schon mal sowas gesehen, aber ich kann dir nicht genau sagen wo.
232	I: Glaubt ihr denn, es ist immer so?
233	B2: (Unv.).
234	B1: Also wenn das immer so zur gleichen Seite geht, ja.
235	I: Ja?
236	B1: Aber es könnte auch sein, dass es von der einen Seite dann immer abgetragen wird.
237	B2: Das kann auch sein (überlappend). Aber ich glaub, egal was daraus kommt, das wird, glaub ich, generell eigentlich immer so sein. Weil das ist ja ein Modellversuch und wenn man dafür ein Naturbeispiel findet, was mir gerade nicht einfällt, glaub ich schon, dass es in der Natur auch so sein wird.
238	I: Also würde euch jetzt auch ad hoc keine Situation einfallen, mit der ihr das vergleichen könnt?
239	B1: Nö.

240	B2: Nö.
241	I: Ok, dann schlage ich vor, ich führe den Versuch durch. Ihr guckt euch das an und redet wieder fleißig drüber. Das ist ganz wichtig. Ich fange an, fange an das hin- und her zu wippen.
242	B1: Ach so, ich dachte...
243	B2: Ja, ich dachte auch, dass
244	B1: Ne, dann verteilt es sich ja grade.
245	I: Also ich mach das so: links und rechts.
246	B1: Ja, dann bleibt es ja. Ich dachte, es wird jetzt so richtig so Wellen geben.
247	I: Auch das könnt ich machen, da würde dasselbe bei rauskommen. Ich will hier nur nichts... ich will hier nur nichts dreckig machen. Deswegen gucken wir mal, dass das auch hier klappt.
248	B1: Das ist ja wie so 'n Kuchenteig. Das verteilt sich alles gleich.
249	I: Na, es wird ein bisschen dauern. Es verteilt sich. Ah, jetzt kommt's so langsam.
250	B1: Ist das grade?
251	I: Guckt am besten auf den Sand, was da jetzt so langsam passiert.
252	B2: Also das Wasser ist so gut wie im Sand verschollen.
253	I: Wenn ihr euch das nachher da anguckt hier... an den Wänden, an den Rändern.
254	B2: Ja, das ist Wellen, also so Falten.
255	B1: Entstehen Spuren.
256	B2: Das sieht genauso aus, als würdest Kuchen reintun und nach drei Minuten darauf gucken und unten ist es flüssig und oben ist er langsam fest.
257	I: So, habt ihr das gesehen?
258	B1: Ja, der wird oben hart.
259	B2: Das sind mehr oder weniger Berg.
260	I: Ja, guckt euch das nochmal an.
261	B1: Das ist ja (unv.) dass die Flüssigkeit von oben weggesunken ist. Durch die Bewegung ist das Wasser halt weg und dann ist das so 'n bisschen trockener oben und hält seine... hält die Form für 'ne kurze Zeit.
262	I: Also habt ihr das jetzt gesehen, was da passiert mit dem... mit dem Sand?
263	B1: Darfst aufhören.
264	I: Ja? Gut. Jetzt wenn ich aufgehört habe...
265	B1: (unv.) so oder so passiert, wie wir es vorhergesagt haben.
266	I: (Lacht)... aufgehört habe, dann sieht der Sand wie aus?
267	B2: Wie vorher.

268	I: Wie vorher, ja... das... ja, das ist gut. Dann sieht er aus wie vorher. Was habt ihr denn während des Versuchs gesehen? Was ist mit dem Sand passiert?
269	B2: Ja, also das Wasser hat sich erstmal in den Sand eingearbeitet.
270	B1: Ich würd sagen, dass hat sich so nach unten... also das ist irgendwie so... nach unten gepresst wurde. Dass sich das unten unterm Sand angesammelt hat. Und dadurch war oben nicht mehr so viel Wasser und dann war das... der Sand kann man sagen: flüssig. Also so...
271	B2: Es war ein Sand/Wasser-Gemisch.
272	B1: Es war kein Sand/Wasser-Gemisch oben mehr, sondern hauptsächlich Sand oder feuchter Sand, der sich dann halt in der Form gehalten hat für 'ne kurze Zeit.
273	I: In was für 'ner Form?
274	B1: In... ja so Wellen... so, also da waren halt so Spuren drin, als ob da so 'n Wurm durchgelaufen ist.
275	I: Ja, Spuren als ob da 'n Wurm durchgelaufen ist. Was hast du noch gesehen?
276	B2: Ja also eben oben, so wie [Name] gesagt hat, hart geworden, aber er hat... also oben ist er hart geworden und dann so 'n bisschen weiter hinten, hat der so leichte Wellen geworfen, bis er dann zum Flüssigen übergegangen ist.
277	I: Ok, und jetzt muss man natürlich gucken... ihr habt das ja schon angedeutet: passt das denn so wirklich mit euren Erwartungen und Vermutungen zusammen?
278	B2: Nein.
279	B1: Wir sind echt schlecht.
280	I: Ja, also es ist nich so, dass sich das an die Seiten verteilt hat und in der Mitte ganz viel Wasser ist.
281	B1: Wir haben ja auch gedacht, das wird anders durchgeführt.
282	I: Das ist auch völlig egal, wie ich's durchgeführt. Das hätte ich... ich hätte das auch so machen können [Geräusch]. Oder wie dachtet ihr?
283	B2: Wir hätten einfach mehr Wasser gebraucht.
284	I: Wie dachtet ihr? So?
285	B1: Ja.
286	I: Auch dann wäre das nicht so passiert. Das hätte... es wär dasselbe passiert, wie so passiert ist.
287	B2: Auch wenn man mehr Wasser gehabt hätte?
288	B1: Mehr Wasser erst recht.
289	I: Ja, auch... (unterbrochen)
290	B1: Ah, eher weniger...
291	I: Man hätte das nur 'n bisschen schlechter gesehen, man hätte das nur 'n bisschen schlechter gesehen.

292	B2: Aber eben, dann kann sich das ganze Wasser da ja gar nicht mehr einarbeiteten in den Sand.
293	I: Man hätte das... man hätte das schlechter gesehen, wenn ich mehr Wasser genommen hätte. Wenn ich noch weniger Wasser genommen hätte als jetzt, dann würde man jetzt auch immer noch die... die Spuren sehen. Wenn ihr wollt, kann ich noch 'n bisschen Wasser wegmachen und dann können wir das nochmal machen, dass ihr die Spuren auch noch längerfristig seht.
294	B1: Alles gut.
295	I: Also das wäre völlig egal, wie ich das geschwubbelt hätte, das wäre, sagen wir mal, dasselbe Ergebnis gewesen. Es liegt nicht daran, dass ihr dachtet, ich würde das anders wippen. Glaubt ihr denn, es gibt noch 'ne andere Möglichkeit, außer durch diese Kippbewegung, wie ich gemacht habe, den Sand so zu formen?
296	B2: Wasser was in 'ner Strömung drüber fließt.
297	I: Wasser was in 'ner Strömung drüber fließt.
298	B2: Ja, also wenn man dann zum Schluss diese Sandmassen dann noch sehen muss... im Wattenmeer ist das doch auch so. Da geht das Wasser dann zurück und dann sieht man die Spuren.
299	B1: Da haben wir wieder den Wurm.
300	I: Ah. Da sieht man Spuren im Wattenmeer. Ihr habt also Situationen, die ihr kennt aus dem Alltag, aus der Natur, wo ihr sowas schon mal gesehen habt.
301	B2: Ja.
302	I: Und das ist quasi das Wattenmeer, wenn das Wasser zurückläuft, dann sieht das Wasser... äh dann sieht der Sand wie aus? Kannst du das nochmal 'n bisschen beschreiben?
303	B2: Dann sieht man entweder, wo die Strömung langgelaufen ist und wo die Wasser... äh Sachen... also wo die Wasser... wo das Wasser zurückgelaufen ist, weil dann hat man sozusagen so 'n ausgetrocknenen Flusslauf mehr oder weniger... und sieht eben, wie das Wasser sich langgeschlängelt hat beim so Wellenbewegung und so kreuz und quer vom Sand sieht. Und eben wo Wattwürmer waren, wo sie rausgekrochen sind und sowas. Das sieht man auch.
304	I: Ja, haben denn Wattwürmer mit Strömungen zu tun?
305	B2: Nö, aber...
306	I: Ja, stimmt. Man sieht das... man sieht das... man sieht das auch am Sand. Aber grundsätzlich habt ihr jetzt...
307	B2: Nein, die verursachen die (unv.) machen so einen Schalter um, die drehen so 'n Schalter um und auf einmal kommt Strömung.
308	I: Grundsätzlich habt ihr jetzt... habt ihr jetzt den Vergleich hergestellt zum Wattenmeer. Dass da diese auch... diese Sand... wie würdet ihr das nennen? Sandspuren?
309	B2: Ja.
310	I: Gut, wenn ihr das jetzt nochmal vergleicht. Oder wenn ihr jetzt euch nochmal

	vorher erstmal einen Namen überlegt für dieses Experiment: Was glaubt ihr, wie könnte das heißen oder wie würdet ihr das nennen?
311	B1: Sandwippe.
312	B2: Sandwippe (lacht).
313	I: Sandwippe.
314	B1: Bewegung von Sandmassen.
315	B2: Sandschaukel.
316	I: Sandschaukel, ok.
317	B1: Schaukelst du das auch im Fluss?
318	B2: Ich sollte das Experiment benennen und das ist eine Sandschaukel.
319	I: Eine Sandschaukel, ok. Wir haben ja im ersten Interview... haben wir nicht nur über Strömungen gesprochen.
320	B1: Wir hätten nix sagen dürfen (lacht), das wird uns jetzt vorgehalten.
321	I: ... haben wir ja nicht nur über Strömungen gesprochen, sondern auch über? Erinnert ihr euch? Strukturen und Strukturbildungen. Würdet ihr sagen, dass das, was wir hier gemacht haben, was ihr da gesehen habt, das mit dem Sand passiert ist, dass das eine Strukturbildung war? Dass da eine Struktur entstanden ist?
322	B1: Ja.
323	B2: Ja.
324	I: Ja? Dann möchte ich euch nochmal erinnern... (unterbrochen)
325	B1: Kommt wieder die Definition?
326	I: Dann möchte ich euch nochmal erinnern, was ihr gesagt habt: nämlich dass Struktur auszeichnet, dass sie über eine Außeneinwirkung erschaffen wurde. Passt das zusammen mit dem, was ihr gesehen habt?
327	B1: Ja.
328	B2: Ja, von Wasser.
329	I: Als Beispiel habt ihr Eisblumen am Fenster auch genannt.
330	B2: Ja.
331	I: Ja, gut. Dann möchte ich gerne wissen... dann habt ihr gesagt, dass Strukturen sich auszeichnen, dadurch auch, dass sie... dass sie in 'ne gewisse Weise geordnet sind, dass sie 'ne gewisse Anordnung haben. So, das Gegenteil von Strukturbildung oder Strukturen, habt ihr gesagt, das ist 'ne Unordnung oder ein Durcheinander. Wenn ihr jetzt euch die Strukturen angeguckt habt, die in dem Sand entstanden sind: Waren die für euch durcheinander?
332	B1: Nein.
333	I: Also die waren für euch geordnet?
334	B1: Ja, weil die hatten ihre eigene Struktur, ihr eigene Ordnung. Es war nicht

	durcheinander.
335	I: Es war nicht durcheinander.
336	B1: Durcheinander ist ein Wollknäuel.
337	I: Was ist durcheinander, ein Wollknäuel?
338	B1: Ja, was aber kein aufgewickeltes Wollknäuel ist.
339	I: Dann gucken wir mal nochmal. Ist das für euch geordnet diese Strukturen da?
340	B2: Ja.
341	B1: Ja.
342	I: Ok, dann würde das auch wieder mit eurer Definition zusammenpassen. Dann kann ich euch ja gar nicht mehr auseinandernehmen.
343	B2: Ne.
344	I: Das ist ja schade.
345	B2: Tja.
346	B1: Ein Glück!
347	I: Aber gut, dann haben wir das. Also wie glaubt ihr denn... also wie seid ihr auf die Idee gekommen zu diesem Experiment für die Erklärungen und für die... für die Vermutungen. Wie seid ihr da rangegangen?
348	B1: Also zum Beispiel bei dem ersten Experiment haben wir es ja versucht so 'n bisschen mit Nat... äh Dingen in der Natur zu vergleichen. Und äh weil bei dem haben wir ja versucht, das so mit dieser Zirkulation von heißer Luft und kalter Luft...
349	I: Ja, und beim... und beim zweiten: wie seid ihr da rangegangen? Habt ihr euch das irgendwie auch aus den Fingern gesaugt oder habt ihr euch da gedacht: Mensch, das kenn ich irgendwo her... weil eure Vermutung passte ja nicht mit dem zusammen, was tatsächlich passiert ist.
350	B1: Also, ich dachte irgendwie... (unterbrochen) (lacht).
351	I: So, deswegen würde mich ja noch interessieren, ob ihr... ob ihr auch so 'ne... so 'ne direkte... so 'ne direkte Erklärung habt dafür. Könnt ihr euch vorstellen, warum das passiert ist?
352	B2: Warum das jetzt so ausgegangen ist das Experiment?
353	I: Ja.
354	B2: Wir haben, glaub ich, zu viel... also wie wir darauf gekommen sind... wir haben zu viel mit'm Wasser gerechnet. Wir haben mehr Kraft dem Wasser zugewiesen und der Sand war, glaub ich, zum Beispiel unsere Vorstellung. Und deswegen jetzt ist das komplette Gegenteil eigentlich geworden. Und wie das passiert ist: Wasser- und Sandteilchen haben sich eben miteinander verbunden, wo es dann mit Energie zur einen Seiten geschaukelt worden ist, hat sich das Wasser eben etwas nach unten gedrückt, dadurch hat man oben den Sand und der hat dann eben die Form des Schaukelns bzw. wie das Wasser rausgeht und da hat man 'ne Struktur und dann schaukelt man zur anderen Seite wieder hoch... zur anderen Seite.

355	I: Das wäre für euch die logische Erklärung dafür.
356	B2: Jo.
357	I: Hast du noch 'ne Erklärung?
358	B1: Ne.
359	I: Keine Erklärung? Gut, dann haben wir's geschafft. Dann würd ich sagen, schließe ich diese Akte und sage: bis zur nächsten Maus. Dankeschön, tschüss.

21.2.9 Interview J3B

1	I: So, ich hab euch hier was Schönes mitgebracht. Erstmal nochmal: Ihr seid wieder damit einverstanden, dass ich das aufnehme?
2	B1: Ja.
3	B2: Ja.
4	I: Das ist schön. Ich hab euch hier einen Versuch mitgebracht. Ihr seht hier eine... ein Behältnis mit Wasser. Das hier ist ein Heizstab für's Aquarium und hier hab ich noch Eiswürfel. Ich werde gleich die Eiswürfel in das Wasser tun und werde dann etwas Tinte reintun beim... auf der Seite, wo ich die Eiswürfel reinpacke und auf der Seite, wo der Aquariumheizkörper drin ist. Was meint ihr denn, was da passieren könnte?
5	B1: Ja auf jeden Fall die Tinte im Wasser verlaufen, also das Wasser wird sich, denk ich dann, leicht blau färben und ähm... ja.
6	B2: Also ich glaube, macht das das Wasser warm?
7	I: Ja, das ist ja der Heizkörper.
8	B2: Weil warmes Wasser ist ja... schwimmt ja oben, also ist ja oben und dann wenn bei dem warmen blaue Tinte reinkommt, würd ich sagen, dass die eher oben ist. Und da, wo die Eiswürfel reinkommen, ist es dann ja kalt und dass die Tinte eher mit nach unten geht vielleicht. Keine Ahnung, irgendwie so.
9	I: Ok, und was glaubt ihr, warum das so passieren wird?
10	B2: Hab ich schon erklärt, warum ich das denke.
11	I: Ja, aber du noch nicht.
12	B1: Ähm, hm (überlegend) ich wüsste jetzt auch nicht, wie ich's noch erklären sollte, aber... das ist ja auch bei der Luft so, dass warme Luft nach oben steigt. Deswegen hätt ich gedacht, dass da vielleicht auch die Tinte dann naja eher oben ist und dann beim Eis... ja, weiß nicht ob's mit runergezogen wird, aber... würd ich auch sagen, dass die dann eher unten ist.
13	I: Gut, dann werden wir den Versuch mal durchführen. Ich werd jetzt hier mal so 'n paar Eiswürfelchen rausnehmen, schmeiß die hier rein. Im absoluten Bestfall bleiben die da auch. So, gucken wir mal... das müsste an sich reichen. Jetzt haben wir hier so 'n schönes Tintenfass und dann tropfen mir jetzt mal an die kalte Seite etwas Tinte rein und an die warme Seite etwas Tinte rein. Beschreibt doch mal, was ihr jetzt seht.
14	B2: Also bei den Eiswürfeln da äh geht die Tinte eher nach unten, also wie wir das gesagt haben, wie wir das vermutet haben. Und auf der warmen Seite bleibt die eher oben im Wasser und die verteilt sich schon ein bisschen, aber man sieht trotzdem noch so die Strukturen.
15	I: Man sieht die Struktur der Tinte, ja. Was passiert denn... was passiert denn jetzt noch? Die Tinte auf der kalten Seite ist nach unten gegangen, das habt ihr gesagt. Und die auf der warmen Seite ist oben geblieben. Was passiert denn noch mit der Tinte? Verteilt die sich einfach nur stumpf im Behälter? Oder was passiert da jetzt genau?

- 16 B1: Ja, die macht 'ne gewisse Kreisbewegung, also die Tinte, die beim Eis nach unten geflossen ist, ist dann auf die andere Seite zum warmen Wasser rüber geflossen und fließt da jetzt langsam wieder hoch, weil das Wasser da ja wärmer ist. Und die Tinte, die im... auf der warmen Seite ins Wasser getan wurde, ist jetzt auf die kalte Seite rübergeschwommen und fließt da jetzt auch runter und wieder auf die Seite mit dem warmen Wasser. Also es ist für mich 'ne gewisse Kreisbewegung zu erkennen, aber auf der warmen Seite verteilt sich die Tinte noch mehr und ich glaub, es ist nicht genug, dass sie wieder nach oben fließen kann. Also die verteilt die sich da ja und das Wasser wird 'n bisschen blau.
- 17 I: Ja, hast du noch andere Beobachtungen gemacht?
- 18 B2: Nö, das wär jetzt auch das, was ich gesagt hätte.
- 19 I: Gut, also im Prinzip habt ihr jetzt zusammenfassend gesagt, die Tinte auf der kalten Seite geht nach unten, bewegt sich rüber zur warmen und geht da wieder hoch. Und die von der warmen Seite die Tinte, die ist oben geblieben und ist zur kalten runtergefl... äh rübergeflossen und da runtergestiegen.
- 20 B1: Hm (bejahend).
- 21 I: Und im Prinzip habt ihr jetzt gesagt, dass da so 'ne kreisförmige Bewegung der Tinte ist und die verteilt sich so'n... so'n ganz bisschen auch im Mittelbereich, aber im spielt sich die Kreisbewegung im Randbereich ab. Hab ich das richtig zusammengefasst?
- 22 B2: Ja.
- 23 B1: Ja, jetzt eher noch auf der warmen Seite. Da erkennt man die Blaufärbung des Wassers noch deutlicher als auf der kalten Seite. Also es ist jetzt eher auf der warmen Seite.
- 24 I: Habt ihr denn Erklärungen dafür, warum das so ist mit Ausnahme... äh Ausnahme der Temperatur, das hattet ihr ja schon angedeutet. Wisst ihr warum äh... oder glaubt ihr, was... was für 'ne Begründung habt ihr dafür, dass das kalte Wasser nach unten fließt/läuft und das warme Wasser nach oben?
- 25 B1: Ich hätte jetzt gedacht, dass vielleicht irgendwie... naja bei kaltem Wasser bewegen sich die Teilchen ja nicht so schnell oder eher weniger als beim warmen Wasser... dass es dadurch leichter für die Tinte einfach... nach unten zu fließen. Und ja... äh auf der anderen Seite... na genau das Gegenteil: bewegen sich die Teilchen im warmen Wasser mehr und dadurch kann die Tinte ja noch oben fließen und ja... ich denke, die Tinte geht auch von der kalten auf die warme Seite, weil sie ja, sag ich mal, unten ist und wieder anstrebt, nach oben zu fließen und das geht ja auf der kalten Seite nicht. Dass vielleicht dadurch auch diese Kreisbewegung entsteht.
- 26 I: Hast du noch 'ne andere Erklärung vielleicht?
- 27 B2: Nö, ich überleg grad, was das irgendwie mit Strömung zu tun haben könnte, weil das ja ein Versuch zu Strömung, aber...
- 28 I: Ja genau, im letzten Interview haben wir uns über Strömung unterhalten und da haben wir... was glaubt ihr denn... was glaubt ihr denn, was das... genau!... Habt ihr 'ne Idee, was das mit Strömung zu tun haben könnte oder seht ihr dadrin jetzt irgendwie gar keinen Zusammenhang.

29	B2: Also halt 'n bisschen Strömung wegen dieser Kreisbewegung, aber mehr dann auch irgendwie nicht.
30	I: Was für Strömungsarten haben wir denn im letzten Interview... haben wir denn gesehen? Fallen die euch noch ein?
31	B1: Also wir haben halt einmal mehr so 'ne Kreisströmung gesehen bei solchen Strudeln zum Beispiel und dann hatten wir ja 'ne Strömung, die... z. B. im Fluss die immer in die gleiche Richtung geht. Ähm...
32	B2: 'Ne Welle.
33	B1: Genau, 'ne Welle hatten wir noch.
34	I: Ja.
35	B1: Aber das hier würd ich dann fast sogar eher mit 'ner Kreisströmung verbinden.
36	B2: 'Ne Kreisströmung? Kennt ihr denn vielleicht aus dem Erdkundeunterricht eine bestimmte Art der Strömung? Denn ihr habt ja schon euch überlegt, was hat das mit Strömung zu tun. 'N paar habt ihr ja letztes mal schon benannt. Ihr würdet eher mit einer Kreisströmung in Zusammenhang bringen, also mehr mit einem Strudel, so 'n Kreisstrudel, den wir auf den Bildern gesehen haben oder eher mit 'nem Fluss, der einfach vielleicht seine Richtung wechselt und so fließt.
37	B1: Also ich würd sagen, wenn man sich das so von der Seiten an... also von der Seite betrachtet, eher wie so 'n Strudel. Aber ich... wenn man das, sag ich mal, nur von oben sieht, würd ich eher sagen... ja, wie eine Strömung einfach nur in eine Richtung. Weil da sieht man ja von oben nicht die Kreisbewegung nicht so gut wie von der Seite jetzt.
38	I: Hm (bejahend) und wenn ihr das Ganze mti dem... mit dem Erdkundeunterricht vielleicht in Verbindung bringt: Habt ihr da schon mal was gehört, wo vielleicht solche Strömungen auch passieren?
39	B2: Golfstrom.
40	I: Golfstrom?
41	B2: Ja, und das würde man ja eher nicht als Strudel bezeichnen.
42	B1: Ich hab jetzt eher an Passatwinde gedacht.
43	I: An Passatwinde?
44	B1: Oder war das so, dass die... da ist ja genau so 'ne Kreisbewegung, dass... die kalte Luft steigt nach oben, fliegt... ne... ich weiß es n... also es war auch so mit der Luft, dass die, sag ich mal, auch mehr im Kreis geht... äh ja, ich glaub, es war Richtung Äquator, da ist die Luft nach oben gestiegen, dann nach außen, wo es kälter wurde, ist die dann wieder auf die Erde ge... ja, gesunken und dann wieder in Richtung Äquator. Und da gab's auch diese Kreisbewegung. Daran hatte ich jetzt gedacht.
45	I: Also sind für dich Winde doch Strömungen? Weil im ersten Interview hast du gesagt... ganz klar habt ihr beide gesagt, dass für euch Winde keine Strömungen sind, sondern Strömungen für euch nur mit Wasser zusammenhängen.
46	B1: Ja, vor allem mit Wasser. Nur jetzt, wo ich das gesehen habe, hatte ich halt

	<p>daran gedacht und das... ja, verbunden. Also irgendwie hängt das schon zusammen, nur ich stell mir das trotzdem eher noch im Wasser vor, weil da sieht man das ja noch eher und sonst sieht man das ja eher nicht.</p>
47	<p>B2: Also ich finde nicht, dass in der Windst... im Wind Strömung gibt, aber ähm ich finde, es ist das gleiche Prinzip. Aber ich finde, dann heißt es nicht, dass im Wind auch Strömung ist, weil das kann ich mir nicht vorst... also ich würd das nicht so sagen.</p>
48	<p>I: Ok, und du hast ja jetzt schon gesagt, du kennst das vom Golfstrom und du von den Passatwinden. Jetzt haben wir ja 'n bisschen über Winde gesprochen, dass ihr euch da... dass das für euch immer noch keine Strömungen sind, aber es irgendwie doch miteinander zusammenhängt. Was weiß... was wisst ihr darüber? Was weißt du über den Golfstrom? Weißt du, wie der funktioniert?</p>
49	<p>B2: Also ein bisschen, wir hatten das noch nicht, aber ein bisschen weiß ich das, ja.</p>
50	<p>I: Ja, dann wäre es nett, wenn du mir erzählen könntest, was du weißt.</p>
51	<p>B2: Also der Golfstrom wird halt erwärmt, also das Wasser in der Nähe irgendwo bei Amerika oder so im Golf von Mexiko, glaub ich. Deswegen heißt es ja Golfstrom. Dann äh fließt das Wasser in den atlantischen Ozean ähm an... ich glaub, das ist Norwegen... vorbei oder so... irgendwo da und auf dem Weg wird es halt wieder kühler das Wasser und irgendwann ist es so kalt, dass es wieder runtersinkt und dann wieder zurückströmt zum Golf von Mexiko und dann wird's wieder erwärmt und dann immer so.</p>
52	<p>I: Habt ihr euch denn... habt ihr euch denn schon drüber unterhalten, wo das kalte Wasser zum Beispiel herkommt?</p>
53	<p>B2: Von da, wo es kalt ist.</p>
54	<p>B1: Zum Beispiel von Gletschern, die abschmelzen.</p>
55	<p>B2: Ja.</p>
56	<p>I: Von Gletschern, die abschmelzen?</p>
57	<p>B1: Also zum Beispiel, da kommt ja auch kaltes Wasser ins Meer.</p>
58	<p>I: Ja, könnt ihr auch schon oder wisst ihr auch schon, warum äh... was passiert, wenn Gletscher abschmelzen und das Wasser was da entsteht... in was für einem Gewässer befindet es sich denn? Ist es eher ein süßes Wasser oder ist das salziges Wasser die Ozeane? Was für 'ne Wasserart haben wir da?</p>
59	<p>B1: Ich meine, das ist alles... das ist alles Salzwasser.</p>
60	<p>B2: Ja.</p>
61	<p>I: Das ist alles Salzwasser? Und die Gletscher, die schmelzen? Sind das Salzgletscher oder sind das Süßwassergletscher?</p>
62	<p>B2: Keine Ahnung.</p>
63	<p>B1: Da bin ich mir halt gar nicht so sicher, weil da tippe ich sogar eher auf Süßwasser. Weil, weiß ich nicht, ob das eher durch den Regen entstanden ist, der dann eingefroren ist und das ist ja... ich weiß es nicht genau.</p>

64	I: Ok, habt ihr 'ne Vorstellung... habt ihr 'ne Vorstellung davon, wenn ich euch sage, dass Gletscher Süßwassergletscher sind, könnt ihr euch vielleicht was zusammenreimen, was es vielleicht noch für'n Grund geben könnte, warum das kalte Wasser nach unten fließt?
65	B1: Hm (bejahend) ja ich...
66	B2: Also das kalte Wasser ist dann ja wahrscheinlich Süßwasser, zumindest mehr Süßwasser als das warme Wasser.
67	I: Ja.
68	B2: Und... ja.
69	I: Was bedeutet das denn, wenn das kalte Wasser mehr Süßwasser als Salzwasser ist? Könnt ihr euch da was erklären?
70	B2: Also ich glaube, Salz schwimmt nicht oben, weil das gar nicht schwimmt, sondern das ist ja im Wasser drin.
71	I: Das Salz ist im Wasser drin, ja.
72	B2: Ja, und Salzwasser... ich weiß nicht, ob das schwerer ist als Süßwasser, ich glaub schon, keine Ahnung, soweit sind wir noch nicht in der Schule.
73	I: Ok, das ist ja auch nicht schlimm. Dann habt äh habt ihr sonst weiter keine Erklärung dazu, warum... ihr habt also als einzige Erklärung, was ja schon eine Erklärung ist, rausgefunden, dass die Tinte... oder auch beim Golfstrom das so ist, dass das kalte Wasser absinkt, weil's einfach 'ne niedrigere Temperatur hat und ihr das (unv.) und ihr das kennt, dass kaltes Wasser nach unten fließt und warmes nach oben. Das ist eure Erklärung dafür.
74	B2: Ja.
75	I: Und das ist auch eure Erklärung... oder eine eurer Erklärungen wie auch Strömungen entstehen, durch die Temperatur... durch Temperaturunterschiede.
76	B1: Ja.
77	B2: Ja.
78	I: Ok, dann kommen wir zum nächsten. Ich hab hier eine Schale dabei. Da ist Sand drin. Der Sand ist ein bisschen angefeuchtet, wie man sehen kann. Und den werd ich gleich so 'n bisschen hin- und herwippen. Was glaubt ihr denn, was mit dem Sand passiert?
79	B2: Der wippt hin und her.
80	I: Ja, irgendwann hör ich natürlich auf mit dem Wippen.
81	B2: Ok.
82	I: Habt ihr 'ne Idee, was damit passiert?
83	B1: Hm (überlegend) also ich denke, jetzt wo der Sand nass ist, muss... bei gleichem Wippen, denk ich, passiert erstmal nichts, weil der durch das Wasser, sag ich mal, stärker verbunden ist. Und ja beim... wenn man doller hin- und herwippt. Dann denk ich... weiß nicht, ob das... oder wippt der Sand so 'n bisschen mit, aber... ja.

84	I: Was glaubt ihr denn, wie der Sand aussieht, wenn ich aufgehört habe mit Wippen. Sieht der dann wieder so aus wie jetzt oder was habt ihr für 'ne Idee.
85	B1: Ich glaub eher, dass der Sand dann... naja, mehr am Rand ist oder an den Seiten, wo er hingewippt ist und dann in der Mitte weniger Sand ist.
86	I: Was glaubst du, glaubst du das auch?
87	B2: Joa, vielleicht, ich weiß noch nicht genau.
88	I: Ja, was könntest du dir denn vorstellen, was mit dem Sand passiert.
89	B2: Keine Ahnung.
90	I: Hast du keine Idee?
91	B2: Nein.
92	I: Ok, dann können wir ja erstmal festhalten, was du dir quasi überlegt hast, dass der Sand so in der Art wie die Welle in der... in der Bibel. Das Meer, das geteilt wird. In der Mitte ist nichts mehr und am Rand... an den Rändern ist der ganze Sand, richtig?
93	B1: Das ist ja auch so bei 'nem Strudel oder so. Da ist ja auch das Wasser irgendwann eher außen, wenn sich das schnell dreht. Deswegen hätt ich jetzt gedacht vielleicht, dass hier so auch ist, wenn man's hin- und herwippt, vielleicht, dass dann auch eher außen ist. Wenn das jetzt vor allem von der Kreisbewegung (unv.).
94	I: Du würdest von 'ner Kreisbewegung machen. Ich hab aber... aber... ich mach keine Kreisbewegung... (unterbrochen).
95	B1: Genau, das ist ja komisch, ja.
96	B2: Es muss irgendwas mit Struktur zu tun haben.
97	I: Es könnte was mit Struktur zu tun haben, ja.
98	B2: Wäre sinnvoll.
99	I: Es könnte was mit Struktur zu tun haben. Was... also jetzt so richtig... so richtig 'ne Erklärung dafür gefunden... habt ihr... habt ihr ja noch nicht, oder?
100	B1: Ne, erklären...
101	I: Das ist einfach nur 'ne Vermutung, die ihr nicht so wirklich erklären könnt.
102	B1: Ne, also...
103	I: Woran machst du das denn fest? ... du machst halt... hast gesagt, du machst das an 'ner Kreisbewegung fest. Wie kommst du denn... wie kommst du denn dadrauf, dass äh diese Sand... dieser Sand, den ich hin- und herbewege, dass der eine Kreisbewegung macht und deswegen sich die... die... der Sand an den Rändern verteilt, links und rechts quasi.
104	B1: Hm (überlegend) also ich hab das schon öfter gemacht. Es war aber jetzt in 'nem runden Becher, da hat es gereicht, wenn ich was hin- und herbewegt hab... dass, sag ich mal, 'ne Murmel oder so drin, sich im Kreis bewegt hat. Kommt halt drauf, wie ich das hin- und herbewegt hab. Aber ich hatte das ja auch gedacht, dass auch beim Wippen das vielleicht ist, dass sich der Sand mehr auf... nach außen hin verlagert. Und das ist jetzt nur 'ne Vermutung, also erklären könnt ich das nicht.

105	I: Ok, du hast sicherlich... hast du dir noch 'ne Erklärung überlegt, was du glaubst, warum das so sein könnte? Oder bist du jetzt völlig gespannt, auf das, was passiert?
106	B2: Ich bin völlig gespannt.
107	I: Ok, dann woll'n wir den Versuch mal durchführen. Jetzt hoffen wir natürlich, dass er auch klappt, weil ich wippe den Sand so 'n bisschen hin und her. So, beschreibt mir doch mal, was passiert. Was seht ihr?
108	B2: Also ich glaub, das Wasser geht so oben aus dem Sand raus und eher nach unten. Und...
109	I: Was ist passiert, was könnt ihr mir sagen?
110	B1: Ich würd sagen, das ist jetzt mehr auf einer Seite. Das hat sich mehr auf die eine Seite verschoben. Also in einer Ecke ist jetzt fast gar kein Sand mehr. Dafür, sag ich mal, mehr in der Mitte und auf der andern Seite, damit ist auch 'n kleiner, sag ich mal, Sandberg entstanden durch das Schütteln.
111	I: Ja, und währenddessen, während ich das gemacht hab? Soll ich's nochmal machen, dass ihr das noch 'n bisschen besser sehen könnt, was währenddessen passiert ist oder?
112	B1: Ne, also der Sand hat jetzt irgendwie so 'n bisschen aufgehäuft. Also Anfang war er glatt und dann hat er sich... ja, weiß nicht... halt so aufgehäuft in kleinere Hügel, die dann zusammen zu 'nem größeren Hügel wurden. So hab ich das jetzt gesehen.
113	I: Ja. Hast du noch Beobachtungen gemacht?
114	B2: Also irgendwann ist ja oben der Sand so 'n bisschen eingerissen als... also erst war er noch glatt und dann ist er so (unv.) eingerissen sozusagen. Und dann könnt ich mir vorstellen, dass das irgendwie so das Wasser eher nach unten gegangen ist durch dieses Wippen und deswegen ist es oben trockener geworden.
115	I: Ok, also im Prinzip habt ihr jetzt festgestellt, wenn ich das noch einmal zusammenfasse: Der Sand hat sich bewegt, ist zu kleineren Hügeln geworden und ist dann quasi... dann sind diese Hügel quasi mehr oder weniger auseinandergefallen, richtig?
116	B1: Ja, also... ja, es wurden kleinere Hügel und manche von den Hügeln wurden bisschen größer und dadurch, dass die halt so dicht... ja, sind die ja so dicht beieinander und sind halt mehrere kleinere Hügel nebeneinander.
117	I: Also es ist nichts auseinandergefallen, sondern nur sind ganz viele Hügel entstanden.
118	B1: Ich würd sagen, dass die ja eher sogar noch 'n bisschen zusammengeschoben wurden oder übereinander... dass die so 'n bisschen übereinander geschoben wurde.
119	I: Ok, habt ihr denn eine Idee, warum das passiert ist?
120	B2: (Lacht).
121	B1: Hm (überlegend), naja durch das hin- und herwippen bewegt sich ja der Sand im Gefäß auch mit hin und her. Und vielleicht... äh... ich hätte jetzt gleich gedacht

wie bei 'ner Welle: erst bewegt er sich in eine Richtung und beim Zurückfallen kommt was von der anderen Richtung entgegen und dass sich das dadurch vielleicht so 'n bisschen aufhäuft. Dass sich halt bei der Rückbewegung der Sand, sag ich mal, nicht so weit zurückbewegen kann, wie sich der Sand hinbewegt hat. Dass sich das dadurch aufhäuft. Das ist ähnlich wie bei 'ner Welle halt wenn die am Strand wieder zurückkommt, kommt die nächste schon. So 'n bisschen hätt ich das jetzt vielleicht gedacht, dass dadurch dann die... diese kleinen Sandberge entstanden sind.

122 I: Ja, und erinnert euch dieser Anblick an etwas, was ihr vielleicht schon mal gesehen habt oder was wir auch auf den Fotos gesehen haben im ersten Interview? Ihr habt ja im ersten Interview... habt ihr ja auch gesagt, dass für euch Strukturen, und damit habt ihr das ja schon in Verbindung gebracht, dass das was mit Strukturen zutun haben muss. Ist ja fast offensichtlich. Ihr habt ja gesagt, dass für euch Strukturen Muster sind.

123 B1: Hm (bejahend).

124 I: Seht ihr da ein Muster? Oder wäre das für euch überhaupt eine Struktur?

125 B1: Also ich find schon, ich find vor allem auf dieser Seite sieht das so aus, als ob da mehrere kleine Linie ziemlich gleichmäßig noch hintereinander sind und ja... dass irgendwie... wie so 'n... ja... bisschen auseinandergefallener Sand, weil halt immer wieder kleine Ritzen zwischen sind und dadurch so 'ne Struktur entstanden ist.

126 I: Was glaubst du?

127 B2: Ich find auch, dass es was von 'ner Struktur, weil hier oben bei den mehreren kleinen Sandhügeln sind ja auch so halt hier Linien dazwischen und so und ich find schon, dass das 'ne Struktur ergibt.

128 I: Ja. Und woran erinnert euch das? Was wir beim letzten mal vielleicht sogar gesehen haben schon?

129 B1: Ja, dieses Bild vom Watt find ich so 'n bisschen. Da war's ja auch so, dass da, sag ich mal, auch kleinere Hügel in der großen Fläche waren. Oder ja kleine... weiß nicht... Mauern oder kleine Erhebungen sind, die halt auch zusammen dann eine Struktur ergeben haben. Ich find, hier sieht's auch 'n bisschen so aus, nur halt wieder 'n bisschen kleiner.

130 I: Habt ihr denn 'ne Idee, was passieren würde, wenn wir das jetzt einfach stundenlang weitermachen würden das Hin- und Herschütteln? Was glaubt ihr, was würde mit dem Sand passieren?

131 B2: Ich glaub, der Sand würde sich noch mehr in der Mitte sammeln, weil wie [Name] das schon erklärt hat mit der Hin- und Herbewegung, dass der Sand nicht so weit, wie er zu einer Seite gegangen ist auch wieder zurückkommen kann und dass sich das dann so anhäuft.

132 B1: Hätt ich jetzt auch vermutet, dass vielleicht irgendwann, sag ich mal, der ganze Sand zu einem größeren Haufen geworden ist, wenn man das lange macht.

133 I: Irgendwann zu einem größeren Haufen, ja.

134 B1: Also, dass, sag ich mal, alles jetzt zu so 'nem Berg wird und sowas dann... so sah's ja am Anfang ca. aus, so dass nicht mehr vorhanden ist.

- 135 I: Im Prinzip wurden ja, wenn du das jetzt mal mit deinen Vermutungen vergleichst, die du vorher aufgestellt hast: Inwieweit sind denn deine Vermutungen eingetreten?
- 136 B1: Ja, also ich würd sagen, eher fast gar nicht. Weil sich der Sand eher in der Mitte gesammelt hat und nicht am Rand.
- 137 I: Ja.
- 138 B1: Ja genau das Gegenteil eingetreten. Außer jetzt... naja auf dieser Seite ist halt noch Sand, aber dafür auf der andern Seite halt so gut wie gar keiner mehr und dafür eher in der Mitte, also...
- 139 I: Ok, und die Entstehung dieser... die Entstehung dieser Struktur... dieser kleineren Hügel und Ritzen... das ist für euch zurückzuführen auf die Wellenbewegung, die quasi besagt, dass eine Welle... ja schneller vorwärts fließt als der Sand mitkommen kann. Wenn quasi der Sand immer ein bisschen weiter wandert und die Welle beim Zurückziehen gar nicht so viel Sand wieder mitziehen kann. Hab ich eure Erklärung dann richtig verstanden oder?
- 140 B1: Ja, also so hätt ich das gesagt, dass die Welle immer Sand mitnimmt, aber natürlich nicht so schnell und so weit, wie die Welle an sich fließt. Und dass dann auch durch diese (unv.) zurückfließen, dass dadurch vielleicht auch so 'ne... ja kleineren Erhebungen entstehen können.
- 141 I: Ist dir vielleicht noch was eingefallen oder bist du einfach nur fasziniert und gespannt?
- 142 B2: Ähm, mir ist nichts eingefallen.
- 143 I: Du kannst da überhaupt äh relativ wenig mit anfangen, hast da keine, für sich sinnvolle Erklärung für?
- 144 B2: Also nur das, was halt schon gesagt wurde, dass sich das halt durch diese Bewegung... das, was schon gesagt wurde... dass das ähm weiter in die eine Richtung sich bewegt der Sand als er dann wieder zurückkommen kann und sich dadurch so 'n Haufen bildet.
- 145 I: Ja, habt ihr denn 'ne Erklärung dafür, warum sich nicht einfach ein großer Haufen bildet? Warum bilden sich dann mehrere kleine Haufen und warum sind Rillen da drin?
- 146 B1: Naja, weil das ja, sag ich mal, ganz viele Hin- und Herbewegungen sind und nicht immer, sag ich mal, die gleiche Menge Sand auf das Gleiche trifft und dass vielleicht dadurch... naja, erstmal, sag ich mal, in Portionen das sich so verbindet und dass halt dadurch... naja, so 'ne Bergform entsteht. Dass vielleicht am Anfang weniger wurde und dann mal 'n bisschen mehr. Und naja, man kann das ja auch nicht genau gleichmäßig hin- und herwippen... dass vielleicht dadurch auch... ja so 'ne... ja kein gleichmäßiger Berg an sich entsteht.
- 147 I: Ja, aber ihr habt ja gesagt, diese Strukturen in... bringt ihr Verbindung mit Wellen. Wellen, die den Sand hin- und herschieben quasi. Für euch ist ja jetzt... für euch war ja letztes Mal eine Strömung, und damit ja auch eine Welle, die ihr ja auch als Strömung benannt habt, eine gleichmäßige Bewegung in eine Richtung. Wenn ihr das mit dem Wattenmeer vergleicht, das habt ihr ja gemacht, müsste da nicht nach eurer Erklärung eigentlich im Wattenmeer ein riesiger Berg entstehen,

	weil Strömungen und damit Wellen sind ja gleichmäßige Bewegungen nach eurer Definition. Müsste da nicht eigentlich ein riesengroßer Berg im Wattenmeer entstehen?
148	B1: Naja, Wellen sind ja auch nicht immer gleich. Also manche sind 'n bisschen größer, manche sind 'n bisschen kleiner. Da wird vielleicht mal bisschen mehr Sand mitgespült wird und mal 'n bisschen weniger. Und, naja ich denk auch, dass der Sand... dass jetzt nicht ganz viel Sand auf eine bestimmte Stelle äh ja hinfließt, sondern eher 'n Stückchen fließt und dann vielleicht da 'n kleineren Haufen bildert oder ja... dass nicht einfach alles plötzlich an einem Ort ist. Das macht ja keinen... dass wird ja immer, sag ich mal, bisschen Sand von verschiedenen Stelen mitgenommen, bisschen dann sinkt das auch wieder runter und bleibt liegen und wieder 'n bisschen Sand, also... der Sand wird dann nicht den ganzen Weg mitgezogen von der Welle. Dadurch eher mehr kleinere...
149	B2: Und wenn da ein Berg... also es... wenn da ein Berg entstehen würde, die Wellen würden den ja trotzdem weiter abtragen, weil da kommen ja auch Wellen lang und das wär... also ich glaub nicht, dass da ein Berg entstehen würde. Das wär komisch.
150	I: Das wär komisch?
151	B2: Ja.
152	I: Ja, ok. Also glaubt ihr denn vielleicht auch diese Strukturbildung hat etwas anderes... also einen anderen als Wellen... also könnt ihr euch vorstellen in dem Strömungsversuch hatten wir ja noch festgehalten... oder ihr ja ganz besonders festgehalten, dass das auch vor allen Dingen mit Temperatur zusammenhängt. Glaubst ihr bei dem Sand, also bei diesem Strukturversuch, hätte das einen Unterschied gemacht, ob das Wasser vielleicht heiß oder kalt ist oder ob der Sand vielleicht heiß oder kalt ist?
153	B1: Also ich wüsste das jetzt nicht. Ich könnte wieder nur vermuten. Aber ich weiß auch, dass der Boden beim Wattenmeer auch dann wärmer wird, wenn das Wasser weg ist, weil ja die Sonne drauf scheint, dann wieder abgekühlt wird. Aber ich wüsste jetzt nicht genau, ob das irgend'nen möglichen Unterschied macht.
154	I: Hast du denn beobachtet, dass sich der Sand verändert als die Sonne drauf geschienen ist und dass... und der quasi wärmer wurde.
155	B1: Naja, also, ja hat man gesehen, dass er vielleicht trockener wurde durch die Wärme.
156	I: Würde sich dann die Struktur wieder ändern, wenn er trockener wird? Wenn wir den Sand jetzt so lassen würden...
157	B1: Ja, also dann...
158	I: Und dann einfach trocknen, würde der immer noch so aussehen?
159	B1: Wenn der trocken ist, dann ja... würde das nicht mehr so 'ne Ritzen geben, weil... ja trockener Sand ist nicht mehr so verbunden wie jetzt nasser Sand. Damit kann man ja auch, sag ich mal, besser 'ne Burg bauen mit etwas nasserem Sand, weil der eher zusammenhält. Und wenn man jetzt wirklich ganz trocknen lässt, dann würde die Oberfläche ja auch wieder glatt werden und keine Ritzen mehr dazwischen sein.

160 I: Was glaubst du?

161 B2: Also, wenn der Sand trocken ist... das heißt ja dann auch irgendwie, dass da kein Wasser mehr dabei ist. Und wenn dann der Sand trocknen würde, würde der, glaub ich, erstmal 'n bisschen zusammenfallen, weil ja das Wasser da rausgeht sozusagen, wenn man den wirklich trocknen lässt. Aber dann würde da auch nicht mehr wirklich Struktur sein, weil halt der Sand zusammenfällt und dann wieder... ähm ja so 'ne Fläche bildet und halt, wie [Name] gesagt hat, dass er nicht mehr so zusammenklebt, sondern so... ja, keine Ahnung.

162 I: Also mehr oder weniger würde er dann wieder so aussehen wie vorher?

163 B2: Ne, so auch nicht, weil der sich ja nicht von einfach so selber so 'n bisschen nach links und rechts bewegt. Der Berg würde vielleicht 'n bisschen kleiner werden, weil die Sandkörner von oben vielleicht so 'n bisschen runterrollen... fallen... was auch immer. Aber der würde sich nicht wieder so doll verteilen, nur 'n bisschen.

164 I: Ok, dann halten wir fest, dass ihr als Erklärung für das Ganze in Anführungsstrichen nur die Wellenbewegung habt und dann der Sand da abgetragen und mitgenommen wird, aufgehäuft wird und durch die verschiedenen Geschwindigkeiten der Wellen und verschiedenen Stärken der Wellen entsteht nicht ein großer Berg, sondern viele kleine. Und dadurch dass viele kleine Berge entstehen, kann man auch diese Ritzen beobachten.

165 B2: Ja.

166 I: Gut, dann wär's das schon. Dsa sind wir quasi fertig.

167 B1: Hm (bejahend).

168 I: Bedanke ich mich.

169 B1: Ja.

170 I: Und drücke jetzt auf Schluss. Tschüss, das war die Maus.

21.2.10 Interview J4B

1	I: Also hier haben wir so ein Wassergefäß, das hier durch einen Holzrahmen verstärkt ist, einfach damit die Platten halten. Da ist ganz normales Leitungswasser drin. Und hier rechts ist so `ne Heizung. Die kann ich gleich einstecken, dann fängt die an zu heizen. Hier in diesem Gefäß ist Eis. Das Eis mache ich gleich hier rein, damit es nicht einfach so durcheinander schwimmt im Wasser. Das mache ich hier in den Becher rein und den Becher stelle ich hier links rein. Hier haben wir Tinte und `ne Pipette und damit fülle ich dann gleich hier und hier Tinte in dieses Becken rein. Was meint ihr, was kann man daran sehen, wenn das passiert?
2	B2: Ich würd` sagen, man sieht dann vielleicht, in welche Richtung sich das ausbreitet, wenn es wärmer wird...
3	B1: ...das warme und das kalte Wasser...
4	B2: ... genau und wie sich das so verteilt mit der Tinte, sieht man wo das so lang geht.
5	I: Ja, was glaubt ihr denn, wo geht die Tinte lang? Oder was sieht man da?
6	B1: Also ich würd` sagen, das sind so, beim warmen Wasser vielleicht so Schlieren, die so von rechts nach links, also dass es das Ganze zum Schluss so ausgefüllt hat.
7	I: Ja.
8	B1: Und bei dem Eis würde ich das eigentlich auch sagen. Ok, vielleicht nicht so Schlieren, aber ... dass es vielleicht erst so um das Eisdings so rum ist und irgendwann sich weiter so fortbewegt.
9	B2: Ich glaube bei der Wärme breitet es sich schneller aus.
10	B1: Das glaub ich auch, ja.
11	I: Was meint ihr denn, wie bewegt sich das fort. Also hier beim Eis: Wenn ich daneben dann so Tinte reintropfe, dann glaubt ihr verteilt es sich erstmal so um den Eisbecher herum, und dann, wie bewegt es sich dann? Vielleicht in eine bestimmte Richtung?
12	B1: Erstmal so nach unten und dann nach rechts.
13	B2: Bei der Wärme würd` ich sagen, schon relativ direkt nach so links oder unten, so.
14	B1: Also eigentlich überall bei der Wärme, würde ich sagen. Also nicht jetzt erst irgendwo in eine Richtung, sondern einfach so direkt.
15	I: Direkt nach links?
16	B: Ja.
17	I: Ok. Was glaubt ihr denn, warum das passiert? Warum bewegt sich die Tinte? Oder das Wasser mit der Tinte.
18	B2: Vielleicht wenn das Wasser erwärmt wird, vielleicht bewegen sich dann irgendwie die Moleküle da drin? Oder irgendwas? Und deswegen wird das dann so ...

19	B1: Wahrscheinlich wird das beim Eis auch langsamer gehen, weil das halt kälter ist, und wenn das kälter ist, dann bewegen sich die Moleküle ja generell langsamer.
20	B2: Weniger, ja.
21	B1: Oder weniger, und dass deshalb beim Eis es länger dauert, bis sich das überhaupt verändert und ausbreitet.
22	I: Ja, ok. Und warum – was habt ihr beim Eis gesagt, geht's in welche Richtung?
23	B1: Erstmal runter. Also erstmal um den Behälter herum und dann runter.
24	I: Und warum runter und nicht rauf oder nach rechts?
25	B1: Ich würde das jetzt mit Luft vergleichen.
26	B2: Warme Luft steigt ja immer nach oben. Und das Eis ist dann ja kalt...
27	B1: ... und es ist ja auch so, dass wenn man jetzt zum Beispiel im Schwimmbad schwimmt, dass es unten kälter ist als oben, weil ja oben generell so erwärmt wird, von der Sonne und das ist denk ich mal da jetzt auch so in kleiner.
28	I: Ok, könnt ihr mir das noch mal als Skizze aufmalen? Was ihr glaubt, was ihr da gleich sehen würdet, wenn wir das Experiment machen. Das wäre super. Super, dann versuchen wir mal, ob wir das Experiment in Gang kriegen.
29	I: Beschreibt doch mal, was ihr da seht.
30	B2: Ja also beim Kalten ging's erst so unter dem Becher lang. Und dann auf den Boden. Und dann geht's jetzt nach rechts zum Wärmeren. Und beim Wärmeren ist es, also war ja überall so ein bisschen Tinte und das Obere ist direkt nach links gegangen und das Andere ist noch so ein bisschen da...
31	B1: Und jetzt ist es halt so'n Kreislauf. Jetzt fängt halt das, was vom Warmen angekommen ist, beim Eis fängt es jetzt wieder an, da runter zu gehen und wieder nach rechts und immer so weiter.
32	I: Gucken wir noch mal ein bisschen zu, ob die da tatsächlich wieder runter geht und dann nach rechts.
33	B: So ein ganz bisschen geht's wieder runter, aber da verändert sich nichts mehr ... also doch kein Kreislauf.
34	I: Wo kommt denn das her, was da unter dem Becher runter geht?
35	B: Ich würd' sagen vom Warmen, was dann von rechts nach links gedingt ist ...
36	I: Ok, jetzt verdünnt sich die Tinte auch allmählich. So, was macht die neue Tinte?
37	B2: Eigentlich wieder recht ähnlich. Also beim Kalten ist es eigentlich ähnlich wie gerade eben.... Beim Warmen ist es eigentlich nur sehr wenig, was sich da bewegt...
38	B1: ...Aber es ist eigentlich auch wie gerade. Es verteilt sich halt so ein bisschen. Also das Oberste geht schnell nach links und unten braucht's halt so auch so'n bisschen länger, bis es sich nach unten hin verteilt. Ich würd' sagen, beim Kalten wird's einfach so, diese Schicht, die sich nach rechts bewegt, so'n bisschen

	breiter einfach als vorher.... Und beim Warmen passiert jetzt aber nicht mehr so viel. Also beim Kalten passiert mehr.
39	B2: Ein paar Schlieren gehen so nach links, so ganz feine. Der Rest geht eher nach unten.
40	B1: Stimmt. Sieht auch ganz anders aus.
41	B2: Das Kalte ist eher so eine durchmischte Masse und das andere sind ganz viele einzelne kleine ... Stränge.
42	I: Und jetzt, könnt ihr noch mal beschreiben, wie es sich da beim Warmen bewegt?
43	B2: Also ich würde sagen, die gesamte Tinte bewegt sich ein bisschen nach links ... also ganz am Anfang war's eher so still...
44	B1: Aber es sinkt halt auch ein bisschen ab. Also am Anfang war es ja weiter oben.
45	B2: Aber es bewegt sich schon nach links.
46	B1: Ja.
47	B2: Das Kalte breitet sich auf jeden Fall schneller aus.
48	B1: Jetzt geht es aber so richtig nach links. Jetzt zieht es alles nach links. Vorher war es ja nur der erste Teil, der am weitesten links war... Aber jetzt ist es ja eigentlich alles.
49	B2: Aber viel langsamer als beim ersten Mal.
50	B1: Ja. Und das Kalte ist jetzt auch langsam.
51	I: Kann man erkennen, was da jetzt, unten, die Tinte, die jetzt rechts angekommen ist, was die jetzt macht?
52	B1: Ich würde sagen, im Moment noch nichts. Aber ich würde halt vermuten, dass die dann auch wieder nach oben zu der warmen Tinte, sag ich mal.
53	I: Geht noch mal ran und guckt noch mal, was ist da rechts bei der Heizung, wenn die Tinte...
54	B2: Doch, die geht doch nach oben. Ja, an der Heizung nach oben.
55	B1: Hier sieht man halt nur, dass es sich da am Becher so bündelt und so nach unten geht.
56	I: Ok, ihr habt genug beobachtet. Setzen wir uns dazu noch mal hin, denn vielleicht müsst ihr dazu noch was malen. Ihr habt ja vorhin gesagt, was ihr glaubt, was passieren wird und habt das hier auch aufgemalt auf der Skizze. Hat sich da bei euch jetzt was verändert, jetzt wo ihr das Experiment beobachtet habt.
57	B1: Also ich würde schon sagen, dass wir im Großen und Ganzen eigentlich recht hatten. Nur dass es halt beim Warmen, dass es sich nicht direkt verteilt hat und dann so in einem, sondern dass es erstmal so oben geblieben ist und das nur so oben war, wo es nach links gezogen ist.
58	B2: Also nicht alles hat sich verbreitet, sondern nur oben.

59	B1: Halt alles oben.
60	B2: Ja, genau. Beim zweiten Mal auch, als wir die Tinte reingemacht haben, so ein großer Ballen so da geblieben ist und ... später erst sich das alles geteilt hat.
61	I: Was glaubt ihr denn, warum passiert das da jetzt so?
62	B1: Also ich hab` gar keine Idee. Wahrscheinlich ist das halt wirklich so, dass das Kalte unten so ein bisschen bleibt und ... das Eis gibt ja auch so die Kälte ab und wenn sie dann so nach unten geht, dann stellt man das nur damit dar, dass man die Tinte dazu tut und dann sieht man, wie das kältere Wasser, dass durch das Eis kalt geworden ist, nach unten absinkt und sich am Boden verteilt.
63	B2: Beim Warmen vielleicht, weil das zuerst oben nur so weitergezogen, sag ich mal. Vielleicht erwärmt es sich über die obere Schicht schneller, weil die vielleicht auch schon vorher wärmer war, oder so. Und deswegen zieht das oben erst lang und dann erst später so, wenn das Untere auch wärmer ist.
64	B1: Es ist halt viel einfacher, die oberste Schicht zu erwärmen, weil da musst du halt nur eine Schicht erwärmen und wenn du unten was erwärmen willst, musst du vorher durch alles durch.
65	I: Der Heizstab geht ja schon ganz runter. Der heizt ja überall.
66	B1: Aber vielleicht heizt der halt dafür zu wenig, wenn es unten kalt ist, dass die Kälte unten überwiegt und oben eher nicht.
67	B2: Vielleicht wärmt die Luft das oben. Vielleicht ist das generell ein bisschen wärmer oben. Schon von vornherein und dann wird`s oben schneller warm.
68	B1: Auch wenn`s überall sonst warm ist halt auch.
69	I: Könnt ihr mir das jetzt auch noch mal, nachdem wir das Experiment durchgeführt haben, in einer Skizze zeichnen? In der man auch sieht, warum wo welche Bewegungen sind.
70	I: Jetzt habt ihr hier eingezeichnet, dass es unter dem Eis nach unten sinkt. Und dann geht es von euch aus gesehen nach rechts. Könnte ihr noch mal einzeichnen, was dann passiert, also es geht nach rechts und was passiert dann, wenn es ganz rechts angekommen ist?
71	B1: Es geht ja erstmal nur an dem Heizstab nach oben, so entlang.
72	B2: Haben wir jetzt nicht gesehen. Es könnte ja sein, wie wir schon dachten, dass das jetzt ein Kreislauf ist. Aber beim ersten Mal ist ja auch nichts passiert.
73	I: Wisst ihr, ob es sowas auch woanders gibt? Dass es da was Kaltes gibt, da was Warmes, dass dann so Bewegungen entstehen?
74	B2: Ich würde sagen im Meer, so irgendwelche Unterwasserströmungen, sag ich mal.
75	I: Ja.
76	B2: Weiß nicht, ob jetzt irgendwie, so ein Eisklotz oder so, ich weiß nicht, ob Warm und Kalt so nah aneinander sind, dass da solche Strömungen entstehen. Aber, vielleicht ist es auch am, an der Küste ist es vielleicht so ein bisschen wärmer das Wasser...

77	B1: Es ist ja auch so, wenn man badet, einfach wenn einem das Wasser zu warm ist und man lässt so kaltes Wasser nachlaufen, dann wird's ja auch als erstes wo es kalt wird, ist ja unten am Boden. Und dann, so nach und nach verteilt sich das dann so, auch erst von unten, aber dann nach oben und dann oben erstmal lang und dann ...
78	I: Kennt ihr es noch irgendwo anders her? Gibt es so was nur im Wasser?
79	B1: Ne, in der Luft ist es ja auch so. Das ist ja auch wie sich so Wolken und so was bilden.
80	I: Jetzt habt ihr hier gesagt, da wo das Wasser mit der Tinte kalt wird, sinkt es nach unten, hier geht es nach oben und nach rechts bei der Heizung. Wisst ihr, oder habt ihr eine Idee, warum das so ist? Warum geht denn das nach unten, nur weil es kalt ist?
81	B2: Weil das generell warm ist. Also hier oben ist es ja kalt, bei dem Becher und unten ist das Wasser am Anfang noch wärmer, würd ich sagen, weil die Kälte sich ja von oben ausbreitet...
82	B1: ...dass es mit diesen Schichten ist, also dass es oben viel einfacher ist, das so zu erwärmen, weil man nur durch die oberste Schicht durch muss, um die ganze zu erwärmen und es dauert halt viel länger erstmal durch sechs, sieben, acht Schichten durchzukommen, bis man halt unten das erwärmen kann. Und auch, wenn das hier jetzt nur so stehen würde und die Sonne durch das Fenster scheinen würde, dann wär's ja auch unten irgendwie ein bisschen kälter als oben ... und vom Eis sich das dann zum Kalten bewegt, also die Kälte, die vom Eis kommt.
83	I: Also das Kalte bewegt sich zum Kalten hin?
84	B2: Ja, also unten ist es ja... also hier oben ist es ja eher kälter würde ich sagen, weil das Eis da ja
85	B1: ...aber das ist ja nur dieser Bereich...
86	B2: ...und da das dann nach unten strahlt, geht das dann auch nach unten.
87	I: Ok, und deswegen bewegt sich das Wasser nach unten.
88	B: Ja.
89	I: Wenn ihr jetzt einen Namen finden müsstet, für das, was ihr da gesehen habt, was für einen Namen würdet ihr diesem Prozess geben?
90	B1: Die Bewegung von Wasser in verschiedenen Temperaturen, oder bei Temperaturunterschieden oder so.
91	I: Also Bewegung von Wasser bei Temperaturunterschieden.
92	B: Ja.
93	I: Ok. Gibt es irgendwas, was euch überrascht hat, jetzt, als ihr das beobachtet habt, womit ihr vorher nicht gerechnet hättet?
94	B2: Also hier hätten wir zuerst gedacht, dass es sich überall verteilt. Und jetzt im Nachhinein ist es ja ganz logisch, wie gesagt, weil die obere schon von vornherein ein bisschen wärmer ist, und es daher ein bisschen schneller zur Seite zieht.

95	B1: Also das hätte ich auch gesagt. Das war so das Einzige, dass sich das erstmal so verteilt und dann nach links zieht, aber das war ja wirklich nur, dass das oben geblieben ist.
96	B2: Und auch, dass es hier am Rand sich so runterzieht. Aber, sonst...
97	B1: Hier war ja eigentlich auch fast gar nichts. Das war ja wirklich nicht so, dass sich das erst verteilt hat, sondern ... direkt von gerade drunter und dann nach unten.
98	I: Ok, prima. Dann sind wir mit dem ersten Experiment schon fertig. Dann machen wir jetzt ein zweites. Ich zeig euch mal, was das für ein Experiment ist. Beim zweiten Experiment haben wir hier eine Kunststoffschale und da ist Sand drin, das ist ganz normaler Sand, den haben wir aus dem Baumarkt, und ein bisschen Wasser. Und ich werde gleich diese Schale nehmen und von links nach rechts immer so hin und her schütteln, zur Seite. Was glaubt ihr, was ihr das beobachten könnt?
99	B2: Ich glaube, das ist wie im Watt, sozusagen. Also wenn jetzt, keine Ahnung, wenn jetzt Ebbe ist und das Wasser dann so ... es würde z.B. von hier nach da gehen, weil hier ist jetzt ja so'n bisschen Meer ... ne, immer nur so, oder?
100	I: Hin und her.
101	B2: Ach so, hin und her, dann würd` ich sagen so Rillen, so'n bisschen, also nicht so stark, weil das wieder so ausgeglichen wird ... aber ich glaube ...
102	B1: Ich weiß halt nicht, ob sich dann der Sand so rechts und links so sammelt und dann in der Mitte quasi nur das Wasser ist ... oder ist es dann eher so, dass es dann so eben bleibt, weißt du? Weil das macht man ja auch so, wenn man z.B. Mehl so abmessen will, damit das gerade wird, dann macht man das ja auch so hin und her. Weißt du?
103	B2: Ja, stimmt. Also ich würd` sagen entweder, das mit dem rechts und links ...
104	B1: Würde ich fast eher sagen, glaube ich, also dass sich rechts und links der Sand so absetzt und in der Mitte dann das Wasser und dann, also vielleicht nicht so extrem, dass man dann den Boden sieht, aber schon, dass da so ne Kuhle ist.
105	I: Ok, setzt euch mal wieder hin. Könnte ihr mir das noch mal aufmalen, was ihr erwartet, was ihr da sehen werdet.
106	Also, was sehen wir da jetzt. In der Mitte, das ist das Wasser, richtig?
107	B2: Ja, also ein bisschen Sand mit Wasser drüber.
108	I: Ja.
109	B: Und rechts und links eher so ... nur Sand ... nicht so angehäuft, aber eher so, in der Mitte so ein bisschen ausgespült. Wie so ein kleiner Hügel.
110	I: Warum glaubt ihr, dass das passieren wird?
111	B2: Das Wasser ist ja, wenn wir das immer so hin und her, dann nimmt`s ja immer nach links und rechts so ein bisschen Sand mit aus der Mitte und...
112	B1: ...irgendwann ist halt in der Mitte kein Sand mehr da... und dann muss das ja irgendwo anders hin transportieren...

113	B2: ... ich glaube schon, wenn man das nach links macht, dann geht natürlich erstmal ein bisschen Sand mit dahin, aber dann geht auch wieder was zurück. Aber im Ganzen bleibt mehr Sand da [an den Seiten].
114	I: Also es ist so, dass das Wasser sich hin- und her bewegt und nimmt den Sand dann mit. Ist es so?
115	B: Würd` ich sagen.
116	B1: Ja gut, wenn Sie das so schütteln, dann wahrscheinlich der Sand auch von so, also von alleine sich mitbewegen.
117	B2: Aber eigentlich ist er schon so eine feste Masse, so, also wenn das jetzt so trockener Sand wäre, so Pudersand...
118	B1: Ja dann würd` sich`s glätten.
119	B2: Genau. Aber das ist jetzt ja schon so gebunden und so fest, ich glaub, wenn man jetzt nicht so richtig viel Wasser hätte, sondern nur dass es so gerade so ne feste Pampe ist, dann würde auch nichts passieren. Ich glaube, das ist schon durch`s Wasser...
120	B1: Halt wenn oben Wasser noch drauf steht...
121	B2: Ja genau.
122	I: Sollen wir es mal ausprobieren?
123	B: Ja.
124	I: Ok, ich nehme jetzt mal die Schale und bewege sie schnell und ruckartig hin und her.
125	B: Das Wasser arbeitet sich so ein bisschen darunten...Es teilt sich...Wie eine Erdbeben sozusagen... und in der Mitte so ne Ritze ist...Es ist ja schon in der Mitte so schmaler geworden...Aber nicht, weil das Wasser es wegpült.[...] Dann hat sich das in der Mitte so aufgeteilt.
126	I: Ok, dann setzen wir uns doch damit mal hin und schauen uns das noch mal genau an. Also, was seht ihr da jetzt in der Schale?
127	B: Also links ist am meisten Sand, würde ich sagen. In der Mitte ehe weniger, so mehr Wasser. Und rechts ist ein bisschen niedriger, aber dafür mehr so verschiedene Huckel. Aber schon Sand auch.
128	I: Und der Sand, ist der so wie ihr den erwartet habt vorher ... Wie habt ihr das denn hier gedacht bei eurer Skizze? Ist der eher so glatt hier, oder...?
129	B: Das ist eher so, finde ich. Halt auch ist da Struktur drinne. Links ganz viel Sand, in der Mitte ein bisschen weniger und rechts dann wieder ein bisschen mehr als in der Mitte. Nicht so, wie wir gedacht haben, dass rechts und links ganz viel ist und in der Mitte gar nichts. Also eher so in der Hälfte geteilt, würde ich sagen. Also, dass hier wenig Sand ist und da ist viel Sand.
130	I: Was glaubt ihr denn, warum ist das jetzt so gekommen?
131	B2: Also vielleicht könnte es sein, weil in eine Richtung so ein bisschen mehr geschüttelt, so geruckelt wurde und deswegen ist der meiste Sand da rüber gegangen. Und wenn das jetzt in die andere Richtung gewesen wäre, wäre dann auf

	der anderen Seite mehr Sand gewesen.
132	B1: Ja vielleicht, dass sich das generell auch so ein bisschen trennt zwischen Sand und Wasser. Also zu Anfang hat es sich so drunter geschoben und dann ... hat es sich aber so geteilt und ist dann so nach rechts rüber und dann ist ja immer noch der rechte Teil viel nasser als der linke Teil.
133	B2: Und in der Mitte sind auch noch so Kugeln.
134	B1: Ja, Sandkugeln.
135	I: Ihr habt eben schon das Wort „Struktur“ benutzt. Warum sind denn jetzt hier so komische Formen im Sand? Warum ist der nicht glatt?
136	B2: Weil sich das so aneinander geschoben hat. Also es wurde ja immer so von rechts nach links und dann hat`s sich so aufge...
137	B1: Gab`s denn so Risse und dann, wenn die sich wieder...
138	B2: ...aneinander...gedingst...aneinander geschoben wurden halt
139	I: Könnt ihr mir dazu, was ihr jetzt beobachtet habt, auch noch mal ne Skizze machen? Aus der wir dann nachher ansehen können, warum das so eine Form angenommen hat, wie sie es angenommen hat?
140	Ok. Jetzt habt ihr eine Skizze gemalt und diese waagerechten Wellenlinien, das ist eher das Wasser und dieses leicht schräg schraffierte, das ist der Sand. Warum sind denn jetzt, könnt ihr das noch mal sagen, hier diese Sandanhäufungen entstanden?
141	B: Ja, das hat sich ja so aufgeschoben... Also erstmal war es ja so rissig...ja, also erstmal war`s ja glatt. Und dann auf einmal kam so ein ganz großer Riss in der Mitte...dann waren es in der Mitte so zwei Teile sozusagen...alles ist wieder so ein bisschen mehr in die Mitte gegangen, weil es war ja ganz weit links...und dann hat sich der rechte Teil...intern gab`s noch mal so ganz viele kleine Risse und die haben sich dann so und dann ist in der Mitte, glaub ich, diese Kugeln so rausgekommen, wo dann die beiden Teile wieder aneinander gekommen sind, sind dann diese Kugeln so entstanden.
142	I:
143	I: Könnt ihr das irgendwie an einer Skizze verdeutlichen, wie das jetzt passiert ist, dass es zu dem kommt, was ihr da aufgemalt habt?
144	I:
145	Ok, gucken wir uns das mal an, was ihr alles aufgemalt habt. Wenn ich mir das hier vom ersten, über das zweite zum dritten anschau, dann hat sich da der Sand immer weiter zu einer Seite verteilt? Bis schließlich im dritten Bild man sogar den Schalenboden sehen konnte.
146	B: Genau.
147	I: Was glaubt ihr, warum ist das passiert? Warum ist der Sand nicht gleichmäßig geblieben, so wie er vorher war?
148	B: Also ich glaube, das ist davon abhängig, wie doll man die so schüttelt.... Oder ob man es auch gerade hält. Man hält es wahrscheinlich immer so schief.

- 149 I: Ok, ab dem vierten Bild haben sich dann anscheinend mehrere kleine Risse gebildet. Und dann anschließend auch solche...
- 150 B1: ...und aus den Rissen diese Hügel.
- 151 B2: Weil die dann wieder so zusammengeschoben wurden.
- 152 I: Also noch mal. Könnte ihr mir noch mal erklären, wie entstehen diese Hügel jetzt, diese kleinen?
- 153 B2: Also, erst sind ja diese Risse da. Wenn man das wieder so hin und her...
- 154 B1: ...dann klatschen die so aneinander.
- 155 B2: ...dann türmen die sich so...
- 156 B1: ...dann geht der eine, der größere Riss über diesen anderen rüber und der kleinere verschwindet darunter und dann entsteht so ein ... diese Hügel halt.
- 157 I: Ok, und beim sechsten Bild, das, was wir da sehen, das da ...
- 158 B1: ...das ist nur so, das, was nach dem vierten Bild passiert ist, also wie es dann aussieht. Dann ist links immer noch ganz viel Sand, also mehr als rechts.
- 159 B2: Und beim sechsten Bild haben sich diese Kügelchen gebildet, die sich so von den beiden...
- 160 B1: ...ich würd` sagen so, das Wasser ist so von den Seiten da drunter gespült, so zur Mitte, und hat dann von unten so ...
- 161 B2: Jedenfalls haben sich diese Kügelchen gebildet und durch dieses hin und her schütteln haben die sich dann so gerollt und sind so ein bisschen fester geworden.
- 162 B1: Und größer auch, würde ich sagen.
- 163 I: Was glaubt ihr, kann man so was, was ihr hier beobachtet habt, kann man das auch woanders beobachten?
- 164 B2: Ja ich glaub, das ist, wenn sich so zwei Platten zum Beispiel, also zwei Erdplatten sich so übereinander schieben, ist ja auch so wie mit diesen Rissen und dann ... wie sich so Gebirge bilden. Dass die sich dann so hochschieben.
- 165 B1: Es ist vielleicht auch so bei Tsunamis, oder so. Also ich weiß nicht, ob das so direkt das Gleiche ist, aber ...
- 166 B2: ...wenn sich Sachen so verschieben und Risse bilden.
- 167 B1: ... oder sich dadurch so übereinander schieben und dann, ist ja bei Tsunamis auch so, dass dann halt diese Welle dann entsteht.
- 168 I: Und jetzt diese Form im Sand – ihr habt das vorhin „Struktur“ genannt – kann man sowas auch irgendwo beobachten?
- 169 B1: Ja, an der Küste.... Also wenn hier so der Strand, Badestrand sag ich mal, wenn hier so die Brandung würde ich`s jetzt mal nennen, das seichte Wasser, wo man halt reingeht, und hier so das ganze Meer mit der Unterwasserstruktur, also wo man als Besucher nicht mehr so hinkommt.
- 170 B2: Und das, also ganz rechts, wo diese Hügel sind, sieht auch ein bisschen so

	aus, wenn jetzt Ebbe oder so ist, das Wasser so abfließt, wie wir dieses Bild hatten, wo die ganzen Rillen so drin waren, weil das Wasser sich bewegt ... so sieht das auch ein bisschen aus.
171	I: Ok. Und wenn ihr dem Ganzen einen Namen geben solltet, wie würdet ihr das nennen, was ihr da beobachtet?
172	B1: Das Phänomen der Wasserbewegung durch Erschütterung oder so.
173	B2: Sand und Wasser bei Bewegung oder so.
174	B1: Aber das, als wär` das so von sich aus in Bewegung, weißt du? Ich würd`s nicht „Erschütterung“ nennen. Erschütterung ist ja eigentlich äußerlich.
175	B2: Das stimmt.
176	I: Wenn wir jetzt noch mal auf diese Strukturen hier eingehen, die ihr da im Sand seht, wo ihr sagt, das findet man irgendwie auch am Strand unter Wasser, was man da sieht, was glaubt ihr, wie kann man das noch erzeugen? Oder gibt es noch eine andere Möglichkeit das zu erzeugen? Jetzt habe ich das ja gemacht, indem ich eine Schale hin und her geschüttelt hab`. Wie kann sowas noch entstehen?
177	B1: Also halt, also meinen Sie jetzt so, wenn man das so nachstellen will?
178	I: Ja, oder ihr habt ja auch gesagt, sowas kann man in der Natur irgendwie finden. Wie kann denn sowas noch erzeugt werden?
179	B2: Durch Wind vielleicht? Wenn man jetzt so trockenen, ich weiß nicht, ob es mit nassem Sand auch so ist, aber wenn man trockenen Sand hat, kann es ja schon so ... Wellen bilden.
180	B1: Stimmt, so Verwehungen.... Dünen zum Beispiel, würde ich jetzt sagen.
181	B2: Ja, genau. Das sind halt kleine Dünen dann sozusagen.
182	B1: Also von der großen Düne bilden sich halt so Verwehungen, diese Kügelchen...Dann kommt aber, weil das abgetragen wird, entsteht halt diese Kuhle, wo sich jetzt in dem Fall sich das Wasser drin sammelt, dann wird das aber von dem Wind so weitergetragen und das setzt sich woanders dann ab und dann entstehen diese kleinen Kügelchen.
183	I: Ok, und die entstehen dann dadurch – durch was?
184	B1: Erosion, oder? Halt do Bodenerosion, so Abtragungen.
185	B2: Ja, durch den Wind. Der Sand wird dann so abgetragen und dann so weitergetragen.
186	I: Würdet ihr dann sagen, da ist es grundsätzlich so, wie wir es hier auch gemacht haben, oder da macht`s der Wind, beim Sand, wie ihr es grade beschrieben habt. Hier habe ich irgendwie Wasser und Sand geschüttelt, gibt`s da einen Zusammenhang zwischen dem, was der Wind macht, und dem, was ich mit dem Schütteln gemacht habe?
187	B2: Jetzt haben wir ja durch das Wasser und dieses hin und her, dadurch wurde der Sand so hin und her bewegt, und wenn man jetzt trockenen Sand und Wind eben hat, dann würde ich sagen, ist es durch den Wind, dass es so hin und her...

- 188 B1: Ja, und vielleicht auch wenn man das so zusammen sieht, also dass der Wind das auch noch so beschleunigen kann, jetzt beim Wasser zum Beispiel, wäre da jetzt auch noch so Wind gewesen und der Sand ohne Wasser, sondern einfach nur so ein bisschen trockener, würde das ja auch so am Strand zum Beispiel, vom Sand also vom Strandsand, wenn der Wind da was mitnimmt und abträgt und das im Wasser landet, dann sinkt das ja auch, denk ich mal, und dann setzt sich das am Boden ja auch so wieder ab. Dass das zusammen das halt auch noch mal sich gegenseitig unterstützt.
- 189 I: Ok. Wenn wir zum Schluss noch mal vergleichen, was ihr vorher erwartet habt und was ihr dann letztendlich beobachtet habt. Was würdet ihr sagen, was hat euch da am meisten überrascht?
- 190 B2: Mich hat überrascht, dass es zuerst ein Klumpen geworden ist und rechts und links war ja erstmal ... also erstmal war's so aufgebrochen. Und nicht, dass es nur so die Oberfläche ... wir dachten ja, dass sich nur die obere Sandschicht hin und her bewegt und abträgt, aber da war es so, dass ein richtiger Riss da war und...
- 191 B1: ... auch so plötzlich ...
- 192 B2: ...also erst war es ja so ganz kompakt so'n Stück, sag ich mal und dann hat's sich so aufgespaltet. Eigentlich hatte ich was ganz anderes erwartet.
- 193 B1: Also ich hatte schon damit gerechnet, dass sich das so wie ganz am Anfang so glatt gerade gemacht hat. Das hab' ich schon erwartet, aber jetzt auch nicht so, dass sich vor allem diese Kügelchen da bilden, also...
- 194 B2: Auch dass es sich dann so aufsiebt, hätte ich auch nicht gedacht, dass sich auf einer Seite dann so kleine Risse bilden...
- 195 B1: Ja vor allem auch nur auf einer Seite so wirklich ... so Erhöhungen zwar, aber das ist ja nichts im Gegensatz zu der rechten Seite und dass der Unterschied so extrem ist und halt auch dass dann auch nur durch dieses Hin- und Hergeruckle diese Kugeln entstehen auch.
- 196 B2: Ja, so verschiedene Sachen, also dass es wirklich so unterschiedlich ist, nicht so, wie wir gedacht haben, so rechts und links Sand und in der Mitte Wasser, sondern dass es hier rechts diese Hügel sind, in der Mitte Wasser und links dann halt mehr Sand, aber gerade halt.
- 197 I: Super dann würde ich sagen, sind wir fertig mit den Experimenten. Vielen Dank an euch für eure Mühe und das habt ihr wirklich toll gemacht.

21.2.11 Interview J5B

1	I: Herzlich willkommen zum zweiten Interview. Ähm Gruppe LFS2, zweites Interview. Und äh ich wollt ich erstmal fragen, ist es ok, wenn ich hiermit eure Stimme aufzeichne?
2	B1: Ja.
3	B2: Ja.
4	I: Gut, ich mache aber erstmal die Tür zu (...) so wir werden uns heute... wir haben ja gestern über Strömungen und Strukturen und so weiter gesprochen im Interview Nummer 1. Heute werden wir uns mal mit Versuchen dazu beschäftigen. Und äh wir fangen mal diesem Versuch hier auf der rechten Seite an. Das ist hier so 'n Kunststoffkasten, ne? Seht ihr. Der ist schlecht eingeklebt, deswegen ist das hier so 'n bisschen wust mit dem Klebstoff. Das ist aber egal, das hat irgendwie nichts zu sagen für den Versuch selbst. Da drinen ist ganz normal Leitungswasser. Und was wir noch drin haben: Kennt ihr das? Was ist es? Schon mal gesehen?
5	B2: Das ist 'ne... ist das nicht auch im Aquarium? Irgend wie so 'ne Pumpe oder so?
6	I: Äh ja, genau.
7	B2: Ist das diese Luftaustausch... weiß ich gar nicht.
8	I: Das nicht, keine Pumpe, sondern das ist äh schon ausm Aquariumbedarf, aber das ist eine Heizung, eine Aquarienheizung. Hier auf der Seite.
9	B2: (flüstern) (unv.).
10	I: Und was wir hier noch haben, ist, das brauchen später, so 'n Styroporkasten, da ist Eis drin. Ne? Und hier noch so 'n Behälter und den Behälter werd ich hier nachher reinstecken. Und äh dann mach da Eis rein. Das hat den Grund... sonst wenn ich das Eis direkt reinmache bewegt sich das und wir wollen, dass das Eis hier auf einer ganz bestimmten Seite bleibt, ne?
11	B1: Sieht sehr professionell aus (flüstern).
12	B2: (lacht).
13	I: Und wenn ich die Aquariumheizung eingeschaltet hab und auch das Eis reingefüllt hab, dann hab ich 'ne Pipette und mit dieser Pipette gebe ich an diese Stellen hier dann Tinte in das Behältnis und dann gucken wir mal was passiert. Also, ich beschreibe nochmal den Ablauf. Ihr stellt euch vor, was passiert. Also, gleich mache ich gleich da in diesen Behälter Eis rein. Sinkt der so 'n bisschen ein, weil das Eis ja auch 'ne gewisse Masse hat. Kann äh... genau, da kann man ihn 'n bisschen reinschieben. Dann ist also hier Eis. Und auf der andern Seite werd ich hier gleich reinstecken Aquarienheizung und hier unten so 'n Draht drin, ne? Und der Draht wird dann warm. Und äh, wenn das 'n paar Sekunden läuft, warten wir noch 'n kleinen Moment, dann werd ich hier an der rechten Seite Tinte eingeben. Und natürlich nicht in den Behälter, sonder hier dran vorbei auch ein Tropfen, oder dahinter oder sowas, ne? So. Und jetzt möcht ich gerne von euch wissen, was ihr beobachtet werdet, was ihr sehen werdet, wenn ich das mache. Was meint ihr?
14	B1: Willst du anfangen?
15	B2: Mir ist es egal.

16	B1: Mach du mal (lacht).
17	B2I: Ähm, die eine Seite ist ja beh... beheizt und die andere Seite wird ja gekühlt. Und das müsste sich auf die Farbe bzw. auf die Mischung oder das Mischverhältnis des Farbe mit dem Wasser auswirken.
18	I: Ok, könntest du das näher beschreiben, also wie sich das auswirken würde?
19	B2: Ich weiß nicht, ob das eine mehr oder sich besser irgendwie in das Wasser reingeht, so wie man das kennt diesen Verlauf. Oder ob das eine so klein bleibt und das andere größer wird.
20	I: Kannst du nochmal den Verlauf beschreiben, was du mit dem Verlauf meinst?
21	B2: Dass das von der Oberfläche Richtung Boden so runter...
22	I: Ok. Ok. Das würde auf beiden Seiten passieren oder auf einer?
23	B2: Ähm, auf der einen mehr, auf der anderen weniger.
24	I: Auf welcher Seite würde das mehr passieren?
25	B2: Ich glaub, wenns erhitzt ist, ist ja... ich meine, auf der erhitzten mehr, auf der gekühlten weniger.
26	I: Das heißt, hab ich das richtig verstanden?: Auf der erhitzten Seite würde sich das Wasser dann schneller nach unten bewegen?
27	B2: Ne, die Farbe.
28	I: Die Farbe würde sich schneller... (unterbrochen)
29	B2: Ja, das Wasser bewegt sich ja nicht nach unten. Das Wasser ist ja schon da.
30	I: Ahja.
31	B2: Die Farbe wird ja hinzugefügt.
32	I: Das heißt, die Farbe bewegt sich schneller nach unten?
33	B1: Ich hätte jetzt gesagt, dass sich die Farbe wahrscheinlich eher 'n bisschen ausdehnt. Einfach dadurch, dass... durch Hitze dehnt sich ja (...) etwas aus. Ich könnt mir vorstellen, dass es bei dem Wasser auch so ist bzw. bei der Farbe, dass wenn man auf der Seite ähm wo... also auf der beheizten Seite ähm wenn man da die Farbe reintut, dass man halt beobachten kann, dass die sich ausdehnt in alle Richtungen oder halt, wie [Name] Ella schon gesagt hat, mit dem Wasser vermischt und so 'n bisschen verläuft. Und dass dasselbe ziemlich wahrscheinlich auf der anderen Seite, wo es gekühlt auch passiert, aber ein wenig langsamer.
34	I: Also, auf der erhitzten Seite dehnt sich das in alle Richtungen aus?
35	B1: hm (bejahend).
36	I: Aber schneller...
37	B1: Ein wenig.
38	I: ... als auf der kalten Seite.
39	B1: Würde ich jetzt vermuten.

40	I: Hast du 'ne Erklärung dafür? Warum?
41	B1: Ähm, dadurch dass Hitze beziehungsweise etwas Warmes mehr Platz braucht. Das hat, glaub ich, was mit der Dichte zu tun oder so? Ähm und etwas Kühles sich ja... also etwas weniger Platz braucht und auch schwerer ist und zusammenzieht.
42	I: Ok, gibt es noch was, was ihr erwartet, was man sehen können wird? Zum Beispiel, wenn die Zeit 'n bisschen weiter vorspulen würde?
43	B1: Vielleicht, dass die Farben dann irgendwann in der Mitte aufeinandertreffen und sich vermischen und man dann zum Schluss halt keinen deutlichen Unterschied mehr sieht. Das Wasser würde sich dann ja irgendwann auch 'n bisschen vermischen.
44	B2: Ich weiß nicht, ob die Farbe vielleicht auch heller wird da durch die Wärme.
45	B1: hm (bejahend).
46	I: Ähm, du hast gerade davon gesprochen, dass sich das Wasser vermischen will. Was meinst du damit?
47	B1: Ja wobei, mit ist grad eingefallen, eigentlich ist da ja so noch keine Bewegung drin (...) aber vielleicht kommt ja ein wenig Bewegung dadurch rein, einfach dass sich das erhitzte Wasser mehr ausdehnt als das gekühlte. Dadurch vermischt sich das ja vielleicht.
48	I: Kannst du noch 'n bisschen näher beschreiben? Ich kann mir das noch nicht so ganz genau vorstellen.
49	B1: Ja, also die Seite, die halt erhitzt wird... ich weiß ja nicht wie stark das so erhitzt wird. Wieviel ist das?
50	I: Also die Aquarienheizung kann man einstellen bis 40° C.
51	B2: (lacht).
52	B1: Ja, das ist jetzt ja...
53	I: Aber, ich glaube, die steht jetzt so auf 35/36. Das heißt, die erhitzt das Wasser in ihrer Umgebung bis 36°. Dann stellt die sich ab. Und auf der anderen haben wir das Eis. Und das Eis ist natürlich kälter als 0° C. Das heißt, dass es in seiner Umgebung kann es das Wasser auf 2/3° auch abkühlen, wenn es längere Zeit sich in der Nähe befindet.
54	B1: Ja, und dadurch, dass das Wasser dann halt erhitzt wird... oder zumindest, was heißt erhitzt, aber zumindest ein wenig wärmer ist, als jetzt ist. Das ist jetzt ja auf Raumtemperatur dürfte das sein. Also vielleicht so...
55	I: Genau.
56	B1: 22/23° vielleicht, vielleicht 'n bisschen weniger. Ähm, würde sich das halt wahrscheinlich minimal ausdehnen. Das würd man so mit bloßem Auge nicht erkennen, aber dadurch dass da halt die Tinte drin und das Wasser, ich sag mal, sichtbar gemacht wird oder eingefärbt wird teilweise, wird man das wahrscheinlich schon erkennen, dass es auf der andern Seite halt nicht so die Bewegung durch diese Ausdehnung reinkommt.
57	I: hm (bejahend). Jetzt haben wir ja zwei Linien: Du spracht jetzt gerade davon,

	das Wasser bewegt sich und man kann das sehen, weil man die Tinte reinmacht. Du hast gesprochen...
58	B1: Ja.
59	I: ... von Sichtbarmachen. Und du (guckt B2 an) hast gesagt, die Tinte bewegt sich, aber das Wasser bewegt sich ja nicht.
60	B2: Naja, aber das ist ja eingefärbt. Also die Tinte färbt ja das Wasser ein...
61	I: hm (bejahend).
62	B2: ... und wird dadurch so eine... ich will nicht sagen: eine Masse... aber ein neue... so 'n neues Mischverhältnis.
63	I: hm (bejahend).
64	B2: Und ja, dann... bewegen tut sie sich. Aber ich weiß nicht, ob das jetzt irgendwie mit der Kälte besser oder weniger gut funktioniert als mit der Wärme.
65	I: Das heißt, bewegt sich das Wasser oder nicht? Eben sprachst du davon, dass sich das Wasser nicht bewege.
66	B2: Das... dieses Verhältnis... also dieses... diese Mischung aus Tinte...
67	I: Ok.
68	B2: ... und Wasser.
69	I: Und was macht das? Das bewegt sich oder nicht?
70	B2: Naja, das rinnt in dem Wasser.
71	B1: Ganz still ist das Wasser ja...
72	B2: ... sowieso nicht.
73	B1: ... glaub ich, sowieso nicht. Oder?
74	B2: Ja jetzt schon, aber wenn man die Heizung anmacht und Eis?
75	I: Also, ich werd nicht schütteln oder so...
76	B2: (lacht).
77	I: ... sondern ich äh leg ganz vorsichtig einfach nur das Eis rein...
78	B1: hm (bejahend).
79	I: ...sodass sich das Wasser in dem Kunststoffbehälter nicht bewegt.
80	B1: Ok.
81	B2: hm (bejahend).
82	I: Minimal. Und auf der rechten Seite da steck ich einfach nur die Heizung. Da bewegt sich nichts.
83	B2: Ok.
84	I: Also, ich geb sousagen keine Bewegung rein.
85	B1: Ja.

86	I: Aber was meintest du mit dem Prinzip, dass sich das Wasser vermischt? Oder vermischen will. Davon sprachst du eben.
87	B1: Ja halt, man hat das also gegenübergestellt, dass auf einer Seite dann... wir gehen mal davon, dass das Wasser die Kälte... also halt kälter wird und auf der anderen Seite wärmer wird. Und dadurch dass etwas Warmes halt sich ausdehnt und mehr Platz braucht, wie gesagt, kann ich halt vorstellen... könnt ich mir vorstellen, dass es irgendwann dann auf das Kältere Wasser trifft und dass sich das dann so 'n bisschen vermischt. Und vielleicht ist das wärmere Wasser dann auch tendenziell nach oben geht oder dann halt ja über dem kälteren Wasser ist, weils ja mehr Platz - braucht und Wärme steigt ja auch nach oben - und sich ausdehnt. Und das Kältere sich eher zusammenzieht und unten bleibt.
88	I: hm (bejahend). Haben wir schon einiges gesprochen. Vielleicht könnt ihr euch mal einigen auf eine Zeichnung: Was wohl passieren würde. Das kann man nämlich viel besser verstehen als wenn man darüber spricht. Schreib mal bitte hier noch einmal rüber: Erwartung. Das man weiß, in welcher Phase das hier entstanden ist.
89	B2: Beschriften auch oder eher so? So ist verständlicher?
90	I: Ja, das kann ich gut verstehen. Auf der Seite ist die Heizung, ne? Und da der Becher.
91	B2: Hat der Stift 'ne andere Farbe?
92	B1: Ich hab andere Farben. Hoffe ich, dass ich die mit habe.
93	B2: (lacht).
94	I: Wunderbar.
95	B1: Nein, ich glaub, ich hab die nicht mit. Oh, das sieht ganz schlecht aus. Ne, Federmappe ist auch nicht dabei.
96	B2: Der schreibt auch schwarz?
97	I: Probier aus.
98	B2: Ne, der schreibt blau!
99	B1: Haben wir gar keine Buntstifte?
100	B2: Nein, ist nicht schlimm (unv.). Find auch, also ich kann... (unterbrochen)
101	B1: Das... (lautes Geräusch) oh Gott, das... den... (unterbrochen)
102	B2: Ich kann das nachvollziehen, was du sagst. Hier ist warm, da ist kalt. Aber die Tinte geht ja irgendwie so (langgezogen) und... (unterbrochen).
103	B1: Ich könnt mir eher vorstellen, dass sie sich aus...
104	B2: Ja.
105	B1: ... in eine andere Richtung.
106	B2: Und dann geht sie so... (unterbrochen).
107	B1: Was genau sollen wir jetzt aufmalen?

108	B2: Unsere Erwartung.
109	I: Ja. Was ihr wohl sehen werdet, wenn ich die Tinte eingegeben hab, nachdem Heizung alles... (überlappend).
110	B2: Dann gehts so so runter und dann müsste sie sich irgendwo treffen.
111	B1: Wo genau wird die denn hin gegeben?
112	B2: Hier.
113	I: hm (bejahend).
114	B1: Oder hier oder hier.
115	I: Genau die Stelle und hier.
116	B1: Ok.
117	I: An die Ränder.
118	B2: Ja, da ist schwieriger. Wenn sie da hin gegeben würde, könnten sie sich treffen.
119	B1: Ne, ich glaub, hier auch irgendwann.
120	B2: Irgendwann schon, nach Stunden.
121	B1: Hm (überlegend).
122	B2: Also erstmal malen wir hier so Tinte.
123	B1: Ja, also soll ich hier mal die...
124	B2: Mach mal einfach.
125	B1: So (langgezogen) einfach?
126	B2: Ja, und da.
127	B1: Sieht aus. Das sieht aus wie 'ne Qualle.
128	B2: (lacht). Ist nicht so schlimm. Und hier 'n bisschen weniger noch.
129	B1: Ja.
130	B2: Ja.
131	B1: (unv.) ich glaub hier geht noch.
132	B2: Noch 'n bisschen, aber das muss größer sein als das. Genau. So ist gut.
133	B1: Naja, 'n bisschen geht noch. Kann man das noch 'n bisschen verdeutlichen. So.
134	I: Hm (bejahend), habt ihr schon mal andere Situationen erlebt, wo ihr sowas ähnliches schon mal gesehen habt? Vom Prinzip her.
135	B2: Vom Prinzip, dass sich 'ne Farbe ausdehnt?
136	I: Zum Beispiel. Oder dass ihr was erhitzt habt, abgekühlt habt?
137	B1: Also die Farben kennt man ja ausm Kunstunterricht, ne?

138	B2: Also, ja.
139	B1: Bisschen tuschen und wenn man das dann ins Wasser gibt, sieht man ja auch...
140	B2: Dann sieht man die Ringe, die sich so ausbreiten.
141	B1: Ja. Dass sich die Farbe mit Wasser vermischt beziehungsweise sich ausbreitet.
142	B2: Ja.
143	I: Aha, also das heißt, wenn 'n Pinsel reingibt und 'ne Farbe, und die ist im Wasser...
144	B1: Wir reden also von Tuschfarbe jetzt?
145	I: Jaja, das interessiert mich genau, ja.
146	B1: Bei Tusche ist das jetzt.
147	I: Und, und was passiert dann? Dann verteilt die Farbe sich?
148	B1: Ja.
149	B2: Ja.
150	B1: Und färbt... obwohl das geht, wenn man sich das überlegt... würde... das... da kommt keine Bewegung rein. Denn ich hab grad überlegt, es tuscht (überlappend).
151	B2: Selbst wenn du den Pinsel reintrofst, du tropst da ja auch was rein...
152	B1: Ja.
153	B2: ...entstehen Kreise. Und das geht trotzdem nach unten... (überlappend)
154	B1: Ne, das dürfte sich aber ziemlich schnell und ziemlich stark ausbreiten. Wenn ich was so in so 'n Tusche Glas gebe... (unterbrochen)
155	B2: Aber das ist... (unterbrochen)
156	B1: ... dann ist, ist für mich... (unterbrochen)
157	B2: ... Tusche ist dünner als das, weil das ist 'n... Tusche ist ja 'n Wassergemisch.
158	B1: Ja ok.
159	I: Und ähm bei der Tusche:
160	B2: Ja.
161	I: Wieso verteilt die sich denn in dem Wasser?
162	B1: Die verteilt sich ja nicht, die mischt sich ja auch mit dem Wasser.
163	I: Was ist der Unterschied? (überlappend)
164	B2: Das ist ja kein Feststoff.
165	B1: Wenn sie sich verteilen würde, wärs ja nur die Tusche an sich, die sich ausdehnt. Also so würd ich das verstehen. Und so vermischt sie sich mit dem Wasser. Also wird auch ein wenig dünner. Sagt man das so?
166	B2: Ja.

167	B1: Und heller die Farben.
168	I: Warum passiert das?
169	B2: Weil das war von Anfang an ein Wassergemisch... und das war ja von Anfang an flüssig.
170	B1: Das löst sich in Wasser. So heißt das.
171	B2: Und das ist lösbar beziehungsweise nimmt... hat das was mit der Struktur und der Dichte und so zu tun. Anders, als wenn man da jetzt ein Stein reinschmeißen würde. Das ist ja ein Feststoff und der löst sich nicht auf.
172	I: Hm (bejahend).
173	B1: Und der verteilt sich auch nicht. Der bleibt einfach so an einer Stelle.
174	I: Hm (bejahend).
175	B2: Ja, egal ob warm oder kalt.
176	I: Und warum ist es bei der Tusche im Vergleich zu dem Stein, dass wenn man 'n Tropfen Tusche reingibt... warum sinkt die nicht einfach an den Boden und verbleibt da.
177	B1: Ich glaub, das hat auch was mit der, wie [Name] schon gesagt, Struktur zu tun wie Tuschfarbe...(unterbrochen).
178	B2: Das ist 'n Wassergemisch. Das kann noch mehr Wasser aufnehmen. Das ist ja noch nicht...
179	B1: Ne, es nimmt ja nicht direkt Wasser auf oder?
180	B2: Es vermischt sich ja damit.
181	B1: Es löst sich. Heißt das nicht, es löst sich in Wasser?
182	B2: Ja.
183	I: Und warum löst sich das?
184	B2: Weiß ich nicht.
185	B1: Das ist eine gute Frage (lacht).
186	B2: Das haben wir leider nicht studiert (lacht).
187	I: Gut. Dann machen wir folgendes:
188	B2: Wir gucken uns das an.
189	I: Wir gucken uns das an. Gehen wir mal rüber.
190	B2: Ja.
191	B1: Jetzt bin ich wieder größer als du.
192	B2: (lacht).
193	I: Sehr gut, schon mitgenommen. So, ich mach mal Eis rein. Wenn ich das gleich anschmeiße und ich die Tinte reintropfe, dann beobachtet ihr das.
194	B2: Ja.

195	I: Und ihr beschreibt einfach alles, was ihr seht.
196	B1: Im gleichen Moment?
197	I: Einfach so im Livemoment, was ihr seht und dann werden wir danach nochmal drüber sprechen.
198	B2: (unv.).
199	I: Wir haben Eis drin.
200	B1: Bekommt das jetzt kurz Zeit, um warm bzw. kalt zu werden oder kommt die Tinte jetzt direkt dazu.
201	I: Einen kleinen Moment, einen kleinen Moment warten wir. Der Draht darin, der erwärmt sich. Mal schauen, der steht jetzt auf 32°. Der ist auch an. Das Wasser ist relativ ruhig...
202	B1: Hm (bejahend).
203	B2: Ja.
204	I: ...wie ihr seht. Und ich mache jetzt einfach mal... mal rein.
205	B1: Oh, so wenig Tinte nur.
206	I: Es reicht 'n wenig, ja.
207	B2: Der sinkt [Becher].
208	I: Das macht nichts.
209	B2: (unv.).
210	B1: Oh, wie schön.
211	I: Was seht ihr?
212	B2: Aber das verm... (überlappend)
213	I: Was sehr ihr auf der Eisseite?
214	B2: Genau das, was ich gesagt habe. Es sinkt so langsam und das geht nur dahin. Ist schön.
215	I: Wohin?
216	B2: Auf der... es bleibt auf der Seite des Eises und geht noch mehr in diese... es geht nach unten und dann wieder hoch.
217	I: Ich mach mal hier auf der Seite was rein.
218	B1: Hm (bejahend).
219	I: Zum Vergleich mal. Schaut mal ganz genau hin. Was passiert?
220	B1: Es dehnt sich auf jeden Fall sehr viel mehr aus.
221	B2: Ja.
222	B1: Wir haben ja gesehen, dass auf der Seite der Eises die Tinte...
223	B2: sehr langsam also...

224	B1: ... erst nach unten gegangen ist, beziehungsweise... ja, da sieht man jetzt, dass was ich gemeint habe... (überlappend).
225	B2: Und die geht in den... genau, die geht in den warm... warmen Bereich. Die geht aus dem kalten Bereich raus und geht jetzt in den warmen und geht dahin. Und die bleibt im Warmen, weils da oben noch wärmer ist und bleibt da.
226	B1: Aber man sieht genau, dass... dass sich das kalte Wasser, ich würd jetzt sagen, zusammenzieht beziehungsweise schwerer ist und deswegen unten ist und die Tinte von der kalten Seite deswegen auch unten ist, weil die sich ja mit dem kalten Wasser vermischt hat. Und dass das warme Wasser oben ist beziehungsweise sich ausdehnt und dementsprechend mehr Platz ist...weil warme Luft steigt ja auch nach oben und so... und dass das Wasser auf der warmen Seite deswegen auch unten und dass sich das genau so vermischt, dass das übereinander liegt.
227	B2: Jetzt...
228	I: Beschreibt nochmal den Unterschied zwischen dem, was ihr bei dem kalten und bei dem warmen Wasser seht.
229	B2: Naja, die Tinte beim warmen Wasser äh be... ist nur am oberen Teil des Wassers sozusagen. Also hält sich nur oben auf an der Oberfläche des Wassers und äh die Tinte, die an der kalten Seite angefangen hat, geht nur in den unteren Teil...
230	B1: Die läuft im Prinzip...
231	B2: ...aber die geht runter.
232	B1: ... hier in 'nem Kreis.
233	B2: So im... so... genau. Sobald die da an dem kalten... sobald die Tinte - die in dem warmen ange... also reingetropt wurde - an dem kalten Behälter oder an der kalten Seiten ankommt, geht sie genau nach unten und nimmt den gleichen Kreislauf mit.
234	B1: Ja, das ist im Prinzip wie [Name] gesagt hat eigentlich.
235	I: Wo ist jetzt hier der Kreislauf zu sehen?
236	B2: Aber es endet da unten. Die Tinte, die kalt war, geht nicht wieder in den warmen Kreislauf über.
237	I: Schaut euch nochmal die Tinte an, wenn die absinkt auf beiden Seiten und beschreibt mal.
238	B1: Also auf der warmen Seite geht sie erst ziemlich nach unten und dehnt sich dann aber, von uns aus, auf die linke Seite aus. Dementsprechend, würde ich jetzt vermuten... weil das Wasser halt wärmer ist und mehr Platz braucht und deswegen oben schwimmt, wenn ich das jetzt mal so sagen... wenn man das so sagen kann.
239	B2: Ja.
240	I: Wenn das Wasser nur oben schwimmt, wie kommt es dann zu 'ner Bewegung?
241	B2: Hm, da... da braucht es einfach deutlich länger (...) und bleibt aber an der kalten. Also es ist die ganze Zeit da drin.
242	I: Das zieht sich halt zusammen kaltes Wasser... beziehungsweise braucht auch weniger Platz, glaub ich, als warmes.

243	B2: Und durch... also diese Bewegung kommt ja irgendwie zustande durch das... durch das Verhältnis von warm und kalt.
244	I: Kannst du noch 'n bisschen genauer erklären? Was meinst du mit Verhältnis von warm und kalt?
245	B2: Naja, in dem Moment, wo sich das kalte Wasser zusammenzieht, wird ja letztlich Platz frei und das warme Wasser dehnt sich ja aus und geht dort rüber.
246	B1: Beziehungsweise anders rum, wenn sich das warme Wasser...
247	B2: Joa.
248	B1: ... ausdehnt, muss ja irgendwas zurückgehen...
249	B2: ... verdrängt werden. Genau
250	B1: Damit es da seinen Platz haben kann.
251	I: Hm (bejahend). Angenommen, ich nehm die Heizung raus und ich nehm das Eis auch raus. Was würde dann passieren?
252	B2: Wär ja immer noch eine kalte und eine warme Seite.
253	B1: Ich könnt mir aber vorstellen, dass das langsam aufhört, diesen Kreislauf zu gehen, da ja die Wärme beziehungsweise die Kältequelle nicht mehr da ist.
254	I: Aber du hast ja eben davon gesprochen: Hier ist es immer noch warm...
255	B2: Anfangs.
256	I: ... wenn ich die Heizung rausziehe.
257	B2: Anfangs.
258	B1: Ja. Anfangs.
259	B2: Anfangs, aber es wir dann ja wieder eine Wärme... also eine gleiche...
260	B1: Es wird keine neue Energie hinzugefügt...
261	B2: Genau.
262	B1: ... keine Wärmeenergie.
263	I: Ja, das... das mag ja richtig sein. Wenn ichs rausnehme, füge ich keine neue Wärmeenergie hinzu.
264	B2: Oder nehme auch nicht...
265	I: Oder ich hab auch auf der linken Seite nichts Kaltes mehr.
266	B2: Und dadurch wird das... gleich sich das ganze Wasser an wegen der Raumtemperatur. Kommt wieder auf die gleiche... die eine Seite kühlt ab und die andere Seite erwärmt sich wieder und somit kommt wieder auf die gleiche Temperatur. Und damit wäre dann ja kein...
267	B1: Es ist ja nichts mehr da, was dazu anregt, sich wieder auszudehnen beziehungsweise zusammenzuziehen. Dementsprechend wird das wahrscheinlich wirklich wieder auf eine Temperatur, mit der Zeit, gehen.
268	I: Und was passiert, wenn das auf einer Temperatur ist?

269	B2: Naja, jetzt bleibts ja einfach so uns sinkt lang... sinkt das überhaupt? Nö.
270	I: Du hast grad davon gesprochen, das gleich sich an. Warum ist es denn so, dass sich das angleicht. Ich mein, man könnte sich ja auch vorstellen: Hier bleibts einfach immer warm und hier ist es kalt.
271	B2: Naja, dadurch dass sich das... wenn die Quellen raus sind oder wenn sie noch drin sind?
272	I: Wenn die Quellen raus sind.
273	B2: Weil das warme Wasser sich ja wieder drüber bewegt... also noch anfangs, weils sie wärmer. Also das... kühlt dann ja ab. Also nimmt es wieder...
274	B1: Da ist noch 'n Rest Energie. Bewegung entsteht ja durch Hinzufügen von Energie beziehungsweise andersrum: Man benötigt Energie für Bewegung und dadurch, dass man dann halt die Wärmequelle beziehungsweise halt die Kältequelle rausnimmt, ist halt keine Energie mehr da, die irgendeine Bewegung verursachen kann zum Beispiel durch Ausdehnen oder durch Wärmeenergie das ausdehnen.
275	I: Hm (bejahend) aber könnte man sich nicht auch vorstellen, dass ähm das warme Wasser rüber fließt in den kalten Bereich kommt, er noch kalt, nachdem wir rausgezogen haben...
276	B1: Hm (bejahend).
277	I: ... abkühlt, sich dann wieder zurückbewegt und hier wieder erwärmt.
278	B1: Ja, aber gleichzeitig, wenn das warme Wasser dahin fließt, fließt das kalte ja auch auf die andere Seite...
279	I: Ja genau.
280	B1: ... dann vermischt sich das ja so 'n bisschen.
281	B2: Ja.
282	B1: Und dann ist hier ja auch jetzt, wenn das... wenn wir das mal rausnehmen würden, würde das warme Wasser ja auf die Seite fließen, aber gleichzeitig würde das kalte auch... und dann würeds hier in der Mitte wahrscheinlich schon anfangen, sich...
283	B2: ...anzugleichen.
284	B1: ... zu vermischen. Und wenn hier das kalte Wasser nach hier geflossen, ist hier ja kein kaltes mehr, dass das andere Wasser kühlen... also das warme Wasser kühlen könnte.
285	I: Hm (bejahend). Aber könnte man sich nicht auch vorstellen, dass ähm die Seiten von 'ner kalten und warmen Region dann wechseln ständig? Und so die Bewegung erhalten bleibt.
286	B1: Ich glaub nicht, da ja keine neue Ener... also wo soll denn die Energie herkommen dafür? (unv.)
287	B2: Es wird ja nichts hinzugefügt. Es wird ja... die Energiequellen gehen ja weg, Die werden ja weggenommen.

- 288 B1: Wir hatten ja letztes Mal, dass Wärme... dass äh Wasser Wärme bzw. Kälte speichert, aber halt auch nicht so (langgezogen) ewig.
- 289 B2: Ja.
- 290 B1: Beziehungsweise so viel Wärme, tschuldige, ist es ja auch gar nicht.
- 291 B2: Außerdem ist ja noch die Raumtemperatur da, die kann man ja nicht wegnehmen. Es ist ja kein Vakuum. Und selbst in 'nem Vakuum würde das nicht funktionieren.
- 292 I: Und ähm was macht die Raumtemperatur?
- 293 B2: Ja, die gleicht ja auch das kalt Wasser wieder ans warme.
- 294 I: Warum?
- 295 B2: Weil das ja abgekühlt ist und die Raumtemperatur ja dementsprechend wärmer sein müsste, wenns kalt ist oder wenns kälter ist.
- 296 B1: Kälter ist es so...
- 297 B2: Ja.
- 298 I: Ok, wir sprechen die ganze Zeit von 'nem Angleich, ne? Aber ich frag mich jetzt gerade, warum kommt es überhaupt zu 'nem Angleich, zum Beispiel mit Eis. Warum bleibt dann nicht kalt? Warum gleicht sich das dann am Ende wieder an die Raumtemperatur an eurer Meinung nach?
- 299 B2: Ja, es gibt hier wieder Energie ab.
- 300 B1: ich glaub auch, dass hat was mit der Energie zu tun. Dass sie nicht gespeichert wird, beziehungsweise...
- 301 B2: Nicht ewig.
- 302 B1: ... wenn etwas gekühlt wird, verändert sich... ne, die Struktur verändert sich nicht, oder? Ne, aber die...
- 303 B2: Außer es friert. Aber so schlimm ist ja noch nicht.
- 304 B1: Aber, dass die Energie... ist Kälte auch eine Art von Energie so wie Wärme? Ja, gehen wir mal davon aus, dann könnte das ja auch nicht so lange gespeichert werden.
- 305 B2: Es kann doch nicht ewig gespeichert werden, es ist ja dann... selbst wenn da die ganze Zeit Eis hinzugefügt werden würde, würeds ja nicht die ganze Zeit auf der gleichen Temperatur bleiben. Also irgendwann schon, weil man dann irgendwann das alles kalt, aber man würde permanent etwas hinzufügen beziehungsweise das Ganze kühlen.
- 306 I: Das heißt, eurer Meinung nach, wär für 'ne permanente Bewegung auch das permanente Hinzufügen hier durch Wärme durch die Heizung und von Eis hier in den Behälter nötig?
- 307 B2: Ja, aber nicht die immer die gleiche Temperatur. Es müsste permanent kühler beziehungsweise wärmer werden. Weil wir sehen ja jetzt, dass es die gleiche Temperatur beibehält und hier ja auch, beziehungsweise das wird ja auch wärmer weils ja schmilzt, und dadurch ähm funktioniert das nicht mehr so, wie es am Anfang

	war.
308	B1: Man sieht jetzt ja auch, dass sich das halt nicht wirklich bewegt. Ist die Heizung noch an?
309	B2: Ja, aber das gleicht sich jetzt so langsam an.
310	B1: Ist die Heizung noch an?
311	B2: 'N bisschen, oder?
312	I: Ja.
313	B1: Ja ok. Man sieht jetzt ja auch, dass sich das nicht mehr bewegt, obwohl noch... mit gutem Willen ein bisschen Eis drin ist und die Heizung noch an ist. Vielleicht hat sich genau durch diese Bewegung und durch diese Routine das Wasser auch schon teilweise vermischt und bewegt sich deshalb, da sich halt nichts mehr... jetzt wirklich ausdehnt oder zusammenzieht.
314	I: Das heißt zusammenfassend: Was muss eurer Meinung nach gegeben sein, dass eine Bewegung zustande kommt?
315	B2: Auf jeden Fall Energie...
316	B1: Hm (bejahend).
317	B2: ... die überhaupt das Ganze zur einer Bewegung hinbringt.
318	B1: Ja, ich würd halt sagen, die Reaktion auf entweder Wärme oder Kälte... gibt's Kälteenergie?
319	B2: Ja, sag einfach. Es gibt auch Wärmeenergie!
320	B1: Ob Wärme- oder... Kälteenergie, das klingt falsch, aber vielleicht ist es ja richtig. Ähm und dass dadurch dann eine Reaktion erfolgt. Die Reaktion des Wassers wäre jetzt ja, dass es sich ausdehnt beziehungsweise, dass es sich zusammenzieht und dass dadurch eine Routine oder Bewegung entsteht. Könnte man, glaub ich, zusammenfassend so sagen.
321	B2: Ja.
322	I: Gibts noch 'ne andere Möglichkeit als Heizen und Kühlen, um die Tinte in Bewegung zu versetzen?
323	B2: Ja, rühren.
324	B1: Oder gegen hauen. Das ist aber ja auch wieder Energie...
325	B2: Kraft...
326	B1: ... die dann hinzugefügt wird.
327	B2: Genau, das wär ja 'ne äußere Kraft, die da irgendwas die ganze Zeit machen müsste.
328	B1: Ja, dann ist das ja nicht zwingen wärmer oder kälter.
329	B2: Ne, also es wür... wäre einfach eine Energie, die hinzugefügt wird, ja.
330	I: Ich würd jetzt folgendes vorschlagen: Wir setzen uns nochmal hin und ihr zeichnet jetzt nochmal zu euren Beobachtungen eine Erklärung.

331	B2: Ich schreib Beobachtung wieder drüber, ne? Oder?
332	I: Ja, das ist gut.
333	B1: Was sollten wir jetzt machen?
334	I: Nochmal zeichnen, wie ihr euch das jetzt vorstellt.
335	B1: Wie wir uns was vorstellen? Wieso das so ist?
336	I: Ja. Das man nochmal zeigt, was man beobachten konnte und dass wir daran nochmal erklären, warum das passiert ist. Insbesondere im Vergleich hierzu.
337	B1: ich deute die Tinte jetzt mal an.
338	B2: Ja. Wir haben das ja gesehen, das ging nur so runter. Genau. Das sah aber schon cool aus.
339	B1: Es geht ja auch erst so 'n bisschen runter...
340	B2: ... und dann gehts aber hoch. Genau. Und dann gehts so. Und dann kann man nicht mehr erkennen. Na, obwohl da, da ist so eher da. Ja.
341	I: Das heißt, worin besteht jetzt der wesentliche Unterschied zwischen eurer Erwartung und zwischen der tatsächlichen Beobachtung?
342	B2: Dass wir bei unserer Erwartung gesagt haben, das geht runter beziehungsweise...
343	B1: ...auf der Wärmeseite.
344	B2: Genau, auf der Wärmeseite... es verteilt sich gr... äh gro... größer.
345	B1: Hm (bejahend).
346	B2: Und geht aber in jede Richtung. Und auf der Kälteseite, dass es sich weniger grob verteilt und äh... aber auch trotzdem relativ in alle Richtungen, obwohl da eher: Boden. Und bei unserer Beobachtung haben wir festgestellt, dass es sich äh bei der Wärmeseite nur an der Oberfläche befindet, bis es zu der Kälteseite kommt und ab der Käl... und die Kälteseite halt runtergeht, also in den unteren Bereich des Wassers.
347	B1: Hm (bejahend).
348	I: Passen denn die Gedanken, die ihr vorher geäußert hat... habt ähm von der Erwartung auch zu dieser Beobachtung?
349	B1: Die wir jetzt...
350	I: Vom Prinzip her? Also das...
351	B2: ...dass es sich verteilt..., ja.
352	I:Prinzip Ausdehnen, Verteilen und so weiter.
353	B2: Ja.
354	B1: Hm (bejahend).
355	I: Und was war jetzt der wesentliche Unterschied?
356	B2: Hm (überlegend), dass es... kann man sagen, bestimmte Bereiche nur?

- 357 B1: Hm (überlegend) beziehungsweise, dass wir davon ausgegangen sind, dass sich die Tinte: a) bei der kühlen Seite weniger schnell ausdehnt oder ausbreitet oder vermischt, dass wir aber gesehen haben, dass es eigentlich keinen großen Unterschied gibt, ob sich die Tinte jetzt auf der warmen oder auf der kalten Seiten... ob man die dazu gibt. Ähm und dass wir nicht damit gerechnet hätten, dass man wirklich so starkt und bis... vor allen Dingen so schnell - war bei mit jetzt so 'n bisschen der Punkt - sieht, dass das kalte Wasser wirklich unten bleibt und das Warme sich ausdehnt und somit oben ist.
- 358 B2: Ja.
- 359 B1: Dass wir eher davon ausgegangen sind, dass das 'n bisschen Zeit braucht. Also dass das nicht so schnell geht.
- 360 B2: Genau.
- 361 I: Du sprachst jetzt ja gerade davon, dass das warme Wasser sich ausdehnt und dann bewegt sichs ja oben entlang.
- 362 B1: Hm (bejahend). Beziehungsweise andersrum das kalte Wassser...
- 363 B2: ... sich zusammenzieht.
- 364 B1: ... ist unten, weils schwerer ist.
- 365 B2: Ja.
- 366 I: Ok, ähm aber wie... unten haben wir auch gesehen, dass sich das Wasser bewegt. Warum bewegt sich denn das Wasser dann unten, wenn ihr sagt, das zieht sich eigentlich zusammen. Ihr sagt, oben dehnt sichs aus, da konntet ihr 'ne Bewegung sehen. Ok, damit bin ich einverstanden. Aber unten, sagtet ihr, das zieht sich zusammen. Aber wir haben ja unten fast mit der gleichen Geschwindigkeit eine Bewegung bloß in die entgegengesetzte Richtung.
- 367 B1: Ich würd gar nicht unbedingt sagen, dass es sich so stark zusammenzieht. Vielleicht minimal, aber ich glaub nicht, dass das der eigentliche Grund ist. Ich glaub, der eigentliche Grund ist eigentlich nur, dass das Wasser schwerer ist, weil es kälter ist und deswegen unten ist. Und im selben Moment, wo das kalte Wasser unten ist, muss ja das Wasser, das da vorher war... das... wir gehen mal davon aus...
- 368 B2: Genau.
- 369 B1: ..., dass es warm ist... dann nach oben und dass deswegen dadurch dieselbe Geschwindigkeit in etwas da ist, beziehungsweise andersrum: Dass das... wenn kaltes Wasser oben war... das müsste ja hier direkt neben...
- 370 I: Am Becher hm (bejahend).
- 371 B1: ... dem Becher müsste das ja auch warm sein, genau wir hier ja auch... äh hier müsste es kalt sein und hier müsste es auch warm sein. Aber in dem Moment, wo das Wasser hier schwerer ist und mehr Gewicht...also das kalte Wasser sinkt natürlich auch hier nach unten und macht somit Platz für das warme beziehungsweise andersrum... das warme Wasser ist leichter und steigt... ist es deswegen...
- 372 B2: Genau.
- 373 I: oben und macht somit Platz für das kalte Wasser.

374	B2: Genau.
375	I: Also hier ist es so, beim Becher, das sinkt nach unten, weils schwerer ist, sagst du. Und dadurch machts Platz hier. Und wir kommt es dann hier zu der Bewegung am Boden entlang?
376	B2: Naja, das Wasser... das warme Wasser geht ja... nimmt ja Platz weg, weils ja sich erhitzt und beim Erhitzen entsteht ja irgendwann auch Dampf und es wird ja leichter und steigt nach oben. Minimal, also in dem Fall jetzt minimal, weils sich ja nicht erhitzt.
377	I: Hm (bejahend).
378	B2: Und somit geht das kalte Wasser da drunter, weil äh der Platz da auch mehr verdrängt beziehungsweise sinkt es halt ab und dann gehts dahin. Wieso? Weil da Platz ist! Und da ja keine Lücken entstehen können!
379	I: Warum können da denn überhaupt gar keine Lücken entstehen?
380	B2: Ja, wenn man jetzt nicht... Wasser wird ja grundsätzlich verdrängt, wenn ein Gegenstant hinzugefügt wird. Aber man kann eine Lücke... eine Lücke kann nicht entstehen, weil ja Wasser nicht wirklich so ist als wie... wie jetzt 'n Feststoff. Der ist ja flüssig. Und somit hats immer 'ne Verbindung.
381	I: Hm (bejahend).
382	B2: Und der Wasserstoffketten sind ja immer Brückenbindungen und die suchen ja immer 'ne weitere Verbindung, um zusammenzuhalten.
383	I: Hm (bejahend).
384	B2: Die Verbindungen lösen sich ja nur im festen beziehungsweise im gasförmigen Zustand.
385	I: Letzte Frage dazu: Wenn ihr Namen für dieses Phänomen finden müsstet, wir würdet ihr das nennen und warum?
386	B2: Nicht Struktur (lacht).
387	B1: Ähm, dürfen das auch Worte... mehrere Worte sein, oder?
388	I: Ja, probier ruhig. Klar.
389	B1: Ähm (...) ist es eine Rotation?
390	B2: Joa. Kann man dazu Strömung sagen?
391	I: Was meint ihr im Lichte eurer Erfahrungen von gestern?
392	B2: (Lacht) wir würden sagen, es ist eine Strömung. Es ist das Experiment zur Strömung.
393	B1: Ja?
394	B2: Ja.
395	B1: Das würd ich, glaub ich, auch sagen, dass das...
396	B2: Also es ist der... so logisch, der logische Gedanke...
397	B1: Dass dann einmal, ich sag jetzt mal, oben und unten eine Strömung in die eine

	beziehungsweise andere Richtung erkennen kann.
398	B2: Ja.
399	B1: Und halt nicht... eine klare Richtung hatten wir beide ja gestern so für uns definiert. Dass da jetzt nicht das Wasser sich halt... wenn sich das Wasser jetzt einfach komplett mit der Tinte in alle Richtungen, ohne Struktur sag ich jetzt mal, verteilt hätte, wäre das keine Strömung gewesen. Also hätte ich das das jedenfalls nicht so definiert. Aber jetzt kann man eigentlich schon sagen, das es eine Strömung ist.
400	B2: Genau.
401	I: Eine oder zwei?
402	B1: Zwei.
403	B2: Zwei.
404	B1: Obwohl?
405	B2: Ne, es ist eine mit zwei Richtungen. Beziehungsweise ist es ja dadurch, dass es ein...
406	B1: Ein Kreislauf?
407	B2: ... ein Kreislauf ist, eine Richtung.
408	I: Also eine oder zwei?
409	B2: Es sind zwei strömende Kräfte, aber eine Strömung.
410	B1: Eine Strömungsrichtungsrichtung ist es ja.
411	B2: Ja.
412	B1: Ich würde sagen, das ist eine Strömung.
413	B2: Eine.
414	I: Und warum ist es jetzt eine?
415	B1: Weils ja zusammenhängend ist. Das Wasser hört ja nicht...
416	B2: auf.
417	B1: auf dann.
418	B2: Also, wir haben ja schon geklärt, dass da ja nichts entstehen kann.
419	B1: Ja.
420	B2: Kann kein Vakuum kann entstehen oder kein Raum dazwischen kann entstehen. Sind immer verunden dadurch, dass es eine...
421	I: Gut, danke. Ich würde sagen, wir gehen jetzt mal zum zweiten Experiment über.
422	B1: Tschuldigung (lacht).
423	I: Was sehr einfach aufgebaut ist. Wir haben hier eine Schüssel...
424	B2: Mit Sand.

425	I: Mit Sand.
426	B1: Oh, schade, ich dachte es wär Mehl (lacht).
427	B2: (lacht).
428	I: Und mit... da fehlt noch was. Sand und?
429	B1: Wasser.
430	I: Wasser. Das ist so ein Sand- und Wassergemisch. Einfach nur ähm Leitungswasser so 'n klein bisschen sieht man das hier.
431	B2: Hm (bejahend).
432	I: Und äh ich werd gleich folgendes machen. Ich werd jetzt die Schale...könnt ihr auch mal ausprobieren... in die Hand nehmen und dann werd ich das so ruckartig hin- und herbewegen. Immer von links nach rechts. Und was meint ihr? Was werdet ich beobachten, sehen können?
433	B1: Ich könnte mir vorstellen, dass sich das Wasser bewegt. Ähm beziehungsweise der Sand ist schwerer als das Wasser. Man sieht zwar, dass der Sand das Wasser aufgenommen hat, aber nicht komplett. Also das oben noch so 'ne kleine, ich nenns jetzt mal, Pfütze ist. Und dass, wenn man die Schale bewegt, dadurch dass der Sand halt schwerer ist, dass sich dann der Sand zwar ganz leicht mitbewegt.
434	B2: Die obere Schicht.
435	B1: Ja, die obere Schicht aber nur und sich nur das Wasser bewegt. Ich würd da jetzt einfach sagen, weils leichter ist. Beziehungsweise, weils...
436	B2: Ja.
437	B1: ... von dem Sand nicht komplett aufgenommen wurde und auch der Oberfläche schwimmt (überlappend).
438	B2: Genau, der Sand ist schon vollgesogen, also er nimmt kein Wasser mehr auf. Und somit staut sich das Wasser oben, weil das ja eine geschlossene Schüssel ist, kanns ja auch nicht abfließen. Und somit ist das halt oben gestaut. Und wenn das bewegt wird, bewegt sich die obere Schicht mit, weil die obere Schicht nicht festgebunden ist an die untere Schicht und somit lö... loser ist. Aber eigentlich bewegt sich nur dieses minimale Wasser/Sandgemisch ganz oben, also der untere nicht.
439	I: Hm (bejahend). Und was wird man sehen können im Ergebnis? Wenn ichs zum Beispiel jetzt geschüttelt hab und ich stell's wieder hin.
440	B2: Würd genau so aussehen.
441	B1: Ja. Das sieht man jetzt, dass das Wasser in, der von uns aus gesehen links unten, in der Ecke ist. Dadurch, dass der Sand einfach 'n bisschen Schräg ist oder vielleicht die Schüssel auch schräg steht oder so. Und ich denke, dass es, nachdem mans geschüttelt hätte, wieder genau so ist, dass das Wasser in einer Ecke... in einer Ecke ist.
442	B2: Beziehungsweise immer noch oben drauf. Also es wird nicht aufgenommen vom Sand.
443	B1: Nich mehr.

444	B2: Nö. Kann ja nicht.
445	B1: Beziehungsweise, vielleicht ist das Wasser auch in einer... ich könnte mir vorstellen, das Wasser hat ja vielleicht auch Teile von dem Sand aufgenommen, das oben schwimmt. Und dass sich daher der... der Sand 'n bisschen, also... jetzt würd ich sagen, dass oben rechts, von uns aus gesehen oben... rechts in der Ecke der Sand 'n bisschen höher ist als links unten. Vielleicht ist das nachher auch auf 'ner andern Seite 'n bisschen höher, weil das Wasser den Sand halt doch minimal verschiebt.
446	B2: Genau.
447	I: Zeichnet mal auf für die Unterlagen.
448	B1: Von oben jetzt?
449	I: Was ihr erwartet. Ja.
450	B1: (unv.).
451	B2: Kann man lesen?
452	B1: Ja.
453	B2: Das fängt mit "e" an. Soll ich Sand malen?
454	B1: Ja, mal du mal Sand.
455	B2: Ich mals jetzt so.
456	B1: Das... das ist hier ist das... ne, das hier ist das Wasser.
457	B2: Blau ist Wasser.
458	B1: Blau ist Wasser. Das ist der Sand. Das kannst du ja nochmal daneben schreiben. Das hier ist das Wasser.
459	I: Und das sind dann sozusagen so Linien, die man erkennen wird oder was meint ihr damit?
460	B2: Nein (überlappend) ich müsste eigentlich das Ganze mit kleine Punkte machen und da würd ich jetzt auch drei Jahre für brauchen, bis ich...
461	B1: (Überlappend) Nein, das ist nur der angedeutete Sand. Das sieht man auch hier: Das ist einfach der Sand.
462	I: Dann macht noch 'n Kommentar. Also beispielsw... ist das jetzt... sind das Haufen oder ist das glatt?
463	B2: Glatt.
464	B1: Joa (zögerlich). Und das Wasser ist hier...
465	B2: In einer Ecke. So minimal.
466	B1: Zwar überall und wenn man das jetzt von uns aus sieht, würd ichs hier 'n bisschen stärker machen.
467	B2: Genau.
468	B1: So vielleicht.

469	B2: Genau.
470	I: Ich mach mal Licht an.
471	B1: So schlimm?
472	B2: So schlimm? (unv.) funktioniert nicht.
473	I: Doch.
474	B2: Das kling gut.
475	I: So, ich schüttel mal.
476	B2: Hm (bejahend).
477	B1: Hm (bejahend).
478	B2: Er schüttelt (lacht).
479	B1: Oah, doch nicht so doll.
480	B2: Doch nicht so doll (lacht). Wir dachten, Sie schütteln das so langsam hin und her. Igh (lacht) das spritzt.
481	I: Und was seht ihr?
482	B2: Naja, es bilden sich so Sei... also der Sand geht so auf alle beide Seiten und bilden sich so Bröckchen. Aber, wenn er wieder steht... sieht man immer noch Wasser.
483	B1: Der Sand nimmt das Wasser doch ein wenig mehr auf, als erwartet. Ich hätte gedacht, dass mehr mehr Wasser hinzugefügt ist und der Sand schon...
484	B2: Ja. Aber...
485	B1: ...heißt das gesättigter ist?
486	B2: ... ja, sag einfach. Aber hier ist ja immer noch Wasser. Also der... das Wasser ist immer noch da. Wenn man das jetzt x-Jahre stehen lassen würde, würds halt irgendwann ansatzweise wieder so aussehen.
487	B1: Man sieht jetzt halt, dass - von uns aus rechts - auf der rechten Seite, vielleicht so 'n Zweidrittel... (unterbrochen).
488	B2: (lacht) x-Jahre stehen...
489	B1: ... äh villeicht so auf einem Drittel, dass der Sand da sehr viel höher ist als auf der anderen Seite. Und man sieht wieder, dass in diesem, ich nenns jetzt mal Tal oder Kuhle, relativ mittig bzw. links, dass sich da Wasser bildet. Ich könnt mir einfach vorstellen wieder, weils leichter ist als der Sand und deswegen wieder an der Oberfläche.
490	I: Was meinst du mit: Wasser bildet?
491	B1: Ne, Ne, nein, nein, nein, das war falsch ausgedrückt. Dass sich da das Wasser wieder sammelt.
492	B2: So, nicht bildet.
493	B1: Nicht bildet, es ist ja schon da.

494	I: Und was ist jetzt der Unterschied, zu dem, was ihr da aufgemalt habt?
495	B1: Ich glaub, wir hätten gedacht, dass das Wasser die ganze Zeit auf der, ich nenns jetzt mal, Oberfläche bleibt.
496	B2: Ja.
497	B1: Und dass es nicht erst vom Sand doch so gut aufgenommen wird.
498	B2: Beziehungsweise, sich auch mal darunter mischen kann oder so.
499	B1: Ja. Ich hätte auch gedacht, dass noch 'n bisschen mehr Wasser drin ist beziehungsweise... es sah zuerst so aus, als wäre mehr Wasser da. Aber das erklärt gerade ja auch... irgendwie ist Sand ja schwerer sonst wäre... hätte man ja keinen Meeresboden oder so.
500	I: Ja, man sieht es ja, hier mit dem Aufnehmen. Aber, ich würd mich da mal... dafür interessieren: Ihr habt ja aufgemalt, dass es glatt ist (überlappend).
501	B2: Ich würd nicht sagen: aufnehmen. Ja glatt...
502	I: Na, hier ist es nicht glatt.
503	B2: Kommt ja drauf an, wie man das dann hin... Ich schüttel das einfach noch 'n paar mal mehr.
504	I: Du musst drauf schlagen so.
505	B1: Jetzt ist es wieder glatt.
506	B2: Guck!
507	I: Ja, schieb mal hin und her. Mach mal.
508	B1: Bitte schüttel mich nicht an.
509	B2: Es bleibt glatt, es bleibt glatt (lacht).
510	I: Stärker!
511	B2: Stärker, oh Gott. Ja, ich möchte ungerne treffen.
512	B1: Ja, das ist... ich muss gleich noch weiter (lacht).
513	B2: Ich nicht. Aber das geht da in die Ecke so komisch.
514	B1: Ich glaub, du musst noch stärker. Genau.
515	B2: Ja, es bilden sich so...
516	B1: Rillen.
517	B2: Rillen. Wie im Meer.
518	I: Wie im Meer?
519	B2: Wenn das Wasser so darüber...
520	B1: (lacht) Aha:
521	B2: ... ist, das kennt man ja auch, dass das Wasser, das am Meerboden...
522	B1: ... es ist eine Struktur zu erkennen (betont) (lacht).

523	B2: Ja! (lacht).
524	I: Wieso was... wo ist jetzt der Vergleich zum Meer?
525	B2: Naja, es sieht ja auch so aus, wenn das Wasser da drüber so... hin und her...
526	B1: Also der Meerboden... Boden schüttelt sich ja nicht, aber...
527	B2: Ne, weils eine angesch... ich sag mal, angeschlossene Ebene ist. Aber der obere Teil auch aus so 'nem Sand/Wassergemisch besteht, der aber definitiv irgendwann kein Wasser mehr aufnehmen kann. Und da definitiv...
528	B1: Deswegen, das ist das, was ich grade meinte.
529	B2: Darf ich da noch 'n bisschen Wasser reinpacken?
530	I: Ne, das sind jetzt die Bedingungen.
531	B2: Schade, sonst könnte man das noch besser darstellen.
532	I: Was willst du denn darstellen?
533	B2: Wenn noch mehr Wasser drin wäre, würde sich das ja nicht so bewegen.
534	I: Hm (bejahend).
535	B1: Wenn was? Nochmal.
536	B2: Wenn noch mehr Wasser... also das Meer schüttelt sich ja auch nicht so extrem. Also da geht das Wasser nur so rüber.
537	I: Und was hast du denn jetzt grade für 'ne Bewegung gemacht, mach das nochmal.
538	B2: Welche?
539	I: Mit der du diese Rillen, wie du gesagt hast, erzeugt hast.
540	B1: Mit viel Fantasie könnte das natürlich die Bewegung des Wellen sein.
541	B2: Genau, so hin und her gehen die Wellen ja. Und wenn die Wellen 'n bisschen stärker sind, dann geht das Wasser theoretisch, was sich grade da sammelt in der einen Kuhle, überall rüber. Aber das geht grad nicht. Also mit mehr Wasser. Aber da befinden sich ja... in dem Moment... also ich würd sagen, es entstehen Rillen, in dem Moment, wo weniger Wasser dort ist und mehr an 'ner andern Stelle und dadurch das Wasser noch mit geht. Kann man das sagen?
542	B1: Hm (bejahend). Ja.
543	I: Und warum bilden sich die Rillen? Das versteh ich nicht ganz, also...
544	B2: Weil da mehr trockener Sand ist beziehungsweise mehr aufgeschichteter Sand.
545	I: Hm (bejahend).
546	B1: Ne, die Rillen entstehen, würd ich sagen, dadurch, dass das durch die Bewegung des Wassers... dass der Sand das Wasser vielleicht doch erst aufnimmt beziehungsweise, dass sich Sand und Wasser... Wasser mehr vermischen.
547	B2: (lacht) ja.
548	B1: Aber dann, in dem Moment, wo keine Bewegung mehr da ist, haben wir ja

	auch gesehen, sobald Sie das hinstellen oder sobald die zweite anonyme Person es hingestellt hat... ähm, dass der Sand dann aufgrund seines Gewichtes...
549	B2: wieder zusammenfällt auf eine Ebene?
550	B1: ... ne dann ist das Wasser oben.
551	B2: Ja, das Wasser wieder... also der Sand geht wieder nach unten, weil er jetzt nicht mehr aufgeschüttelt wurde und mit Wasser noch mehr extremer versetzt wurde. Und das... der Sand fällt jetzt wieder nach unten und bleib... der ist ja stärker als Wa... also schwerer als Wasser.
552	B1: Ja.
553	I: Und wie kommt... (unterbrochen)
554	B2: ... und das Wasser nimmt ja kein Sand, sondern das Sa... der Sand nimmt ja das Wasser auf. n
555	B1: Ja, also aufnehmen ist jetzt, glaub ich, nicht so das richtige. Das vermischt sich ja, weil man das so... ein Stein nimmt kein Wasser auf. Und Sand sind Steine, also...
556	B2: (lacht) ein (unv.). Ja ok.
557	B1: Also vermischen ist, glaub ich, physikalisch und chemisch nicht korrekt, aber...
558	B2: Aber man weiß, was wir meinen ungefähr.
559	I: Was ich mich hier frage: Was seht ihr denn hier?
560	B2: Rillen. Eine Struktur. Sandhügel.
561	B1: Joa, eine Unregelmäßigkeit des Bodens, würd ich vielleicht sagen.
562	B2: Genau, das ist nicht mehr glatt.
563	I: Wie kommt die zustande, was meint ihr?
564	B2: Dadurch, dass das Wasser hin- und hergeschüttelt wird.
565	B1: Beziehungs...
566	B2: Und auch mal regelmäßiger und mal unregelmäßiger... oder...
567	B1: Also, wir haben ja jetzt gesagt, dass sich der Sand durch die Bewegung des Wassers auch verändert, bewegt, eine Art Form oder Struktur oder Muster oder wie auch immer bildet.
568	B2: Ja.
569	B1: Und in dem Moment, wo die Bewegung nicht mehr da ist, fließt das Wasser halt gegebenenfalls ab beziehungsweise... nein, es es fließt nicht ab, aber dadurch, dass der Sand schwerer ist, bleibt dieses Muster halt und das Wasser schwimmt oben drauf... (unterbrochen).
570	B2: Und das Wasser schwimmt wieder dahin, wo am... also wo weniger Sand ist...
571	B1: Hm(bejahend).

572	B2: ... und geht wieder in die Kuhle. Also es bleibt nicht da oben, auch wenn da so 'n bisschen ist, aber das meiste Wasser geht wieder da in so 'ne Kuhle.
573	I: Du hast grad davon gesprochen, dass 'n Muster dann entsteht und dass das Wasser dann abfließt, ne?
574	B1: Ja, ich meinte diese... also nicht direkt Muster, aber diese Unregelmäßigkeit im Sand, dass eher ein Muster oder Struktur sein könnte.
575	I: Ok, diese Unregelmäßigkeit. Wie kommt die denn überhaupt zustande und wieso?
576	B1: Das hatten wir gestern ja schon: Dadurch, dass nicht jeder... nicht jedes Sandkorn, also jeder Stein dieselbe Form, Größe, Gewicht hat. Einfach dadurch vielleicht auch, durch unterschiedlich starkes Strömen des Wassers. Das Wasser strömt an der...
577	B2: oder durch Bewegung...
578	B1: ... oder fließt an der einen Seite vielleicht 'n bisschen stärker als an der anderen. Vielleicht weils schon auf 'nem geformeten Hügel getroffen oder so... einfach durch solche Unregelmäßigkeiten entstehen die Unregelmäßigkeiten...
579	B2: Und es ja auch keine gleichmäßige, dauerhafte Bewegung.
580	B1: Hm (bejahend).
581	I: Wenn ich das jetzt noch,al schüttele...
582	B2: Wenn man das jetzt...
583	I: ... ich machs erst glatt...
584	B2: Ja.
585	I: ... und ich schüttel es dann nochmal.
586	B2: Dann wirds trotzdem am Ende wieder so aussehen.
587	I: Sieht es denn genau so aus.
588	B2: Nein.
589	I: Warum nicht?
590	B1: Ne, es sieht ja jedes Mal anders aus. Das ist ja...
591	B2: Es ist individuell veränderbar.
592	I: Warum?
593	B2: Weil es kein Gehirn hat?
594	B1: Was? Nein, dadurch... das hatten wir gestern... da spielen ja verschiedene, ich würds jetzt mal Umweltfaktoren nennen, mit rein. Also, wie gesagt, vielleicht hat es mit der... auch der Temperatur des Wassers ein wenig zu tun, mit der Struktur, Größe, Form, Gewicht wie auch immer des Sandkorns. Und mit der Strömgeschwindigkeit. Kann man das sagen?
595	B2: Joa, mit der Geschwindigkeit.

596	B1: Vielleicht ist auch mal 'n Fisch weg oder so, der hält das Wasser dann ja auch so 'n bisschen auf. Also, da spielen halt ganz viele Faktoren mit rein.
597	B2: Also in dem Experiment jetzt nicht.
598	B1: Ne, aber...
599	B2: ... aber im echten Leben.
600	B1: Ja.
601	B2: Genau. Also es ist, glaub ich, 'n Zusammenspiel aus...
602	B1: ...verschiedenen Umwelteinflüssen.
603	B2: Genau, aus Bewegung, aus Kraft... kommt ja immer drauf an, mit welcher Kraft...
604	B1: Hm (bejahend).
605	B2: Mal mehr, mal weniger. Wenn man das jetzt auf ein mechanisches Schüttelgerät für Farbe stellen würde, so wie man das kennt, dann wärs am Ende auch glatt. Weil es durchgehend die gleiche, also... (unterbrochen)
606	B1: Es ist ja niemals zu 100 Prozent dieselbe Bewegung des Wassers mit...
607	B2: Das war bei Ihnen jetzt ja auch nicht zu 100 Prozent immer die gleiche Bewegung mit der gleichen Kraft, mit der gleichen Geschwindigkeit.
608	B1: Dann wäre es vermutlich gleichmäßig, wobei der Sand ja auch unterschiedlich aufgebaut. Also jedes Sandkorn ist anders.
609	B2: Ja.
610	I: Das hattest du eben schon gesagt, ne? Da würde ich gerne nochmal 'n bisschen dranbleiben.
611	B2: (lacht).
612	I: Du sagtest, die Sandkörner sind alle 'n klein bisschen unterschiedlich.
613	B1: Ja.
614	B2: Ja.
615	I: Und dadurch käme dann das Muster zustand.
616	B1: Nö, dadurch ist aber eine Unregelmäßigkeit gegeben. In der, ich nenns jetzt... ne, nicht Struktur des Sandes, das ist, glaub ich, falsch... aber einfach in dem... also ein Sandkorn ist ein kleiner, kleiner Stein. Und jeder Stein ist unterschied... das sind bestimmt auch verschiedene Gesteinssorten, erstmal das. Dadurch haben die auch 'ne unterschiedliche Dichte, Gewicht, Masse. Dann sind sie noch unterschiedlich geformt. Jeder ist anders geformt, wenn man das unter der Lupe betrachten würde oder unter dem Mikroskop. Und jeder hat halt auch durch die unterschiedliche Größe 'n anderes Gewicht, andere Form und (...) dadurch ist...
617	B2: Jeder Stein ist individuell.
618	B1: Ja, dadurch, dass an der einen Stelle vielleicht zufällig 'n bisschen schwererer Sand, auf der anderen Seite 'n bisschen leichter und (...) dadurch, dass das halt

	auch nicht zu 100 % gleichmäßig bzw regelmäßig ist.
619	I: Ok, also Sand ist unterschiedlich.
620	B1: Ja.
621	I: Und wie kommt es dann zu dieser Anhäufung? Da ist sozusagen für mich jetzt gerade noch 'ne Lücke.
622	B1: Hm (bejahend).
623	I: Also, du sagst, der Sand ist unterschiedlich.
624	B1: Hm (bejahend).
625	I: Damit komm ich klar, ok. Und auf einmal sehen wir hier diese Struktur. Aber wieso kommt es dadurch, dass der Sand unterschiedlich ist, zu manchen Anhäufungen, manchen Furchen?
626	B2: Naja, der Sand wird ja durch... das ist ja 'n Sand/Wassergemisch. Das ist ja nicht nur Sand.
627	B1: Ich glaub, Gemisch ist nicht korrekt, aber...
628	B2: Doch, wenn du was... wenn du zwei Sachen miteinander...
629	B1: Ja (zögerlich).
630	B2: ... mischt, oder zwei Stoffe, ist es ein Gemisch.
631	B1: Na ok, dann nenn es jetzt Gemisch.
632	B2: Auf jeden Fall ist es ja ein Gemisch aus zwei Stoffen: ein flüssiger und ein Feststoff.
633	I: Ok.
634	B2: Und der Feststoff wird ja gebunden durch den flüssigen Stoff, der hinzugegeben wird.
635	I: Hm (bejahend).
636	B2: Und äh wä... würde man das jetzt ohne Wasser machen, also nur mit Sand, würde das immer die gleiche Struktur wieder verfallen beziehungsweise in die gleiche Ebene, weil da nichts bindet oder nichts stärker bindet oder leichter bindet und keine Hügel aufgebaut werden können.
637	B1: Ich könnte mir auch vorstellen, dass durch das Wasser, wenn es da lang fließt, die Steine auch noch 'n bisschen verändert werden. Dass im Wasser vielleicht ganz kleine Partikelchen sind, die dann an 'nem Stein langschürfen und dadurch den auch wieder verändern und dass der Sand halt sich ständig wandelt und verändert.
638	I: Ok, aber dann bleibts immer noch bei der Story, dass der Sand sehr unterschiedlich ist.
639	B1: Ja, ja.
640	I: Selbst, wenn er sich erst am Anfang unterschiedlich und selbst wenn er sich... (überlappend).
641	B2: Er wird immer unterschiedlich bleiben.

642	I: Genau, und selbst wenn er sich verändert, ist er nach wie vor unterschiedlich. Hm (überlegend) aber ich frag mich, wie die Unterschiedlichkeit dieses Muster hervorrufen kann. Könnt ihr mir das...
643	B2: Ja...
644	I: ... kleinschrittig erklären, was da passiert?
645	B2: Ja, könn wir versuchen (lacht). Ja, das ist ja... sind ja alles individuell... also es sind ja nicht... es ist ja nicht von Hand gefertigt und es sind... die sind alle nicht gleich groß, also 4 mal 4 oder wie auch immer.
646	I: Hm (bejahend).
647	B2: Ähm, und somit hat es immer 'ne verschiedenen... also 'ne andere... kann man sagen: Passform? Wie es zusammenpasst dann? Oder an sich an... irgendwie nicht... ich will nicht sagen: andockt. Weil das stimmt ja nicht. Sand dockt sich ja nirgends an. Aber, wie das da so... wie bei Tetris da so reinfällt. Das sind alle... nicht alles gleiche Vierecke oder nur kleine Vierecke, weil dann würd das ja alles symmetrisch passen.
648	B1: Also einfach dadurch, dass der Sand so unterschiedlich ist, fließt das Wasser, wenn wir jetzt mal davon ausgehen, wenn wir jetzt mal bei unserer Schale bleiben: Das Wasser fließt dann an der einen Seite, wie wir gesehen haben halt... man... dass das... wenn Sie es schütteln oder bewegen, bewegt sich ja der Sand ein bisschen mit. Und wenn Sie dann aufhören, ist der Sand aber vielleicht grad auf einer Seite stärker, gehäufte?
649	B2: Ja.
650	B1: Geballter oder wie auch immer. Und auf der andern Seite weniger. Was jetzt hier bei uns, auf der von von aus gesehenen linken Seite der Fall wäre...
651	B2: Genau.
652	B1: Und fließt dementsprechend... fließt das Wasser dann wieder ein wenig ab. Und zurück bleibt ein Muster oder eine Struktur.
653	I: Ok, wenn ich plötzlich aufhöre, dann bleibts ja eben bei dem...
654	B1: Hm (bejahend).
655	B2: Genau.
656	I: ... was grade so entstanden ist. Aber das erklärt immer noch nicht...
657	B1: Ne (lacht).
658	I: ... warum das vorher im Verlauf entstanden ist, ne?
659	B1: Ja, ne (lacht).
660	I: Weil wenn ich stoppe, frier ich sozusagen den Zustand ein.
661	B1: Hm (bejahend).
662	I: Ihr habt ja auch...
663	B2: Ja.

664	I: ...sicherlich gesehen, sonst muss ich das nochmal machen...
665	B2: Ne (lacht).
666	I: ...wär auch kein Problem. Ihr habt ja sicherlich gesehen, dass auch während des Schüttelns...
667	B2: Ja.
668	I: ...die Furchen und kleinen Hügelchen erkennen konnte.
669	B1: Ja.
670	B2: Weil da dauernd wieder Sand... also es wird ja Sand ab... also sozusagen abgelöst durch das Schütteln.
671	I: Hm (bejahend).
672	B2: Und da formen sich solche kleinen Kügelchen und... oder lagern sich auch dann über andere Schichten des Sandes und dadurch entstehen dann... also es ist eigentlich eine Verlagerung von Sandschichten oder von Sandhügelchen oder von Sand. Es ist ja 'ne durchgängige Verlagerung. Und die ist ja nicht vorgegeben, sondern individuell und unregelmäßig. Und dadurch entstehen ja solche Sandhügelchen. Weil hier ist auch 'ne Über... Verlagerung des Sandes zu sehen. Aber die sieht man nicht so krass. Also da ist nur minimal und hier ist extremer.
673	I: Mir ist immer noch nicht klar, wie es jetzt zu diesem Muster kommt.
674	B1: Ich glaub, das kommt auch nicht mehr (lacht). Ich glaube, da finden wir nicht die richtigen Worte für (uüberlappend).
675	B2: Es gibt keinen Bauplan. Also, das ist einfach so...
676	I: Ja, klar.
677	B2: ... Zufall.
678	I: Ja, ihr habt ja grade von Zufall gesprochen. Darauf möchte ich nochmal hinaus.
679	B2: Wir mögen den Zufall.
680	I: Und zwar: Ähm, du hast eben beschrieben, dass du sowas schon mal im Meer gesehen hast.
681	B2: Ja.
682	I: Kannst du mir davon 'n bisschen erzählen?
683	B2: Ja, wenn man in das Wasser rein läuft, also... Nordsee, Ostsee oder wo auch immer man meistens... außer an 'ner Steilküste.
684	B1: (lacht).
685	B2: Aber überall, wo Sand ist...
686	B1: Sandstrand.
687	B2: Genau, überall wo Sandstrand ist, ähm ist der Sand ja in verschiedenen Schichten überlagert. Und es gibt festeren und lockeren. Und der lockere Sand... (unterbrochen)

688	B1: Beziehungsweise je weiter man nach unten... oh Gott, das ist jetzt schwierig...
689	B2: Ins Meer rein.
690	B1: Ja (zögerlich).
691	B2: Ja.
692	B1: Desto... nein, nicht trockener...
693	B2: Was willst du sagen?
694	B1: ... nein, dass das...
695	B2: ... fester.
696	B1: ... Wasser... wie viel Wasser ist denn unten in der Sandschicht noch? Weil wir ja gerade gesagt haben, dass der Sand beziehungsweise...(unterbrochen)
697	B2: Naja...
698	B1: ...die Steine schwerer sind als das Wasser. Wie viel Wasser ist denn da unten überhaupt noch aufgenommen, sag ich mal?
699	B2: Es kommt ja immer drauf an.
700	B1: Ja, deswegen.
701	B2: Also, es gibt... so wie man das Meer kennt, gibts ja eine Schicht, die auf jeden Fall Wasser aufgenommen hat. Und meistens kommt dann irgendeine stärkere Schicht beziehungsweise... so, wie wir das kennen oder wie mir das mal irgendwann erklärt wurde, war... gabs da auch 'ne Lehmschicht und die lässt kein Wasser durch. Andere Schichten lassen wieder Wasser durch. Und ähm, aber das, was ich da gesehn hab, ist meistens wenn das Wasser aufläuft beziehungsweise abläuft. Da entstehen so Rillen, weil der Boden ja nicht gleichmäßig ist, aber Sand mitgenommen wird, wenn das Wasser aufläuft. Aber genau so auch wieder zurückgenommen wird. Aber sich auch irgendwo verlagert. Also es ist 'ne durchgängige Verlagerung des Sandes. Der zufällig passiert.
702	I: Kennst du den Namen dafür? Schon mal (unterbrochen).
703	B2: 'Ne Sandverlagerung.
704	I: Diese Rippel. Schon mal das Wort gehört?
705	B1: Ne, jetzt nicht so.
706	B2: Ne (lacht).
707	I: Rippel. Also, wie sehen die denn aus? Du hast grade geschrieben, dann sind da auf dem Meeresboden... Kannst du das mal aufmalen? Wie sieht das aus?
708	B1: Ich würd sagen, eine Art Rille, oder?
709	B2: Ja nicht Rillen, aber es sind so so so... oh Gott... einfach so wie man... was ich jetzt grad... naja... Also das sind dann so: Mal so, dann ist hier wieder weniger und dann ist es... also es sind... ich will nicht sagen: wellenartig. Aber...
710	B1: Vielleicht hast du da auch mal 'n Hügelchen und was Rundlicheres.
711	B2: Also es sind so Schichten, die so aneinander gedockt sind. Aber die sind jetzt

	irgendwie... das (zeigt) muss jetzt höher sein als das und das (zeigt) kann tiefer. Dann ist immer so... überlappt sich so.
712	B1: (unv.).
713	B2: Ja genau, und es sind so Rillen.
714	B1: ... und kleine Hügelchen.
715	I: Was es noch gibt... es gibt solche Rippelstrukturen... Die heißen so... die sind sehr regelmäßig. Da hat man hier 'ne Sandanhäufung und dann nichts. Hier 'ne Sandanhäufung und nichts. Die gibts auch.
716	B1: Hm (bejahend).
717	B2: Ja, ist ja auch so ähnlich, so ansatzweise.
718	B1: Das ist, glaub ich... (unterbrochen)
719	I: Aber, das besondere hier ist, die sind nicht so willkürlich verteilt wie die.
720	B1: Vielleicht hat das auch aus irgendnem Grund was mit dem Salzgehalt im Wasser zu tun.
721	I: Inwiefern?
722	B2: Wenn Meersalz da ist... das kennt man ja, wenn... oder auch... ich will nicht sagen: Chlorgehalt. Weil im Meer ist ja kein Chlor. Aber bei Süßwasser beziehungsweise bei Salzwasser... also an der Nordsee...
723	B1: Vielleicht liege ich grade auch falsch, aber wenn ich grad an einen Süßwassersee denke...
724	B2: Da ist das nicht so extrem.
725	B1: ... sieht man da vielleicht gelegentlich mal auch eine Art Muster, Struktur auf dem Boden. Aber jetzt nicht so extrem wie beispielsweise an der Nord- oder Ostsee. Vielleicht hat das wirklich was mit dem Salzgehalt zu tun.
726	I: Ja gut, das ist ja hier auch Süßwasser.
727	B1: Hm (bejahend). Deswegen.
728	B2: Also, ich weiß nicht...
729	B1: Ob das was damit zu tun hat beziehungsweise es könnte auch einfach damit zu tun haben, dass am See ja... (unterbrochen).
730	B2: Es kommt ja immer auf die Struktur des Bodens, der sowieso gegeben ist, an. Und dann kommt mit dem Sand... (unterbrochen).
731	B1: Mit grob- oder feinkörnig?
732	B2: Ja.
733	B1: Ich meinte gerade, ich glaub, im See hat das eher was damit zu tun, dass da kein Wellengang ist, sag ich jetzt mal so ganz grob.
734	I: Wenn ihr 'nen Namen erfinden müsstet, wie würdet ihr das Phänomen nennen?
735	B2: Struktur, Muster? (lacht). Zufallsstruktur?

736	B1: Ja, vielleicht oder zufällige Struktur oder eine Strukturbildung.
737	I: Welches jetzt von den Wörtern?
738	B2: Strukturbildung?
739	B1: Zufällige Strukturbildung.
740	B2: Das find ich gut.
741	B1: Das klingt professionell.
742	B2: Das unterstütz ich.
743	I: Was ist der Unterschied zu der anderen nicht zufälligen Strukturbildung?
744	B2: Ja, das eine ist von Menschenhand gemacht...
745	B1: Ich würd auch sagen... (unterbrochen).
746	B2: ... beabsichtigen.
747	B1: Hm (bejahend) gewollt immer dieselbe Handlung, derselbe Ablauf.
748	B2: Weil das ist ja auch 'ne Struktur. An jedem Tisch stehen zwei Stühle. Und das ist gewollt
749	I: Und wie macht die Natur das? Weil der Mensch hat ja ein Gehirn, der kann sowas bau... machen, kann sich entscheiden.
750	B2: Ja.
751	I: Ich stell das hin, ich bau die Fliesen... die hatten wir gestern, die Fliesen so. Und die Natur hat ja kein... zumindest keine (unv.).
752	B2: Na, es ist einfach so. Die hat so... pi mal Nase (lacht). Ist einfach so.
753	B1: Ich glaub, da spielen wieder verschiedene Umweltfaktoren mit rein, weshalb das so ist.
754	B2: Also, das kann ich nicht erklären. Das hab ich leider nicht studiert (lacht).
755	B1: (lacht).
756	B2: Aber auf jeden Fall irgendwie Umwelteinflüsse und...
757	B1: Hm (bejahend).
758	B2: Joa.
759	I: Gut, ok. Dann dankeschön für das Interview.
760	B1: Das wars schon?
761	B2: Bitte.

21.3 Redigierungen der ersten Interviewreihe (A)

21.3.1 Interview E1A

3	I: Das erste Interview ist so strukturiert, dass erst so ein bisschen über Strömung gesprochen wird, also über diese Begriffsbildung, und dann über Strukturen, also ist zweigeteilt. Fangen wir einmal mit Strömungen an. Woran denkst du, wenn ich von Strömungen spreche?
4	B: An Wasser.
7	I: Ok, und was findest du an Wasser so interessant? Also was ist da für dich Strömung oder was ist da so interessant für dich dann?
8, 10	B: Es ist die Assoziation mit Strömung, also natürlich kann auch Sand über Land strömen, aber für mich hat Strömung etwas mit Wasser zu tun, hauptsächlich. Ob es jetzt durch einen Kanal fließt oder sich als Welle am Strand bricht.
11	I: Sind dir Strömungen sonst irgendwo noch schonmal begegnet?
12	B: Ja, auf Kreta habe ich geschnorchelt und ich habe plötzlich nichts mehr gesehen und das kam daher, weil landseitig ein Kaltwasserfluss, oder Kaltwasser von einem Fluss, in das Meer gemündet ist und dort hatte ich also zwei unterschiedliche Dichtegerade des Salz- und Süßwassers, also eine Unterströmung sozusagen des kalten Wassers über das warme Meereswasser. Das wäre so das Eindrucksvollste, sagen wir mal so, wo man es auch sieht.
13	I: Ja, wo man es dann wirklich so selbst erlebt hat und spürt.
14, 16	B: Wo man es sieht und erlebt und auch fühlt, genau. Also wirklich zwei verschiedene Strömungen.
17	I: Die Strömungen sah so aus, dass sie dich weggedrückt hat oder wie war dieses Gefühl so?
18	B: Nein, gar nicht mal, dass ich körperliche Probleme hatte, sondern einfach vom Fühlen, dass dieses wirklich vier oder fünf Grad kalte Wasser in dieses Meerwasser gemündet ist und dass man nichts mehr gesehen hat wie im Nebel, wenn man durch diese Strömung oder durch diese Schichten dann getaucht ist. Das ist so die Erfahrung mit Strömung. Nicht jetzt lebensbedrohlich, dass man da jetzt kein Halt mehr hat oder weggetrieben wird.
19	I: Ja, aber man ist schon erschrocken im ersten Moment.
20	B: Genau, obwohl das stimmt auch nicht. Also ich hatte auch mal auf Kreta in einer Bucht trotz Flossen zu arbeiten, dass ich nicht rausgetrieben werde auf das Meer. Das ist dann so ein bisschen grenzwertiger.
21	I: Hast du schon einmal selbst Strömung erzeugt?
22	B: Als Kind in der Badewanne vielleicht. Indem man den Schaum produziert hat. Aber ansonsten wüsste ich jetzt nicht. Also nicht bewusst, dass man jetzt sagt: „Ok, ich muss jetzt Strömung erzeugen“!
23	I: Kennst du sonst noch konkrete Beispiele für Strömungen, die du sonst noch kennst, also nicht unbedingt selbst gesehen.
24	B: Ja, vielleicht hier diesen Strömungskanal im Schiffbau, um Schiffsformen

	auszutesten. Natürlich hier auch der Windkanal, vielleicht dieses Windlap. Da sind ja auch Strömungen, Luftströmungen, das ist ja nicht immer nur Wasser.
25	I: Was wäre für dich ein Gegenteil für Strömung oder das Gegenteil für Strömung?
26	B: Ein Sog würde ich eher sagen. Also ein Strudel, wie das auch auf den Fotos ist oder gewesen ist. Eine Strömung hat ja immer was mit Gegendruck zu tun, dass einem das mehr oder weniger entgegenkommt. Und das Gegenteil wäre für mich dann eventuell dieser Sog, der Strudel. Wo man dann eben das Gegenteil hat.
27	I: Was wäre ein Synonym für die Strömung?
28	B: Ein Synonym wüsste ich jetzt nicht.
29	I: Wie würdest du denn jemand anderen die Strömung erklären?
30	B: Aus physikalischer Sicht meinst du jetzt?
31	I: Aus deiner Sicht, also muss gar nicht aus physikalischer sein. Wenn da jetzt so eine Strömung ist, wie würdest du das jemand anderen erklären?
32	B: Bewegung von entweder Wasser oder Luft oder so... von solchen Elementen. Dass die eben in Bewegung ist. Egal, wie oder wodurch sie erzeugt worden sind. Aber, dass man eben eine Bewegung erfährt an bestimmten Dingen.
33	I: Ok, könntest du dann auch eine konkrete Definition aufschreiben von Strömung?
34	B: (Pusten) Nein.
39	I: Ok, alles klar. Dann habe ich hier so ein paar Bilder mitgebracht. Es sind 21 sogar. Ich lege die jetzt einmal alle hier so hin, die haben auch alle Nummerierung. Wenn man dann irgendwie darüber sprechen möchte, dann kann man die einmal benennen. Kannst du dir einmal so in Ruhe angucken.
42	B: Was ich jetzt mit Strömung verbinde?
43, 45	I: Genau, das kommt gleich. Du kannst erstmal eben angucken. Hast du schon einmal selbst irgendwelche Sachen gesehen? Du kannst ja einfach die Nummern dann nennen, welche du schon mal selbst gesehen hast.
46	B: Die 5 hab ich schon mal gesehen. Also im Detail vielleicht nicht so (langgezogen). Die 19, also nicht so in dieser Nähe, aber die Wassertropfen schon. 21 ist, schätze ich, das Wattenmeer, das habe ich schon mal im Film gesehen, also dieses „Deutschland von oben“. Genau wie hier die 20, würde ich sagen, sind ja Priele. 18 halt im Zoo, das Zebra. 11 ja, auf jeden Fall, die 2 auch. Mohnblumen ganz viel auf Mallorca. 4, ne Lampe, auch. Die Wellen auf 3 und 1. Die 10 und die 12. Die 6, wenn man die Sanddüne nur nimmt, nicht unbedingt jetzt den aufgewirbelten Sand. 16 auf jeden Fall, auch auf dem Schiff, wenn man fährt und im Wattenmeer zum Beispiel. 17 nicht. 14 ja auch auf einem Foto oder im Fernsehen, diesen Luftstrudel. Das (Bild 13) auch aus dem Fernsehen, die Stare zum Beispiel in Italien. 9, die Landschaft jetzt an sich so in der Form, oder?
47	I: Das, was du darauf sehen würdest. Das ist ja für jeden immer ein bisschen anders, was man da sieht.
48	B: Diese Wellen, diese Wellendynamik vielleicht. Ja, also zerrissene Wolken. 7, schätze ich jetzt auch mal, ist so eine Aufnahme aus dem Wattenmeer oder Fisch...

49	I: Das ist so eine Aufnahme wieder aus dem Weltall, also von oben.
50	B: Gut, also ähnlich wie, sowas.
51	I: Ähm, wie hier dieses hier.
52	B: Ja gut, 8 sieht man auch nochmal und 15 auch. 15 hab ich auch schon in echt gesehen.
53	I: Ok, alles klar. Genau, dann kommt jetzt die Aufgabe, welche Bilder du dem Begriff Strömung zuordnen würdest. Die anderen kannst du einfach zur Seite legen.
54	B: Welche ich der Strömung zuordnen würde. Hier bin ich mir noch so ein bisschen unsicher.
55	I: Wieso?
56,	B: Ja gut, es strömt auch, da hast du eigentlich auch recht.
58	Ich denke, nur die zweimal Zebra und 12 und die 3 würde ich jetzt nicht unmittelbar...
59	I: Dann können wir die einmal zur Seite legen. So, dann haben wir die alle. Wo sind denn für dich da Gemeinsamkeiten? Wieso hast du diese Bilder jetzt ausgewählt und was war jetzt sozusagen das Essentielle, warum du die jetzt ausgewählt hast? Also warum gehörte das jetzt zu Strömung für dich?
60	B: Wir haben ja einmal hauptsächlich Wasser und Luft jetzt auf diesen Fotos, oder die bewegte Luft oder das bewegte Wasser oder auch Dinge, die durch die Luft bewegt werden. Also zum Beispiel die 6 mit der Sanddüne, der Sand der aufgewirbelt wird. Wolken durch die Luftbewegung oder durch die unterschiedlichen Luftdrücke, die bei 9 also jetzt sehr interessante Formen haben, die man eben auch beobachten kann, am Himmel. Und Wasser, also Wasser in verschiedensten Variationen. Jetzt auch als nicht vorhandenes Wasser wie also diese Priele, die dann ja im Wattenmeer bestimmte Wege geformt haben. Und Wolken eben an sich auch, die sich ja in der Regel auch meistens bewegen durch Luftströmung und auch die Wellen hier in dem Sinne oder auch hier die Windräder. Also das mit Luft.
61	I: Also mit Luft und Wasser immer und das ist bei diesen Bildern, die du jetzt rausgelegt hast, nicht der Fall und deswegen hast du sie nicht dazu gewählt. Oder gibt es noch einen anderen Grund?
62	B: Nein, das ist statisch. Also gut, das Zebra bewegt sich halt auch, aber es würde jetzt nicht für mich in diese Kategorie, was ich jetzt eben gesagt habe, fallen. Die Lampe, das Licht würde ich jetzt auch nicht zu Strömung zählen. Also, das sind meine Interpretationspunkte, was Strömung für mich bedeutet.
67	I: Passt. Super, ok, dann können wir die auch wieder zusammenpacken. Die kommen dann später noch einmal zum Einsatz. Was ist denn für dich die Strömung schlecht hin? Also jetzt hast du ja auch ein paar Bilder gesehen, also was wäre für dich die Strömung?
68	B: Also das erste, was ich damit verbinde, ist Wasser. Luft an zweiter Stelle, würde ich sagen. Aber Wasser ist das, wo man zuerst dran denkt.
69	I: Ok, jetzt stell dir einmal vor, du wärst in einer Werbeagentur angestellt und müsstest ein Logo entwerfen für Strömung. Könntest du mir da einmal eins

	aufzeichnen?
70, 72	B: (Pusten) Ja, also ein Logo für Strömung. Würde ich jetzt zuerst an eine Welle denken. Sagen wir mal, es soll eine Welle werden, sagen wir mal so eine Welle, die sich irgendwie aufbaut und dann quasi...
73	I: ...die sich so bricht dann.
74	B: ...die sich bricht genau so, wenn man hier so die die Oberfläche hätte. Also so Strömung.
75	I: Ok, jetzt kommen wir auch schon so ein bisschen zu dem Erklärbegriff, sage ich mal. Was glaubst du, wie kommt es zu solchen Strömungen?
76	B: Bei Wasser jetzt im Wattenmeer bei Ebbe und Flut haben wir die Gezeiten, hervorgerufen durch den Mond oder durch die Mondphasen, die Anziehungskraft eben des Mondes. Ansonsten wenn Wasser fließt, ein Berg ab zum Beispiel, und der Bach oder die Rinne oder der Kanal verengt sich, dann haben wir halt einen schnelleren Durchfluss, eine schnellere Strömung in dem Sinne. Also wenn es sich baulich verändert.
77	I: Könnte man Strömung vielleicht aufhalten? Oder wie könnte man Strömung aufhalten?
78	B: Durch Deiche und durch Dämme, durch Stauseen, Staudämme, Stauwehre, in dem Sinne.
79	I: Könnte die Natur denn auch Einfluss darauf haben? Also, dass die Natur sozusagen irgendwie Strömung aufhalten oder vermindern oder verstärken könnte?
80, 82	B: Was ist jetzt der Begriff Natur für dich? Natürliche Landschaftsformen, oder?
83	I: Zum Beispiel, hm (bejahend).
84	B: Ja sicherlich, also wenn ich da an Schottland denke, wo man dieses Gezeitenkraftwerk gebaut hat, da sind ja durch die Landschaft oder durch diesen Meeresuntergrund extreme Strömungen. Und an anderer Stelle, hier im Wattenmeer, haben wir ein ziemlich flaches Meer oder eine ziemlich flache Zone, wo zwar auch Strömung herrscht, aber ja nicht in der Intensität. Also, das ist natürlich gegeben oder durch die Natur gegeben.
85	I: Woher hast du dieses Wissen alles?
86	B: Bücher oder an erster Stelle Fernsehen, also Naturkundesendungen.
87	I: Dokus oder so?
88	B: Ja also dann Terra X. Also weniger Dokus, die so auf N24 laufen. Ich sage mal so fundiertere Dokusendungen. Aber ansonsten auch Bücher. Weniger Internet, also Internet ist nicht unbedingt das Nachschlagewerk (lachen). Wenn mich was interessiert, dann gucke ich im Internet. Aber ein Buch über bestimmte Sachen – die jetzt nicht unbedingt das Thema Strömung haben, aber wo das irgendwie mit drin vorkommt – das ist dann schon mehr ein Nachschlagewerk für mich als das Internet.
89	I: Ok, perfekt. Dann sind wir auch schon mit Strömung fertig und kommen einmal zu Strukturen. Bei Strukturen ist das gleich aufgebaut, wie wir das jetzt eben auch

	hatten. Woran würdest du denken, wenn ich von Strukturen an der Küste und am Ozean spreche?
90	B: Ich kann da jetzt nicht so richtig was mit anfangen, muss ich gestehen, was jetzt unter Struktur gemeint ist. Ist das jetzt eine Land...
91	I: Ok, ein paar Bilder haben wir ja hier. Zum Beispiel solche, sowas.
92	B: Ok, das wäre eine Struktur, ja.
93	I: Ich könnte jetzt ja auch hier diese Rippelbildung nehmen. Das wären dann jetzt solche konkreten Strukturen, also die man jetzt so sehen könnte.
94	B: Ja, das ist richtig. Wie nennt man das (pusten)?
95	I: Das ist hier so Rippelbildung im Sand.
96	B: Sandgebilde im Wattenmeer, genau. Gut, das eine auf Bild 21 sieht man ja weniger selbst. Gut, man sieht natürlich Strukturen, wenn da jetzt eine Sanddüne dazu zählt. Weiß ich nicht, inwieweit ihr das da jetzt definiert. Man weiß, wie die Küstenlinie oder diese Sanddüne vor einem Sturm zum Beispiel ausgesehen hat und man guckt sich das dann nach diesem Sturm wieder an und es fehlen plötzlich 1,50 m oder 2 m. Dann ist das ja eine einschneidende Veränderung. Man hat ein bestimmtes Bild von einer Küstenlinie oder man fährt da in den Urlaub immer hin und es hat sich ja letztendlich die Struktur geändert, also das würde ich mit einer Struktur mit Meer verbinden.
97	I: Was ist für dich da interessant dran?
98	B: Ich fahre gerne zu einer Struktur hin, die für mich anziehend ist, also zum Beispiel fahre ich gerne ans Meer, weil ich die Vielfalt schätze oder liebe. Nicht unbedingt die Wattenmeerseite, die Struktur des Wattenmeeres, sondern eher die Seite der Ostsee. Also weil der Sandstrand, die Bäume, also diese abwechslungsreichere Landschaft, Struktur der Landschaft, mich mehr in den Urlaubsmodus versetzen würde als jetzt die Küste, weil hier bin ich halt aufgewachsen. Das hat jetzt weniger was mit Urlaub dann zu tun.
99	I: Hast du denn schonmal Strukturen gesehen?
100	B: Ja gut, dieses hier bei 5 das siehst du in der Ostsee und an der Nordsee oder auf Kreta oder Mallorca. 21, diese Strukturen letztendlich aus dem Fernsehen, würde ich sagen. „Deutschland von oben“ ist so eine Sendung gewesen.
101	I: Ja, fallen dir sonst noch irgendwelche Strukturen ein, so Beispiele für Strukturen, die man kennt?
102	B: Von der Küste jetzt direkt?
103	I: Ja, zum Beispiel, also kann auch sonst außerhalb der Küste sein, wenn dir da irgendwie auch noch ein paar einfallen.
104	B: Wenn man von oben betrachtet, wie der Landwirt sein Feld angelegt hat: seine Spuren, die dann später irgendwie zuwachsen, wenn das Korn höher wird, aber letztendlich man immer noch sieht, wo er denn gefahren ist oder wie er enden will, solche Strukturen. Ja, was ganz was Blödes von Erich von Däniken, wo wir gerade bei Feldern sind: irgendwelche Kreise oder auch Satellitenaufnahmen von Südamerika, wo wirklich mit einem Lineal gezogene Linien irgendwie sind, die irgendwer ja gemacht haben muss. Also solche Strukturen fallen mir jetzt ein.

105	I: Was wäre das Gegenteil von Strukturen für dich?
106	B: Eine ebene Fläche. Also wo es einfach gleichmäßig ist.
107	I: Also wo nichts Besonderes ist.
108	B: Eine glatte Oberfläche so wie diese Tischoberfläche. Das hat zwar auch eine Struktur, aber das ist es dann auch. Das ist halt glatt und flach.
109	I: Ok, dann auch wieder: Was wäre ein Synonym für dich für eine Struktur?
110	B: Das Aussehen vielleicht, würde ich sagen.
111	I: Ja, ok. Wie würdest du jemand anderen eine Struktur erklären, was eine Struktur ist?
112	B: Ja, vielleicht auch über das Aussehen. Also Struktur ist ja eine Umgebung oder eine Landschaft oder ein Gegenstand. Entweder durch Menschen geschaffen oder eben durch die Naturgewalten. Das würde ich unter Struktur ganz schnell so erklären hm (bejahend).
113	I: Ok, könntest du auch eine Definition dafür wieder aufschreiben?
114	B: Ne (lachen).
115	I: Ok. Alles klar. Dann kommen wir jetzt hier auch zu den Bildern. Also, ich lege mal wieder alle so hin und dann kannst du dir auch wieder so raussuchen, welche zu Strukturen gehören, welche nicht. Die anderen kannst du wieder zur Seite legen.
116	B: Ich glaube, diesmal würde ich nur die Lampe wegnehmen. Alles andere hat für mich eine Charakteristik, also diese bestimmte Struktur. Auch das Zebra durch diese Formgebung der Streifen hat eine bestimmte Struktur und damit ist klar: es ist ein Zebra. Wenn das nicht wäre, wäre es auf den ersten Blick für mich ein Pferd. Das ist vielleicht eine gute Erklärung. Und bei der anderen Struktur, dem Vogelschwarm, da ändert sich die Struktur stetig, aber es ist eben ein Schwarm zu erkennen und das gleiche würde ich jetzt auch bei der Welle sagen, die letztendlich auch immer eine gleiche Struktur hat, aber auch ganz unterschiedlich aussehen kann.
117	I: Ok, was muss konkret für dich erfüllt sein, dass du es jetzt zu einer Struktur zählst?
118	B: Man könnte sagen, eine Unregelmäßigkeit in dem Sinne. Also diese Sandhäufchen oder Eimerhäufchen, die sehen zwar unterschiedlich aus, sie haben eine unterschiedliche Struktur, einige sind rund einige sind halt eckig, aber diese Unregelmäßigkeit ist für mich ausschlaggebend dann, dass es sich eben hier um diese Sandeimer handelt. Das würde ich damit verbinden.
119	I: Warum gehört da die Lampe nicht dazu. Wieso genau?
120	B: Weiß ich nicht, muss ich ehrlich gestehen.
121	I: Also vom Aussehen so.
122	B: Zu dem, was ich hier jetzt so vorfinde, würde ich es nicht einordnen oder zuordnen.
123	I: Ok. Gut, dann mach ich auch da wieder ein Bild von jetzt. Ich schieb die einmal

	zusammen.
130	B: Also Struktur und Strömung hängen zusammen, gell?
131	I: Genau, das kommt später noch (lachen).
132	B. Könnte man daraus schließen.
133	I: Ok, und jetzt wieder ein Logo designen. Wieder für die Werbeagentur, was für dich Struktur ist.
134	B: Ich würde einen Stern wählen. Weiß nicht, so ein fünfzackiger Stern. Gut, ist jetzt nicht so ein besonders guter Stern. Aber so einen Stern würde ich mit Struktur verbinden.
135	I: Wieso?
136	B: Naja, weil ich versucht habe, erst nur Striche zu malen, die in eine bestimmte Richtung gehen oder von etwas weg zeigen. Aber das ergibt für den Betrachter keinen Sinn. Also eine Welle würde man vielleicht jetzt mit Bewegung, mit Dynamik verbinden. Und einen Stern sieht man so nicht am Himmel, aber er wird immer so gezeigt. Diese bestimmte Struktur, das ist eben ein Stern ist. Und ich finde, es ist ausdrucksvoller als wenn ich eine Teekanne zeichne.
139	I: Ok perfekt, legen wir das einmal zur Seite. Dann kommen wir jetzt auch wieder zum Erklärungsbegriff ein bisschen. Was glaubst du, wie kommt es zu solchen Strukturen?
140	B: Ich glaube, da gibt es verschiedene Möglichkeiten, mindestens zwei. Also eine sind vom Menschen gemachte, bestimmte Strukturen durch Einflussnahme auf die Landschaft eventuell. Das man dann andere Strukturen vor dieser Maßnahme findet, als nach dieser Maßnahme. Und das andere ist einfach die natürliche Struktur. Also wenn wir jetzt an das Wattenmeer denken, an diese Riffel im Sand. Diese zwei Arten eventuell.
141	I: Ok, könnte man Strukturen aufhalten?
142	B: Ja, also, ich denke, was ich vorhin schon gesagt habe: Dass man Dämme baut, Deiche, Staudämme und Mauern.
143	I: Könnte die Natur denn auch wieder darauf einwirken? Also könnte die Natur zum Beispiel irgendwie solche Strukturen verstärken?
144	B: Wenn wir bei der Sanddüne bleiben, gibt es ja die windabgewandte Seite und die windzugewandte Seite. Das heißt, sollte der Wind drehen, ändert sich natürlich auch die Struktur der Sanddüne, also eine Wanderdüne zum Beispiel. Das würde ich schon sagen, ja.
145	I: Ok, und auch wieder die Frage: Woher hast du dieses Wissen?
146	B: Ich denke mal, aufmerksam durch das Leben gehen. Vielleicht auch ein bisschen ja Naturempfinden haben, also sich auch daran erfreuen und das auch wahrnehmen.
147	I: So ein bisschen Neugier dann auch.
148	B: Ja, Neugierde, aber auch sich an den schönen Dingen vielleicht erfreuen, die für andere Leute völlig uninteressant sind, mag ja auch sein.

- 149 I: Ok, was kannst du so abschließend über Strömungen und Strukturen sagen, also haben die für dich irgendwie einen Zusammenhang für dich? Wie stehen die zueinander?
- 150 B: Ja, also sie sind abhängig voneinander, denke ich, also das eine resultiert vielleicht aus dem anderen.
- 151 I: Was kommt zuerst sozusagen? Wenn du jetzt sagst, das eine resultiert aus dem anderen.
- 152 B: Es hat ja am Anfang eine bestimmte Struktur und wenn wir jetzt diese Wanderdüne nehmen, ändert sich durch die Dynamik des Windes diese Struktur. Aber andererseits kann es natürlich auch... ja, ne, lassen wir es so stehen (lacht).
- 153 I: Ok, perfekt, dann sind wir auch fertig und ich bedanke mich einmal.
- 154 B: Ja ok, gern geschehen.

21.3.2 Interview E2A

3	I: Erst wird über Strömungen gesprochen und dann einmal danach über Strukturen. Dann fangen wir einmal mit den Strömungen an. Woran denkst du, wenn ich von Strömungen spreche?
4	B: Erstmal an einen Fluss, so ganz intuitiv. Dann natürlich auch die Strömung bei uns gerade in der Nordsee, wenn die Gezeiten kommen und gehen, wenn die Priele volllaufen. Die Strömungen, die damit einhergeht.
5	I: Was findest du an solchen Strömungen interessant? Oder findest du es überhaupt interessant?
6	B: Gerade Ebbe und Flut finde ich total spannend, weil die Kraft der Natur da ganz offensichtlich wird und weil sich auch im Boden diese wellenförmigen Abdrücke zeigen. Und weil die Strände zum Beispiel auf den ostfriesischen Inseln jeden Tag unterschiedlich sind.
7	I: WO sind dir Strömungen schon einmal begegnet?
8	B: In der Regel in Flüssen und im Meer.
9	I: Hast du da konkrete Beispiele was du da genau gesehen hast? Wie sah das aus, was dir da begegnet ist?
10	B: Im Fluss sieht man in der Regel relativ schnell, in welche Richtung er fließt. Zumindest, wenn es tagelang vorher geregnet hat und die Flüsse einen hohen Wasserstand haben. Zum Beispiel in der Hunte, wenn man dann da Kanu fährt und dann nimmt einen die Strömung quasi ganz schnell mit.
15	I: Hast du sonst noch Ideen, wo es sonst noch Strömungen gibt? Jetzt außer im Fluss.
16	B: Jetzt mal unabhängig von Wasser?
17	I: Ja, zum Beispiel.
18	B: Wind. Der ist natürlich nicht unbedingt sichtbar, höchstens in der zweiten Ebene dadurch, dass sich Äste bewegen oder Haare fliegen.
20	I: Also hast du bei einer Strömung einmal das Sichtbare mit dem Wasser und das nicht Sichtbare mit dem Wind.
21	B: Ich war vor kurzem mit meiner Tochter in Paris in den Metrogängen. Da nimmt man riesigen Zug war irgendwie, wenn der...
22	I: ... der Wind da durchpeitscht.
23	B: Genau.
24	I: Hast du schon selbst Strömungen erzeugt?
25, 27	B: Ich glaube, so ein bisschen Strömung erzeugt jeder, wenn er durch die Gegend läuft und einfach Luft verdrängt. Würde ich spontan so sagen. Aber nicht bewusst, nicht mit Vorsatz.
28	I: Also immer eher unbewusste Strömung irgendwo mal.
29	B: Höchstens mal, wenn man einen Luftballon hat und man pustet, dann erzeugt man ja auch Strömung, würde ich sagen.

30	I: Was wäre für dich ein Gegenteil für die Strömung?
31	B: Sog.
32	I: Sog? Wieso? Kannst du das näher erklären?
33	B: Weil sich das nach innen zieht und Strömung geht irgendwie nach außen, hat man immer das Gefühl. Wie die beiden Bilder, so Trichter, also rein intuitiv gesprochen.
34	I: Ok. Und was wäre für dich ein Synonym für die Strömung? Also irgendwie eine Umschreibung.
35	B: Eine antreibende Kraft.
36	I: Antreibende Kraft, ja.
37	B: Wobei das natürlich nicht richtungsbezogen ist, ne? Aber gut.
38	I: Wie würdest du jemand anderen erklären, was eine Strömung ist? Also wenn er jetzt irgendwie was sieht, irgendeine Strömung im Meer.
39	B: Dass sich etwas einfach von der Natur aus gegeben bewegt.
40	I: Also eine Bewegung von der Natur aus?
41	B: Genau.
42	I: Könntest du auch eine Definition aufschreiben? Also was für dich Strömung ist.
45	B: Soll ich das Vorlesen?
46	I: Ja. lies einmal vor und dann kannst du einmal erklären nochmal.
47	B: Strömung ist ein Antrieb und ein zurückgelegter Weg eines... nicht Materials, sondern von entweder Luft oder Wasser. Also würde ich sagen. Ganz unphysikalisch, hat nichts mit Physik zu tun.
48, 50	I: Das ist auch in Ordnung. Es geht nur darum, wie du das siehst. Dann habe ich jetzt einmal Bilder mitgebracht. Das sind jetzt ganz viele Bilder, 20 oder 21. Dann kannst du dir die erstmal in Ruhe angucken.
52	B: Ja.
53	I: Was siehst du so auf den Bildern? Hast du selbst schon mal solche Sachen gesehen?
54	B: Ja. Teilweise, aber nicht direkt gesehen, sondern nur im Fernsehen.
55	I: Was hast du zum Beispiel selbst schon einmal gesehen?
56	B: Nummer 2, die Wolkenbildung, natürlich. Nummer 5 ist an der Nordsee, würde ich sagen, der Abdruck der Gezeiten.
57	I: Genau, solche Rippel im Wattenmeer.
58	B: Am Atlantik hab ich auch schon mal Wellen gesehen wie in Abbildung 1. Die Dünenlandschaft in Abbildung 11 hab ich auch schon gesehen. Abbildung 15, so eine Art Tornado, habe ich noch nicht live gesehen. Diesen tollen Vogelschwarm in Abbildung 13, der durch die Lüfte schwebt, habe ich auch schon des Öfteren

	gesehen. Abbildung 6, ein Sandsturm in der Form, habe ich noch nicht gesehen. Die Wölkchenbildung in Abbildung 9 habe ich so auch noch nicht gesehen – so schön wie in Wellenform. Abbildung 20, der Fluss, der sich durch die Landschaft schlängelt, den kenne ich auch aus dem Flugzeug. Abbildung 16: mehrere Sogströmungen hintereinander habe ich noch nicht gesehen, habe ich auch wirklich noch nie live gesehen so einen trichterförmiger Sog.
59	I: So einen Strudel?
60	B: In Abbildung 17 ist der ja auch dargestellt.
61, 63	I: Das ist aus dem Weltall bei Abbildung 17. Eine Wolkenbildung von oben.
64	B: Ah, gut. Das Bild hätte ich jetzt gar nicht zuordnen können.
65	I: Bei 14 ist das auch aus dem Weltall, so ein Tornado von oben.
66, 68	B: Abbildung 4, der Klatschmohn im Weizen- oder Roggenfeld oder Gerste, hab ich schon gesehen. Hätte ich jetzt nicht mit unserem Thema in Verbindung gebracht. Die Zebras in Abbildung 8 und 18 habe ich nur im Tierpark gesehen. Abbildung 21: sind das Pflanzen im Meer? Oder ist das auch ein Abdruck aus dem Priel?
69	I: Ja, genau richtig.
70, 72	B: Kenne ich auch, aber die sehen ja auch immer unterschiedlich aus. Und natürlich Rauch im Lampenlicht, wie in Abbildung 3, kenn ich auch. Das sind Wassertropfen in Abbildung 19?
73	I: Genau. Einer der halt komplett grade runterfließt, weil da mehr Wasser runterkommt. Bei dem andern bilden sich halt solche Tropfen.
74	B: Ja, das kennt man natürlich im Regen.
75	I: Welche Bilder davon würdest du dem Begriff der Strömung zuordnen?
76	B: Soll ich die Nummer sagen?
77	I: Du kannst die einfach so rauslegen, musst du gar nicht erst die Nummer sagen. Die, denen du Strömung zuordnest, kannst du bei dir behalten und die andern legst du raus.
78	B: Die verdrängen ja auch die Vögel, ne?
79	I: Deine Ansicht (lacht).
80	B: Das weiß ich noch nicht. Die Landschaftsbildung in 11 hat mit Wind und dementsprechend auch mit Strömung zu tun. Die Pflanzen in Abbildung 4 sind so umgekippt, dass es eine Folge der Strömung ist. Das ist zwar die Erdanziehungskraft, aber trotzdem bewegt sich in Abbildung 19 was nach unten. Das waren jetzt viele. [B sprach nur über fragliche Bilder]
81	I: Diese drei Bilder fallen raus für dich?
82	B: Ja.

83	I: Was war jetzt das Kriterium dafür, dass du die Bilder zur Strömung zugezählt hast? Was haben die gemeinsam oder was muss erfüllt sein, damit die für dich zu einer Strömung gehören?
84, 86	B: Strömung hat was mit Bewegung zu tun. Das ist so diese erste Assoziation, die ich habe. Oft mit Luft oder Natur. Bewegung, Wasser, Wind, Luft, Natur.
87	I: Und der Hauptpunkt dann die Bewegung für dich?
88	B: Genau.
89	I: Warum hast du die konkret jetzt nicht dazu gezählt? Diese drei Bilder, also die zwei Zebras und diese Sandburgen?
90	B: Die Sandburgen sind statische Elemente, die keinerlei Bewegung haben, das stehende Zebra auch nicht. Das laufende Zebra mag vielleicht ein bisschen Luft verdrängen, aber das ist für mich dann keine offensichtliche Strömungserzeugung.
91	I: Und warum ist es dann hier eine Strömungserzeugung bei den Vögeln?
92	B: Weil das ein ganzer Schwarm ist und die fliegen ja. Die schlagen ja mit ihren Flügeln und weil ich glaube, dass einfach so viel Dynamik erzeugt wird in der Luft, dass das eine Strömung verursacht.
94	B: Aber da bin ich mir nicht sicher.
95	I: Also bei dem Bild 19 bist du dir nicht ganz sicher. Können das dann ja so einzeln hinlegen.
96	B: Und Bild 11 ist einfach eine Folge der Strömung, der Luftzirkulation, dass die Landschaft so aussieht. Das ist nicht die direkte Abbildung einer Strömung.
97	I: Also da sieht man die Strömung nicht, sondern die Konsequenz.
98	B: Bei 4 auch, da sieht man auch nur die Konsequenz.
99	I: Dann können wir die Bilder einmal wieder zusammenpacken. Ok, was wäre für dich die Strömung schlechthin?
100	B: Eigentlich ist das für mich Ebbe und Flut.
101	I: Ok, dann stell dir vor, du bist in einer Werbeagentur angestellt und sollst ein Logo für eine Strömung malen, zeichnen, entwerfen. Wie würde dieses Logo aussehen?
102	B: Ich glaube, dass wäre es schon.
103, 105	I: Also einfach die Wellenbewegung? Einfach ganz normale Wellenbewegung so am Meer?
106	B: Ja.
107	I: Ok, dann kommen wir jetzt so ein bisschen zum Erklären. Wie kommt es zu Strömung? Was ist der Grund dafür, dass solche Strömungen entstehen?
110	B: Am Meer ist es zum Beispiel so, dass es durch die Erdrotation Bewegung gibt. Und je nachdem, ob zum Beispiel noch der Wind dazu kommt werden Strömungen erzeugt oder verstärkt.

113	I: Wie könnte man denn Strömung sonst aufhalten? Also, dass die dann komplett weg sind, also keine Strömung mehr da ist.
114	B: Ja müsste man absperren irgendwie, also hypothetisch gesprochen.
115	I: Also einen Bereich einsperren oder abgrenzen?
116	B: Genau. Einen Abfluss zum Beispiel oder eine Talsperre, wo man das Wasser einfach absperrt.
117	I: Woher hast du dieses ganze Wissen, wo wir jetzt drüber gesprochen haben über Strömung?
118, 121	B: Das nennt man Lebenserfahrung (lachen). Das ist alles rein laienhaft und so, wie ich mir das physikalische Weltbild zusammengebastelt habe, gelernt habe in der Schule, ganz rudimentär, nie wieder angewandt. Das ist die Konsequenz draus.
124	I: Ok. Dann sind wir auch schon mit dem Thema Strömungen fertig. Jetzt kommen wir zum Thema Strukturen. Das ist an sich genauso aufgebaut, also eigentlich auch fast die gleichen Fragen, nur dann zu Strukturen. Dann fangen wir wieder an: Woran denkst du, wenn ich von Strukturen an der Küste und im Ozean spreche?
125, 127	B: Dann habe ich dieses Bild vor Augen, das wir eben hatten, wenn an der Nordsee das Wasser verdrängt wird oder zurückgeht bilden sich diese schönen Reliefs im Boden ab. Das ist die Nummer 5. Wo man super barfuß darüber laufen kann und man jede Kleinigkeit spürt. Das ist wie so eine Massage.
128	I: Ok, was findest du an Strukturen oder an Strukturbildung interessant? Oder an diesem Bild so interessant?
129	B: Das Tolle ist, dass die Strukturen von der Natur gegeben sind und keine gleicht der anderen, also nichts ist identisch und alles ist natürlich abgebildet.
130	I: Okay. Wo sind dir Strukturen schon einmal begegnet?
133	B: Am Meer natürlich, aber Strukturen findet man ja in der ganzen Natur. Wenn man sich eine Baumrinde anguckt oder einen Baum absägt, dann sieht man die Baumringe, die Altersringe, die Jahresringe. Strukturen finden wir eigentlich überall, davor kann man gar nicht die Augen verschließen. Jedes Blatt, jede...
134	I: Fallen dir sonst noch irgendwelche Beispiele ein für Strukturen an der Küste und im Ozean? Du hattest ja eben Wattenmeer gesagt. Fallen dir sonst noch irgendwelche Beispiele ein?
135	B: Da sind natürlich auch Gesteinsschichten, die Strukturen haben ganz oft, je nachdem irgendwie, ob es am Meer auch Berge gibt. Oder zum Beispiel an Flüssen gibt es das ja oft. In Südfrankreich an der Ardèche zum Beispiel, wo wirklich dieses Kalkgestein ist, wo man die Schichten sieht, wie das aufgebaut ist.
136, 138	I: Ok. Was wäre denn ein Gegenteil für dich von Struktur?

139, 141	B: Eine ganz homogene Oberfläche, die wirklich ganz glatt ist und die überhaupt gar keine Reliefbildung hat. Zum Beispiel diese Tischplatte.
142	I: Und was wäre ein Synonym für Struktur für dich?
143	B: Eigentlich ist es für mich so eine Art Abdruck. Obwohl, es muss nicht in der dritten Dimension sein, es kann ja auch irgendwie in 2D sein. Aber vielleicht doch so eine Art Abdruck, anders kann ich es jetzt nicht...
146	I: Wie würdest du jemand anderen so eine Struktur oder Strukturen erklären? So eine Strukturbildung.
147	B: Also Strukturbildung oder überhaupt eine Struktur?
148	I: Überhaupt eine Struktur.
149	B: Eine Struktur ist ein Kennzeichen bzw. es sind unterschiedliche Muster auf einem Material oder Natur, Gegenstand, Pflanze oder Sand usw., die das eigentlich unverwechselbar machen. Das ist wie eine Art Fingerabdruck.
150	I: Könntest du dann auch wieder eine Definition aufschreiben von Struktur?
153	B: Die Struktur bildet sich in der Natur ja auch dadurch, dass irgendwas wächst zum Beispiel. Und dadurch ist irgendwas in Bewegung. Obwohl, es ist schwierig das abzugrenzen so. Die Struktur ist für mich eher so eine Art Fingerabdruck, die sich im Laufe der Zeit verändert.
156	I: Ok, dann kommen jetzt unsere Bilder wieder zum Einsatz. Leg die nochmal wieder alle hin. Du kannst die sonst nochmal angucken und dann auch einmal wieder entscheiden, welche Bilder du dem Begriff der Struktur oder Strukturbildung zuordnen würdest.
157, 159	B: Diesmal nehme ich erstmal die Zebras, weil das Fell ja eine Struktur aufweist. Der Sand in Abbildung 5 hat auch eine Struktur, genau wie in Abbildung 21. Die Wolken haben auch eine Struktur. Das ist ganz schwierig, finde ich. Die Abbildung 7 zum Beispiel aus dem Weltall: da sieht man dieses Wolkenbild. Natürlich hat das irgendeine Struktur, aber ich könnte es jetzt nicht definieren. Diese Dinge sind eigentlich aus dem Bauch heraus entschieden jetzt.
160	I: Ja, so soll es auch sein.
161	B: Die Wolken in Abbildung 9 haben eine Struktur. Die Dünen in Abbildung 11 haben auch eine Struktur. Das vermischt sich schon auch mit Strömung. Der Tornado in Abbildung 14 hat auch eine Struktur. Man sieht ganz genau diesen Kreisel. Der Flusslauf in Abbildung 20 hat auch Struktur. Obwohl nein, das nehme ich wieder heraus.
162	I: Die Abbildung 20?
163	B: Ja, genau. Naja, wenn nur vom Material ausgeht, was eine Oberflächenstruktur hat, dann weiß ich nicht, ob die Abbildung 14 jetzt eine Struktur hat. Oder ob einfach nur das Bild diese Struktur ist, die erzeugt wird durch die Strömung. Genauso ist es in Abbildung 17 und in Abbildung 16 und in Abbildung 1 auch.
164	I: Wir können die auch auf den Vielleicht-Stapel legen, wenn dir das so lieber ist.

165	B: Ja, genau wie in der Abbildung 6. Da wird zwar etwas figürlich erzeugt aus vielen kleinen Partikeln, aber ich weiß halt nicht, ob das eine Struktur ist, ob das im Sinne der Definition eine Struktur ist. In Abbildung 3 auch.
166	I: Also, welche würdest du denn komplett rausnehmen aus dem Begriff der Struktur? Welche würden da für dich gar nicht reinfallen? Oder fallen da doch irgendwie alle rein?
167	B: In Abbildung 12 bestehen die Sandburgen aus vielen kleinen Sandkörnern und haben eine Oberflächenstruktur, aber es ist zusammengesetzt aus ganz vielen kleinen Sandkörnern. So gesehen bilden dann auch die Summe der Vögel eine Struktur. Deshalb ist das für mich ziemlich schwierig. Also hier in Abbildung 10 würde ich nicht Struktur sagen. Ich weiß nicht warum. In Abbildung 19 könnte man sagen, dass die vielen kleinen einzelnen Tröpfchen eine Struktur darstellen. Hätte ich aber eben spontan irgendwie nicht dazu gezählt, weil ich ja eigentlich auf der Oberfläche meinte.
170	I: Was ist denn mit Bild 4?
171	B: Naja, da würde ich die Struktur jetzt einfach eher diesen Getreidekörnern zuordnen. Das ist für mich eine ganz klar ablesbare Struktur der Natur, aber nur jede einzelne Ähre für sich halt. Da ist die Frage, wie sehr man in die Kleinteiligkeit geht. Wann ist eine Struktur eine Struktur? Ist es in der Summe eine Struktur oder ist es...
172	I: Ja genau. Das ist halt immer so wie du das dann auch gerade siehst.
175	B: Manchmal sieht man ein Bild, wie in Abbildung 14, und man denkt, das ist eine Struktur. Und der Fluss in Abbildung 20 auch, aber eigentlich ist es in Abbildung 20 nur ein Bild, dass der Fluss erzeugt. Natürlich, das ist von oben gesehen, aber ob es jetzt eine Struktur ist, weiß ich nicht.
176	I: Ok. Also diese gehören auf den Vielleicht-Stapel, die können wir ja sonst einmal herüberziehen. Das Bild 20 auch mit dazu oder lieber raus?
177	B: Ja.
178	I: Was ist mit dem Bild 15?
179	B: Wenn etwas Figürliches, Räumliches entsteht, könnte man sagen, da ist eine Struktur ablesbar. Dann würde ich es auch auf den Vielleicht-Stapel legen. Nur, wenn ich es so sehe.
180	I: Und bei den andern beiden?
181	B: Da ist es ja auch so.
182	I: Also würdest du sagen, dass auch auf den Vielleicht-Stapel legen oder doch zu Strukturen?
183, 185	B: Ich lege es mal hier hin. Das ist aber nicht sinnig, was ich jetzt gemacht habe, wenn das hier hingehört, muss das hier auch hingehören.
186	I: Also das Bild 20 einmal zu dem Stapel für die Strukturen dazu.
187	B: Genau, es gibt halt unterschiedliche Arten von Strukturen.
190	I: Dann können wir die Bilder wieder einpacken. Was wäre jetzt wieder für

	dich die Struktur schlecht hin? Oder gibt es die überhaupt?
191	B: Nein, weil wir Strukturen überall finden, gibt es die nicht. Ich glaube, der Fingerabdruck ist schon ein ganz gutes Beispiel für Strukturen der Natur.
192	I: Ok, alles klar. Könntest du dann auch wieder ein Logo entwerfen für Strukturen?
193	B: Also das ist jetzt wieder die Plattform. Und ich glaube, da es was Natürliches ist und sich verzweigt, wäre es einfach sowas.
194	I: Ok, also einfach so eine Verzweigung versucht darzustellen.
195	B: Ja.
196	I: Ok. Dann sind wir jetzt auch wieder bei den Erklärungen so ein bisschen angelangt. Was glaubst du, wie kommt es zu solchen Strukturen? Also was ist der Grund für solche Strukturen?
197	B: Diese Strukturen entstehen durch das natürliche Wachstum und werden auch beeinflusst durch Sonne, Wind und durch natürliche Elemente.
198	I: Ok.
199	B: Das ist so pauschal!
200	I: Wie könnte man deiner Meinung nach Strukturen aufhalten?
201	B: Das ist schwierig, denn es gibt Dinge, die kann man nicht aufhalten. Zum Beispiel wenn man das Wachstum von Bäumen in irgendeiner Form beeinflussen will – obwohl das hat keinen Einfluss auf die Rinde. Man muss erstmal sehen, welche Struktur es ist und dann gucken, in welchem Zusammenhang diese Struktur sich verändert und dann die jeweiligen Maßnahmen treffen.
202	I: Um dem entgegenzuwirken?
203	B: Ja, genau.
204	I: Könnte die Natur das von sich aus auch? Also könnte die Natur von sich aus Strukturen verstärken?
205	B: Im Sinne der Evolution?
206	I: Ja, zum Beispiel.
207	B: Theoretisch können Dinge verstärkt werden, aber das geschieht nicht bewusst. Das geschieht ja auf Grund irgendwelcher Abhängigkeiten.
208	I: Ok, auch hier wieder die Frage: Woher hast du dieses Wissen?
209	B: Ja, wenn man das als Wissen bezeichnen will oder als Nichtwissen, dann ist es das, was ich in meinem Leben gelernt und erfahren habe.
212	I: Ok, alles klar. Abschließend noch die Frage: Was könntest du jetzt so über Strömungen und Strukturen aussagen? Hängen die für dich zusammen oder haben die irgendwie eine Bindung zueinander oder wie stehen die beiden Phänomene so für dich zueinander?
213	B: Die hängen schon in gewisser Weise zusammen, weil Strömungen

	Auswirkungen auf Strukturen haben können und die sind für mich auf die Natur bezogen. Also Basis ist die Natur und natürliche Gegebenheiten.
214	I: Ja, ok, alles klar, damit sind wir dann auch am Ende.
215	B: Ich auch.

21.3.3 Interview E3A

3	I: Das Interview ist so strukturiert, dass erst das Thema der Strömungen kommt und danach wird es um Strukturen gehen. Wir fangen einmal mit den Strömungen an. Woran denkst du, wenn ich von Strömungen spreche?
4	B: Strömungen des Wassers. Windströmung gibt es natürlich auch. Das sind eigentlich die Hauptströmungen, die mir jetzt so spontan einfallen.
7	I: Was findest du daran interessant? Findest du es überhaupt interessant?
8	B: Ich find das total interessant. Da ich gerne Urlaub am Wasser mache und ich mich gern auf der Insel aufhalte, interessiert einen das schon, wie das Wasser an das Ufer kommt oder auch wie der Wind das Wasser dahin transportiert.
9	I: Wo sind dir schon mal Strömungen begegnet? Oder sind die dir schon mal begegnet?
10	B: Ja, jedes Mal, wenn ich irgendwo im Urlaub am Wasser war. Extrem war das jetzt in Portugal an der Atlantikküste, wo wir dann auch nicht baden durften, weil halt zu starke Strömung war.
15	I: Sahen diese Strömungen eher aus wie eine Wellenform dann?
16	B: Ja.
17	I: Hast du sonst noch Ideen, wo es sonst noch irgendwie Strömung gibt, außer im Meer? Irgendwelche Einfälle?
18	B: Jetzt spontan nicht (lacht).
19	I: Ok, hast du schon mal selbst Strömung erzeugt?
22	B: Ich glaube, ja. Ganz vage irgendwo in der Schule früher mal, dass man Wasser in Bewegung setzt durch irgendeinen Versuch. Ich weiß aber nicht mehr genau, wie der Versuchsaufbau war. Das ist ein bisschen zu lange her (lacht).
25, 27, 29	I: Hast du sonst noch konkrete Beispiele für Strömungen, die du jetzt benennen kannst? Du hattest als konkretes Beispiel für Strömung Wellen gesagt. Du hattest hier beim Fragebogen auch so ein paar konkrete Strömungen aufgeschrieben. Dieser Strudel war ja jetzt hier auch zu sehen. Sonst noch irgendwelche Ideen, konkreten Beispiele? Du hattest auch Wind gesagt oder Luft als Strömung. Hast du ein konkretes Beispiel, was man als Strömung bezeichnen würde dann?
30, 32	B: In Bezug auf Wind würde ich Sturm nennen oder einen Orkan. Wenn jetzt ganz viel Wind entsteht und man Orkanböen hat. Dann hier Tsunami und solche Dinge, die dann mit Wasser zusammen entsteht, eine Megaströmung, beides gleichzeitig.
33	I: Was wäre für dich ein Gegenteil für die Strömung?
34, 36	B: Auf Wasser bezogen jetzt oder allgemein?
35	I: Allgemein oder auch auf nur auf Wasser.
38, 40	B: Wenn jetzt absolute Windstille ist und das Wasser wirklich spiegelglatt ist. Man sagt ja, es geht kein Lüftchen mehr und das Wasser bewegt sich wirklich

	gar nicht. Dann kann man die Wasseroberfläche sehen und man denkt, man guckt in einen Spiegel, weil nichts passiert.
41	I: Wenn keine offensichtliche Bewegung vorhanden ist?
42	B: Richtig, so mit dem bloßen Auge nicht zu erkennen ist.
43, 45	I: Was wäre für dich dann ein Synonym für Strömung, eine Umschreibung?
50	B: „Bewegungs-auf-und-ab“ oder so.
53	I: Wie würdest du jemandem Strömung erklären?
54	B: Einem Kind oder einem anderen Erwachsenen?
55	I: Kind oder Erwachsener, also wenn du jetzt irgendwo was siehst und der nicht weiß, was das ist, dann erklärst du dem das, was da ist, also was da passiert.
56	B: Das ist ein bisschen schwierig. Das ist ein schwieriger Begriff zu erklären. Ich glaube, man umschreibt das zwar, aber wirklich erklären tut man das dann demjenigen nicht so wirklich. Einem fehlt in dem Moment wirklich das richtige Fachwissen. Wenn man dann sagt: „Durch Wind entsteht jetzt eine Bewegung in der Luft und die wirkt sich auf Wasser aus, was bei der Flut hineineinläuft, also auf das Meerwasser, das hereinkommt. Das kann man vielleicht einem kleinen Kind so erklären. Aber ob das die richtige Erklärung für Strömung ist, wage ich zu bezweifeln.
61, 63, 65	I: Könntest du denn auch eine Definition für Strömung aufschreiben? Ich habe hier einen Zettel.
70	B: Durch Wetter, Sonne und Erddrehung entsteht eine Bewegung des Wassers und der Luft.
71	I: Könntest du das irgendwie ein bisschen genauer erklären, wie du darauf jetzt gekommen bist oder wie du das jetzt siehst?
72	B: Durch das Gespräch jetzt und durch Nachdenken sehe ich in dem Begriff „Strömung“ alles, was sich auf der Erde irgendwie durch Wettereinflüsse, durch Sonne, durch die Erddrehung bewegt. Das hat auch Einfluss auf die Strömung, Strömung von Wind und Wasser, Luft.
73	I: Dann kommen wir jetzt zu Bildern. Wir haben jetzt ganz viele mitgebracht. Können wir einmal so verteilen, dass du die alle so siehst. Wenn du irgendwo Fragen hast und was nicht erkennst, kannst du gerne fragen.
78	B: Was ist das hier?
79	I: Die 21, das sind hier solche im Watt so...
80, 82	B: ... im Watt, Spuren durch Wasser.
83	I: Genau, richtig.
84	B: Ich weiß nicht, wie die die nennen.

85	I: Dann kannst du dir die einmal alle in Ruhe angucken und sonst auch einmal sagen, welche Bilder du kennst, was du schonmal gesehen hast und was da auch zu sehen ist auf dem Bild.
86	B: Ich kenne fast alles. Was ist auf Bild Nummer 7 dargestellt?
87	I: Das ist aus dem Weltall, also oben auf die Wolken, wo dann halt hier eben solche Wirbel entstanden sind in den Wolken, genauso wie bei Bild 14.
94, 96, 98, 100, 102, 104	<p>B: Fangen wir erstmal bei den ganz einfachen Bildern an. Auf Bild 18 und Bild 8 sieht man als einzige Bilder Tiere: Zebras. Ein stehendes auf Bild 18 und auf Bild 8 trabt es durch die Steppe. Bild 1 ist für mich eine Welle zum Wellenreiten. Bild 10 habe ich auch schon gesehen, ganz oben in Norddeutschland und in Schleswig-Holstein gibt es ja unsere Windkraftanlagen.</p> <p>Bild 9 ist ein witziges Wolkenbild, eine Formation von lauter Kringeln über dem Sportplatz. Dann Bild 21, das ist halt das Watt, also es ist kein Wasser mehr da, und man sieht nur noch so Spurrillen des abgelaufenen Wassers. Genauso wie Bild 5, das ist für mich auch Watt. Da war noch ein bisschen mehr Wasser da und es sind so witzige kleine Felder entstanden, wo noch ein bisschen Wasser drin ist.</p> <p>Bild 11 ist eine Dünenlandschaft mit Wolken drauf. Diese Dünenlandschaften entstehen und kommen ja durch Wind.</p> <p>Bild 17 ist äh für mich ein Meeresstrudel, wo sich das kreisförmig nach unten hinbewegt und deswegen hat man den Eindruck, da wäre ein Loch. Bild 16 sind mehrere kleine Strudel aneinandergereiht.</p> <p>Bild Nummer 3 ist interessant. Da ist nur eine Lampe drauf, aber wenn man genau hinsieht, sieht man leichten Rauch von einer Zigarre oder Zigarette, der sich da so bewegt. Bild 13 erinnert mich an einen Urlaub in Holland, wo wir genau so ein Phänomen gesehen haben. Zwar nicht mit Vögeln, sondern mit Bienen. Ein Bienenschwarm war das. Und dieses hier ist halt ein Vogelschwarm, der sich dann irgendwo sammelt und sich zum Brüten irgendwo niederlässt.</p> <p>Bild 6: Ist das da unten Schnee?</p>
105	I: Nein, das ist Sand.
108, 110, 112, 114, 116	<p>B: Also hat auf Bild 6 der Wind den Sand, den ganz feinen Sand, nach oben gezogen.</p> <p>Bild 2 ist eine Wolkenformation. Das kann man oft am Himmel beobachten, manchmal nicht in Weiß, sondern auch in Dunkelblau.</p> <p>In Bild 15 sind die Wolken dunkelgrau und da ist eine tornadoähnliche Form zu sehen, die nach oben oder nach unten gewirbelt ist.</p> <p>Bild 20 ist ein Luftbild von einem Fluss oder Flusslauf. Bild 19 sieht witzig aus, als wenn ein Wasserstrahl läuft auf der rechten Seite. Auf der linken Seite ist der Wasserstrahl nicht so, sondern geht in Tropfenform über.</p> <p>Bild 7 sieht man ja nicht so häufig. Das sind ja Aufnahmen vom All irgendwo, von irgendeinem Planeten oder nicht?</p>
117	I: Ich denk mal von der Erde, Wolkenformationen.
118, 120, 122	<p>B: Bild 14 war so ähnlich, auch von oben. Wie ein Schwarz-weiß-Strudel.</p> <p>Bild 12 ist eine angehende Sandburg. Hat jeder schon irgendwie gemacht in seinem Leben. Auf Bild 4 sehen wir irgendein Korn mit zwei Mohnblumen, das auch schon den Wind in eine bestimmte Richtung gebogen wurde.</p>

125	I: Welche Bilder gehören für dich zueinander? Könntest du die einmal so ordnen, dass du für dich Kategorien bildest, welche Bilder zusammengehören und welche dann wieder einzeln stehen?
128, 130, 132	B: Ich packe jetzt erstmal ein bisschen so rum. Ich würde auch Bilder einzeln lassen. [Ordnet] Sandburg, wo wäre denn jetzt nochmal Sand? Das ist schwierig, weil einige irgendwie ein bisschen übergreifend sind.
133	I: Du kannst ja auch so einzelne feste Kategorien legen und dann welche so dazwischen, wenn das für dich sonst einfacher ist.
134	B: Wie viel darf ich denn machen?
135	I: So viele, wie du möchtest.
136	B: Ja, das ist schön (lacht). Ich würde das jetzt erstmal so lassen.
137	I: Könntest du mir dann einmal erklären, was deine Kategorien sind und warum das so zusammengehört?
140, 142, 144	B: 7 und 14 stechen erstmal raus, sind schwarz-weiß, wenn man das von oben betrachtet und haben irgendwas mit Luftaufnahmen oder Planeten von oben und Weltall zu tun. Ich könnte da auch noch eine Kategorie mit denen hier zusammen machen. Auf 8, 18 und 13 sind Tiere drauf, die gehören zusammen. Ich habe jetzt die 4 noch dazu getan, da sind offensichtlich Pflanzen drauf, die alle irgendwie in Bewegung sind. Bild 3, die Lampe, habe ich ganz allein gelassen, weil die für mich nicht dazu passt. Ist zwar auch was drauf zu sehen, aber dazu kann ich jetzt kein zweites oder drittes Bild finden. Auf den Bildern 1, 17, 16, 19 und 20 hat irgendwie das Wasser eine Bewegung: Welle oder Flusslauf oder tropfend oder fließend Dann die Bilder 2, 9 und 15 sind die Wolkenkategorie. Die Bilder 5, 12, 11, 21, 6 und 10 haben für mich alle irgendwas mit Sand und Wasser und Wind zu tun. Gefühlstechnisch gehört das für mich zusammen.
145	I: Wenn ich jetzt den Begriff Strömung mit hineinbringe. Würden für dich die Kategorien so bleiben oder würdest du die Kategorien jetzt ändern?
146	B: Auf einigen Bildern sieht man die Bewegung oder eine Strömung direkt. Auf einigen anderen... bei Bild 12 ist das eine feststehende Sandburg. Dann würde ich jetzt vielleicht ein wenig umorganisieren. Wenn man jetzt nur das Bild betrachtet, ne?
147	I: Hm (bejahend).
148	B: Eine Dünenlandschaft: klar, die entsteht zwar irgendwie durch Wind oder so, aber das Foto an sich zeigt mir ja jetzt kein...
149	I: Ordne gerne einmal so, dass du dann für dich die Kategorie Strömung hast.
150	B: Also nur die Bilder zusammentun, die für mich irgendwie Strömung...
151	I: Hm (bejahend), die ändern kannst du einfach rauslegen.
154	B: Tropft das von einem Felsen herunter? Ich reduziere das jetzt total für mich. Ich lass das jetzt so.

155	I: Kannst du einmal erklären, wieso diese Bilder jetzt zur Strömung gehören? Sind das wieder einzelne Kategorien, weil du die so auseinander gelegt hast? Oder gehören die alle zusammen?
156	B: Diese drei, also 1, 16 und 17 sind Bewegungen vom Wasser. Die würde ich zusammenlassen. Die zeigen mir die Form der Bewegung der Strömung irgendwie mit Wasser. 2, 9 und 15 sind ja Wolken, die durch Wind und Wasser entstehen, die sich bewegen. Bild 6 steht für mich im Moment alleine. Das ist durch Wind aufgewirbelter Sand, ist auch irgendwie für mich in dem Sinne eine Strömung. In alle anderen Bilder kann man irgendwo eine Strömung hineininterpretieren, aber man sieht so dann ja jetzt nicht irgendwie eine Bewegung.
157	I: Bei Bild 17 haben wir ja so einen Strudel.
158	B: Ja.
159	I: Wieso hast du die anderen beiden, wo so ein Strudel bei den Wolken zu sehen ist, rausgelegt?
160	B: Achso, das sollen Wolken sein?
161	I: Hm (bejahend), das sind Wolken.
164	B: Achso, ich dachte, das wäre von einem Planeten die Oberfläche.
169	I: Das sind solche Wolkenbildungen.
170	B: Wenn das Wolken sind, hätte ich die jetzt zu den Wolkenbildern gepackt.
171	I: Ok, aber wenn da jetzt was Strudelartiges auf einem Felsen zu sehen wäre, hättest du sie jetzt mit rausgepackt?
172	B: Ja.
173, 175	I: Ok, dann mach ich auch davon wieder einmal ein Bild (lacht). Ok, alles klar. Also was muss dann erfüllt sein für dich, damit du sagst, diese gehören zu der Strömung? Was ist das Konkrete, was erfüllt sein muss?
176	B: Wenn man das jetzt auf Bilder bezieht, mir das Wort oder eine Strömung zeigen sollen, dann müsste schon eine Form der Bewegung auf dem Bild oder Foto zu erkennen sein. Bei den Wolken sieht man ja jetzt nicht unbedingt gleich die Bewegung, denn das ist ja ein feststehendes Bild. Aber man weiß, dass das eine Wolkenbildung ist.
177	I: Also auf jeden Fall die Bewegung muss im Fokus stehen, damit du jetzt sagst: „Das gehört jetzt für mich zur Strömung!“.
178	B: Ja, als Oberbegriff, hm (bejahend).
179	I: Jetzt hast du ja so ein paar Bilder gesehen und wir haben ja auch schon ein bisschen drüber gesprochen: Was wäre für dich die Strömung schlechthin? Wenn du jetzt das Wort "Strömung" hörst, welches Bild oder was würdest du da direkt mit assoziieren?
180	B: Als erstes?
181	I: Hm (bejahend).

182	B: Als erstes würde ich eine Wasserbewegung als Strömung empfinden, also die auf mich zukommt.
183	I: Also irgendwie eine Welle oder so?
184, 186	B: Eine Welle, ja. Oder eine Brandung oder irgendwie sowas.
187	I: Ok, alles klar. Jetzt stellst dir vor, du bist in einer Werbeagentur angestellt und müsstest ein Logo für Strömung entwerfen. Könntest du mir so ein Logo einmal aufzeichnen?
192	B: Ja, ich mach jetzt, als wenn das so ein Plakat wäre oder so.
193	I: Ja, irgend so ein Logo. Wie würde das aussehen, wenn es irgendwie um Strömung geht?
194	B: Wie malt man Wind (lacht)?
195	I: Weiß ich nicht (lacht). Du kannst das sonst auch erklären. Was du jetzt unten gemalt hast, soll wahrscheinlich Wasser sein, oder?
196, 198	B: Ja, genau. Dann würde ich eine Welle in dem Logo unterbringen. Vielleicht würde ich im unteren Teil Sandfarbe wählen, damit man das auch noch hat. Ich würde wahrscheinlich ein Naturbild wählen mit Wolken und Zeichen für Wind. Das gibt es, glaub ich. Ein Mund, der...
199	I: ..., sowas so herausbläst.
200	B: ...so herausbläst.
201	I: Meistens wird es so gezeichnet, dass einfach nur so aus einem Punkt mehrere Striemen kommen, die so ein bisschen auseinandergehen.
204	B: Das wäre jetzt sozusagen ein Logo, das sehr natürlich wäre. Man könnte ja jetzt auch... (unterbrochen).
205	I: Auf jeden Fall wo die Luft, der Wind zu sehen ist, wo das Wasser als Wellenbewegung zu sehen ist und wo der Sand, also die Küste sozusagen, zu sehen ist.
206, 208, 210	B: Genau. Als Werbefachmann/-frau würde man das wahrscheinlich absolut kurz halten und wahrscheinlich ein Plakat wählen, wo nur zwei Farben drauf sind und eine Welle. In Kurzform.
211, 213	I: Ok, alles klar. Was glaubst du denn, wie es zu Strömungen kommt, die wir jetzt so ein bisschen kennengelernt haben? Was ist der Grund für solche Strömungen?
214	B: Einmal durch die Erdbewegung, dass wir uns um die Sonne drehen und dass es verschiedene Winde gibt in verschiedenen Regionen auf der Welt. Es gibt ja zwischen dem nördlichen und südlichen Polarkreis verschiedene Passatwinde, die dann das Wasser beeinflussen. Auch Windrichtungen geben irgendwelche Strömungen vor. Und die bewegen dann natürlich auch Hochs und Tiefs und prägen das Wetter auf der ganzen Erde.
217	I: Wie könnte man Strömung denn aufhalten? Oder kann man überhaupt Strömung aufhalten?

218	B: Ich glaube, das kann man nicht aufhalten. Es wird immer im Leben Strömungen geben. Laut Erzählung von meinen Eltern oder Oma/Opa wird es immer im Winter viel Schnee geben durch Wind, ne? Es hat immer schon Wetter gegeben. Wetteraufzeichnungen gehen ja zurück bis was weiß ich wo.
219	I: Könnte die Natur denn diese Strömungen auch beeinflussen? Oder wie könnte diese Natur die dann beeinflussen?
220	B: Die Natur die Strömung?
221	I: Hat die da Einfluss darauf? Und wenn ja wie? Zum Beispiel, ob sie jetzt so eine Strömung verstärken könnte oder abmindern könnte?
222	B: Da fällt mir jetzt kein Beispiel zu ein. Also, ich habe letzts einen Bericht gesehen auf Mallorca, wo die Betonkugeln an den Strand geschmissen haben, um die Strömung, um das Wasser aufzuhalten, damit das nicht den Sand wegspült. Hatte aber nicht den Nutzen. Andere Inseln in Norddeutschland, die pflanzen... das ist ja alles von Menschenhand da hingestellt worden, es ist ja nicht die Natur, dass da auf einmal eine Düne ist oder irgendwelches Gras wächst, um die Strömung aufzuhalten.
223	I: Halten diese Sachen, die da hingebaut werden, denn wirklich diese Strömung auf?
224	B: Nein.
225	I: Ist das der Gedanke dahinter, das aufzuhalten?
226	B: Nein, das hat nicht den Gedanken das aufzuhalten, sondern das nicht so stark an die Inseln rankommen zu lassen.
229	I: Ok, woher hast du dieses ganze Wissen? Was du jetzt sozusagen erzählt hast über Strömungen? Woher weißt du das?
230	B: Ich interessiere mich für viele Sachen und ich habe in der Schule aufgepasst und Erdkunde als Prüfungsfach gehabt. Da hatten wir dann auch über die verschiedenen Winde in einigen Klausuren was dran. Dann geht man natürlich mit seinen Kindern in irgendwelche Museen oder guckt sich im Fernsehen oder im Internet Reportagen an. Da ziehe ich eigentlich mein Wissen raus.
231	I: Ok, alles klar. Dann sind wir auch schon mit dem Thema Strömungen fertig. Dann kommen wir jetzt zu dem Thema Strukturen. An sich ist das genau gleich aufgebaut. Es kommen jetzt fast die identischen Fragen, dann nur auf Strukturen bezogen.
232	B: Was meinst du mit Strukturen jetzt? Das würde ich jetzt gerne wissen.
233, 235, 237	I: Das kann ich sonst einmal eben zeigen: Wir haben so ein paar Bilder. Zum Beispiel ist das so eine Struktur oder zum Beispiel das Fell von einem Zebra oder solche Abbildungen im Sand, solche Strukturen im Sand, die so sich bilden, wenn das Wasser zurückfließt im Watt. Was hättest du denn jetzt mit Strukturen verbunden also ohne die Bilder jetzt. Hättest du da irgendwie eine Assoziation gehabt?
238	B: Nein.

239	I: Gar nicht?
240	B: Gar nicht.
241	I: Was würdest du jetzt damit verbinden? Wenn wir jetzt diese zwei Bilder hier haben, hättest du dann noch Ideen, wo es sonst noch irgendwie Strukturen gibt?
242	B: Im Augenblick nicht, aber ich weiß jetzt, was du meinst: Strukturen, die es auf der Erde gibt. Also ein Zebra hat einen gestreiften Rücken, eine nordfriesische Kuh hat schwarz-weiße Flecken. Das wäre für mich jetzt auch eine Struktur. Also irgendwo, wo man Formen erkennen kann.
243	I: Ist das für dich interessant und was findest du daran interessant?
244	B: Das ist interessant. Wenn man jetzt Bild 21 betrachtet: Das ist ja eine Struktur, die willkürlich nur einmalig entsteht. Und das sieht man so dann nicht wieder. Also das ist, find ich persönlich, interessant. Das kann ja kein Mensch so nachmalen.
247	I: Sind dir irgendwo schon mal Strukturen begegnet? Schon mal selbst irgendwo welche gesehen?
248	B: Ja, wenn du jetzt ein witziges Wolkenbild siehst oder eines, das nur in Streifenform am Himmel ist oder man sieht irgendwelche Wolken, die aussehen wie kleine Wattebäuschchen und in einer Reihe aufgereiht ist. Das wäre jetzt für mich nicht nur eine fette, große Wolke, sondern viele kleine. Das ist für mich eine Struktur, also wenn die aufgereiht sind wie eine Perlenkette oder so.
249	I: Hast du jetzt noch irgendwelche Ideen zu Strukturen so direkt an der Küste und am Ozean? Hast du da irgendwie sonst noch Beispiele?
250, 252	B: Es gibt einmal die Dünenlandschaften, die wie Wellen sind. Auf einigen Inseln sind das auch wie so... oder wenn man jetzt an Norwegen denkt: diese Fjorde, die dann einander ähnlich, von außen betrachtet, aussehen.
253	I: Was wäre ein Gegenteil für dich zu Strukturen?
254	B: Ein 70er-Jahre Hochhausbau oder 80er.
255	I: Wieso?
256, 258	B: Weil das so starr ist. Das ist nicht durch natürliche Bewegung entstanden. Das ist Beton, also nichts Natürliches. Oder eine Kaimauer am Hafen oder eine Schleuse. Das ist eine feststehende Struktur. Bei einer Dünenlandschaft oder bei abfließendem Wasser im Sand ist ja was durch Bewegung entstanden.
259	I: Also was Natürliches sozusagen.
260	B: Natürliches, ja genau.
261	I: Was wäre ein Synonym, also eine Umschreibung für Struktur?
262	B: Eine Struktur ist halt eine einmalig, natürliche, durch Bewegung entstandene Form. Bei Tieren ist es natürlich durch Vererbung übertragen.
267	I: Wie würdest du das dann jemandem erklären?
268	B: Ich würde wahrscheinlich mit irgendjemandem vielleicht an das Wasser, Strand oder Watt gehen und ihm dann, genauso wie du das hier gemacht hast, mit

	einem Bild eine Struktur zeigen, damit man ein Bild im Kopf hat, was mit einer Struktur gemeint ist. Und dann demjenigen das erklären in dem Sinne, dass diese Form einmalig im Sand entstanden ist und er das auf andere Strukturen, die durch Wind oder Wolken entstandenen Bilder, dann übertragen kann. Aber das ist ganz schwierig zu erklären.
273, 277	I: Dann kommen wir jetzt auch wieder zu den Bildern. Ich würde die jetzt einmal so hinlegen wie die ganz am Anfang von den Kategorien waren. Dass wir dieses Bild haben vom Anfang. Du kannst das dir sonst noch einmal eben angucken. Wie würdest du es jetzt anordnen, wenn ich den Begriff Strukturen mit einwerfe. Oder würde sich was ändern?
278	B: Also wieder zu einer Gruppe zusammenfügen, was ich als Struktur sehe und die andern wieder beiseitelegen?
282	B: Ich räum ja gerne auf, ne? Kannst du gleich wieder ein Foto machen. Ja, ich lass das jetzt mal so.
283	I: Dann kannst einmal wieder erklären, warum das für dich zu Strukturen gehört.
284, 286, 288	B: 8 und 18 ist das Zebra. Also die Struktur des Zebrakörpers wird da ja dargestellt. Das ist halt auch einmalig in der Natur. So ein Tier, das kennt man ja sonst nicht. Bild 21 und 5 sind Wattstrukturen eindeutig für mich. Diesmal habe ich dann Bild 14 und 7, weil es ja auch Wolken sind, und die 9 zusammen. Das sind dann halt Wolkenstrukturen. Entweder von der Seite oder halt von oben fotografiert. Die 19 und 20 habe ich zusammengetan, denn das ist einmal die Struktur eines Flusslaufes von oben betrachtet. Und das ist, von der Seite betrachtet, fließendes Wasser. Einmal in Tröpfchenform und einmal als durchgängiger Strahl.
289	I: Wo sind jetzt da Gemeinsamkeiten für dich und was muss wirklich erfüllt sein, dass du jetzt sagst, dass das eine Struktur für dich ist?
290	B: Erfüllt sein..., dass alles natürlich entstanden ist. Und was war die zweite Frage?
291	I: Was für Gemeinsamkeiten die jetzt aufweisen, dass du sagst: "Es ist jetzt eine Struktur!".
292	B: Alle?
293	I: Hm (bejahend).
294	B: Auch, dass alles natürlich entsteht und teilweise nur einmalig da ist. Ein Wolkenbild von oben wird jetzt wahrscheinlich nicht in tausend Jahren nochmal das gleiche Bild sein.
299	I: Ja, alles klar. Dann mach ich da auch wieder ein Bild. Genau, ok. Hast du denn jetzt eine genaue Vorstellung, was jetzt für dich die Struktur ist? Also wieder so eine Art direktes Erscheinungsbild, wenn man jetzt sozusagen von Struktur spricht. Also was würde dir da als Erstes in den Sinn kommen?
300	B: Als erstes in den Sinn kommen, würde mir irgendeine Struktur im Watt, also wenn das Wasser abgelaufen ist.
303,	I: Ok, alles klar. Könntest du dann auch wieder ein Logo entwerfen für Struktur?

304,
305

306, B: Also, das Bild wäre jetzt viergeteilt. Das wäre jetzt ein größeres Logo. Ich
308 würde wahrscheinlich ein Zebra oder irgendein anderes Tier nehmen, was eine
einmalige Körperstruktur hat. Dann eine Wolkenformation, die auch einmalig
wäre. Dann ein Wattbild, also Sand mit irgendeiner Struktur drin und wiederum
irgendwie Wasser. Vielleicht wären das natürliche Bilder oder so.

309 I: Ok, jetzt haben wir wieder gut was kennengelernt über Strukturen. Was glaubst
du denn, wie es zu solchen Strukturen kommt?

310 B: Das ist ja ähnlich wie bei Strömungen zu betrachten. Die Erde bewegt sich, die
Sonne scheint, es ist windig, das Wasser bewegt sich, es gibt auflaufendes Was-
ser, ablaufendes Wasser. Also allein dadurch entstehen ja diese Strukturen, die
mit Wasser und Sand zu tun haben.

311 I: Könnte man denn Strukturen aufhalten? Und wenn ja, wie?

312 B: Wenig aufhalten.

313 I: Geht nicht so wirklich aufzuhalten?

314 B: Nö. Ich glaube, die Natur ist kräftiger und mächtiger als dass wir als Mensch
da irgendwie... ich betonierte ja nicht meinen Strand zu.

315, I: Aber die Natur hat auf jeden Fall Einfluss darauf und könnte das dann verstär-
316, ken? Die Strukturen.
317

318 B: Ja.

319 I: Wie zum Beispiel?

320 B: Ein Extrembeispiel wäre jetzt ein Orkan, der auf Sylt zukommt. Vorher war
der Strand schön flach und man konnte einzelne Dünen erkennen. Der Orkan
nimmt die ganze erste Dünenreihe weg, dann habe ich diese Struktur der Dünen-
landschaft, die erste Reihe, überhaupt nicht mehr. Dann ist die Natur kräftiger
oder die Macht der Natur ist in dem Sinne größer und zerstört mein Strukturbild,
was ich von Sylt jetzt hätte an der Stelle.

321, I: Würde denn dieser Orkan diese Struktur denn komplett vernichten oder einfach
323 nur umlagern? Also würde dadurch ein neuer entstehen? Oder würde einfach dann
die komplett weg sein?

324 B: Der vernichtet die vorhandene, aber er erschafft auch wieder was anderes, was
Neues. Wenn dann der Mensch wieder Sand anfährt, wird wieder die Struktur
verändert. Es ist ja immer irgendwie eine Veränderung da.

327 I: Woher hast du dieses Wissen? Woher weißt du das alles?

328, B: Durch lesen, Museumsbesuche, Interesse, also die gleichen Antworten wie
330 vorhin.

331 I: Dann sind wir auch schon fast am Ende. Dann würde ich nochmal abschließend
einmal fragen, was du abschließend über Strukturen und Strömungen aussagen
kannst. Also stehen die beiden Phänomene für dich in Zusammenhang?

- 332 B: Ja, die stehen in Zusammenhang. Denn durch Strömungen entstehen Strukturen auf der einen Seite. Bei Tieren, wenn wir wieder auf das Zebra kommen, hat das jetzt nicht unbedingt was mit einer Strömung zu tun, das Tierfell von einem Zebra. Aber das andere hat mit Strömung zu tun. Eine Wolkenstruktur entsteht durch Wind und aufsteigendes Wasser. Das hängt schon zum größten Teil zusammen.
- 335 I: Alles klar, dann sind wir am Ende.

21.3.4 Interview SIA

1	I: Ich gebe dir noch eben die Bilder hier einmal alle. Du musst mir mal eben erklären, was du darauf erkennst und einfach mal eben durchgehen, ob du sowas schon mal gesehen hast.
2, 4	B: Ein mäandernder Fluss. Bild 15: eine Windhose, Bild 1: eine sich überschlagene Welle, Bild 2: Quellwolken, Bild 16: Meeresströmungen, Bild 14: ein Hurricane, Bild 9: Wolkenformation am Himmel.
6	B: Bild 7: muss ich passen. Es könnten Wolken sein.
7, 9	I: Hm (bejahend), es sind Wolken von oben fotografiert. Das ist so eine Wirbelstraße.
10	B: Bild 8: ein Zebra. Bild 19: Wassertropfen fallen vom Himmel herab, hätte ich beinahe gesagt.
11	I: Eine Höhle oder sowas, würde ich sagen.
12	B: Es könnte eine Höhle sein. Bild 11: verschiedene Farben, Bild 12: Sandformen am Strand, Bild 13: Vogelschwärme, Bild 6: aufgewirbelter Sand, Bild 4: Klatschmohn im Getreidefeld, Bild 17: Meeresstrudel, Bild 23: die Pflanze kenne ich nicht.
13	I: Ein Romanesco ist das.
16	B: Bild 22: Fliesenmosaik, Bild 18: ein Kreisel, Bild 10: Windkraftanlagen, an der Küste scheinbar, Bild 3: Kanalschachtdeckel, Bild 5: Wattenmeer, Bild 21: könnte auch das Wattenmeer sein.
17	I: Das ist Wasser, wenn sich das so zurückgezogen hat.
18	B: Bild 24: ein Hochhaus, von unten fotografiert.
19	I: Bitte sortiere ein bisschen, wonach ist eigentlich egal, also wie das für dich passt.
20	B: Nach Lieblingsbildern oder so?
21	I: Ja, oder nach Gemeinsamkeiten und Unterschieden für dich.
22	B: Dann würde ich sagen, das ist Wind. Das hat auch mit Wind zu tun. Küste und Sand. Streng genommen hat das auch mit dem Meer zu tun. Diese beiden müssten eigentlich einzeln bleiben. Wie viele Gruppen ich mache, ist egal?
23	I: Ganz egal.
24	B: Das könnte man noch zusammenfassen, aber der Kreisel bleibt für sich.
25	I: Erzähl mal eben, wonach du sortiert hast.
26	B: Ich habe nach Wolken, Wind, Tiere, Gewächse, und alles was mit dem Meer zu tun hat, sortiert. Der Fluss für sich, dieses Wasserbild für sich, das Hochhaus allein. Und das habe ich nur zusammengefasst hier. Das ist scheinbar eine Fliesenformation. Und da ist ja ein Kanalschachtdeckel. Also eigentlich müsste man das auch noch einzeln lassen. So mach ich es.

27	I: Ich suche mir jetzt noch eben ein paar Bilder heraus. Und zwar Bild 1, Bild 2, Bild 4, Bild 7, Bild 15 und 17. Die gehören zusammen für mich und du sollst herausfinden warum.
28	B: Dann kann es nur der Wind sein. Hier ist Wind drauf zu sehen, das ist von Wind beeinflusst und das ist von Wind beeinflusst. Das ist eigentlich eine Meeresströmung. Da spielt der Wind auch mit bei diesen beiden.
29, 31	I: Meeresströmung ist schon ein ganz guter Begriff. Und das andere?
32	B: Wind sicherlich, weil da ist ja der Wind drin. Und da auch, denn die Quellwolken werden auch vom Wind angetrieben. Das sowieso. Da spielt der Wind auch mit bei den Wellen. Und da auch.
33	I: Wenn ich jetzt sage, dass das ganze unter dem Aspekt Strömung verbunden ist?
34	B: Windströmung kann man auch sagen.
35	I: Windströmung oder auch Wasserströmung.
36	B: Wasserströmung, ja. Strömung allgemein.
37	I: Was verbindest du mit Strömung?
38	B: Dass sich etwas bewegt.
39	I: Hast du noch irgendwie eine Strömung schlechthin? Also die bekannteste Strömung irgendwie?
40, 42, 44, 46, 48	B: Es gibt ja Winde auf der Erde, Passatwind zum Beispiel. Oder der Scirocco ist auch ein Wind. VW benennt ja einige Fahrzeuge nach Windströmungen. Und Meeresströmung wäre der Golfstrom. Für unser Klima eine der wichtigsten oder die Wichtigste vielleicht.
49	I: Würdest du noch welche von den anderen Bildern zu Strömung sortieren?
50	B: Joa, dann gleich wieder das.
51	I: Oder gehört für dich hier irgendwas nicht zu Strömung?
52, 54	B: Nein, wenn man Wind- und Wasserströmung als Oberbegriff nimmt, sind die da alle mit drin. Das auch.
55	I: Ich schmeiße die schon mal alle hier hin, weil ich die gleich fotografieren möchte.
56	B: Das Zebra nicht. Das ja. Das ja. Meeresströmung erzeugen diese Formationen. Das ja sowieso. Die Pflanze nicht. Das ja. Das nicht. Das auch wieder.

	<p>Dann gehört das auch zur Wasserströmung. Das nicht. Der Kanalschachtdeckel nicht. Der Kreisel hat nichts mit Wind- und Wasserströmung zu tun. Der wird ja von Hand bewegt. Die Fliesenformation auch nicht. Da spielt der Wind sicherlich mit beim Vogelschwarm. Wasserströmung im entferntesten Sinne.</p>
57	I: Nochmal zu dem Kreisel: Das hast du gerade so rausgeschmissen.
58	B: Ja, den treibe ich ja von Hand an.
59	I: Aber eine Wasserströmung kannst du doch auch von Hand antreiben.
60	B: Könnte ich, ja.
61	I: Aber du hast den trotzdem rausgemacht.
62	B: Weil ich den von Hand antreibe. Er wird nicht durch Wasser- oder Windströmung angetrieben.
63	I: Das stimmt. Aber ist das dann eine Strömung? Also nicht von Wasser oder von Wind, sondern allgemein? Würdest du sagen, da strömt irgendwie was?
64, 66	B: Ja, er bewegt sich im Kreis. Strömung würde ich das nicht nennen. Aber es ist eine Bewegung, die aber von Hand erzeuge. Deswegen habe ich ihn aussortiert.
67	I: Gemeinsamkeiten für dich ist also, dass sich irgendwas bewegen muss. Und du hast das jetzt mit Wasser und Wind gemacht. Und die hast du jetzt aussortiert, weil da entweder keine Bewegung ist oder kein Wasser. Das sind alle so feste Sachen.
68	B: Ja, richtig.
69	I: Sind dir schon mal sonst Strömungen begegnet, die jetzt vielleicht nicht auf den Bildern sind?
70, 72	B: Ja, Meeresströmungen. Jeder ist mal im Meer schwimmen gewesen und kennt die Wellen, die einem dann entgegenschlagen. Das ist ja Meeresströmung. Das hat man sicherlich schon mal zu spüren bekommen. Es gibt ja auch Wellenbäder im Freibad. Windströmung, klar: Wenn man viel draußen ist, kriegt man auch mal Wind ab oder man fährt Fahrrad.
73	I: Selbst schon mal Strömungen erzeugt?
74, 76, 78	B: Wasserströmung auf jeden Fall, wenn ich draußen die Pflanzen wässere, dann mach ich den Kanal auf und erzeuge eine Wasserströmung. Windströmung erzeugt man auch, wenn man mit dem Fahrrad schnell durch die Gegend fährt. Man bemerkt das besonders, wenn ich morgens zur Arbeit fahre. In letzter Zeit kommen mir häufig viele LKWs morgens früh entgegen. Das merkt man ganz deutlich, wenn man dicht am Straßenrand fährt und es kommt dann ein Sattelschlepper und saust an dir vorbei. Dann kriegst du richtig so einen Schlag ins Gesicht und das Vorwärtskommen ist dann schwieriger.
79	I: Was passiert mit einem, wenn man in so einer Strömung drin ist?
80,	B: Im schlimmsten Fall kann man mit dem Leben bezahlen. Denn eine

82, 84, 86	Meeresströmung kann man sehr schnell unterschätzen. Wir haben auch auf Madeira ein Erlebnis gehabt, da wären wir beinahe abgesoffen. Das haben wir überhaupt nicht erwartet, dass das so schlimm ist. Ganz seicht und ruhig das Meer und auf einmal ging das los. Und da hatten wir Mühe wieder zurückzukommen. Das Meer ist in der Beziehung manchmal etwas unheimlich.
87	I: Wenn du jetzt in einer Werbeagentur arbeitest und du sollst für eine Firma ein Logo zum Thema Strömungen entwerfen. Wie würde das aussehen?
88	B: Eine Welle würde ich wahrscheinlich nehmen.
89	I: Wenn du es skizzierst, dann reicht mir das.
90	B: Eine sich überschlagene Welle.
93	I: Wenn du jetzt das Gegenteil von Strömung nennen müsstest, was wäre das für dich?
94	B: Das Gegenteil von der Windströmung ist die Windstille, also Ruhe. Auch auf dem Wasser: ganz ruhiges Wasser, eine ganz ebene Fläche.
95	I: Und ein Synonym für Strömungen? Hast du eine Umschreibung?
96, 98	B: Bewegung allgemein. Und eine Kraft geht davon aus von... äh in einer Strömung. Mal mehr, mal weniger. So starke Kräfte, dass man sogar Energie daraus gewinnen kann.
101	I: Du hast jetzt gerade schon ziemlich genau gesagt, was eine Strömung für dich ist. Kannst du mir das noch als Definition noch mal aufschreiben?
102	B: [Schreibt].
105	I: Das ist doch schon super. Du hast jetzt einmal die Menschen und einmal Wasser und Luft. Was ist da für dich die Gemeinsamkeit oder wieso verbindest du das?
106	B: Strömungen, Bewegung in einer in einer Richtung... es kann auch in verschiedene Richtungen. Bei Menschenmassen kann sowas auch passieren. Damals war das in Duisburg der Fall.
107	I: Bei der Loveparade?
108, 110	B: Genau, die Menschen sind da ums Leben gekommen. Da strömt etwas in eine Richtung. Und das führt zum Chaos. Was kann noch Strömungen erzeugen? Autos auf einer Autobahn: ist auch eine Strömungsrichtung.
111	I: Also sowas, wo viele kleine Teilchen quasi zusammen ein Ganzes ergeben.
112	B: Und in eine gewisse Richtung sich bewegen oder irgendeine Richtung, allgemein in eine Richtung sich bewegen.
115	Nicht schlecht, wirklich nicht schlecht. Ich glaube, das ist, wenn sich ein Fluid, also Luft oder Wasser, gesammelt irgendwie in eine Richtung bewegt. Dann spricht man von einer Strömung. Also das hast du schon ziemlich gut getroffen. Gut, du hast jetzt ja schon viele Strömungen benannt hier, auch viel auf den Bildern. Weißt du, wie es zu solchen Strömungen kommt? Also die Ursache?
116	B: Sie müssen irgendwie angetrieben werden. Die Erddrehung spielt eine Rolle

	und die Winde oder auch die Gezeiten treiben das Wasser an im Meer. Und das führt auch zu Strömungen, mal hin, mal her, Ebbe und Flut.
119	I: Du hast jetzt quasi einen Antrieb genannt. Das ist die Kraft von außen, der Mond zum Beispiel oder die Erddrehung. Was treibt denn den Golfstrom an?
120	B: Temperaturunterschiede.
121, 123	I: Richtig, genau. Die gibts auch noch, die treiben Strömungen auch an. Strömungen aufhalten: Wie würdest du vorgehen?
124, 126, 128	B: Strömungen aufhalten ist als Einzelperson nicht einfach, ist eigentlich nicht zu bewerkstelligen als Einzelperson oder als der Mensch allgemein. Eine Meeresströmung oder eine Windströmung kann man nicht aufhalten. Bei der Menschenmassenströmung da in Duisburg, da hätte man was machen können. Da hätte man früher reagieren müssen.
129	I: Wie könnte man die Stärke, zum Beispiel beim Golfstrom, beeinflussen? Könnte man das irgendwie beschleunigen oder abbremesen?
130	B: Durch andere Meeresströmungen. Man hat Sorge, dass durch das zunehmende Abschmelzen des Wassers am Nordpol eine kalte Meeresströmung den Golfstrom ablenkt. Das würde zu starken Klimaänderungen hier führen, vermuten die Wissenschaftler. Durch andere Strömungen also und durch Wasser mit anderer Temperatur.
131, 141	I: Dann sind wir mit dem ersten Teil schon durch. Der zweite Teil ist sehr ähnlich aufgebaut. Nur, dass es sich jetzt nicht mehr um Strömung dreht. Passen diese Bilder für dich zusammen?
142, 144	B: In jedem Bild sind gewisse Formationen zu erkennen, die durch Wasser, Wind, durch Pflanzenwuchs oder durch Menschenhand entstanden sind. Das ist Menschenhand, Wind und Wachstum. Das ist eine Gemeinsamkeit.
145, 147	I: Das ist schon ziemlich gut. Wir haben die jetzt unter den Begriffen Strukturen oder Strukturbildung gestellt. Das ist ja die Formation im Prinzip. Könntest du da noch etwas von diesen Bildern noch zuordnen?
148, 150	B: Ja, dies. Die sind ja wieder durch Wind entstanden die Strukturen. Das, also im Vordergrund steht ja hier wohl die Windkraft, aber die Wolken sind natürlich durch den Wind wieder geformt worden. Die Wolke da, die kleine Wolke, die entstanden ist, aber auch der Sand drumherum werden durch Wind geformt. Das wird durch Wasser geformt. Das letztendlich auch. Das sowieso. Das ist wieder durch Wind auch. Und das ist durch Wasser. Nicht, dass wir gleich alle auf dem Tisch liegen haben.
151	I: Wenn es so ist, dann ist es so.
152, 154, 156	B: Das ist eine Struktur, die durch Menschenhand geformt wurde. Das ist durch Tiere, eine Struktur durch Tiere. Und das ist durch Wasser: ein mäandernder Fluss. Diese Struktur ist durch Menschenhand geschaffen worden. Das muss ich dann

	auch wieder dazu tun, durch Wasser.
157	I: Was kannst du denn für deine Strukturen sagen? Was muss dafür gelten?
158	B: Ein Medium muss diese Strukturen formen, ob es Wind, Wasser oder Menschenhand ist. Und das ist ja hier fast bei allen Bildern gegeben. Wenn man mal das Fell des Zebras nimmt, ist das auch eine Laune der Natur. Ist auch eine Struktur durch Wachstum. Wachstum ist, glaube ich, nicht der richtige Begriff, aber äh... (unterbrochen).
159	I: Durch die Evolution so.
160	B: Die Natur hat es so geformt.
161	I: Ja.
162	B: Und das ist wieder Wind, das ist sowieso wieder dabei. Das ist auch eine Struktur von Menschenhand. Mit dem Kreisel tue ich mich aber schwer. Sicher, von Menschenhand wird er angetrieben. Aber eine spezielle Struktur verbirgt sich für mich nicht dahinter.
163	I: Könnte man sagen, dass der Kreisel immer ungefähr die gleiche Form haben muss? Und deswegen jeder Kreisel die gleiche Struktur hat?
164	B: Ja, sonst dreht er sich nicht, ja.
165	I: Der muss unten spitz sein und oben so einen...
166, 168	B: ... ein Griff, joa.
169	I: Ja klar, man kann den auch rausschmeißen.
170	B: Ja gut, die Form des Kreisels ist schon wichtig, sonst dreht er sich nicht. Er muss rund sein, dieser Körper da auch. Und unten muss er eine Spitze haben, auf der er sich drehen kann. Die Berührung muss also sehr gering sein, sonst würde er sich nicht drehen, also der Berührungspunkt muss sehr klein sein. Können wir mit hineinnehmen unter Strukturen.
171	I: Hast du eine Struktur schlechthin? Vielleicht auch durch die Bilder irgendwie?
172	B: Was da für mich am deutlichsten... (unterbrochen).
173	I: Ja, oder was du sonst so schon gesehen hast. Sowas wie bei Strömungen: der Golfstrom.
174	B: Ja, dann sicherlich das Wattenmeer. Also das ist immer interessant, wenn man da ist, wie das ablaufende Wasser im Sand so eine Struktur hinterlässt. Das ist natürlich auch beeindruckend hier so ein Luftbild von einem Hurricane. Das ist ja da so eine Wolkenstruktur. Das gehört dann ja zusammen die beiden hier. Das ist ja auch so eine Struktur. Und Wolken allgemein sind eigentlich immer wieder interessant. Es gibt ja wahnsinnige Wolkenbilder. Das ist jetzt nicht so spektakulär, aber es gibt ja sehr spektakuläre... (unterbrochen)
175	I: Hm (bejahend), ja, ist so ähnlich, genau.
176	B: Das ist ja auch so 'ne Struktur. Und Wolken allgemein sind eigentlich immer wieder interessant, ne? Es gibt ja wahnsinnige Wolkenbilder. Das [zeigt] ist jetzt nicht so spektakulär, aber es gibt ja sehr spektakuläre... (unterbrochen).

177	I: Zum Beispiel das [zeigt].
178	B: Ja, gleichförmig, wie so eine Wellenbewegung.
179	I: Genau, erinnert schon stark an sowas.
180	B: Vor Unwettern gibt es ja immer wieder Bilder von Wolkenformationen, die dann plötzlich so ganz massiv auftreten.
181	I: Was muss für dich erfüllt sein, dass das nun eine Struktur ist?
182	B: Struktur ist irgendwie eine besondere Anordnung von allem Möglichen: Sand, Wolken, feste Körper.
183	I: Tieren.
184	B: Von Tieren, ja. Der Vogelschwarm ist ja auch interessant, wenn man das sieht. Eine besondere Anordnung von Materialien oder auch Tieren.
185	I: Kann die Anordnung auch zufällig sein oder muss das immer so [zeigt] sein? Zum Beispiel hier sind ja die Abstände immer gleich.
186	B: Das ist sehr gleichförmig, symmetrisch.
187	I: Genau, und hier zum Beispiel nicht.
188, 190	B: Das kann gleichmäßig oder symmetrisch sein, aber das kann auch ungleichmäßig sein. Das ist auch eine Struktur, die sehr ungleichmäßig ist. Und das hat man in der Natur ja sehr häufig: ungleichmäßige Strukturen.
191	I: Sind dir sonst schon Strukturen begegnet im Alltag?
192	B: Strukturen begegnen einem ja ständig. Wenn ich über eine Pflasterfläche laufe, dann habe ich eine Struktur.
193	I: Ich denke immer sofort an eine Holzstruktur.
194, 196	B: Oder Holz, ja. Holzmaserung ist auch eine Struktur. Aber da gibt es ja unendlich, was einem im Alltag so begegnet: eine Hauswand, ein Klinkerstein unterschiedlicher Farben.
197	I: Hast du schon selbst Strukturen erzeugt?
198, 200	B: Ich erzeuge eine Struktur, wenn ich mit dem Fahrzeug über einen Sandweg fahre. Dann erzeuge ich eine Fahrspur im Sand. Das ist auch eine Struktur. Natürlich erzeugt man Strukturen. Wenn ich hier im Garten mit der Harke arbeite, dann erzeuge ich auch irgendwie eine Struktur.
201	I: Auch hier jetzt nochmal wieder: Das Werbelogo malen zum Thema Struktur.
204, 206	B: Da würde ich dann eine gleichmäßige Struktur erzeugen. Keine Naturstruktur. Aber auch nicht so gleichmäßig. Eine Struktur ja, aber irgendwie mal so, mal so. Was natürlich langweilig aussieht. Was Besseres fällt mir da nicht ein im Moment.
207	I: Ja, das ist doch gut. Sieht eine bisschen aus wie eine Ziegelwand.
208, 210	B: Ja. Aber doch irgendwie ein bisschen ungleichmäßig.

211	I: Hast du ein Gegenteil von Struktur parat?
212	B: Gegenteil von Struktur? Ja, irgendwie Chaos oder ungleichm...
213	I: Chaos finde ich schon gut.
214, 216	B: Chaos ist ein Begriff. Unregelmäßig kann man nicht sagen. Es gibt ja auch ganz unregelmäßig beschaffene Formationen, die aber doch irgendwie eine Struktur haben. Chaos ist sicherlich ein Begriff, der das Gegenteil ist von Struktur.
217	I: Und ein Synonym vielleicht?
222	B: Gleichförmigkeit ist sicherlich ein Begriff einer Struktur. Symmetrisch, also Symmetrie. Wobei eine Struktur auch ungleichmäßig sein kann, wie wir da im Wattenmeer gesehen haben.
223	I: Jetzt mal sowas wie Ordnung. Würde das für dich passen?
224	B: Ordnung, ja, richtig. Ordnung erzeugt auch eine Struktur. Wenn jemand ein Regal irgendwie mit Büchern ordentlich einräumt. Dann habe ich auch eine Struktur.
225	I: Wenn du jetzt jemandem Struktur erklären müsstest, was für eine Struktur wichtig ist, wie würdest du das machen?
228	B: Entweder durch Menschenhand oder durch Naturereignisse geschaffene Formation.
229	I: Kannst du dazu noch eine Definition aufschreiben?
230	B: Überlege ich gerade: Kann ein Tier eine Struktur schaffen? Eher weniger.
231	I: Zum Beispiel eine Biene oder eine Ameise?
232	B: Ja, eine Wabe, Wespen.
233	I: Da sind häufig auch wieder viele Tiere, wenn man mal so darüber nachdenkt, zusammen.
234	B: Meine Definition "von Menschenhand geschaffen", da bin ich jetzt ins Überlegen gekommen, ob Tiere das auch können.
235	I: Man könnte vielleicht irgendwie sagen, dass irgendetwas eine Kraft auf irgendwas anderes ausüben muss. Mensch oder Tier oder nur Wind spielt eigentlich keine Rolle.
236, 238	B: Das stimmt. Es muss eine Kraft da sein, das ist richtig. Entweder Wind, Wasser oder Menschenhand. Das lasse ich mal so stehen. Kann unregelmäßig oder regelmäßig sein. Das ist aber jetzt im Moment egal.
237	I: Ja, ich find das gut.
238	B: Kann unregelmäßig oder regelmäßig sein. Das ist aber jetzt im Moment egal.
239	I: Was muss für eine Strukturbildung passieren, also was ist die Ursache dafür, dass so eine Struktur kommt?
240, 242	B: Bewegung, also Kraft ist ja auch Bewegung. Das kann in verschiedenen Richtungen sein, das muss nicht in eine Richtung sein. Wenn ich so ans Wattenmeer denke, dann entsteht meistens bei ablaufendem Wasser die Strukturen. Das ist

	dann in eine Richtung Obwohl, das Wasser läuft ja beim Ablauf unregelmäßig ab. Es strömt zu Prielen und in den Prielen fließt es ab.
243	I: Auch die Priele haben so eine Struktur, wenn man da von oben draufgucken würde.
244	B: Ja.
245	I: Wie würdest du eine Strukturbildung aufhalten?
246	B: Den Menschen kann man leicht aufhalten, sodass die Strukturbildung dann beendet ist. Bei Wind und Wasser ist es wieder schwieriger.
247	I: Könntest du die Struktur zerstören?
248, 250	B: Natürlich kann ich die zerstören, aber nur kleinflächig, indem ich darüber laufe.
253	I: Könntest du die Stärke irgendwie beeinflussen von einer Strukturbildung?
254	B: Ich als Mensch?
255	I: Ja, oder allgemein: Was muss man machen?
256, 258	B: Ja, natürlich kann ich die beeinflussen, zum Beispiel unser Pflasterbild oder Mosaikbild: Die kann ich beeinflussen, das ist ja ganz klar. Und das kann ich auch beeinflussen. Alles was von Menschenhand gemacht wird, kann man natürlich beeinflussen. Die Strukturen kann man verändern.
259	I: Und die Natursachen? Kannst du die auch beeinflussen?
260	B: Das machen wir als Menschen durch den Klimawandel, wir beeinflussen die Natur. Als Einzelperson ist es schwierig. Schon durch die Auswirkungen unseres Lebensstandards erzeugen wir den Klimawandel.

21.3.5 Interview S2A

1	I: Ich habe dir mal ein paar Bilder mitgebracht. Kannst ja einfach mal eben angucken. Sind jetzt nicht irgendwie sortiert, außer nach der Zahl. Die Zahlen sind darauf, damit ich das nachher anhören kann und weiß, über welches Bild du redest.
4	B: Soll ich jetzt nur was zu den Bildern sagen?
5	I: Ja, wie das für dich aussieht.
6	B: Bild 1: Surfen, gefährlich, Bild 2: Ähm drohendes Unwetter, Bild 3: Da kommt all unser Unrat rein.
9	I: Hast du sowas schon mal in echt gesehen?
10	B: Ja, wenn Unwetter sich anbahnt.
11	I: Und so eine Welle?
12	B: Ne, die hab ich noch nicht gesehen. Aber ich weiß, dass [Name] bei solchen Wellen gerne surft.
13	I: Kann [Name] surfen?
14, 16, 18	B: Ja, also ohne diese Segel, also nur mit dem Brett. Bild 4: Leben, wir brauchen das Korn, um zu leben. Das soll wahrscheinlich hier Mohn sein. Hat leider einen fahlen Beigeschmack: Drogen.
20	B: Da gehe ich mal von aus, das ist an der Küste. Ebbe und Flut.
21, 23	I: Ja. Das sind diese Rippel des Sandes, bei Ebbe.
24, 26	B: Ja, wenn das Wasser abzieht. Ist das über den Wolken, Bild 6?
27, 29, 31	I: Nein, das ist Sand. Das ist am Strand und da ist irgendwie der Sand aufgewirbelt worden.
38	B: Kann man mal sehen, was für eine Kraft auch der Wind hat.
39	I: Kannst du das erkennen?
40, 42	B: Ich würde sagen ein Satellitenbild. Von oben?
43	I: Ja.
45	I: Wirbelstraße heißt das.
46, 48	B: Eine Wirbelstraße? Das ist aber nicht auf die Erde fotografiert?
49	I: Doch, von oben auf die Erde.
50	B: Wo ist die?
51	I: Die bilden sich so am Äquator teilweise.
54,	B: Bild 8: Zebra, Wildnis, Hitze wie bei uns. Tiere müssen sich selbst versorgen

56,	dort.
58,	Bild 9: Schöne Wolken. Eine richtig schöne Wolkenformation. Gutes Wetter fällt
60,	mir dazu ein.
62	Die Zukunft von morgen, Bild 10: Windenergie. Sehen zwar nicht schön aus, sind aber sehr nützlich. Bild 11: Tuschkasten. Nein, gar kein Tuschkasten, eine Farbpalette.
63	I: Acrylfarben oder sowas ist das.
64,	B: Das kann man jetzt, finde ich, nicht so gleich erkennen.
66,	Bild 12: Da hat sich jemand viel Mühe am Strand gegeben. Hat wohl eine schöne
68,	Burganlage am Strand gebaut.
72	Oh: Vogelschwarm, Bild 13. Ich glaube, das muss man auch mal gesehen haben, um das zu wissen. Irgendwo haben wir das mal gesehen, wo weiß ich nicht. Auch ein Satellitenbild, Bild 14?
73	I: Ja.
74	B: Ist das eine Aufnahme von einem Hurricane?
75	I: Ja, oder so von der Bildung.
76	B: Bild 15: Haben wir wieder das hier. Bild 16: auch wieder.
77	I: Hast du sowas in echt schon mal gesehen?
78,	B: Nein. Im Wasser ist das auch ein Strudel?
84	
85	I: Das sind irgendwie zwei Strömungen, die aufeinandertreffen oder zwei Wellen, die gebrochen sind.
90	B: Bild 18: Kreisel. Also ich muss nur erkennen, was drauf ist auf den Bildern?
91	I: Genau, einmal eben kurz.
92	B: 19: Wassertropfen.
93	I: Sind das Wassertropfen? Wassertropfen und da ist so ein Strahl.
94	B: Ja, aber was ist das hier?
95	I: Das ist irgendwie eine Höhle oder so, wo das Wasser dann runterläuft.
96	B: Ach so. Bild 20: Luftbild von einem Fluss. Saarschleife in Deutschland?
97	I: Weiß ich nicht ganz genau, ob das die ist.
98	B: Könnte es sein. 21: Ich würde sagen, das ist gemalt.
99	I: Das sagen viele, dass das irgendwie sowas ist. Vom Wasser sind das so Spuren im Sand.
100,	B: Das ist echt gut. 22: Mosaik, 23: Romanesco, 24: Welcher Turm könnte das
102,	sein?
104,	
106	
107	I: Das spielt keine Rolle.

110	B: Ach so.
111	I: Aber es ist ein Gebäude.
112	B: Gebäude, ziemlich hohes Gebäude.
113, 115	I: Kannst du einmal ein bisschen sortieren? Du darfst frei entscheiden, wonach du die sortierst. Einfach mal gucken, wie die zusammenpassen.
116	B: Was hattest du noch mal gesagt? Was war das?
117	I: Das ist ein Wirbel von oben.
118	B: Wirbel.
120, 122	B: Gully, wo packe ich den Gully hin? Da! Wasser, Wasser... ich wollte jetzt Wasser... Wasser, Luft... hab ich das alles? Ne, das ist auch Luft. Luft, Luft, Luft. Wasser, Luft, Luft, Luft. Das gehört zum Wasser, Wasser, Wasser. Ne, das ist Wasser. Das ist Landschaft. So würde ich sagen. Fünf Haufen.
123	I: Luft, Wasser, Landschaft... und was sind die beiden?
124	B: Materielles Zeugs.
125, 145, 147, 149, 155, 157	I: Ich mach davon eben ein Foto. Dann brauch man nicht die ganzen Nummern sagen [macht Foto]. So, ich greife mir jetzt mal eben ausgewählte Bilder heraus. Das ist zum einen Bild 1, dann Bild 2, Bild 4, Bild 7, 15 und 17. Ich sage jetzt, die gehören zusammen. Kannst du da irgendwie eine Verbindung...
158	B: Luft, Luft, Wasser, Wasser, Luft...
159	I: Und das war für dich Landschaft.
160	B: Ja, Erde. Für mich ist das Wasser, Wasser, Luft, Erde.
161	I: Siehst du irgendeine Gemeinsamkeit, was da auf allen Bildern irgendwie gleich ist.
164	B: Ja, dies entsteht viel durch Windbewegung. Was war das jetzt nochmal, was hast du gesagt? Wirbel?
165	I: Eine Wirbelstraße.
166, 168	B: Wirbelstraße, ja durch Wind. Hier kannst du auch Wind machen. Die Dinger sind in eine Richtung geneigt.
171	I: Ich schmeiße jetzt einfach mal den Begriff Strömung herein. Windbewegung ist quasi eine Strömung.
172	B: Eine Strömung, ja.
173	I: Was verbindest du mit Strömung?
174	B: Kraft.
175	I: Wenn du jetzt Strömung hörst, hast du irgendwie so eine Strömung, wo du direkt dran denkst?
176	B: Also du meinst, wenn ich jetzt irgendwie hier sowas höre [Schlurfgeräusch]?

177	I: Ja.
178, 180	B: Wo ich dann direkt dran denke? Bei diesen Bildern denke ich an Gefahr. Das ist mein erster Gedanke.
181	I: Findest du da irgendwas interessant? Hast du dich damit schon mal mit auseinandergesetzt?
182	B: Nein, auseinandergesetzt hab ich mich nicht. Ich hab mich da immer zurückgezogen, wenn sowas mal gewesen ist.
183	I: Welche Bilder würdest du Strömungen noch zuordnen? Wenn du hier durchgehst nochmal eben, welche würdest du noch mit draufschmeißen?
186, 188, 190, 192, 194, 196, 198, 200, 202, 218, 222	B: Das [Bild 14], das ist auch ein Strom [Bild 13]. Das gehört auch eigentlich dazu: Ebbe und Flut, das war doch hier diese Strömung [Bild 21]. Wasser strömt auch [Bild 19]. Das ist auch Strömung [Bild 16]. Das gehört dazu [Bild 5]. Wenn ich den Fluss begucke, das auch [Bild 20]. Bild 10 gehört dazu, Bild 9 und 6 gehören dazu.
223, 225	I: Na gut, unter dem Deckel ist eine Strömung. Oder geht es nur um den Deckel?
226	B: Es geht eigentlich um den Deckel.
227	I: Dann kommt der weg und das auch.
229	I: Wie hast du dich jetzt entschieden? Was gehört für dich und was warum nicht?
234	B: Bewegung ist für mich auch Strömung.
235	I: Und das Pferd da? Da hast du ja auch Bewegung gesagt.
236, 238	B: Ja, aber ist doch keine Strömung. Strömung entsteht durch das Wetter. Durch Wind. Einen Fluss durchfließen.
239	I: Weil du hier zum Beispiel auch Tiere hast. Und das ist für dich eine Strömung.
240	B: Ja, ist auch ein Strom in dieser geballten Form entsteht ja ein Strom oder nicht?
243	I: Aber mit einem Tier ist das für dich dann noch kein Strom.
244	B: Ne, für mich noch nicht.
245	I: Also ein Vogel wär auch kein Strom?
246	B: Nein.
247	I: Also es müssen mehrere Sachen sein.
248	B: In diesem Fall, ja.
249	I: Ja.

250	B: Da trifft auch vieles zusammen. Da auch, da treffen auch zwei zusammen, so entsteht ein Sog.
251	I: Warum gehören die nicht dazu?
252	B: Ein Haus erfüllt keinen Strom für mich. Auch nicht der Gullydeckel an sich.
253	I: Sind dir denn sonst noch schon mal irgendwo Strömungen begegnet?
254	B: Das kann ich dir so auf Anhieb nicht sagen.
255	I: Kannst einfach nachdenken. Mir fällt zum Beispiel eins bestimmt ein, was du schon gesehen hast.
258	B: Hier? Spüle.
259, 261	I: Hast du also wohl schon mal gesehen. Den Stöpsel ziehen.
262	B: Den Stöpsel ziehen in der Spüle. Ja, das hat man auch oft genug gesehen.
267	I: Hast du schon mal selbst irgendwie Strömung erfahren oder selbst erzeugt? Dass du mal selbst irgendwie in so einem Strudel drin warst?
268	B: Ja, in einem Menschenstrudel. Dann gehst du ja mit der Masse mit.
269	I: Im Schwimmbad bestimmt schon mal so eine Stromschnelle irgendwo. Hast du bestimmt auch schon mal gemacht oder nicht?
270	B: Ja.
271	I: Was hast du dann gefühlt? Wie ist das?
272, 274	B: Wir wären ja beinah mal ertrunken. Auf Madeira ist ja Atlantik. Ging keiner baden. Wir haben gesagt, wir gehen schwimmen. Haben aber nicht gewusst, wie stark der Atlantik ist. Und dann kamen wir nicht wieder zurück an die Felsen ran. [Name] ist an die Felsen gespült worden. Ich hatte echt arge Probleme, wieder an Land zu kommen. Da war ich froh, dass ich Sport getrieben habe. Ich hätte das sonst nicht geschafft. Wir wären beide eroffen. Also das war auch Strömung. Und da kannst du nicht gegen an. Das ist Gewalt, wo du nicht gegen ankommst. Oder ist schwer.
275	I: Also eine starke Kraft eigentlich dann auch.
276	B: Ja, klar.
287	I: Wie hast du Strömungen erzeugt, wenn du welche gemacht hast? Was muss dafür gegeben sein?
288	B: Eigene Kraft, Energie.
289	I: Ja, du sollst dir jetzt vorstellen, dass du in irgendeiner Firma arbeitest, in einer Werbeagentur. Und du sollst für eine Firma ein Logo entwerfen zum Thema Strömungen.
298	B: Wirbel. Soll ich das wirklich aufmalen? Das ist ja blöd. Ich würde Bild 14 nehmen.
301	I: Und dann als Logo?

302	B: Als Logo würde ich Bild 1 nehmen.
303	I: Bild 1, also so eine Welle.
304, 306	B: Das ist jetzt aber jetzt nicht mit dem Hintergedanken Kraft und Strömung, sondern einfach, weil es schön aussieht. Wenn ich in der Werbung bin, muss ich ja ein schlagkräftiges Bild haben. Das ist ein bisschen ansprechender als wenn ich so eins lege, als wenn ich Nummer 20 nehmen würde. Was könnte man noch als Strömung nehmen? Bild Nummer 10, ist für ein Werbeposter ansprechender als ein Bild Nummer 11.
309	I: Versuche mal ein bisschen was zu malen.
312	B: Gut, Strömung. Krieg ich das hin? Soll ich mal ein Bild abmalen?
313	I: Nein, du brauchst nichts abmalen, nur eine ganz kurze Skizze.
314, 316, 318	B: Strömung. Fluss. So, soll ich dabei schreiben, dass das ein Fluss ist?
319, 321	I: Nein, das kann man doch erkennen. Hast du noch mal ein Gegenteil von Strömungen für mich? Was wäre das?
322	B: Vakuum.
323	I: Vakuum?
324, 326	B: Ja, ist ja nichts. Im Vakuum ist keine Luftbewegung, da ist keine Strömung, da ist nichts.
329	I: Und ein Synonym für Strömungen? Oder eine Umschreibung irgendwie?
330	B: Was mir bei Strömung einfällt, sind Urgewalten.
335	I: Wenn du jetzt jemandem Strömung erklären müsstest, wie würdest du das machen? Womit würdest du anfangen?
336	B: Womit ich anfangen würde? Wenn du drin bist, hast du keine Möglichkeit mehr rauszukommen. Du brauchst viel Kraft um dort rauszukommen, viel Stärke.
337, 339	I: Ja, viel Energie um da gegen den Strom irgendwie anzukommen. Wir haben jetzt ja schon ein paar Strömungen benannt, die hier auf den Bildern sind. Wie kommt es überhaupt dazu? Kannst du das zu irgendwelchen Bildern hier sagen?
340	B: Das ist durch das Wetter bedingt.
341	I: Könntest du sagen, was da passiert?
342, 344	B: Durch kalte und warme Luftaufnahme. Kalte und warme Luft, also bei denen [zeigt] bei dem hier, bei dem [zeigt] nicht.
345	I: Hier sind es z. B. Temperaturunterschiede.
346	B: Ja, was soll ich dazu sagen?
347, 349	I: Fällt dir sonst noch ein Grund für Strömungen ein? Also Temperaturunterschiede. Du hast vorhin auch schon mal das mit dem Stöpsel gesagt. Dass du da selbst was machst.

350	B: Selbst bewegen.
351	I: Also sagen wir eine Kraft da irgendwie.
352	B: Ja.
353	I: Das heißt, irgendwie wenn eine Kraft von außen darauf wirkt. Könnte man das so sagen? Auf Wasser zum Beispiel.
354	B: Ja, durch Wind.
355	I: Genau. Dadurch kann eine Strömung entstehen. Und durch Temperaturunterschiede hattest du jetzt gesagt. Wie kann man Strömungen aufhalten?
356	B: Das kann man nicht aufhalten. Oder gibt es auch schon solche Wellenbrecher?
357	I: Weiß ich nicht.
358	B: Ja, das habe ich schon mal gehört oder gelesen. Also Nummer 15 kann man eigentlich nicht aufhalten. Das sind Naturgewalten.
359	I: Und bei solchen Strömungen zum Beispiel wie bei Bild 20? Dann beeinflusst der Mensch das ja schon.
360	B: Ja, das beeinflusst der Mensch. Das kannst du ja begradigen.
361	I: Zum Beispiel. Und was passiert dann? Dann wird die Strömung stärker?
362	B: Wenn Unwetter kommen, werden die Katastrophen auch größer.
365	I: Wie kann man die Stärke beeinflussen? Also vielleicht auch irgendwie was stärker machen?
366	B: Noch irgendwas stärker machen?
367	I: Ja.
368	B: Ja, durch Motoren.
369	I: Kann man sowas denn irgendwie bestärken? Bei (unv.) ist schon schwierig.
370	B: Bestärken? Wahrscheinlich noch mehr durch unseren Lebenswandel, also Klimawandel. Bestärken? Wenn ich bei Bild 6 noch ein Gebläse hinstelle, dann ver- stärke ich das ja nochmal wieder.
377, 379, 381, 384	I: Ich suche mir jetzt wieder ein paar Bilder raus und dann versuchen wir nochmal Gemeinsamkeiten zu finden. Einmal Bild 5, dann Bild 9, Bild 12, 14, 22 und 23. Und wieder sage ich, die gehören für mich ein bisschen zusammen.
386, 388	B: Die fallen aus dem Rahmen für mich. Das Bild sowieso. Fällt ganz aus dem Rahmen, das ist ein Mosaik. Willkürlich gelegt. Alles andere, da ist ja noch Be- wegung.
389	I: Da ist ja keine Bewegung [Bild 22]. Hier ist jetzt auch keine Bewegung [Bild 23].
390	B: Ja gut, wenn du es über einen langen Zeitraum beibehältst hast du auch

	Bewegung [Bild 23].
391	I: 12 wäre für dich auch Bewegung?
392	B: Das Meer im Hintergrund.
393	I: Da stehen ja jetzt die Burgen eigentlich im Fokus.
394	B: Also die umgekippten Eimer. Was war das jetzt nochmal? Mit Wind, ne?
395, 401	I: Noch nichts. Die gehören einfach für mich zusammen. Und du sollst herausfinden, weshalb.
404	B: Nein, für mich gehören die nicht zusammen.
405	I: Welche gehören denn für dich von denen zusammen?
406	B: Die drei.
407	I: Warum?
408	B: Luft und auch Wasser. Wolken sind ja Wasser. Da gehört Wasser zu und da gehört auch Wasser zu. Ja gut, bei den Sandburgen gehört Wasser und Luft zu.
409	I: Und deswegen fliegt das bei dir raus? Ja, stimmt. Wenn ich jetzt einfach mal sage: Struktur oder Strukturbildung. Unter dem Aspekt passen die zusammen wahrscheinlich.
410	B: Auch Nummer 23 Struktur?
411	I: Ist das keine Struktur für dich?
412	B: Ja, weißt du, die sind so herangezüchtet worden. Alles was herangezüchtet wird, bildet ja eine möglichst perfekte Struktur.
413	I: Das stimmt.
416	B: Hat nichts mit Bewegung und Dynamik zu tun.
417	I: Aber hier zum Beispiel haben wir jetzt auch nicht, dass die alle perfekt gleich sind. Aber das ist doch trotzdem irgendwo eine Struktur. Oder würdest du auch sagen, weil der jetzt zum Beispiel nicht so hoch ist...
418	B: Es ist eine Gleichmäßigkeit, weil alle so einen kleinen Hügel haben.
419	I: Also für mich ist das auch eine Wolkenstruktur.
420, 422	B: Kann man auch machen. Das ist eine Struktur, das auch. Na gut, das auch. Bei Bild 23 bin ich nicht so ganz einig mit dir. Sieht optimal aus, so wie er wachsen muss. Ist künstlich, genauso wie Nummer 22 auch. Auch 12 ist künstlich, aber ist egal.
423	I: Strukturen können ja auch künstlich sein oder nicht?
424	B: Ja, dürfen sie auch.
425	I: Ok. Aber das ist nicht so eine Strukturbildung wie das hier zum Beispiel.
426	B: Nein.
427,	I: Das hier sind naturgegebene Strukturbildungen.

429 Die sind durch den Menschen.

430 B: Ja.

431 I: Da können wir uns darauf einigen.

432 B: Gut.

433 I: Was verbindest du mit Strukturen?

434 B: Regelmäßigkeit, Alltagstrott.

435 I: Hast du irgendwie eine Struktur schlechthin?

436 B: Ich bin ein ganz strukturierter Mensch.

437 I: Deine Struktur? Deine Alltagsstruktur?

438 B: Ich bin unstrukturiert. Kreative Leute sind doch unstrukturiert.

439 I: Hast du irgendwie so eine Struktur, wo du sagst, da denk ich sofort dran, wenn ich an Struktur denke?

440 B: Jeden Morgen aufstehen und arbeiten gehen.

441 I: Eine Alltagsstruktur?

442 B: Ja (unv.).

443, I: Dann sag ich jetzt mal: diese Bilder [übrige] auch nochmal zu Strukturen und
445 zu Strukturbildung. Aber Hier kannst du ja jetzt, wenn du willst, auch nochmal
sortieren nach durch die Natur erzeugte Strukturen und durch den Menschen.

448 B: Das ist der Mensch.
Natur.
Mensch.
Ein Gullideckel ist von Menschenhand hergestellt.

449 I: Für mich ist das auch eine Struktur.

450 B: Die Vögel machen ihre eigene Struktur.
Das auch.
Natur, Natur, Natur.
Nummer 10, bei den Windmühlen, das ist von Menschenhand.
Das ist Natur, auch Natur, auch Natur, Mensch.

451 I: Sind alle Bilder, die ich mitgebracht habe, Strukturen?

452 B: Nein, nicht alle.

453 I: Dann schmeiße die nochmal raus, die für dich keine Struktur sind oder keine
Strukturbilder.

454 B: Hier das gestreifte. Das hat jedes Tier. Also was nicht Struktur ist?

455 I: Das soll raus.

458, B: Ja Gott, du kannst ja auch zu jedem Bild... das is wie bei einem Künstler. Du
460 kannst ja ein Bild verhackstücken und alles reininterpretieren, was du möchtest.

461	I: Ist das hier für dich eine Struktur, Bild 19?
462	B: Eigentlich ja. Wasser fließt, tröpfelt.
463	I: Ok. Aber ich würde jetzt zum Beispiel sagen, Bild 19 ist ein großer Unterschied zu Bild 22.
464	B: Ja klar.
465	I: Denn hier ist es jetzt grade ein Foto von irgendwas, was sich bewegt. Und das ist was Festes. Aber eine Struktur für dich kann sich also auch bewegen?
466	B: Ja, natürlich. Ich meine, dein Alltag ist auch strukturiert und du bewegst dich in diesem Alltag.
467,	I: Ja, ist spannend. Das sehen ja manche vielleicht anders. Dass die sagen, so eine
469	Struktur kann nur sowas sein wie zum Beispiel hier die Holzstruktur, die immer fest und gleich ist. Ich mach hiervon auch noch mal eben wieder ein Foto.
470	B: Ah, das ist ganz interessant: kleine Details, wo man sich nie Gedanken macht.
471	I: Was erfüllt sein muss, damit das eine Struktur ist, hattest du das schon gesagt?
472	B: Welches Muster?
473	I: Was muss für dich erfüllt sein, damit du sagst: Das ist eine Struktur?
474	B: Das Zebra hat immer wieder das gleiche Fell.
475	I: Also eine Wiederholung irgendwie.
476	B: Das erfüllt die Kriterien einer Struktur.
477	I: Was sind denn für dich die Kriterien?
478	B: Immer wiederkehrend. Das ist eine Struktur für mich. Auf jeder Seite vom Lift sind drei Fenster, Etage für Etage. Ist für mich eine Struktur. Die sind garantiert auch so aufgebaut worden, dass man sagt: in diese Richtung muss das gebaut werden. Das unterliegt auch wahrscheinlich einer Struktur. Geh ich mal von aus, weiß ich aber nicht, warum dieser Aufbau. Da finde ich, dass diese Strukturen bei Bild 14, 15, 1, 6... Nein, Bild 6 ist keine Struktur.
479	I: Ist gar keine Struktur?
480,	B: Nein. Bild 1 auch. Obwohl, die Wellen kommen immer wieder. Aber in zeit-
482	lichen Unterschieden und in unterschiedlicher Stärke.
483	I: Also rausschmeißen?
484	B: Eine Welle kommt immer wieder.
485	I: Also so kann man sagen?
486,	B: Ist eine Struktur.
488	Das ist ja nicht immer so, dass die so fliegen. Wo fängt Struktur an und wo hört sie auf?
489	I: Das will ich jetzt von dir wissen, das ist ja das Spannende.
490,	B: Struktur fängt für mich da an: jeden Tag morgens um 7 Uhr aufstehen. Das ist

492	für mich Struktur. Das hast du nicht jeden Tag morgens um 7 Uhr. Bild Nummer 13. Das ist ja irgendwann mal. Auch raus.
493	I: Ok, und hier? Das wär ja auch irgendwann mal.
494	B: Genau.
495	I: Aber ist es für dich eine Struktur?
496	B: Wenn du's Bild so betrachtest, ja. Aber das ist immer wiederkehrend. Im Normal alle vier Stunden.
497	I: Man könnte ja auch sagen, dass diese Rippel immer wiederkehrend sind in dem Bild.
498	B: Aber sie werden nie genau so.
499	I: Das stimmt.
500	B: Das ist eine Struktur, dieser Gullydeckel. Der hat immer so und so viele kleine Löcher.
503	I: Sind dir sonst Strukturen begegnet, außer jetzt zum Beispiel hier auf den Bildern?
504	B: Ja, donnerstagsabends Sport mit anschließendem Sektrinken (lacht). Das ist auch so ein fester Bestandteil und das ist auch 'ne Struktur.
505	I: Wenn du selbst Strukturen erzeugst hast, sind das hauptsächlich solche Sachen, wie den Alltag strukturieren? Oder hast du auch selbst schon mal irgendwie so was gemacht?
508, 510	B: Bestimmt. Das sind so Dinge, da denkst du nicht drüber nach. Zum Beispiel jedes Jahr, 1. Januar, einen neuen Kalender aufhängen. Das ist ein Ritual. Aber ist es eine Struktur? Ja auch, natürlich. Das machst du auch jedes Jahr.
511, 513	I: Und sonst so? Wenn du irgendwie zum Beispiel mit irgendwas gearbeitet hast, also irgendeine Struktur rausgeholt hast. Ich sag mal zum Beispiel als wir euren Hof gepflastert haben. Hast du da irgendwie in einer Struktur die Steine gelegt oder solche Sachen?
514	B: Da legt man das nach einem Muster fest,
515	I: Das ist ja irgendwie eine Struktur oder?
516	B: Ist ja ein Muster,
517	I: Oder wenn du überlegst, wie der Garten zum Beispiel angepflanzt ist. Da ist ja auch eine Struktur drin.
518	B: Ja, das machst du auch nach einem Muster. Gartenarbeit machst du auch nach einer Struktur oder nach einem Muster.
519	I: Könnte man auch so sagen oder?
520	B: Ja, Jein.
521	I: Warum nicht?

522	B: Gehen wir mal jetzt zum Thema Gartenarbeit: Dann müsste ich ja jeden Samstag Rasen mähen und jeden Freitag die Beete saubermachen. Das tue ich ja nicht.
523	I: Für mich ist es eine Struktur, wenn du sagst: hier vorne baue ich immer meine Tomaten hin und hier hab ich meine Blumen und da ist mein Rasen.
524	B: Ja sicher, aber das ist eine festgegebene Struktur, die ich einmal festgelegt habe.
525	I: Ja, aber das ist doch eine Struktur oder nicht?
526	B: Ja, aber da denkst du gar nicht mal drüber nach.
527	I: Das hat jetzt nichts mit Ablauf zu tun, sondern eher mit Aufbau.
528	B: Stimmt, Struktur ist bei mir viel immer Ablauf, nicht Aufbau. Ich habe da auch noch nie drüber nachgedacht.
529, 533	I: Du bist in wieder in einer Werbeagentur und darfst nochmal ein Logo malen zu Struktur.
536, 538	B: Da passt am besten für mich der Gullydeckel. Weil der nämlich immer die gleichen... soll ich einen Gullydeckel malen? Oder ich schreib einfach hin: Gullydeckel. Dann weißt du Bescheid, brauche ich nicht malen.
539	I: Versuch doch mal.
542, 544	B: So, muss ich das ganz ausmalen? Reicht das?
545, 551	I: Ja. Jetzt noch einmal, dass du mir so eine Definition für eine Struktur aufschreibst. Hier irgendwie daneben, was für dich Struktur ist.
552	B: Da reicht eigentlich: Alltag. Oder musst du noch mehr haben? Wiederholung. Noch mehr?
553	I: Kannst du daraus noch einen Satz bilden irgendwie?
556, 560, 562	B: Immer wiederkehrende... ich schreib mal wiederkehrend. Tätigkeiten und feste Strukturen, feste Abläufe. Ne, das sind ja immer wiederkehrende Tätigkeiten.
563	I: Oder feste Muster irgendwie so?
564	B: Genau, Muster.
567	I: Für dich das Gegenteil von Struktur?
568	B: Flexibilität, noch mehr?
569	I: Wenn dir was einfällt, los. Wenn nicht, dann nicht.
570, 574	B: Löiböisen (platt. Faulenzen). Das hab ich aber jetzt nur wegen der Arbeit.
575	I: Hast du noch ein Synonym vielleicht oder irgendwie so eine Umschreibung von Struktur?
576,	B: Das hält einen gefangen, gefesselt. Persönlich. Aber die Menschen brauchen

578	Strukturen, Kinder ganz besonders. Das weißt du ja. Frühzeitig aufstehen. Was die nicht schaffen.
587	I: Wie kommt es zu solchen Strukturen?
588	B: Zum einen bilden die Natur diese Strukturen. Die meisten Strukturen, würde ich sagen, sind von uns Menschen gemacht.
589	I: Was muss für eine Naturstruktur gegeben sein, damit das so passieren kann?
590, 592, 594, 596	B: Wind, Wasser, Ebbe und Flut. Hängt ja dann auch noch mit der Mondphase, also mit dem Mond zusammen. Ich kenne mich mit Ebbe und Flut nicht genau aus. Ich weiß nur, dass das alle vier Stunden mal kommt.
597	I: Aber du würdest schon sagen irgendwie, dass da vom Wasser oder vom Wind eine Bewegung sein muss. Und was passiert dann.
598, 600	B: Ja, dann kommen solche schönen Bilder zustande. Nein, also Wasser, Wind... wie ist das mit Ebbe und Flut?
601	I: Es geht jetzt hauptsächlich um das, was hier auf der Erde passiert. Also das Wasser fließt da quasi drüber...
602	B: Ja, fließt drüber und dann zieht es auch wieder ab.
603	I: Genau, und dann bleibt so ein Muster.
604	B: Ja.
607	I: Wie würdest du eine Struktur aufhalten?
608	B: Das kannst du nicht aufhalten.
609	I: Und wenn ich da jetzt darauf trete (unv.)?
610	B: Wenn du deine Füße darein steckst, dann ist die Struktur nicht mehr gleich. Das ist klar. Aber ich dachte jetzt, du willst das Wasser aufhalten. Das kannst du nicht.
611	I: Ne, ich meine jetzt die Struktur. Ob man eine Struktur kaputt machen kann?
612, 614, 616	B: Ja, das kannst du kaputtmachen, das geht. Mit Gewalt oder hier Kraft.
617	I: Könnte man dann vielleicht auch sagen, dass das Gegenteil von Struktur irgendwie so eine Art Chaos ist?
618	B: Joa, kann man sagen.
619	I: Für den Alltag würde das ja auch zutreffen oder nicht?
620	B: Da ist ja kein Chaos, wenn du deine Füße reinstellst bei Bild 5. Bei Bild 21 auch nicht, hast du auch kein Chaos. Wenn du bei Bild 16 die Füße reinstellst, du hältst dann ja ein bisschen Wasser auf, aber es geht ja trotzdem weiter.
621	I: Wie könnte man die Stärke von solchen Strukturbildungen beeinflussen?
622	B: Die Stärke von Strukturbildungen beeinflussen?

623	I: Noch mehr Energie da irgendwie rein?
624	B: Ja, würde ich sagen.
625	I: Ich hab noch vorhin was vergessen. Kannst du mir da vielleicht auch nochmal eine Definition von Strömung hinschmeißen. Ist jetzt vielleicht schon ein bisschen spät, wenn dir nichts einfällt, ist auch nicht schlimm.
626, 630	B: Fließend, reißend. beruhigend auch manchmal, eine Strömung kann ja auch beruhigend sein.
631, 633	I: Hast du noch irgendwie so einen Satz? Also was muss da strömen?
634	B: Luft, Wasser, eigentlich die vier Elemente. Nein, Feuer muss nicht strömen, muss auch nicht fließen. Feuer ist nicht fließend.
635	I: Luft, Wasser war doch schon gut.
636	B: Ja, die vier Elemente sind doch Luft, Wasser, Feuer und...
637	I: ... Erde meinst du jetzt noch.
638	B: Ja, bis auf Feuer, hast du eigentlich alle Elemente hier drin in den Bildern. Warum habt ihr Feuer nicht genommen?
639	I: Ja, ne gute Frage.
642	B: Achs so, ich soll jetzt noch einen Satz zu Strömungen schreiben?
643	I: Wenn dir da noch was zu einfällt. Wenn nicht, ist auch nicht schlimm. Wenn du es so stehen lässt, ist auch gut.
644	B: Ja, ich lass es so stehen. Für mich ist eine Strömung fließend und beruhigend.
645	I: Eine fließende Bewegung von?
646	B: Wasser und...
647	I: Genau, dann schreib das noch mal eben dahinter.
648	B: Fließende Bewegung.
649	I: Ja, super. Dann haben wir's geschafft.

21.3.6 Interview S3A

1	I: Ich habe ein paar Bilder mitbracht und du sollst einfach mal ein bisschen sortieren, wie das für dich passt. In kleinen Gruppen oder einzeln. Du kannst einfach loslegen.
2, 4, 6	B1: Das sieht aus wie Ebbe. Das ist eine Frucht, aber was für eine weiß ich jetzt nicht. Unter Wasser (unv.).
7	I: Das ist im Sand, wo Wasser so Spuren hinterlassen hat.
8	B1: Ach so, also auch von Ebbe?
9, 11	I: Ja. Das kann man ja erkennen, was das ist.
12, 14	B1: Ja, das sind Wolken. Sehr schön angeordnet. Und das ist ein Tornado oder eine Windhose.
17	I: Packst du die alle zusammen? Sortierst du die schon nach irgendwas oder?
18, 20, 22, 24	B1: Nö. Ich guck mir die jetzt an und sage da was zu. Das ist ein Fluss. Hier hat jemand Sandburgen gebaut. Ein Zebra.
25	I: Das ist vom Satelliten aufgenommen.
26, 28, 30, 32, 34, 36	B1: Ja, das ist die Wolkenbildung, Wetterbildung. Das könnten zwei zusammenfließende Flüsse sein. Windkraftanlage, Das sieht fast wie ein Fußball aus. Dies ist jetzt eine Wolkenbildung. Da droht sich wahrscheinlich wohl irgendwo mal ein Unwetter an. Das ist für Wellenreiten gut. Das sind schöne hohe Wellen. Sandsturm. Oh, das sind Vögel.
37	I: Ja, genau, ein ganzer Vogelschwarm.
38, 40	B1: Ja. Ein Kreisel. Wassertropfen. Gehren und Blumen.
41	I: Genau, die sich im Wind bewegen.
42, 44	B1: Ja. Ein (unv.) Hochhaus im Unwetter. Ist ein bisschen dunkel dahinten. Farbenspiel.
45	I: Ja, genau so ein Tuschkasten irgendwie.
46	B1: Ja, weiß ich jetzt nicht. Aber das ist ein Sog.
47	I: Strudel oder Sog.

48,	B1: Ja. Gullydeckel.
50	Und das? Was könnte das sein?
51	I: Das ist auch vom Satelliten aufgenommen.
52	B1: Was das sein kann, weiß ich nicht.
53	I: Das sind einfach Wolken. Und in den Wolken sind so Wirbel. Wirbelstraße heißt das. Hast du da jetzt irgendwie Gruppen? Sachen, die du zusammen sortieren würdest und die du rausschmeißen würdest?
58	B1: Ja, das ist ein Farbkasten. Wasser. Kreisel. Natur. Das auch. Das auch. Das gehört auch dazu. Ach, das weiß ich nicht. Was das sein soll, weiß ich nicht.
59	I: Ein Mosaik
60,	B1: Joa.
62	Irgendwie das auch da. Dies hier. Das. Das gehört mit dazu. Strand. Wasser. Die würde ich so setzen.
63	I: Wonach hast du sortiert?
64	B1: Was mit Wasser zu tun hat.
65	I: Und das hat jetzt zum Beispiel nichts mit Wasser zu tun?
66	B1: Ja, doch auch. Das ist ja Wetterbildung.
67	I: Weil die Wolke aus Wasser besteht?
68,	B1: Ja.
70	Das ist auch wieder Windkraft. Das ist auch wieder Natur. Wolken. Dann das Wasser. Hier ist auch wieder Natur. Hier ist Natur. Hier. Und hier.
71	I: Und das hier zählt doch eigentlich auch zur Natur oder?
72	B1: Ja, hat aber nichts mit Wasser zu tun.
73	I: Ok, also hast du dann Wasser und Natur zusammen?

74, B1: Ja. Das hat jetzt mit Wasser zu tun.
 76 Aber das hat woanders mit zu tun.

77 I: Ich schnappe mir jetzt mal ein paar Bilder. Die würde ich jetzt zusammensortieren. Kannst du da irgendwelche Gemeinsamkeiten erkennen?

78 B1: Nö, eigentlich nicht.

79 I: Dann sag ich mal, auf den Bildern bewegt sich immer was.

80 B1: Jaja, gut. Das ist ja bei dem.
 Bei dem.
 Bei diesen ist das ja auch. Bewegt sich ja auch was.
 Und bei dem Sandsturm bewegt sich auch was.

81 I: Eigentlich sind das ja Bewegungen. Hier hab ich zum Beispiel die Pflanzen im Wind. Kannst du das irgendwie mit den Wasserwellen in Verbindung bringen?

82 B1: Ja, kann man. Das ist ja auch eine Welle.

83 I: Und zum Beispiel der Tornado und der Strudel?

84 B1: Ja, gut, das sind auch Bewegung.
 Das ist auch Bewegung, nicht?

85, I: Genau, eine Bewegung von Wasser. Und eine Bewegung von... das ist Wind.
 87, Der Tornado? Was ist da für Bewegung?
 89,
 91

92 B1: Ja, vom Wind.

93 I: Also eine Bewegung von Wind und Wasser hier jetzt?

94 B1: Ja, ja.

95, I: Gibt es da irgendwie einen Oberbegriff? Wenn Wasser sich bewegt.
 97 Hier hast du was zu gesagt.

98 B1: Strömung [weitere Person im Raum ruft herein].

99 I: Strömung.

100 B1: Ja.

101 I: Strömung von Wind und Wasser.

102 B1: Jaja.

103 I: Was verbindest du mit Strömung?

104 B1: Energie, also Bewegung. Bewegung von Wasser, die umgesetzt wird dann wieder in Energie.

105 I: Wenn ich Strömung sage, gibt es etwas, woran du sofort denkst?

106, B1: Ja, an einen Fluss. Das ist Bewegung, also Strömung. Ein stehendes Gewässer ist ja was anderes. Ein Fluss bewegt sich, hat also eine Strömung.
 110,

114	
115	I: Und welche Bilder würdest du dazu noch einordnen von denen hier?
116, 118, 120, 122, 124	B1: Die hier. Also dieses auf jeden Fall hier. Dieses auch. Hier ist der Fluss. Dies hat auch Bewegung. Hier ist auch Bewegung. Das ist jetzt ruhend.
125	I: Was ist zum Beispiel mit dem Zebra?
126	B1: Ja gut, es läuft. Es hat also auch eine Bewegung.
127	I: Ist das für dich eine Strömung?
128	B1: Nö, nö.
129, 131	I: Dann schmeiße ich das auch mit hier hin. Also welche würdest du alle raus-schmeißen?
132	B1: Ja, dieses nicht. Hier ist ja die Ebbe, dann kommt ja wieder die Flut. Da ist ja auch Bewegung.
133	I: Aber auf dem Bild jetzt direkt?
134, 136, 138, 140, 142	B1: Auf dem Bild nicht, nein. Auf dem Bild ist das nicht. Hier auch nicht. Hier auch nicht. In der 10 da ist auch Bewegung drin, die rotierenden Blätter, würde ich sagen. Und hier verändert es sich auch. Wenn man nur auf dem Bild jetzt sieht, sieht es aus, als wenn es so stehen müsste, aber da ist auch eine Bewegung drin.
143	I: Gut, dann sag ich einmal eben die Nummern, damit ich das mal habe. Bild Nummer 1,4, 15, 2, 13, 20, 6, 7, 17, 16, 14, 19, 10 und 9. Die anderen kann ich dann ja rausschmeißen.
144	B1: Ja.
145	I: Das sieht doch hier auf jeden Fall gut aus. Gemeinsamkeiten hast du jetzt gerade alle schon genannt, warum du das so sortiert hast. Die hast du rausgeschmissen, weil sich da nichts bewegt. Oder zum Beispiel bei dem Zebra...
146	B1: Jo, dieses ist keine Bewegung.
147	I: Und hier?
148	B1: Da ja. Da ist ja viel Bewegung drin.
149	I: Ok, das ist, weil viele Dinge sich bewegen oder?
150	B1: Ja, weil der Vogelschwarm sich selbst bewegt.
151	I: Was muss also für dich erfüllt sein, damit man von einer Strömung sprechen kann? Das sind ja alles Strömungen.
152	B1: Ja, auf jeden Fall 20, das Bild.

153	I: Was muss erfüllt sein? Also was muss sich bewegen, damit du sagst, das ist für mich eine Strömung?
154	B1: Das Bild selbst gibt es ja her. Das Bild selbst zeigt ja, dass da eine Bewegung ist.
155	I: Ok, aber eine Bewegung von was?
156	B1: Eine Strömung. Dies ist keine Strömung. Und das auch nicht. Das auch nicht, das ist ein Tropfen. Aber das ist eine Strömung. Das ist eine Strömung. Dieses ist Bewegung.
157	I: Ist schwierig einen Begriff direkt für Strömung zu finden.
158	B1: Ja, es ist ja Sog.
159	I: Genau.
160	B1: Du hast ja einen Sog da. Und dies ist Bewegung, wenn man es im Bild jetzt sieht, hat es eine Wellenform.
161	I: Genau, ja.
162, 164, 166	B1: Und das hier ist auch Bewegung und Strömung. Und das hier ist Bewegung, aber keine Strömung, in diesem hier. Das gehört zu dem dahinten.
167	I: Ok.
168	B1: Ich würde sagen, diese Bilder und das hier kann man auch als Strömung bezeichnen. Das sind die Bilder, wo ich sagen würde, da ist eine Strömung drin.
169	I: Warum hast du hier rausgeschmissen?
170	B1: Weil da nur eine Bewegung ist.
171	I: Das ist nur eine Bewegung und das ist eine Strömung.
172	B1: Das ist eine Strömung.
173	I: Ok, gut.
174	B1: Obwohl dieses ja auch nur eine Bewegung ist hier. Bloß das sieht dann aus...
175	I: ... wie so eine Wellenbewegung.
176	B1: ... wie eine Wellenbewegung als wenn es strömt. Im Grunde genommen ist es auch nur eine Bewegung durch den Wind.
177	I: Da haben wir letztendlich auch eine Bewegung oder? Eine Bewegung Wasser.
178	B1: Ja, aber hier sieht es so aus, als wenn da zwei Ströme zusammenkommen.
181	I: Ja, ist auch richtig. Da sind zwei Ströme, die zusammenkommen.
182	B1: Und wo die sich treffen, da entstehen Wirbel und Strömung.

183, 185	I: Ja, sowas oder sowas. Hast du sonst Strömungen, die dir so im Alltag oder so begegnet sind? Jetzt nicht unbedingt im Meer oder so, sondern vielleicht auch mal hier im Haushalt oder?
186	B1: Wenn das Wasser läuft.
187	I: Zum Beispiel, wenn du einen Stöpsel ziehst.
188, 190	B1: Ja. Dann passiert das auch, dass das Wasser auf einmal weggeht, dann entsteht ein Sog.
191	I: Hast du selbst dann auch schon mal Strömungen erzeugt irgendwie?
192	B1: Nein, selbst erzeugt, nö.
193	I: Du sollst dir jetzt mal vorstellen, dass du in einer Werbeagentur arbeitest. Die brauchen ein Logo für Strömungen von dir. Kannst du mir das aufmalen?
200	B1: Tja, Strömung. Das ist nicht so einfach jetzt.
201	I: Du hast ja gesagt Bewegung.
202	B1: Jaja. Bewegung, aber du willst ja jetzt Strömung haben.
205	I: Wenn du keine Idee hast, ist es auch nicht so schlimm.
208	B1: Ja, wie soll ich das zeichnen? Das weiß ich jetzt auch nicht.
209	I: Das sieht doch schon gut aus. Das soll jetzt so ein Wirbel sein, den du da gemalt hast?
210	B1: Ja.
211	I: Kann man schon erkennen.
215	I: Was ist für dich das Gegenteil von Strömung?
216	B1: Stillstand.
217	I: Und ein Synonym für Strömung oder eine Umschreibung?
218	B1: Hatten wir das nicht gerade schon?
219	I: Ja, noch ein bisschen genauer.
220, 224	B1: Etwas, was fließt. Das ist für mich Strömung. Etwas, das sich bewegt und sich von einem Punkt zum anderen entfernt.
225	I: Kannst du dazu nochmal eine Definition aufschreiben, wie du das gerade gesagt hast. Damit ich die später noch habe.
226	B1: Strömung ist Bewegung in eine Richtung.
227	I: Du hast jetzt schon viele Strömungen hier gesehen. Und was ist denn der Grund für Strömungen? Kannst du das sagen? Warum strömt das?
228	B1: Da ist ein gewisser Nachschub immer da. Ein Fluss fängt ja ganz klein an in der Entstehung. Und dann durch die Zuläufe usw. kommt immer Bewegung rein. Bis es nachher ein großer Fluss wird. Dann ist Bewegung da, dann ist ein Fluss da. Es kann ein reißender Fluss sein, es kann ein langsam fließender Fluss

	sein. Aber das ist ja alles Bewegung.
229	I: Und wenn du jetzt selbst eine Strömung erzeugen würdest, wie würdest du das machen? Sagen wir mal, wir haben draußen einen Pool stehen und du willst da eine Strömung reinbekommen. Wir würdest du das machen?
230, 232	B1: Am besten mit der Pumpe. Oder mit einem Schlauch, Wasser nachspritzen. Dann kommt das auch in Bewegung. Oder mit den Füßen.
233	I: Also mit einer Kraft von außen.
234	B1: Ja, eine Kraft von außen. In ein stehendes Gewässer kriegst du keine Strömung rein.
235	I: Kann man so eine Strömung aufhalten? Zum Beispiel an einem Fluss.
236, 238	B1: Durch einen Staudamm. Aber dann hast du trotzdem anschließend wieder die Bewegung.
239	I: Ja, danach. Woher weißt du sowas? Hast du darüber schon irgendwie Dokus gesehen?
240	B1: Staudämme bauen, das habe ich schon gesehen.
241	I: Und über Strömungen generell? Hast du da auch schon mal was zu gesehen?
242	B1: Was heißt, über Strömungen generell?
243, 245	I: Du wusstest ja z. B. ganz viel über Flüsse. Woher hast du das Wissen? Aus Büchern oder?
246	B1: Allgemeinwissen.

247,	I: Allgemeinwissen. Ist doch gut.
251	Ich habe hier nochmal wieder was Ähnliches. Fangen wir wieder mit anderen Bildern an. Was sind da denn für dich Gemeinsamkeiten? Warum gehören die zusammen?
252	B1: Die 5 und 12 könnte man eventuell durch Strand zusammenziehen.
253	I: Ein Romanesco ist das übrigens.
256	B1: Ja, ja. Aber die wächst hier nicht.
257	I: Genau, die wächst da nicht. Könntest du denn irgendwie einen Oberbegriff finden, wo die alle reinpassen die Bilder?
258	B1: Ne, könnte ich nicht.
259	I: Was Geordnetes so ein bisschen.
260	B1: Ne, kann ich nicht. Da sehe ich nichts Geordnetes.
261	I: So eine Art Struktur, könnte man das sagen? So eine Strukturbildung?
262	B1: Ja gut, man könnte jetzt rauskristallisieren, dass man sagt, dieses hier ist wie ein Kunstwerk. Und dieses hier soll wahrscheinlich auch so ein Kunstwerk sein. Und dieses ist auch irgendwie so ein Kunstwerk.

	Das ist Ebbe.
263	I: Watt oder Schlick.
264	B1: Das Watt, ja. Also diese drei könnt ich - oder diesen dazu - noch als Kunst sehn. Aber das nicht hier. Durch diese Wolkenbilder jetzt hier. Also wenn du so willst, hast du recht: Naturschauspiel.
265	I: Ich würd sagen, so eine Struktur ist das schon.
266	B1: Ja, ja, dieses ist eine Struktur. Das, das, das und das hier.
267	I: Eine Wolkenstruktur.
268	B1: Ja gut, die haben wir da auch.
269	I: Welche würdest du da noch mit reinschmeißen? Was sind für dich noch Strukturen?
270	B1: Na, die da!
271	I: Das zum Beispiel?
272	B1: Nein.
273	I: Ja, sag mal, welche andere.
274	B1: Die Wolke, die Wolke da.
275	I: Das ist eine Struktur?
276, 278	B1: Ja, wenn das eine Struktur ist, dann ist das auch eine Struktur. Dies ist nur aus dem Weltraum aufgenommen und die kannst du von unten begucken.
279	I: Was wäre denn für dich von denen noch alles Struktur?
280, 282	B1: Dies hier. Das auch noch.
283	I: Von denen hier oben?
284	B1: Nein, keine.
285	I: Das ist keine Struktur?
286	B1: Nein, das ist ein einfacher Gullydeckel [Fremde Person interveniert].
287	I: Und so ein Hochhaus mit den Fenstern?
288	B1: Das ist auch strukturell angelegt.
289	I: Und so eine Zebrastrifenstruktur?
290	B1: Auch, ja.
291	I: Und das?
292	B1: Ja, das auch noch da. Aber wenn es danach geht, kannst du ja jedes Bild davon nehmen. Du willst mich also auf den Pfad der Struktur bringen?
293	I: Ja, genau.

294	B1: Ja, ich merke das.
295	I: Wir haben ja jetzt noch ein paar Bilder da zugeordnet zu Strukturen. Was muss für dich dann gelten, damit das eine Struktur ist?
296	B1: Ja, diese. Diese. Diese. Diese. Diese ist ja vergängliche Struktur. Und das ist auch vergänglich.
299	B2: Das ist vergänglich.
300	B1: Das ja.
301	B2: Ja sicher, wenn das Wasser kommt, ist es weg.
302	B1: Das kommt aber wieder.
303	B2: Aber nie wieder so.
304	B1: Ne, das stimmt.
305	B2: Also, so könnte man das jetzt sehen.
307	I: Braucht ihr irgendwas, damit das eine Struktur ist? Hier jetzt auch das Muster vom Tisch. Das ist ja jetzt eine Struktur für uns. Aber warum? Wann spricht man da von einer Struktur? Könnt ihr das sagen?
308	B1: Ja, bei dem Tisch ist das eine Holzstruktur. Die bildet sich durch das Holz. Und hier bildet sie sich durch das Wasser.
309	I: Also eine Strukturbildung.
310	B1: Ja.
311	I: Kann man sagen, dass das irgendwas ist, wo sich irgendwas wiederholt? Irgendwas, was gleich ist?
312	B1: Nein. Struktur ist immer unterschiedlich. Die kriegst du so nicht wieder hin. Dieses Muster zum Beispiel von dem Holz kriegst du nie wieder so hin. Und dieses wirst du auch nie wieder so hinkriegen. Das auch.
313	B2: Das einzige, das hier.
314	B1: Das bleibt bestehen, ja.
315	I: Und das hier dann auch.
316	B2: Das genauso.
317	I: Durch Menschen erzeugten Strukturen.
318	B2: Richtig, genau. Das ist alles Natur.
319	B1: Dieses Zebra z. B.: jedes Zebra ist anders. Kein Zebra hat die gleichen Streifen.
320	I: Also die habt ihr rausgeschmissen, weil das für euch nicht irgendwie so ganz...

	Wiederholendes.
321	B1: Nein, kannst du ja nicht wiederholen.
322	I: Bild Nummer 17 ist gerade das gleiche mit Wasser wie das auf Bild Nummer 14 mit Wolken ist, oder?
323	B1: Nein.
324	I: Warum nicht?
325	B1: Nein, finde ich nicht, denn die Wolken sind anders. Das wiederholt sich ja nicht wieder.
326	B2: Wenn da jetzt aber so ein Sog ist, der wird da ja bleiben.
327	B1: Nein.
328	B2: Meinst du, der verschwindet dann wieder?
329	B1: Ja.
330	B2: Und der kommt nicht wieder?
331	B1: Nein, es kann nur sein, dass unten irgendwas weggesackt ist, dass das Wasser jetzt runterläuft in eine Spalte oder was. Dann kann wieder ein Sog entstehen. Dann dreht sich das Wasser und verschwindet ganz schnell nach unten weg. Und dann ist es wieder voll unten, dann ist das vorbei.
332	I: Also Struktur ist dann für euch irgendwas, das sich wiederholen kann oder sich nicht wiederholen kann?
333	B1: Ja.
335	B2: Eine Struktur kann ja auch was Festes sein.
336	B1: Das ist wie bei dem Tisch.
337	B2: Ja.
338	B1: Aber es wiederholt sich ja nicht wieder.
339	B2: Nein, wiederholen tut es sich nicht.
342	I: Sind euch sonst schon mal so Strukturen oder sowas begegnet? Zum Beispiel Holzstrukturen?
343	B1: Ja, überall. Haben wir überall, kannst du überall gucken. Es ist nie gleich. Wiederholt sich nicht.
344, 346	I: Ja, hast du schon mal selbst Strukturen irgendwie erzeugt? Wo und wie?
347	B1: Ja hier, da zum Beispiel. Das ist auch eine Struktur im Holz und die wiederholt sich auch nicht nochmal.
348	I: Genau, und die Formung?
349	B1: Ja, die Formung könnte man eventuell so wieder hinkriegen. Aber da muss man das passende Stück dafür haben. Genau gleich kriegst du es nie.
350	I: Hier jetzt nochmal wieder: Ihr seid bei einer Werbeagentur. Und ihr sollt ein

	Logo für Strukturen malen.
354	B1: Ja, so in der Art.
355	I: Hm (bejahend), ja ist doch eine Struktur. Jetzt nochmal ein Gegenteil von Strukturen?
356	B1: Ja, Gegenteil von Struktur ist keine Struktur.
357	I: Gibt es da auch ein anderes Wort, wenn gar keine Struktur da ist?
358	B1: Weiß ich nicht.
359	I: Und ein Synonym für Struktur?
360	B1: Kann ich dir nicht sagen.
361	I: Kann man da vielleicht irgendwie Ordnung sagen? Ist Ordnung für dich das gleiche wie eine Struktur?
363	B1: Da ist eine Ordnung. Eine unstrukturierte Ordnung oder eine strukturierte Ordnung.
364	I: Und das Gegenteil dann sowas wie Chaos oder Unordnung?
365	B1: Das Gegenteil von Chaos?
366	I: Nein, das Gegenteil von Strukturen.
367	B2: Das ist Chaos und Unordnung.
368	I: Chaos und Unordnung?
369	B1: Ja.
370	B2: Ja, oder ungleich. Ja, würd ich sagen: Chaos.
371	I: Und wenn du jetzt jemandem erklären müsstest, was so eine Strukturbildung ist?
372	B1: Das ist eine Strukturbildung.
373	I: Ja?
374	B1: Ja.
375	B2: Er meint in Worten wahrscheinlich.
376	I: Ja.
377	B1: Struktur kann sein beim Arbeiten, beim Lernen, zum Beispiel.
378	I: Wie geht man da vor, wenn man eine Struktur erzeugt?
379	B1: Man macht einen genauen Plan und arbeitet den ab.
380	I: Einen Ablauf quasi.
381	B1: Ja, genau.
382, 390	I: Könnt ihr dazu auch nochmal eine Definition aufschreiben? Wenn nicht, ist auch nicht schlimm.

391	B1: Weiß ich nicht, fällt mir nichts ein.
392	I: Alles gut. Wir haben jetzt schon ganz viele Strukturen genannt, von Holz zum Beispiel usw. Weißt du, wie es zu solchen Strukturen so kommt?
393	B1: Beim Holz zum Beispiel gibt es das Holz vor. Es ist eigentlich im Grunde genommen alles Struktur, ob du Stahl nimmst oder ob du Eisen nimmst. Egal was du nimmst, ist das alles eine Struktur.
394	I: Wie bildet sich zum Beispiel so eine Struktur?
395	B1: Das ist aber jetzt nicht gewollt. Das ist keine gewollte Struktur.
396	I: Genau, aber so eine Struktur wie würde die sich bilden?
397	B1: Nur durch Sand, Wasser, Abfluss...
398	I: Also das Zusammenspiel von irgendwie sowas.
399, 401	B1: Von Elementen. Aber das kannst du nicht künstlich erzeugen.
402	I: Für sowas muss irgendwie auch eine Bewegung vorher da gewesen sein.
403	B1: Ja, genau wie da. Das ist genau das Gleiche.
404	I: Und hier.
405	B1: Ja, das ist genau das Gleiche. Da hast du kein Einfluss darauf.
406, 408	I: Wie könnte man zum Beispiel so eine Struktur zerstören? Oder eine Struktur aufhalten, eine Strukturbildung?
409, 411	B1: Zerstören kannst du die nur, wenn du darüber läufst. Sonst kannst du die nicht zerstören.
412	B2: Aufhalten kannst du die gar nicht.
413	B1: Ne.
414	B2: Also nicht in der Natur. Wenn du jetzt am Strand bist und das Wasser kommt und zieht sich zurück. Das kannst du ja nicht aufhalten.
415	I: Kann man da irgendwie die Stärke beeinflussen von Strukturbildung?
416	B1: Ja, indem draußen Sturm ist. Wenn draußen mehr Bewegung mit Wasser ist. Und das Wasser nicht ruhig abläuft, sondern dass es gewaltmäßig abläuft, dann kann die Struktur eine andere sein.
417	I: Also würdet ihr sagen, von der Stärke von dem... (unterbrochen)
418	B1: Ja, von der Energie des Wassers, da kommt das her.
419	I: Also wieder so ein bisschen auf die Strömung: Je doller die Strömung dann so ist, dann ist auch die Struktur größer.
420	B1: Ja.
421	I: Ja, ich glaub, dann hab ich auch alles.
424, 426,	B2: Da kannst du mal sehen, wie doof man eigentlich ist. Du guckst dir die Bilder an, man versteift sich in sowas und denkt viel zu kompliziert.

429

431 B1: Nein, du guckst dir die Bilder an und sagst: Oh, schönes Bild. Und dann ist es gut gewesen.

21.3.7 Interview J1A

4	I: Ich habe euch für den weiteren Verlauf mal einige Bilder mitgebracht, 24 an der Zahl. Ich würde mich freuen, wenn ihr mir mal beschreibt, was ihr darauf seht.
9	B1: Man sieht im Hintergrund eine sehr längliche, weiße Wolke in Wellenform, einen blauen Himmel und sonst ganz weit hinten sind noch Wolken zu sehen. Im Vordergrund sieht man eine Wiese, dahinter eine Straße. Dann halt mehrere Bäume und Wald.
10, 46	I: Ich würde mich noch mehr freuen, wenn ihr euch vielleicht mal alle Bilder ein bisschen anguckt und guckt, ob das da Gemeinsamkeiten gibt. Womit man das auch vergleichen kann, was darauf zu sehen ist. Und ob ihr sowas vielleicht auch schon mal gesehen habt. Es muss gar nicht so detailliert werden, sondern mehr so allgemein. Wenn ihr Fragen zu den Bildern habt, dann kann ich euch gerne auch was dazu sagen. Ich habe sowieso zu ein paar auch noch ein paar Videos, damit das noch klarer wird, was ich da von euch möchte [zeigt die Videos]. Jetzt würde ich mich freuen, wenn ihr mir so im Großen und Ganzen erzählt, was ihr da so seht, was ihr da erkennt, ob ihr das schon mal gesehen habt und wo ihr das gesehen habt.
49	B2: Ich würde erstmal Sachen sortieren, also Bilder die so Ähnlichkeit mit sich haben.
50	B1: Ja, also generell die in der Natur.
51	B2: Ich habe jetzt hier Bilder mit Strudeln oder so.
55	B1: Hier, das würd ich da auch noch dazu packen?
56	B2: Das kann ich nicht ganz erkennen. Das sieht aus wie ein Stein, oder?
57	B1: Nein, das ist ja das Wolkenbild von oben.
58	I: Hm (bejahend) das Video zu Bild 7, was ich gezeigt hab.
60	B2: Ach so. Was ist das hier hinten? Sind das auch diese Strudel? Das ist eine Brandung.
65	I: Ihr dürft ruhig miteinander reden. Das ist ja gewollt.
67	B2: Wo wollen wir den Gully einsortieren?
68	B1: Ja, lassen wir erstmal liegen.
69	B2: Das hier passt zu Brandung, weil wenn man so Sandburgen baut, dann geht da eine Welle gegen, dann gehen die auch immer so ein bisschen kaputt.
78	B1: Kannst du auch hier direkt zum Strand. Hier sind welche mit dem Wind. Hier ist Wind. Sonst einfach in die Natur so wegen ganz viel Farben, gibt es ja in der Natur.
80	B2: Tun wir hier dazu. Und dann Gebäude? Was ist das hier?
81	B1: Ein sehr großes Kunstwerk.
82	B2: Ein Mosaik. Mosaik das stellen wir einfach mal hier zu den Farben.
83	B1: Dann hier sowas eher auf Stadt bezogen.

84	I: Also ihr ordnet die Bilder schon?
85	B1: Ja, nach so einzelnen Themen.
88	I: Ok, dann erzählt mir doch mal, warum ihr die Bilder so geordnet habt.
89	B1: Ich würde das hier noch dazu tun.
90	B2: Das würde ich hier zu dem Wind tun.
95, 97	I: Also 1, 5 und 12 habt ihr zusammengetan. Warum?
98	B2: Hier ist halt eine Brandung. Das habe ich damit in Verbindung gebracht.
99	B1: Mit Sandburgen?
100	B2: Mit Sandburgen, weil die ja kaputtgehen können. Man baut die ja relativ nah am Wasser. Wenn die Wellen dann quasi wieder zurückgehen. Dann gibt es immer den Schlickboden. Es könnte jetzt auch bei Ebbe sein.
101	B1: Ja natürlich, aber ich meine eher generell. Das gehört ja mehr zu Strand. Das findet man auch immer am Strand.
103	I: Kennt ihr das denn? Wisst ihr was da auf Bild 5 zu sehen ist?
104	B1: Im Wattenmeer.
105, 108	I: Könnte das Wattenmeer sein. Dementsprechend habt ihr das mehr so zu Küste.
109	B1: Genau.
110	B2: Genau.
111, 113	I: Und dann habt ihr zusammengetan Bild 17, 18, 14, 15 und 7. Warum?
114	B2: Das hier ist halt der Kreisel. Es dreht sich ja schnell, dadurch geht der ja. Und das kann man direkt mit den ganzen Strudeln in Verbindung bringen.
115	B1: Ja.
116	B2: Hier sieht man ja in der Wolkendecke dann die Strudel. Hier sieht man einen Strudel halt dann im Wasser als Strömungen.
117	B1: Ich würde sagen, das ist halt ein Hurricane.
119	I: Ok, also da seht ihr als Strudel die Gemeinsamkeit?
120	B1: Genau.
121	B2: Genau.
122, 125	I: Ok, dann habt ihr zusammengetan die nächste Gruppierung, Bild 8 und 13.
124	B1: Das sind so zwei Tiere.
127	I: Ja weshalb, was erkennt ihr da?
128	B2: Das ist halt die Bewegung der Tiere. Das läuft ja vorwärts und hier. Das hat

	man ja auch in dem Video gesehen, den ganzen Schwarm.
129, 136	I: Bewegung der Tiere, ja. Das habt ihr ja auch in eurem Fragebogen geschrieben. Dann habt ihr 22 und 11. Warum?
137	B1: Man könnte die hier noch erfüllen, z. B. menschlich erschaffen.
140	B2: Dann machen wir 12, 11, 24 und 3.
141	I: Und da sagtet ihr, das ist menschlich erschaffen?
142	B2: Ja, das ist halt mehr so Stadt bezogen, auf jeden Fall nicht so Natur.
143	B1: Du findest halt nicht so Gebäude oder Gully in der Natur.
144	B2: Farben sind ja auch was Künstliches.
145	B1: genauso Mosaik, das findest du halt nicht.
148	B2: Die hier sind auch schon mal sicher die drei.
152	I: Ok, warum habt ihr die zusammengetan?
153	B1: Da das halt alles mit Wind zu tun hat.
155, 157	B1: Hier Sand aufwirbeln von dem Wind halt. Hier bei der 4 zeigt sich, dass sich halt die Grashalme oder Gerste so mit dem Wind bewegt. Und halt 10, weil halt die Windräder durch den Wind gedreht werden.
161	I: Als nächstes haben wir dann?
162	B2: Das könnt man glaub ich fast noch hierzu machen oder? Ist ja auch künstlich erschaffen.
163	B1: Was ist denn das überhaupt genau?
164	B2: Das ist selber gezeichnet oder?
166	B1: Nein, das gehört zum Strand.
170	I: Ok, dann kommt Bild 21 noch mit zur ersten Gruppierung.
172	B1: Küste und alles.
175, 177, 180, 182	I: Dann habt ihr noch Bild 2, 9, 16, 19 und 20 und 23.
178	B2: Warte, passt das zusammen?
179	B1: Nein, auf jeden Fall passt das nicht zusammen.
183	B2: Ich würde sagen, die 16 die muss noch irgendwo anders hin auf jeden Fall.
185, 187	I: Aber was glaubt ihr denn, verbindet die Gruppierung da? Was ist denn auf Bild 20 zu sehen?
188	B1: Da ist ein Fluss zu sehen, ein schlängelnder Fluss halt.

191	B2: Ich würde es jetzt verbinden mit den Wolken. Hier sieht man eine offene Wolkendecke, aber man kann da durchgucken. Hier sind schon so recht große Wolken hier, hast du vorhin schon gesagt, mit den Wolken in der Wellenform. Bei denen hier weiß ich das noch nicht so ganz.
192	B1: Bei Video 2 haben wir gesehen, wie die Wolken sich fortbewegen oder wie gerade eine entsteht.
193	B2: Hier ist die so aufgetürmt.
195	I: Ihr packt hier also die Wolken als gemeinsamen Nenner?
196	B2: Ja, also diese auf jeden Fall.
197	I: Zumindest die drei, wobei ich einmal sagen muss, dass hier der Fokus nicht auf die Wolkendecke gelegt, sondern auf den Fluss.
199	B2: Wo wollen wir den denn reipacken?
200	B1: Naja, es gibt in dem Fluss ja auch eine Strömung. Es muss ja auch irgendwo von oben und unten fließen ein bisschen.
203, 205	B2: Ja. Wollen wir das dann ganz einfach da reintun? Und die 16 tun wir hier oben mir rein oder? Weil ist ja auch quasi eine Brandung. Sieht irgendwie aus wie eine Sandbank.
207	I: Die 16 packt ihr noch mit zur...
208	B1: ... zur Küste.
209	B2: Zur 5, 1, 21 und 12.
212	B1: Und die 20...
213	B2: ... tun wir dann zur 17, 18, 15, 7 und 14.
214	I: Zu den Strudeln?
218, 220	B2: Ja, also Strudel, Strömung und sowas. Dann haben wir halt die beiden nochmal als eine Gruppe. Und dann wollen wir die beiden einfach?
221	I: 2 und 9.
222	B1: Das ist halt Wasser geformt.
223	B2: Es ist halt auch eigentlich schon wieder eine Strömungsrichtung, denn es fließt ja auch.
224	B1: Von wo tropft denn das runter?
225	B2: Es ist ja so herum, denn die 19 wäre ja sonst ja falsch rum. Das lassen wir halt einfach so.
226	B1: Die zwei können wir eher weniger zuordnen.
231	B2: Also die 23 gar nicht, die 19 ein bisschen.
232	I: Ich habe ja schon ein paar schöne Begriffe von euch gehört, das habt ihr im Wattenmeer schon mal gesehen.
233	B1: Ja.

235	I: Oder allgemein an der Küste, Sandburgen und sowas.
236	B2: Strudel.
237	I: Strudel, wo habt ihr die schon mal gesehen?
238	B1: Also ich habe solche Strudel, also in viel kleinerer Form, z. B. in der Türkei am Surferstrand gesehen.
239	I: So Strudel wie auf Nummer 17?
240	B1: Sowas wie 14 sieht man halt oft in der Wettervorhersage. Da wird sowas aufgezeigt grafisch. Die Satellitenbilder also hier sieht man öfters und sowas sieht man halt oft im Internet.
241	I: Wie auf 15?
243	B2: Sowas geht ja recht schnell viral.
244	B1: Ja, genau.
245	B2: Und mit sowas in Bild 18 hat man halt immer gespielt: Beyblade.
247	I: Wenn ihr diese Strudel, die ihr da geordnet habt, warum habt ihr den Kreisel dazu gepackt?
248	B2: Es sind ja alles Drehbewegungen eigentlich. Das kann sich ja jetzt nicht nach links drehen, man muss ihn ja erst wieder stoppen, damit er nach rechts dreht. Die drehen sich ja auch ganze Zeit in eine Richtung.
250, 252	I: Ok, alles klar. Ich möchte euch jetzt mal Bilder zeigen und zwar einmal 16, 1, 17 und 14. Was glaubt ihr, warum gehören die für mich zusammen.
253	B2: Das ist ja quasi auch ein Strudel, halt nur falsch herum. Wenn eine Welle bricht, dann ist es eigentlich quasi auch wie ein Strudel, wenn sie auf Land trifft.
255	I: Das habt ihr ja schon gesagt, das ist eine Welle, die bricht.
256	B1: Wellen brechen ja auch an der Brandung. Und das hat halt alles mehr dem Meer zu tun.
258	B2: Die passen auch halt zusammen. Das ist halt in der Luft, das ist halt im Wasser. Die zusammen ordnen, kann ich nicht wirklich.
259	I: Zusammen ordnen kannst du nicht. Die gehören für mich zusammen die Bilder eben, weil die alle etwas mit Strömung zu tun haben.
260	B2: Ja.
261	B1: Mit Strömung und Wasserströmung.
262, 265	I: Das habt ihr ja auch schon gesagt. Du warst ja grade der Meinung, dass eine Welle ein andersförmiger Strudel ist. Ich würde eher darauf gehen, dass man sagt, das ist alles eine Art Strömung.
266	B1: Ja.
267	I: Was verbindet ihr denn mit Strömung?
268	B2: Ja, eigentlich dasselbe wie beim Meer. Etwas, was wir hier auch schon gesagt

	haben. Ich verbinde mit einer Strömung halt Meer.
269	B1: Bewegung vor allem. Dass durch eine Strömung halt zum Beispiel das Wasser bewegt wird oder durch Strömung der Wind bewegt wird, in eine gewisse Richtung.
270	I: Muss das immer dieselbe Richtung sein?
271, 273	B1: Nein, natürlich nicht.
272	B2: Nö.
274, 276	I: Ihr habt ja hier schon in eurem Zettel was geschrieben von Gezeiten. Eine Bewegung und Küste und Gezeiten. Ihr habt ja Gezeiten aufgeschrieben.
277, 279	B1: Da bewegt sich das halt auch in zwei Richtungen. Einmal natürlich Ebbe und einmal die Flut. Also einmal wird es zurückgezogen und einmal wieder hin.
280, 282	I: Ja, alles klar. Dann habt ihr hier noch aufgeschrieben zu den Bildern im Fragebogen: Strömungen werden durch Wind erzeugt. Und Strudel sind in Meerregionen anzutreffen. Wie klingt das? Strudel sind nur im Meer anzutreffen. Was seht ihr denn auf Bild 14?
284	B1: Hurricane.
286	I: Oder von mir aus auch auf Bild 7: Was seht ihr denn da?
288, 290	B1: Ja, das sind auch Wolken. Wolkenstrudel kann man den natürlich auch nennen, also ich würde jetzt hier mir denken, das ist halt so ein Hurricane, wo die Wolken sich halt gegen den Uhrzeigersinn drehen.
291	I: Was ist denn für euch, wenn ihr das Wort Strömung hört? Was ist für euch die Strömung schlechthin, die aller stärkste Strömung, die ihr euch vorstellen könnt?
295	B1: Wenn wir irgendwie schwimmen gehen, da ist die Strömung echt sehr stark.
296	B2: Da kommt man nicht gegen an.
298	I: Gibt es etwas, was ihr daran interessant findet?
299	B2: Ja, also ich finde es halt interessant, sich dann irgendwo anders hinzulegen oder einfach unterzutauchen und dann so nach 15 Minuten aufzutauchen und zu gucken, wo man ist.
300	B1: Also generell, wieso in der Elbe oder so starke Strömung, also ich könnt mir das gar nicht vorstellen.
301	B2: Doch, die Quelle ist recht weit oben.
302	B1: Ja.
303	I: Welche Bilder würdet ihr denn jetzt Strömung noch dazu ordnen.
304	B2: Das hier.
305	B1: Nein, das nehmen wir nicht. Hier das passt nicht.
306	B2: Windströmung ist hier ja auch.
307	B1: Jo.

308	B2: Das nicht, ne?
309	B1: Ne.
310	B2: Naja, obwohl, das hier könnt man auch wieder nehmen. Gezeiten ist ja auch eine Strömung.
311	B1: Ja, nimm das auch noch dazu.
312	B2: Das hier könnt man dann auch rausnehmen, weil da geht ja eine Welle rein.
313	B1: Ja, das auch. Ja.
315, 317, 319	I: Also für euch wären Strömungsbilder die 1, 5, 7, 14, 15, 16, 17, 20 und 21. Was glaubt ihr denn, was gegeben sein muss, damit von Strömung sprechen kann? Also was haben die Bilder alle gemeinsam?
320	B1: Einen Bewegungsverlauf. Man weiß ja jetzt bei jedem, dass sich hier was bewegt.
321	I: Was bewegt sich denn bei Bild 5 und 21?
322	B1: Man weiß ja hier, wenn das das Wattenmeer ist, dass sich halt das Meer einmal hinzieht, einmal zurückzieht. Sieht man zwar jetzt nicht direkt am Bild, aber, wenn man jetzt so dort stehen würde, würde man das halt mitbekommen.
324, 326	B2: Und bei Windströmung braucht man ja auch, zum Beispiel bei dem Fluss oder beim Wind, einen Höhenunterschied oder einen Druckunterschied. Man braucht ja einmal Hoch- und Tiefdruckgebiet, damit eine Windströmung entsteht. Und man braucht eine höhere Quelle und einen tieferen Punkt, damit das Wasser fließt.
327	I: Und das muss für euch gegeben sein, damit man auch von einer Strömung sprechen kann?
328	B2: Jetzt bei Wellen vielleicht nicht, da ist es klar, größtenteils jedenfalls.
329	I: Bei Wellen ist es klar?
330	B1: Da entsteht jetzt nicht Wind.
331	B2: Ja, genau. Aber bei einem Fluss und bei einem (unv.) zum Beispiel schon.
332	I: Was ist denn mit den anderen Bildern? Warum gehören die nicht zu den Strömungen? Warum gehört der Gully nicht dazu, also Bild 3? Warum gehört das Zebra auf Bild 8 nicht dazu, oder die 6?
333, 335	B1: Wenn wir jetzt hier von ausgehen, dass das alles bisher nur durch Wind, Druck, Höhenunterschied, Tiefdruck entstanden ist, dann passt halt zum Beispiel 8 einfach nicht rein, genau wie 13.
336	B2: Oder Bild 23.
337	B1: Oder die 11, 24 und 22 würden da halt einfach nicht reinpassen.
338	B2: Obwohl die 3 reinpassen würde, denn man tut ja Wasser oben rein, fließt ja nach unten, es gibt ja den Höhenunterschied. Das ist tricky.
339	I: Wo ich die Bewegung verdeutlichen möchte, habe ich euch ja ein Video gezeigt. Und zu Bild 3 habe ich kein Video gezeigt.

340	B1: Je genau, und deswegen hat es nichts mehr damit zu tun.
341	I: Was ist denn mit Bild 6? Da interessiert mich ganz besonders, warum für euch das nicht dazugehört.
342	B1: Ich würde eher sagen, das ist Wind, ein Windstoß oder...
343	B2: Ist das das gleiche wie eine Strömung?
344, 346	B1: Ja, dann sollten wir das doch dazu nehmen. Durch den Wind wird ja erst der Sand so nach oben gefegt.
347	B2: Ja, ich weiß es nicht genau bei dem Sand. Ich sehe das selbst nicht als Strömung an, weil es entsteht halt durch eine Strömung, aber ist halt nicht der Verursacher quasi davon.
348	I: Habt ihr denn schon mal Strömung gesehen oder seid ihr schon mal Strömungen begegnet, die man auf keinem der Bilder sehen kann?
349	B2: Es gibt ja Menschenströmungen. Wenn es eine riesige Menschenmasse ist, sagt man ja auch. Bei der Love Parade sind ja auch alle gestürmt, es ist ja auch vielleicht eine Menschenströmung.
352	I: Fällt euch ein, wo man Strömungen noch sehen kann außer im Meer, im Wasser oder in der Luft? Oder auf der Love Parade (lacht)?
353	B2: Strömung, hm (überlegend).
354	I: Wenn euch nichts einfällt, dann ist das auch in Ordnung.
355	B1: Ne, ne.
356, 358	B2: Man kann ja sehr weit hergeholt sagen, dass es bei elektrischem Strom eine Strömungsrichtung gibt, ist ja auch ein Kreislauf. Ist halt sehr weit hergeholt. Es gibt ja einen Kreislauf und man sieht, wo der Strom längs fließt dann.
357	B1: Ja, das stimmt.
359	I: Ok, habt ihr denn schon mal selbst Strömungen erzeugt? Und wenn ja, wie?
360	B2: Ja, in der Salü [Schwimmbad]. Da gibt es ein Becken, wenn man da mit drei Leuten die ganze Zeit im Kreis rumläuft, im Wasser, dann entsteht so ein Strudel da drin.
361, 363	B1: Genau, und dann lässt man sich immer von dem Wasser dann weiterziehen. Wenn man im Schwimmbad ist und irgendwie mit dem Arm so kurz unter der Wasseroberfläche ist, dann erzeugt man ja so eine Welle, wie wir das hier zur Strömung hinzugepackt haben.
364, 366	B2: Ich war in Sankt Peter-Ording, da gibt es so einen Zylinder, wo Wasser drin ist und da gibt es so eine Kurbel. Wenn man daran kurbelt, dann entsteht ein Strudel. So ein Wasserstrudel wie auf Bild 17.
367	I: Jetzt gehen wir noch mal ein bisschen in den künstlerischen Bereich. Stellt euch mal vor, ihr arbeitet in einer Werbeagentur und ihr sollt jetzt ein Logo oder ein Symbol für Strömungen erfinden. Wie würde das denn für euch aussehen? Ich würde mich freuen, wenn das jeder von euch einmal aufmalen würde.
370	B2: Sollen wir eins oder sollen wir zusammen?

372 B1: Lass uns mal drüber reden.

373 I: Ich würde mich freuen, wenn ihr drüber redet.

376 B2: Ich würde eine Welle machen, die gerade in der Brandung ist, so kippt.

377 B1: Mach mal erstmal eine Skizze.

378, 382 B2: So, ist die ja irgendwie. Die geht hier weiter und dass man dann hier so das Logo macht quasi. Es fließt ja eine Welle. Also wenn die gerade brandet, dann bricht die ja in sich zusammen. Dann entsteht ja diese fast Kugel. Da könnt man ja da ein Logo reinmachen, so ein rundes.

383, 385 B1: Wir könnten in der Welle dann vielleicht noch innen drin so einen Strudel machen, dass wir bildlich zwei Sachen drin haben. Versuch das mal.

391 I: Also ich sehe da jetzt eine Welle, die bricht und in der Welle ist ein Strudel.

393 B1: Genau, und das soll halt so zwei verschiedene Strömungen darstellen.

394 I: Ok, und das wäre euer Logo für eine Strömungsfirma?

395 B2: Ja, also ein bisschen dran feilen noch.

396 B1: Ist eine Skizze.

399 I: Dann könnt ihr mir denn sagen, was das Gegenteil von Strömung ist für euch?

400 B2: Stillstand.

402 B1: Ja, das könnte man sagen.

403 I: Was glaubst du?

404 B1: Ja, das ist ein guter Begriff, denn ich kenne auch keine Strömung, die halt stillsteht. Deswegen ist das ein guter Gegensatz.

405 I: Kennt ihr ein Synonym oder eine Umschreibung für Strömung?

408 B2: Ich nicht, ne.

409 I: Kennt ihr nicht?

410 B2: Hm (verneinend).

411 I: Könntet ihr denn jemandem erklären, was eine Strömung ist? Wenn ihr vielleicht auf die Rückseite eine Definition von Strömung schreiben könntet, die euch vielleicht einfällt.

415 B2: Eine Bewegung.

416 B1: Bewegung, fließende Bewegung.

419 B2: Bewegung, die durch Druck oder Höhenunterschiede erzeugt wird. Die durch Druck oder Höhenunterschiede erzeugt werden kann, aber auch durch zum Beispiel den Mond, ist ja Ebbe quasi.

420 B1: Ja, durch die Gezeiten halt.

421 B2: Gezeiten hat der Mond ja was zu tun mit. Wollen wir das schreiben?

422	B1: Schreib aber nicht durch den Mond, sondern durch die Gezeiten.
423	B2: Eine Strömung ist eine Bewegung, die durch Druck und Höhenunterschiede entstehen kann, aber auch durch die Gezeiten.
424	B1: Zum Beispiel durch die Gezeiten.
425	B2: Ja.
426	I: Ihr habt viele Strömungen gesehen auf den Bildern hier. Wie kommt es denn überhaupt dazu. Ihr habt gesagt Gezeiten, ja? Wind. Wie kann das denn noch? Was kann es noch für Gründe geben? Und wie kann man das aufhalten?
427	B2: Eine Strömung aufhalten?
428	I: Ja, wie kann man eine Strömung aufhalten? Oder wie kann man die Stärke von einer Strömung vielleicht sogar auch beeinflussen?
429, 431	B2: Wenn man in dem Salü [Schwimmbad] ist, wenn man in die andere Richtung läuft, dann wird die gebremst, z. B. dieser Strudel. Oder sie wird stärker, wenn halt noch eine Person reinkommt und sie mitläuft. Ich finde das eigentlich ein ganz gutes Beispiel.
432	B1: Ja, das ist ganz gut.
433	I: Was glaubt ihr, wie die Natur das macht?
434	B1: Also durch den Wind zum Beispiel. Das passiert ja auch wenn man über das Wasser pustet. Dann bewegt sich das ja auch, als wenn du da so drin rumlaufen würdest. Also wenn das jetzt alle machen würden, an einem Glas oder so, dann würde im Glas auch ein Strudel entstehen.
435	B2: Ich glaub, man kann selbst in der Natur nicht wirklich was ausrichten, weil man braucht immer eine Gegenkomponente. Bei einer Strömung oder einer Welle, bricht es ja dadurch, dass, der Strand höher wird, dann bricht sie, wenn die auf den Strand geht und dann der obere Teil überholt quasi den unteren Teil.
436	I: Was gibt ja unterschiedlich große und starke Wellen. Dann muss die Natur ja eine Möglichkeit haben, die Stärke zu beeinflussen. Was glaubt ihr denn, wie die Natur das macht?
437	B1: Durch die Stärke des Windes zum Beispiel. Je stärker der Wind, desto höher und gewaltiger die Welle.
438, 440	B2: Und große Wellen können auch noch entstehen durch halt Epizentren, wenn zwei Platten aufeinandertreffen, also zum Beispiel eine ozeanische Platte und eine Kontinentalplatte. Dann gibt es ja ein Epizentrum. Ist ja wie ein Erdbeben unter Wasser dann. Und dadurch können auch Wellen entstehen.
441	B1: Dadurch entstehen Wellen!
442	B2: Ja.
443	I: Und was glaubt ihr, wie Strudel entstehen?
444	B2: Dadurch, dass zwei Strömungen aufeinandertreffen.
445	B1: Genau, und die dann sich halt gegenseitig...
446	B2: ... so eindrehen.

447	B1: Ja sich in einen drehenden Bewegungsablauf bringen.
449	I: Und wie kann man Strudel aufhalten?
450	B2: Da müsste man irgendwas zwischen die Strömungen packen. Man bräuchte ein Material... (überlappend). Wenn man zum Beispiel ein Brett hier machen würde, hier mal längs. Ich würde sagen, dann fließt das Wasser hier längs und das Wasser da längs.
451	B1: Genau.
452	I: Wenn man das Bild 17 einmal teilen würde, durch die Mitte des Strudels.
453	B2: So einmal direkt durch hier.
455	I: Dann glaubt ihr, würde der Strudel aufhören.
456	B1: Ja.
457	B2: Ja.
458	B1: Aber das Brett müsste auch nach ganz nach unten durchgezogen werden. Weil wir wissen halt jetzt nicht, wie tief der Strudel ist.
459	I: Woher wisst ihr das, was ihr mir alles gesagt habt?
460	B2: Schule.
461	B1: Schule, ja.
462	B2: Eigenes so. Man war ja selbst mal am Strand. Das war es eigentlich.
465	I: Dann kommen wir nochmal zu einem anderen Thema. Wir haben jetzt Strömungen gehabt. Ich zeige euch jetzt mal Bild 5, Bild 21, Bild 9 und Bild 2. Was glaubt ihr denn, warum die für mich zusammengehören?
466	B1: Das ist alles zum Beispiel aus Strömung oder so entstanden. Also Wolken entstehen ja durch...
467	B2: ... kondensiertes Wasser.
468	B1: Das passt nicht so richtig.
469	B2: Ist also Wasserdampf.
470	B1: Weil das halt alles entsteht.
471	B2: Man könnte halt alles entfernt mit Wasser in Verbindung bringen.
472	B1: Das entsteht ja hier. Das hier entsteht ja durch Wellen, das durch die Gezeiten, also Wattenmeer.
473	I: Was ist denn auf Bild 5 zu sehen und auf Bild 21? Könnt ihr das benennen?
474	B2: Das ist halt, wenn eine Welle quasi wieder zurück ins Meer geht.
475	B1: Zieht das den Sand mit und unter dem Sand ist halt dunklerer Sand unter der oberen Schicht. So entsteht dann halt... ja, wie kann man das nennen?
476	B2: Spuren.

477	B1: Ja, Spuren.
478	I: Dann möchte ich euch mal einen Begriff vorgeben. Das hier, was ihr hier seht, das kann man Strukturbildung nennen.
479	B2: Hm (bejahend).
480	B1: Also doch Bildung.
481	I: Strukturbildung. Was verbindet ihr denn mit Strukturbildung?
482	B1: Also hier auf jeden Fall, dass halt mehrere Gebilde entstehen wie auf Bild 9 oder auf Bild 2. Dass sich generell so eine Wolke aufbaut. Hier, wie sich der Sand so formt.
483	B2: Haben wir im Video auch gesehen.
484	B1: Genau. Wie sich hier der Sand so aufbaut, wie der sich so formt.
485	B2: Alles geht in eine Form über. Das sah mal anders aus. Und das wird in eine andere Struktur gebracht.
486	I: Findet ihr das interessant?
487	B2: Ich würde sagen, es ist jetzt nicht mein Lieblingsthema.
488	I: Was findet ihr denn daran interessant, wenn es etwas gibt?
489	B2: Dass einfach Sachen umgeformt werden können, obwohl sie ja eigentlich sich selbst nicht verändern. Also es bleibt ja derselbe Stoff. Sand bleibt ja Sand. Aber es gibt eine andere Struktur halt. Es gibt eine von außen wirkende Kraft.
490	I: Gibt es da für euch wieder ein spezielles Beispiel, wo ihr sagt: "Mensch, das ist die Struktur! Wenn ich an Struktur denke, kommt mir sofort das in den Sinn.“?
491	B1: Ne.
492	B2: Ne.
493	B1: Eigentlich nicht.
494	I: Ok, wenn ihr jetzt Strukturbildung gehört habt, gibt es denn jetzt noch Bilder von den andern, die ihr da zuordnen könntet zum Thema Struktur.
495	B1: Ich würde sagen, Bild (unv.) hat eine Struktur. Aber nicht genau wie hier, hier und hier. Da bildet sich halt einfach eine Struktur. Aus einer Wolke wird zum Beispiel ein Tornado, eine Windhose.
496	I: Würden da quasi die Strudelbilder, die Strömungsbilder auch alle dazu passen?
497	B1: Genau, eigentlich schon.
498	I: Warum gehört das für euch dazu? Was muss denn da gegeben sein, damit man von Strukturen sprechen oder von Strukturbildung sprechen kann?
499	B2: Man braucht halt eine Kraft, um etwas zu verändern. Es verändert sich ja eigentlich fast nichts von allein.
500	B1: Weil das halt nicht so oft vorzutreffen ist. Sowas wie ein Hurricane ist ja normalerweise nicht normal.

501	B2: Ist sehr selten, glaub ich.
503	I: Ihr habt ja jetzt ein paar Sachen genannt. Was muss denn dann gegeben sein, dass man überhaupt von einer Struktur sprechen kann? Es hat sich etwas verändert?
504,	B2: Das hier ist für mich eine Struktur.
507,	Bild 11 ist für mich eine Struktur.
510	Genau wie Bild 19 hat auch eine Struktur. Es hat eigentlich alles irgendwie eine Struktur.
512	I: Ok, sind euch denn noch Strukturen oder Strukturbildungen begegnet, die man auf den Bildern nicht sehen kann?
513	B2: Beim Ton. Wenn man jetzt mit Ton arbeitet. Dann kann man ja auch Strukturen bilden neue.
514	I: Ihr habt hier auf eurem Zettel geschrieben: Wanderdünen oder Dünen.
515	B1: Ja, das ist auch eine Struktur, würde ich sagen.
516	B2: Die sich auch verändert durch den Wind, Wanderdünen.
518	I: Wanderdünen und Dünen.
519	B2: Es gibt ja halt Wanderdünen. Ich glaube, die haben ja irgendwie keine Befestigung, also kein Gras oben drauf. Dadurch wird das vom Wind immer aufgewirbelt.
520	B1: Ja, regelmäßig wird der Sand dann aufgewirbelt und legt sich dann woanders ab. Wo halt eine neue Düne dann entsteht, wenn genug Sand sich da halt ablegt.
521	B2: Und bei anderen Dünen da ist halt das Gras drauf und hält es mit dem Wurzelwerk fest.
522	I: Ja, habt ihr denn schon mal selbst Strukturen erzeugt?
523	B1: Ich habe bestimmt schon mal Sandburgen gebaut, wo man halt der Sandburg eine Struktur gibt.
527	I: Jetzt haben wir ja gerade schon über Strömungen gesprochen. Da solltet ihr schon ein tolles Logo entwerfen. Könnt ihr dasselbe für mich nochmal mit Strukturen machen?
528,	B2: Ja. Du darfst jetzt.
530	
531	B1: Ich darf jetzt zeichnen? Ja, dann musst du mir auch einen Plan geben.
535	B2: Sandburgen, cool. Wir machen so unten so eine Burg quasi.
536	B1: Aber vielleicht machen wir auch so ein Gesamtgewicht halt aus einer Kraft oder so, dass eine Kraft halt eine Auswirkung hat, also eine Struktur erst bildet. Dass das nicht einfach so passiert. Aber das könnt man als allgemeinen Begriff für Kraft nehmen.
537	B2: Man könnte es probieren, wenn man zeichnen kann: irgendwie so eine Schippe mit Sand drauf. Und der Sand fällt gerade so runter und unten ist dann schon so eine fertig gebaute Burg. Weil es gibt ja eine Kraft, die den Sand bewegt

	in eine andere Form.
538	B1: Wollen wir jetzt erstmal sowas wie eine Sandburg bauen, also malen?
543	B2: Wahnsinn. Und dann so eine Schippe oder eine Hand.
544, 546, 548	B1: Ja, ich male die Hand da dran. Das ist die Schippe. Das ist jetzt eine Hand, so. Da fällt jetzt schon so der Sand runter.
549	B2: Das sieht aus wie so ein Pizzaschieber.
550	B1: Baut der hier gerade sowas mit Sand auf.
558	I: Ihr habt da jetzt eine Sandburg gemalt, gezeichnet. Und eine Hand, die noch mehr Sand darauf wirft.
559	B1: Ja, damit die Struktur kriegt.
560	I: Damit die Struktur kriegt, ok. Alles klar, was ist denn für euch das Gegenteil von Strukturbildung oder von Strukturen?
561	B2: Destrukturierung.
562, 566	B1: Anti-Struktur. Dass das aus einer Struktur gebracht wird.
567	B2: Ist das ein Wirrwarr? Keine Ahnung.
568	I: Wirrwarr?
569	B2: Hm (bejahend).
570	B1: Das nehmen wir.
573	I: Wirrwarr oder vielleicht ein anderes Wort dafür vielleicht?
574	B1: Durcheinander.
575	I: Durcheinander, ok.
578	I: Ok. Wenn ihr das Gegenteil schon gefunden habt, habt ihr denn noch ein Synonym oder eine Umschreibung dafür?
579	B1: Ordnung.
580	B2: Jetzt zu Struktur ein anderes?
581	B1: Ja.
582	B2: Ja, Ordnung würde passen.
583	B1: Also, dass das eine gewisse Ordnung hat.
584	B2: Oder einen gleichbleibenden Aufbau.
585	B1: Ja.
586	I: Gleichbleibender Aufbau? Würdet ihr sagen, dass die Wolke auf Bild 2 geordnet ist?
587	B1: Nein, die ist nicht geordnet, aber sie baut sich halt gleich auf, aber formt sich anders.

588	I: Sind für euch die Wolken auf Bild 9 geordnet?
589	B2: Das schon irgendwie.
590	B1: Schon, ja. Da sehen sie schon geordnet darauf aus. Alle haben so eine Wellenform.
591	B2: Alle denselben Abstand.
592	B1: Genau.
593	I: Ok. Dann würde ich mich freuen, wenn ihr auch nochmal eine Definition für Strukturbildung aufschreiben würdet.
596, 598	B2: Strukturbildung ist ein Vorgang, in dem ein Stoff oder eine Sache geändert... sich verändert... Nein, also sich verändert, aber nur die Form, nicht die Eigenschaften.
599	B1: Ja.
600	B2: Die Strukturbildung ist ein Vorgang, bei dem sich ein Stoff oder Element in seiner Form... aber die Eigenschaft nicht verliert.
601	B1: Ja.
602	B2: Soll ich nochmal vorlesen?
603	I: Ja, bitte.
604	B1: Strukturbildung ist ein Vorgang, bei dem sich ein Stoff oder Element in seiner oder ihrer Form verändert, aber die Eigenschaften nicht verliert.
605	I: Was glaubt ihr denn, was die Ursache für Strukturbildung ist? Bei Strömungen hattet ihr ja schon gesagt: Wind oder Höhenunterschiede. Was könnte der Grund dafür sein, dass sowas wie auf Bild 5 entsteht oder auf Bild 9?
606	B1: Immer unterschiedlich.
607	B2: Wärmeenergie, Strömungsenergie.
608	B1: Es kann ja durch alles entstanden sein.
609	B2: Das soll ja ein Mosaik sein oder?
610	B1: Ja.
611, 613	B2: Dann ist es ja menschliche Kraft gewesen. Es entsteht halt immer durch eine Kraft, würde ich behaupten.
614	I: Ok.
615	B1: Also es hat eine Ursache.
616	I: Könntet ihr denn solche Entstehungen, wie Bild 5 oder Bild 9, könntet ihr das aufhalten. Oder könnte die Natur... könnte die vielleicht das aufhalten?
617	B1: Wir könnten Bild 5 ändern, wenn wir zum Beispiel da mit einer Schaufel rübergehen. Aber jetzt, dass es neu entsteht, können wir nicht verhindern.
618	B2: Man kann halt die Gezeiten nicht verändern.

619	B1: Ja.
620	B2: Die sind halt fest.
623	B1: Riesige Mauer aufbauen!
624	B2: Haben die was mit dem Mond zu tun?
625	B1: Ja, haben sie.
626	B2: Ja, dann kann man den Mond ja wegsprengen (lacht).
627	I: Man kann den Mond wegsprengen (überlappend).
628	B2: Aber in Bild 9 kann man halt, gar nichts machen, man kann halt die Sonne ja nicht wegsperren. Die Sonne lässt ja Wasser erhitzen. Dadurch dann steigt sie auf und (unv.) die Wolken.

629	I: Ok, und woher wisst ihr das? Euer Wissen über Strukturen woher habt ihr das?
630	B1: Erdkunde.
631	I: Das habt ihr von Erdkunde?
632	B1: Ja, das meiste hier.
633	I: Also aus der Schule, im Alltag eher weniger damit zu tun gehabt, oder?
634	B2: Nicht so viel.
635	B1: Ne, nicht so viel.
638	I: Gut, dann versuch wir mal 'n schönen Übergang zu finden. Dann bedank ich mich und drücke jetzt auf die Stopptaste.

21.3.8 Interview J2A

4	I: Ich habe euch hier ganz tolle Bilder mitgebracht. Ich möchte euch doch bitten, dass ihr euch die anguckt und mir mal erzählt, was ihr darauf so seht. Zu ein paar Bildern hab ich auch noch ein paar Videos, falls ihr nicht genau wisst, was darauf abgebildet ist oder worum es dabei geht. Fragt sonst einfach und erzählt, was ihr da so seht. Muss nicht jedes Bild einzeln für sich sein, sondern insgesamt, was ihr da so drauf erkennen könnt.
5	B1: Also auf allen sieht man Naturphänomene auf jeden Fall.
6	B2: Nö.
7, 9, 11	B1: Ach so, da nicht. Das ist Farbe. Oder das hier. Das hat was mit Physik zu tun. Also auf dem größten Teil der Bilder sieht man Naturphänomene, außer auf dem Bild 11, 18 und 22. Ein Gully, Nummer 3, auch nicht.
12	B2: Aber letztendlich sieht es so alles aus, als hätte das irgendwie was mit Bewegung oder mit Kreis zu tun. Da sind überall gefühlt Kreise oder eben Bewegungen, die zu Kreisen werden oder was damit zu tun haben.
13	B1: In Bild 24 haben die Wolken (lacht).
14	B2: Da sind Wolken. Da ist das Phänomen "Nacht".
15	I: Da geht es nicht um die Wolken, sondern um die Höhe, um das Gebäude. Könnt ihr irgendetwas nicht erkennen, was darauf abgebildet ist?
16	B1: Das ist einfach irgendein Mosaik?
17	I: Genau. Wisst ihr, was das hier ist auf Bild 7?
18	B2: Ich glaub, das ist eine Luftaufnahme von Stürmen.
19, 22	I: Ja, ich zeig das einmal. Dann könnt ihr da einmal sagen, worum es da genau geht.
23	B1: Ich würde auch sagen, es ist so eine Weltraumaufnahme.
24	I: Ja, im Prinzip ist das gar nicht so verkehrt.
25	B2: Diese Wetterkarten.
28	I: Ich würde behaupten, das ist nich von Stürmen, sondern eher von...
29	B2: ...einfach Wolkenbildung.
30	I: Ja, Wolken.
31	B1: Das hier ist ja was mit Tropfstein.
32	B2: Schwerkraft.
33	I: Scherkraft, genau.
38	B2: Bild 19 hat was mit Schwerkraft zu tun und Wasser.
43	I: Jetzt würde ich euch mal bitten, dass ihr mal die Bilder ordnet. Welche gehören eurer Meinung nach zusammen und warum?
48	B1: Das würde mehr auch in diese Richtung gehen. Das hat auch mit Wirbel zu tun. Das hier hat halt alles mit Wind zu tun, generell. Ich würd das hier gar nicht

	mal so weit davon weglegen.
49, 51	B2: Dann können wir das hier so mittig machen. Inwiefern hat das mit Wind zu tun? Das hier ist einfach eine Landschaft.
52	B1: Nein, es geht um die Wolken.
54	B2: Das sieht aus wie ein Pferd.
55	B1: Noch eine Bewegung. Und das ist halt durch den Wind, der halt auch gewirbelt wird.
56	B2: Sand oder Schnee?
57	B1: Das ist Sand.
58	B2: Könnte auch Schnee sein.
59	B1: Und das ist Windenergie, Konstruktion. Aber wo würdest du die Schwerkraft mit hintun?
60, 62	B2: Die kann mit zum Wasser. Nein, die kann hier mit zu.
63	B1: Stimmt, das hat dann beides so physikalische Hintergründe.
64	B2: Die Wolken...
65	B1: ... würde ich hier irgendwie mit hinlegen.
66	B2: Dann kommen die wohl auch dahinten hin. Wo wollen wir den Sand hintun? Der Sand passt hier nicht so ganz rein.
67	B1: Vielleicht sonst auch zu "Konstruktion".
68	B2: Nein, das ist Stadt.
69	B1: Für mich ist es eine Sandstadt.
70	B2: Ich würde es dann eher hier so mit hintun.
71	B1: Wir können es ja so zwischen legen.
75, 78	I: Gut, dann fangen wir mal an. Ihr habt Bild 11 und 22 zusammengetan? Und unter was für einer Kategorie habt ihr das laufen lassen?
79	B2: Künstlerisches und Farben.
80	I: Und Bild 3 und Bild 24.
81	B2: Stadt bzw. Konstruktion des Menschen.
82, 88	I: Ok, und dann habt ihr da hinten Bild 4, 8, 13, 23 und 12. Unter was habt ihr das laufenlassen?
89, 91	B2: Eher so Natur, also nicht Wasser, sondern Land und Lebewesen.
92	I: Ok, und dann habt ihr Bild 5, 20, 21 und 12. Das habt ihr laufen lassen unter?
97	B2: Sand und Fluss.
98	B1: Kraft des Wassers.

99, 103	I: Und dann haben wir hier Bild 17, 16, 15, 14 und 1. Unter was für einen Oberbegriff habt ihr euch das ausgesucht?
104, 106	B1: Strömungen und Strudel.
108, 110, 112, 114, 116, 118, 120	B1: Dann haben wir Bild 15 in Klammern, Bild 6, 9, 10, 2 und 7 unter dem Thema Wind.
122, 124	B1: Dann noch Bild 19 und 18 unter Gesetze der Physik.
125	I: Ja, schön. Das sind eure Kategorien, die ihr euch gedacht hattet. Gut, wenn ich jetzt mir mal was raussuche. So, wir nehmen noch die 6 noch mit dazu, was ihr unter Strömung und Strudel gebracht habt. Das wäre auch der Begriff, den ich euch irgendwie jetzt erstmal ans Herz legen möchte, den Begriff der Strömung. Was verbindet ihr mit Strömung?
126	B2: Bewegung, Gefahr.
127	I: Gibt es für euch denn eine Strömung schlechthin. Wenn ich euch "Strömung" sage, gibt es da was, was euch sofort einfällt?
128	B2: Ja, eine Flussströmung.
131	B1: Oder das Meer.
132	I: Ja, und was findet ihr an Strömung interessant? Findet ihr da überhaupt was interessant dran?
133	B2: Wie die Strömung letztendlich Lebewesen hilft, von A nach B zu kommen. Und wie sie doch wichtig für Lebensraum ist und auch für den Fluss.
134	I: Was glaubt ihr denn, was diese Bilder hier für Gemeinsamkeiten haben? Was muss gegeben sein, damit man von einer Strömung spricht? Und warum spricht man zum Beispiel auf Bild 13 nicht von einer Strömung eurer Meinung nach?
135	B2: Man könnte übertragen im Sinn von einer Strömung der Vögel sprechen oder von einer Windströmung, die man hier nicht sieht. Aber das ist für mich eher so Natur.
136	B1: Das ist halt eine Bewegung der Masse. Bei einer Strömung findet eine Bewegung von A nach B statt.
137	B2: Und sie muss messbar sein, dann können wir von Strömung reden.
138	B1: Ich finde, Bild 6 würde auch zu der Strömung passen, denn eine Strömung oder halt auch Wellen tragen ja immer Land ab und verkleinern das und tragen das an andere Orte hin. Und da entstehen auch z. B. diese Sandbänke.
139	B2: Man könnte ja auch die Windströmung nehmen.

140	B1: Ja, Windströmung gibt es halt auch, stimmt.
141	I: Was kann man denn daraus erkennen? Was würde denn zum Thema Windströmung passen? Was von den Bildern?
142	B1: Bild 10, also das passt mit der Windenergie halt wieder.
144, 146, 148	B2: Und Bild 7. Die sieht man immer bei den Nachrichten, wie das Wetter wird. Und da zeigen sie ja auch immer so wie die Windströmungen sind.
149	I: Sind euch schon mal Strömungen begegnet, die man auf den Bildern nicht sehen kann oder die auf keinem der Bilder drauf sind? Wie sahen die Strömungen denn aus, die ihr dort schon mal gesehen habt? Hast du schon mal eine Strömung selbst erzeugt?
150	B1: Halt im Waschbecken, wenn man den Stöpsel gezogen hat. Dann hat man ja einen Sog, den man entstehen lässt.
151	I: Ihr habt auch hier geschrieben, ihr habt das verkleinert schon im Waschbecken gesehen oder in einer Badewanne. Was könnte es denn noch für Orte geben, wo man selbst Strömungen erzeugt hat?
152	B1: Kann man nicht einen Luftstrom entstehen lassen?
153	I: Ihr habt ja auch hier zum Beispiel gesagt, bei den beiden Bildern im Fragebogen, dass das für euch hier eigentlich Naturphänomene sind, aber dass man da von Bewegung von Massen reden kann und das auf Elemente zurückgeht. Wenn ihr mal so an "Bewegung von Massen" denkt, könntet ihr euch vorstellen, dass ihr da schon mal selbst was produziert habt?
154, 156	B2: Meine Großeltern haben bei ihrem See so eine Art Spielplatz und da drehst du irgendeine Kurbel und da kommt das Wasser hoch. Also du hast erstens unten so einen Strudel im Becken. Dann machst du die Stöpsel auf. Und dann strömt es da sozusagen aus dem Becken wieder raus und so eine ganze Bahn entlang, bis es wieder im Wasser ist. Somit habe ich also auch schon mehrere Strömungen erschaffen.
157, 160	B1: Wie eine Wasserpumpe auf dem Spielplatz.
162	I: Ihr könnt euch mal vorstellen, ihr arbeitet jetzt in einer Werbeagentur. Und ihr sollt ein Symbol oder ein Logo für die Strömung entwerfen. Wie würde das aussehen? Malt mir das mal bitte auf.
164	B1: Was ist denn die Strömung?
165	I: Das möchte ich ja von euch gerne sehen.
166, 168	B1: Das ist aber so ein Riesebereich! Das kann man ja nicht definieren.
172	I: Das muss nicht schön aussehen so. Ihr könnt ja auch erklären, was man darauf sieht, was ihr zeichnen wolltet.
173	B1: Wir müssen ja erstmal sagen, für was wir werben wollen.
174	B2: Wir machen so ein Strudelding.

175	B1: Ja, aber du musst ja trotzdem sagen, für was du werben willst.
177	I: Wir wollen für Strömung werben.
178, 180, 182, 184	B2: Wir machen so ein Strömungs-Strudel-Ding. Dann machst du das so einen Kreis und dann machst du oben die verschiedenen Elemente. Denn es gibt ja auch so Sandstrudel-Dinger. Treibsand ist ja auch nichts anderes, als dass der Sand sich so wegdreht und du einsinkst. Oben machen wir so in der Mitte ein Strudelding, Strömungsding. An der Seite machen wir die Elemente des Wassers, der Luft und des Sandes. Und wir verpacken das dann schön zeichnerisch und schreiben auf, wo meinetwegen so Strömung ist. Ich kann mal die Ideen aufschreiben. Du kannst das (unv.) schon setzen.
185, 187	B1: Also dann Strömungen und dann willst du sozusagen durch die Mitte sozusagen so einen Wirbelsturm, oder? Und Elemente würde ich nur Wasser und Wind nehmen. Willst du halt wirklich Sand noch dazu nehmen?
188	B2: Ja, wir wollen zeigen, wie vielseitig unsere Strömung sein kann.
189	B1: Ok, aber wie willst du die denn darstellen. Einfach einen Sandhaufen?
190	B2: Du machst eine Wolke mit einem Gesicht, die so pustet.
193	I: Das muss ja nicht super schön, nur dass nur dass man eure Ideen hat.
194	B1: Soll jetzt in der Mitte Strömung stehen?
195	B2: Nein, das möchte ich außen rum. Ich möchte so einen Kreis haben, außen rum Strömung. In der Mitte dann irgend so einen Strudel, eine Strömung.
196	B1: In was für einem Kreis willst du das haben?
197	B2: Ja, wir sollen ein Logo machen und ein Logo ist für mich immer rund. Du kannst es meinetwegen auch viereckig machen, aber wenn du es rund schreibst, ist es ein wenig hübscher.
244	B2: Ich male hier noch Wasser. Ich male hier Wasser, du kannst da Wind oder Sand malen.
245	B1: Wind haben wir doch jetzt schon
246	B2: Nein, das ist generelle Strömung. Wir brauchen jetzt hier noch Wind.
247	I: Ja, die Wolke, die Wind pustet.
248	B2: Ich male hier mal unsere Pyramide.
254	I: Also, wir haben ein rundes Logo, Strömung steht oben drüber. In der Mitte ist ein Wirbelsturm oder ein Wasserstrudel.
255	B2: Das ist eben die Frage.
256	B1: Das ist die Frage.
257	B2: Das kann man ja anhand unserer Elemente entscheiden.
258	I: Deswegen habt ihr außen rum: Wasser, Wind und Sand. Das heißt, mit jedem Element kann diese Verwirbelung stattfinden.
259	B1: Exakt.

260 B2: Ja.

261 I: Ok, alles klar. Das ist ja schon mal sehr kreativ.

263 I: Was ist denn das Gegenteil von Strömungen für euch? So, ihr habt jetzt überlegt, was Strömung ist und was wäre so das Gegenteil davon?

264 B2: Ein Stein.

265 B1: Ein See.

266 B2: Nein, find ich nicht.

267 B1: Wenn etwas steht. Doch!

268 B2: Steine!

269 B1: Steine?

270 B2: Ja, weil sie erstens ein anderes Element haben. Man kann sie nicht so in der Form verändern, sie können keinerlei Strudel oder sonst was haben, sie liegen die meiste Zeit.

271 B1: Aber ein Sandsturm kann die ändern.

272, B2: Ja, aber nicht so normale Steine. Aber die Steine können sich ja nur ändern,
274 wenn ein anderer Sandsturm kommt, wo schon Bewegung drin ist. Für mich ist das Gegenteil von Strömung generell: Stein.

276 I: Ein Stein einfach nur? Und wenn ihr das mal auf eure Dynamik bezieht? Ihr habt hier im Fragebogen auch von Sog gesprochen. Oder von Bewegung von Massen. So, wenn ihr da mal in die Richtung euch was überlegt. Das Gegenteil von Strömung ist ein Stein. Da kann ich mir relativ wenig darunter vorstellen. Versuche das mal so ein bisschen zu erklären.

277, B2: Naja, also meine Überlegung war, dass so ein Sog oder Strömung was ist, das
279 letztendlich durch Bewegung von Sachen entsteht, was eine Bewegung benötigt. Wenn man eben ans Wasser denkt: Es bewegt sich die ganze Zeit, es entstehen immer wieder neue Strömung Soge. Und so ein Stein ist für mich ein Symbol dafür auch, dass es einfach was ist, was schon jahrelang wirklich so liegt. Was sich eigentlich nicht bewegt, was Energie von anderswo benötigt, damit es bewegt werden kann, was einfach flach ist, was keinerlei Bewegung in sich hat.

280 B1: Oder wo keine Bewegung vorzufinden ist einfach.

281 B2: Ja, was eben, damit es sich von A nach B bewegen kann, Energie von außerhalb benötigt, sei es durch Stürme, durch Menschen oder sonst was.

282 I: Ok, und von dir hatte ich noch eine andere Idee gehört.

283 B1: Wenn man es jetzt mal auf einen Fluss bezieht, wäre für mich halt wirklich das Gegenteil so ein See, ein stehendes Gewässer, wo sich halt nichts drin bewegt.

284 I: Ok, wenn ich dich richtig verstanden habe, meinst du das auch mit dem Stein, oder? Weil sich der Stein ja auch, wie du sagtest, nicht bewegt.

285 B2: Ja, mehr oder weniger, aber ich find ein See ist immer noch zu bewegungs-
lastig. Denn auch im See können halt Soge entstehen und sowas.

286	B1: Aber da muss ja auch was drauf einwirken, also z. B. Wind oder so, es muss ja irgendwas stattfinden.
287	B2: Ja, aber da haben wir ja auch das Erwärmen von Massen, von warm und kalt und sowas. Und ich glaub, da kann auch irgendwie dann ein Strudel entstehen, ich weiß es nicht.
288	B1: (Lacht) is ja mal wieder Sonneneinstrahlung.
289	B2: Das hatten wir jetzt nicht im Erdkunde-LK.
290	I: Jetzt habe ich schon verschiedene Worte schon gehört von euch: Sog, Strudel, Strömung. Ist das für das Gleiche? Beschreibt es dasselbe Wort? Beschreibt das alles Strömungen oder habt ihr andere Synonyme dafür.
291	B2: Also für mich ist Strömung etwas, was in eine Richtung geht, wie z. B. beim Fluss oder einer Windrichtung. Und bei einem Strudel ist das, was in einer Kreisform gerichtet ist.
293	I: Also wäre das für euch nicht dasselbe?
294	B2: Strudel und Strömung wäre nicht das Gleiche. Da wäre eher Sog und Strudel ein Synonym, würde ich sagen.
295	I: Fällt euch denn ein anderes Synonym für Strömung ein?
296	B2: Einseitige Bewegungsrichtung.
297	I: Einseitige Bewegungsrichtung, ok. Wie würdest du denn jemandem erklären, der keine Ahnung von Strömung hat, was das ist? Habt ihr eine Definition? Also ich würde mich tatsächlich freuen, wenn ihr mir eine Definition aufschreiben würdet, also vielleicht auf der Rückseite eures Logos.
300	B1: Strömung ist Bewegung einer Masse in eigentlich ja nur eine Richtung. Also Strömung zieht ja nur in eine Richtung hin.
301	B2: Hm (bejahend).
302, 304, 306	B1: Und vorzufinden ist es z. B. in einem Fluss. Wir können ja schreiben, was es bewirkt und wo du es findest. Es ist ja Bewegung einer Masse, die nur in eine Richtung verläuft. Aber Windmassen, Wassermassen, was gibt es denn noch? Wir können ja noch schreiben, wo man es finden kann. Strömung findet man in Flüssen.
310	I: So, dann lest mal einmal vor.
311	B2: Strömung beschreibt die Bewegung von Massen in eine gerichtete Richtung. Hierbei ist es egal, ob es Windmassen, Wassermassen oder andere sind. Strömung bewegt bzw. transportiert meist andere Objekte von A nach B als Nebeneffekt. Zu finden ist sie z. B. in Flüssen, Meeren oder als Wind.
312	I: So würdet ihr jemand anderem das erklären. Es ist ja insgesamt schon mal relativ viel. Wenn ihr euch die Bilder nochmal anguckt, dann haben wir irgendwie jetzt die gerade die ganze Zeit eben sehr viele Strömungsarten gesehen. Was glaubt ihr denn, wie das überhaupt entsteht? Wie kommt es dazu, dass diese Strudel oder diese Wellen überhaupt entstehen?
313,	B1: Wellen entstehen ja durch Wind. Durch Windströme halt auch. Also dadurch,

315	dass der Wind in eine Richtung das Wasser nach unten, also wegdrückt.
316, 320	B2: Wenn die dann z. B. auf Land oder so langsam auflaufen, brechen sie. Ich sage dir, das hat irgendwie noch mit warmem und kaltem Wind zu tun.
323	I: Das ist ja auch schon mal eine Idee, die man haben kann. Dann habt ihr hier im Fragebogen auch noch was von Mondphasen geschrieben. Ist das für euch auch ein Grund oder eine Ursache für die Entstehung von Strömungen? Oder ist das was anderes?
324	B1: Ich würd mal sagen, dass es was anderes ist.
325, 327	B2: Ich würd sagen, das ist nicht direkt was mit Strömung, aber es hat ja mehr oder weniger indirekt was damit zu tun. Mit Mondphasen verbindet man ja eben Ebbe und Flut. Dadurch dass das Wasser eben kommt oder nicht kommt, das Wasser strömt weg oder es kommt wieder. Und somit hat man auch eine Strömung drin.
328	B1: Ja, so hätt ich es jetzt auch gesagt. Strömung ist ja trotzdem vorhanden.
329	I: Ok, was glaubt ihr denn, kann man solche Strömungen aufhalten? Nehmen wir mal eine ganz große Welle...
330	B1: Nein.
331	I: Könnte man die aufhalten? Oder diesen Strudel kann man den aufhalten?
332	B1: Nö.
333	I: Wie auf Bild 17: Glaubst ihr, man kann das nicht aufhalten?
334	B2: Nein, das probieren die auch mit den Tsunamiwellen. Die probieren sie vorherzusagen und sowas. Die entstehen ja meistens durch Erdbeben. Dass sich so bewegt, dass die Wassermassen sich immer mehr aufbauen. Und da probiert man ja sowas vorherzusagen, aber meistens ist die Konsequenz daraus, dass die Menschen ja auch nur fliehen können und sowas. Wenn man solche Naturphänomene sehr schwer aufhalten kann, dann müsste man ja irgendwie die Wassermassen, die sich aufbauen, so stoppen können.
335	B1: Riesenwellenbrecher.
336	B2: Wenn man sich das vorstellt, dass es eben an so eine Wand klatscht, das Wasser dann so runter und dann eben zurückläuft und ohne Nebenwirkung. Und dementsprechend, glaub ich, ist es sehr schwer solche Wellen und Bewegungen, die sich erstmal aufbauen, zu stoppen. Auch bei so einem Strudel, das ist ja eine Bewegung des Wassers, die im Kreis ist und sich immer mehr aufbaut, weil immer mehr Masse dazu kommt und somit der Strudel größer werden kann. Und um das aufzuhalten, müsste man ja eine Gegenbewegung starten, um die Wassermassen zu beruhigen. Und ich glaube, das ist unmöglich teilweise.
337	B1: Ja, der Aufwand wäre viel zu hoch.
338	B2: Oder man bekommt es gar nicht hin.
339	I: Was ist denn ein Tsunami?
340	B2: Tsunami ist ja eine große Welle.
341	I: Eine große Welle. Wenn man jetzt auf Bild 1 guckt, das ist ja im Vergleich dann

	eine relativ kleine Welle. Was glaubt ihr denn, wie kann es sein, dass in der Natur unterschiedlich starke Strömungen oder Wellen auftreten? Oder auch Strudel, da gibt es ja starke und nicht so starke. Wie kann die Natur das beeinflussen? Oder wie könntet ihr das vielleicht sogar beeinflussen, wie stark so eine Strömung ist?
342, 344	B2: Um nochmal auf die Tsunamiwelle zurückzukommen: die ist ja größer und teilweise ja verheerender als so eine normale Welle, weil sie eben durch ein Erdbeben entsteht, wodurch Energie freigesetzt wird, wodurch sich eben das Wasser aufbaut und dann eben auf das Land zurollt. Und da sie relativ weit von der Mitte des Meeres kommt, hat sie umso mehr Zeit, um sich aufzubauen und um mehr Wasser mitzunehmen. Und somit dann eben meistens die Stadt zu vernichten. Und so eine kleine Welle, die hat meistens nicht mehr so viel Energie.
345	B1: Die baut sich ja kurz vorher auf.
346	B2: Baut sich kurz vorher auf und bricht dann meistens entweder...
347	B1: ... am Strand oder am Wellenbrecher.
348	B2: Am Strand, an Steinen oder eben einfach am Sand. Dass sie einfach diese Fahrt verliert.
349	I: Das find ich spannend, es hängt für euch davon ab bei den Wellen, wann die entstehen. So eine kleine Welle entsteht für euch eher kurz vor der Küstenregion und hat dementsprechend noch die Chance groß zu werden. Und die Tsunamiwelle entsteht mitten auf dem Gewässer und wird dann immer größer.
350	B1: Ja.
351	I: Glaubt ihr denn, dass die Wellen unbegrenzt größer werden können? Oder glaubt ihr, da ist irgendwann Schluss?
352, 353	B1: Nein, das sieht man bei solchen Wellen ja auch, wenn man im Meer steht. Wenn man schon weiter hinten so eine Welle sieht, die sich aufbaut und man denkt: "Oh, voll cool, wenn die bei mir ist, wird sie brechen und ist voll groß". Sie bricht aber schon zwischenzeitlich, weil eben, die Masse erreicht ist oder die Höhe erreicht, die mit der Wassertiefe wahrscheinlich zu tun hat, dann eben bricht und sich wieder neu aufbaut. Und wenn sie bei einem ist, ist sie eben nicht so groß, wie man sie erwartet hat, weil sie eben zwischendurch schon gebrochen ist. Und deswegen wird eine Tsunamiwelle, wenn sie meinerwegen am Ort A anfängt sich aufzubauen und dann B total vernichtet, zwischendurch mehrmals brechen, weil sie es einfach vom Weg her nicht schafft, weil das die Natur nicht so hergibt. Ich glaube, es hat auch halt wirklich was erstmal mit der Wassertiefe zu tun, was da für ein Abstand überhaupt zum Meer ist, also dass sie halt wirklich so einen riesen Raum braucht, wo das Wasser halt nach oben gezogen wird, dass das vom Strand gar nicht passen würde.
354	I: Ok, dann sind wir erstmal fertig mit dem ersten Teil. Jetzt kommt noch ein etwas kleinerer zweiter Teil. Dazu achten wir nicht mehr so auf die Wellen hier, sondern wir gucken uns erstmal Bild 5, 9 und 21 an und von mir aus auch noch Bild 7. Was glaubt ihr denn, warum ich euch gerade diese Bilder zeige? Warum gehören die für mich zusammen?
355	B2: Bild 5 und 21 würde ich auch zusammentun. Das sieht für mich sehr wie das Wattenmeer aus. Letztendlich sieht man da ja eben Strömungen, die eine

	andere Sache formen. Also hier hat die Strömung das Wasser geformt.
356	B1: Aber das sieht bei 9 ja genauso aus.
357	B2: Ja genau, deswegen. Aber ich wollte dir das erst auf Bild 5 und 21 erklären. Dann kann ich zur 9 übergehen. Im Wasser hat sie, die Strömung, oder generell hat das Wasser, die Kraft des Wassers, das geformt. Dass hier [Bild 5] sieht aus für mich wie Flammen, dass sie so Kühlen hinterlassen hat. Und bei Bild 9 ist es eben dann eher der Wind gewesen, der die Wolken so geformt hat. Hier sieht es aus fast wie eine Wellenform. Oder hier eben die Wolkenbildung.
359	I: Ok, dann sage ich euch mal einen Begriff, der nennt sich Strukturbildung. Wenn man hier guckt, das sind Strukturen. Weil da Struktur gebildet wird. Was verbindet ihr denn mit Strukturen? Wenn ihr Struktur hört, an was denkt ihr?
360	B2: Strukturiert ist ja meistens was Geregeltes, was Festgesetztes. Also für mich, wenn jemand sagt so: "Ja, du bist gut strukturiert" oder "strukturiere deinen Plan, deine Arbeit". Das heißt ja, dass man sich da letztendlich darüber Gedanken macht und eben sich einen Aufbau macht, wie man das abarbeiten möchte und somit eine Struktur aufbaut, die für einen am besten ist. Und das ist eben jetzt keine festgelegte Struktur, weil Natur kann meistens selten... Wasser fließt ja immer, hat verschiedenste Einflüsse, den Menschen, Wind, Mondphasen und sowas als Einfluss. Deswegen wird die Natur wahrscheinlich jetzt nicht geplant (lacht) strukturiert und gesagt wird: "Heute möchte ich den Sand wie ein Herz aussehen lassen und morgen wie ein Kreis". Da entstehen eben Strukturen, aber das meist ungewollt.
362	I: Welche Bilder würdet ihr denn noch dazu packen zur Strukturbildung?
363	B1: Ich glaub, ich würde jetzt sogar noch 12 dazu nehmen, also die Sandburgen.
364	B2: Es ist auch eine Strukturbildung.
365	B1: Bild 22.
367	B2: Letztendlich ist das auch eine Struktur mehr oder weniger
368	B1: Eine Struktur, weil es eine geordnete Reihenfolge auch ist oder wie das halt aufgebaut ist.
372	B2: Das ist halt auch eine Struktur. Die haben alle andere... also sind äußerlich anders.
373	I: Was muss gegeben sein, damit man überhaupt von Strukturbildungen reden kann? Was haben die alle gemeinsam?
374	B2: Sie wurden alle erschaffen, also es ist überall eine Außeneinwirkung. Wir haben hier bei 7, 5, 21, 9 eben die Auswirkung des Windes oder des Wassers. In Bild 12 hat der Mensch eine Einwirkung gemacht, wie bei 11. Und 22 hat eben auch jemand selbst erschaffen. Aber es wird immer eine Struktur in diesen Bildern gebildet von einer weiteren Person oder einem weiteren Gegenstand.
375	I: Ok, warum gehört für euch Bild 2 nicht dazu? Oder Bild 20? Warum gehört das für euch nicht dazu? Oder auch allgemein die anderen Bilder, also ganz grob gesagt.
376	B2: Also Bild 20 ist ein Flusslauf und darum wurden zwei Felder von anderen Menschen erschaffen. An sich habe es schon eine Struktur, weil es

	schlangenförmig durch das Land verläuft. Aber das ist für mich einfach so der normale Flusslauf, der sich so seinen Weg gebahnt hat. Und da rum hat eben der Mensch seine Felder arrangiert. Die haben zwar eine gewisse Struktur, aber wenn man von oben darauf sieht, sieht es nicht so gewollt aus. Da haben auch für mich zu viele verschiedene Sachen eingewirkt. Hier hat immer nur eine Kraft eingewirkt oder meinetwegen zwei Menschen oder sowas. Aber das ist beim andern zu viel verschiedene Einwirkung von außen.
377, 379	B1: Ich würde Bild 6 auch schon wieder fast einordnen bei der Struktur. Weil da hat der Wind drauf eingewirkt und verändert das Bild, wie es vorher war.
380	B2: Ja, könnte man sagen.
381	B1: Also das wäre dann ja ähnlich zu stellen wie Bild 5. Da hat ja das Wasser den Weg sozusagen neu geformt. Immer wenn das Wasser wiederkommt, verändert sich das Bild. Und das wäre ja hier bei dem Sand genauso. Wenn der Wind wiederkommt, verändert sich das.
382	B2: Aber ich hätte das eingeordnet, wenn es in einer anderen Position fotografiert ist. Denn diese Position mit dem Sand oben ist für mich keine festgelegte Struktur, denn der wird in jedem Moment runterfallen. Wenn der Sand auf dem Boden liegt oder sowas, dann würde ich das als Struktur mit einordnen. So würde ich es eher zu Wind tun, weil wenn ich das Bild anschau, assoziiere ich jetzt nicht: "Oh, das hat eine festgelegte Struktur". Da sehe ich erstmal: "Oh, Wind mit Sand".
383, 385	B1: Struktur haben wir da vorne rein theoretisch auch nochmal, der Gully und das Gebäude. Weil es wurde ja ein Plan gemacht, wie die am besten aufgebaut sind.
386	B2: Die haben eben auch eine Struktur, die vom Menschen erschaffen ist, also von einer äußeren Gewalt.
387	I: Sind euch denn Strukturen oder Strukturbildungen begegnet, die man auf keinem der Bilder sehen kann? Und wie sahen die aus? Habt ihr vielleicht schon mal selbst Strukturen erzeugt?
388	B2: Kunstunterricht.
389	B1: Kunst höchstens.
390	B2: Jeder hat schon mal eine Sandburg gebaut, würd ich sagen. Und eben Strukturen könnten Eisblumen am Fenster sein.
391	B1: (Lacht) Eisblumen?
392	B2: Ja, denn zuerst hat es geregnet und die äußere Gewalt, die sozusagen eindringt, ist der Frost und dadurch macht er eben ein festes, strukturiertes Bild, z. B. wenn Seifenblasen draußen frieren oder so. Also machen die so Eisblumen. Und das ist für mich eine Struktur, die von der Natur festgelegt worden ist. Und die sieht man hier nirgendwo.
393	B1: Dass die Blumen dann entstehen.
394	B2: Ja.

395	I: Das hat jetzt die Natur gemacht. Habt ihr selbst schon Strukturen erzeugt? Vielleicht habt ihr irgendwas gemacht, dass vielleicht eine ähnliche Struktur hat wie hier auf Bild 5.
396	B2: Eigentlich dieses Becken bei meiner Oma (lacht), da kommt dann meistens Sand noch mit hoch, weil man das nicht vermeiden kann. Sobald man eben das Wasser rauslässt oder dass eben dann die Rinne wieder ins Wasser fließt, hinterlässt das eben auch solche Spuren und somit Strukturen. Und somit hab ich indirekt eine Struktur geschaffen.
397	B1: Indirekt!
398	B2: Weil ich das Wasser hochgepumpt habe.
399	B1: Aber direkt ist es ja trotzdem noch das Wasser, das diese Struktur erstellt hat.
400	B2: Aber ohne mich wäre das Wasser gar nicht oben.
401, 403	I: Also du hast das Becken bei deiner Oma und da ist noch Sand drin. Und wenn du das Wasser ablässt, dann wird da...
403	I: Und wenn du das Wasser ablässt, dann wird da...
404	B2: ... dann saugt es sich eben... (unterbrochen).
405	I: ... entstehen da Strukturen.
406	B1: Indirekt hast du sie erstellt.
407	I: Das ist doch schon mal in Ordnung.
409, 411	I: Dann gehen wir nochmals in eure kreative Ader zurück. Ihr seid wieder in einer Werbeagentur. Jetzt dürft ihr ein Logo zum Thema Strukturen und Strukturbildung erfinden.
410, 412	B1: Struktur wäre für mich ein Plan im Sinne von strukturiert sein, als ob du eine Liste abarbeiten musst.
413	B2: Für mich ist strukturiert...
414	I: Nein, nicht strukturiert, sondern Struktur/Strukturbildung.
415	B2: Struktur/Strukturbildung. Wir können wieder unsere Elemente am Rand machen, weil die alle Strukturen bilden können.
416	B1: Mich erinnert Struktur aber auch an Steine, die unterschiedlich aufgebaut sind.
417, 419	B2: Ja, das können wir ja mit unserem Sand wieder machen. Und für mich ist Struktur aber auch trotzdem einfach so... das erste, wo ich an Struktur denke, ist eben an so Karopapier. Denn das hat für mich eine bestimmte Struktur. Also wir machen wieder unseren berühmten Kreis.
420, 422	B1: Man könnte ja so einen Kreis machen, dann können die so ein Karomuster da reinmachen. Und dann malst du aber auch nur bestimmte Felder an, die du aber auch im bestimmten Abstand jeweils auch einfärbst. Warum soll das eigentlich ein Kreis sein? Das könnte auch viereckig sein oder dreieckig.
425	B2: Da haben wir ganz viele verschiedene Strukturen. Denn wir haben erst eine runde Struktur, dann machen wir unsere Karos. Machst du wieder Struktur?

426	B1: Ja, gleich. Willst du eine kleinere Struktur haben oder eine größere?
427	B2: Ist alles gut, und dann darf ich hier wieder mein Wasser malen, weil Wasser Strukturen machen kann.
428	B1: Ich möchte aber noch ein Karomuster reinmachen.
429	B2: Ja, genau.
430	B1: Dann schreiben wir aber Fett durch die Mitte Struktur. Weil das ist dann so ein Bruch der Struktur.
431	B2: Oh, das ist krass. Da kann man gut interpretieren.
438	B1: Jetzt könntest du auch noch richtig fail so eine Linie da reinmachen. Dann unterbrichst du das auch noch mal. Dann hast du eine Spiegelung der Struktur.
439, 443	B2: Du musst deine Wolke wieder malen. So krass, wenn ich hier wieder meine Pyramide habe. Dann haben wir zweimal Struktur. Wollen wir hier oben eine Hand hinmalen? Denn auch der Mensch kann Struktur erstellen im Gegensatz zu unserer Strömung.
444	B1: Hm (bejahend).
445, 449	B2: Ich mal ein Männchen hin. Ein Männchen erstellt die Struktur mit einem Pinsel.
452	I: Ein Kreis mit einem strukturierten Karomuster drin. Es steht Struktur in der Mitte und am Rand sind wieder die Elemente Wasser, Sand und Wind und das Männchen, die Strukturen erzeugen können, richtig?
453	B2: Ja.
454	B1: Hm (bejahend).
457	I: Was wäre denn für euch das Gegenteil von Struktur oder Strukturbildung?
458	B2: Etwas, das man nicht beeinflussen kann.
459	B1: Unordnung (lacht).
460	I: Findet ihr, dass die die Struktur in Bild 5 ordentlich aussieht?
461, 463	B2: Es hat ein geordnetes Gesamtbild, also die sind alle nicht gleich, aber dadurch, dass eben das gesamte Bild nicht gleich ist bzw. man gleiche Strukturen hat, kann man da so ein gewisses Muster wiedererkennen. Und eben auch hier den Weg des Wassers. Es ist strukturiert.
464	I: Bei Bild 9 wär das dann dasselbe, richtig?
465, 467	B2: Da sehen die aber auch noch alle recht weich aus. Das sieht so aus, als würden die sich aufbauen. Also dadurch hat man eben eine aufbauende Struktur. Man könnte hier auch fast so eine Linie als Graphen bezeichnen.
468	I: Wenn man sich Bild 21 anguckt, ist das für euch auch eine geordnete Struktur?
469	B2: Ja.
470	I: Wie würde dann das Gegenteil aussehen von Struktur? So etwas wie auf Bild 13.

471	B2: Im ersten Augenblick hat es ja keine Struktur. Es ist einfach ein wildes Durcheinander. Wo man jetzt nicht einen Sinn hinter erkennt, was sich die ganze Zeit auch verändert. Und wenn die dann anfangen, so eine Kette aufzubauen...
472	B1: ... dann hat es wieder eine Struktur.
473	B2: ... dann hat es wieder eine Struktur. Aber in dem Punkt hat es noch keine Struktur.
474	I: Ok.
475	B1: Wenn wir jetzt davor gucken, bevor das Wasser aus dem Bild 5 sozusagen verschwindet, wenn das Wasser noch darüber ist und der Sand durchgewirbelt wird, dann...
476	B2: ... hat es noch keine Struktur. Und ist es das Gegenteil, weil es eben wild durcheinander sich jede Millisekunde bewegt. Sobald es aber weg ist, hat man eben eine Struktur.
477	I: Ok, das kann ich nachvollziehen. Oder das kann ich verstehen. Habt ihr denn ein Synonym auch dafür für Struktur? Oder eine noch schönere Umschreibung?
478	B2: Für Struktur?
479	B1: Geordnet kann man ja nicht sagen.
480	B2: Struktur ist etwas, was von einem äußeren etwas erstellt worden ist.
481	I: Nein, wir sind noch nicht bei der Definition, die kommt gleich. Erst noch eine Umschreibung oder ein Synonym. Das könnt ihr gerne dann auch vielleicht miteinander verbinden. Da könnt ihr vielleicht überlegen, was es für ein Synonym oder für eine Umschreibung für Struktur oder Strukturbildung gibt.
482	B2: Ich schreib mal auf, was ich denke und dann sagst du: ok oder nicht.
494, 496	I: Auf jeden Fall mögt ihr es nicht kurz und knapp. Aber das ist ja auch nicht weiter dramatisch.
497	B1: Kurz und knapp kann man das gar nicht.
498	I: Kurz und präzise, aber ausführlich und umfassend.
499	B2: Ja.
500	B1: Das muss man erstmal hinbekommen.
514	B2: Struktur wird von einer außenstehenden Person oder einem außenstehenden Element entweder gewollt oder ungewollt geschaffen. Hierbei musste diese nicht exakt identisch sein, sondern auf eine gleiche Weise bzw. recht ähnliche Art, wo die Gemeinsamkeit klar zu erkennen ist, geschaffen sein.
516	B1: Durch den letzten Satz muss man sich erst durchwurschteln.
517	I: Ok, das klingt gar nicht so unüberlegt. Dann ist ja schon mal schön, dass ihr viele Strukturbildungen und Strukturen erkannt und benannt habt. Was glaubt ihr denn, wie es sein kann, dass diese Strukturen überhaupt entstehen? Warum ordnen sich die Wolken hier so an? Oder warum sieht das hier so aus wie auf Bild 5? Wie kann das sein? Was ist die Ursache dafür? Und kann man das vielleicht aufhalten, dass sich die Wolken so anordnen?

518	B2: Aufhalten?
519	I: Ja, kann man das verhindern?
520	B1: Also 9 entsteht ja durch die Windströme und dass sich die Wolken durch diesen Wind halt verformen. Aber wie willst du das denn aufhalten?
521	B2: Das Gleiche ist beim Wasser. Man müsste das Wasser umleiten oder nicht mehr darüber fließen lassen.
522	B1: Ja, dann ist es an der einen Stelle nicht so, aber irgendwo findest du es immer wieder.
523	B2: Ja, also sie entstehen aus Strömungen meist, eben Windströmung und Wasserströmung. Das ist eben das Element, das außenstehende Element. Und ist schwer, eine Welle aufzuhalten. Dementsprechend ist es genauso schwer, eine Luftströmung aufzuhalten, dass diese die Wolken in genau diesem Areal nicht verformt. Aber dann wird sie 20 Meter weiter die Wolke dann verformen, weil der ja irgendwie umgeleitet werden muss der Windstrom.
524	B1: Du könntest halt höchstens immer nur so einen kleinen Teil aufhalten. Aber niemals das Ganze.
525	I: Ok, und was glaubt ihr, wie man die Stärke beeinflussen kann oder wie die Natur das macht? Ihr wisst ja nun auch, dass es große Wolken gibt und kleine Wolken. Ich glaube, das gehört zu haben, dass ihr das im Gespräch des Fragebogens gesagt habt: Dünen. Wisst ihr was Dünen sind?
526	B2: Haben wir Dünen erwähnt?
527, 529	I: Ich meine, das gehört zu haben. Ihr hattet Sandhaufen, ihr wart in dem Sandbereich, habt das noch nicht Dünen genannt, sondern ihr habt das anders verpackt. Wisst ihr denn, was Dünen sind?
530	B1: Dünen schützen das Land vor Wasser, also z. B. auch wie Deiche.
531	B2: Ja, vor Wind auch.
533	I: Glaubst ihr, dass sich da Menschen Dünen hingestellt haben und die gebuddelt haben?
534	B2: Nein.
535	B1: Sie haben nachgeholfen, aber hauptsächlich hat ja der Wind den Sand abgetragen.
536	B2: Es gibt ja auch Wanderdünen, wovon immer gewarnt wird. Wenn die Düne von der einen Seite wegträgt und auf der anderen Seite aufbaut.
538	B1: Aber da hat halt der Wind wieder Einfluss drauf.
539	I: Ja, auch da gibt es ja große und kleine. Was glaubt ihr denn, wie man das beeinflussen kann, die Stärke dieser Strukturen?
540	B2: Eben durch Windströmung. Also wenn der Wind stärker ist und somit dann mehr Sand aufnimmt und abträgt und dann anderswo wieder auf den Dünen ablegt und verlässt, umso größer wird die Düne dann auch. Ich glaube, je größer die Düne, umso notwendiger ist es in dem Punkt glaub ich auch. Wenn das eine kleine Düne ist, heißt das ja, dass nicht so viel Wind kommt oder nicht so viel Sand

	dahin getragen wird. Und in dem Punkt ist es dort an der Stelle dann auch nicht so windig oder so.
542	B1: Einwirken kannst du ja nur z. B. bei einer Düne oder so, wenn du selbst als Person was wegträgst, damit das nicht weitergetragen werden kann.
543	I: Glaubst ihr denn auch, so eine Düne kann unendlich wachsen oder so eine Wolke kann unendlich groß werden?
544	B2: Nein.
545	B1: Weiß ich nicht.
546	B2: Eine Düne kann nicht unendlich wachsen. Du kannst keine Düne bis zum Himmel haben.
547	B1: Ja, ok, von oben bröckelt es dann halt wieder runter.
548, 550	B2: Ja, weil das dann von der Struktur nicht funktioniert. Weil das dann einfach von der Statik irgendwann nicht mehr funktioniert. Weil du nicht so viel Sand auftragen kannst. Du kannst auch keine Mauer bis ins Unendliche bauen. Weil irgendwann wird sie zusammenbrechen.
551	I: Ok, dann könnt ihr mir vielleicht noch verraten, woher ihr das alles wisst, was ihr mir erzählt habt zum Thema Strömung und Struktur. Wie kommt ihr darauf? Habt ihr euch das gerade aus den Fingern gesaugt? Haben euch die Bilder dazu angeregt? Oder haben meine Fragen dafür gesorgt, dass ihr das wisst? Oder wisst ihr das aus der Schule, aus dem Fernsehen?
552	B2: Erdkunde-LK.
553	B1: Ich würde sagen halt alles, also alles in allem. Klar, man lernt den größten Teil aus der Schule, also wie Wellen entstehen, wie Wind sich aufbaut so ein bisschen. Aber halt auch so durch die Nachrichten.
554	B2: Nachrichten und Dokumentationen.
555	B1: Und man regt ja durch Fragen das Denken nochmal an. Und dann bildet man sich ja so Antworten und baut die aufeinander auf.
557	I: Dann bedanke ich mich einmal bei euch und sage: Tschüss.

21.3.9 Interview J3A

4, 6, 8	I: Ich habe euch hier ein paar Fotos mitgebracht. Ich würde mich freuen, wenn ihr euch die mal anguckt und mir mal erzählt, was ihr darin seht. Was könnt ihr da erkennen? Und habt ihr das schon mal irgendwo gesehen? Und womit könnt ihr das vielleicht auch vergleichen? Muss nicht für jedes, sonst würden wir hier morgen noch sitzen. Einfach so ein bisschen ausbreiten und versuchen allgemein zu sagen, was ihr seht und ob ihr das kennt. Wenn ihr manche Sachen nicht erkennt, habe ich zu ein paar Fotos auch noch ein Video, sodass man das besser erkennen kann, was gemeint ist. Wenn ihr Fragen habt, müsst ihr mich einfach fragen.
11	B1: Viele Fotos sind was mit der Natur, haben mit Wetter oder mit Luft zu tun. Hier z. B. sind Vögel oder Windräder, oftmals auch Wasser.
12	I: Wenn du an Wasser denkst, kannst du Nummern der Bilder sagen, die du da speziell mit meinst?
13	B1: Z. B. Nummer 17, 16, 1, 19. Vielleicht auch noch 20 oder 12. Aber da ist ja jetzt nicht direkt Wasser, aber Sand oder Strand drauf. Dann sind auch öfter noch Wolken abgebildet. Zum Beispiel auf Foto 14, 2, 9 und 15. Die sehen auch überall verschieden aus bzw. sind von verschieden weit weg fotografiert worden.
14	I: Und du?
15	B2: Also man sieht halt viele Bilder mit Wasser. Aber nicht so Wasser normal, sondern einmal mit so einem Wirbel auf Bild 17 oder auf Bild 16 ist auch noch irgendwas anderes. Und auf 1 ist jetzt so eine Welle. Sonst sieht man noch manche Bilder, wo ich jetzt nicht zuordnen kann, was das darstellen soll. Zum Beispiel auf Bild 11 mit den Bechern mit Farbe oder was das sein soll. Oder Bild 22 hat ja auch sowas mit Zusammensetzung von Farben oder so einem Muster zu tun. Und Bild 5 auch.
16, 18	B1: Ich finde, Muster gibt es auf ganz vielen Bildern. Ich finde hier bei Bild 23 ist ein Muster, bei 24 oder bei Bild 14. Überall ist ja ein Muster drin, sehr verschiedene. Manches ist gewollt, woanders ist es halt so gekommen, dass es so aussieht. Auf vielen Bildern ist eine gewisse Bewegung zu erkennen, z. B. auf Bild 18 und 8, wo das Zebra läuft. Und auf Bild 6 wurde Sand geworfen und ist hochgeflogen. Auf Bild 4 sieht es aus, als ob da der Wind weht und die Pflanzen sich deshalb bewegen, weil die so schräg sind.
19	I: Habt ihr das irgendwo schon mal gesehen? Oder könnt ihr das mit irgendwas auch vergleichen?
20	B2: Auf Bild 12 zum Beispiel ist ja eine Sandburg. Sowas sieht man häufiger irgendwie am Strand. Dass mit so Eimern da Sand reingemacht wurde und dann so Türme gestellt wurden, die halt verschieden hoch sind und so. Das auf dem Bild 17 mit diesem Strudel sieht man halt, wenn man paddelt.
23	B1: Gerade auch normale Wellen wie auf Bild 1 sieht man ja fast überall an der Küste. Oder auch hier so ein Vogelschwarm wie auf Bild 13 sieht man ja auch manchmal. Und so ein Drehriselo wie auf Bild 18 hat man ja als Kind öfter genutzt oder damit gespielt. Und die Gullydeckel sind ja eigentlich auch fast

	überall.
24	I: Dann tut mir mal den Gefallen und ordnet die Bilder in verschiedene. Welche gehören für euch zusammen und warum?
25	B2: Einmal sollte man das mit Wasser und Wind irgendwie zusammenlegen.
26, 28, 30	B1: Wasser und Wind? Ich würd das auf jeden Fall Bild 15, 18, 17 und 14 wegen des Strudels oder einer Kreisbewegung zusammenlegen. Wenn wir noch Wind hätten, hätte ich auch sogar noch Bild 10 und 4 irgendwie geordnet.
31	B2: Ja, aber Bild 6, denk ich auch, ist vom Wind so aufgeweht.
32, 34	B1: Dann kommt das auch mit dazu hier oben hin. Hier noch drei Wasserbilder.
34	B1: Ja. Hier noch drei Wasserbilder.
35, 37	B2: Vielleicht das, ist ja so ein Muster in den Wolken bei Bild 9, dass sich wiederholt. Vielleicht auch 5, denn das sieht auch aus, als wäre das von der Natur so ein Muster.
38	B1: Ja genau, dieses Watt würd ich sagen. Also ich denke, dass das Watt ist.
41	I: Ja.
43	B2: Wegen des Musters, das sozusagen durch die Natur entstanden ist.
44	B1: Ja, wenn es Muster ist, dann könnten wir nämlich da fast auch noch diese 4 dazu packen.
45, 47	B2: Wobei ich finde, dass die halt dann eine eigene Gruppe sind, weil die sozusagen von den Menschen gemacht sind. Die sind ja nicht durch die Natur. Dann wäre ja das auch eigentlich dabei, Bild 12.
48	B1: Hm (bejahend).
52	B2: Was ist das?
53	B1: Das weiß ich auch nicht.
54, 56	I: Bild 7? Da hab ich auch ein Video, was davon gemeint ist. Könnt ihr euch einmal angucken, wenn das geöffnet wird. Könnt ihr das so jetzt sehen?
57	B1: Ja.
62	B2: Was ist das?
63	B1: Ja, das ist ein Fluss und da, wo das entlang geht, fließt es gegen einen Stein.
64	I: Nein, das ist eine Satellitenaufnahme.
65	B1: Ach? Das ist eine Satellitenaufnahme.
66	B2: Ah!
68	B1: Sieht so aus wie ein Fluss und hier fließt der irgendwo gegen. Dadurch entstehen ja diese Muster.
69	I: Du siehst das ja auch hier: Da steht Jeju-Insel, Yaku-Insel, zwei

	verschiedene Inseln.
71	B2: Ok. Das heißt, das gehört dann ja auch irgendwie...
72	B1: Ja, Muster sind ja fast überall. Ich hätt sonst auf jeden Fall noch irgendwie...
73	B2: Das hat aber auch mit Bewegung zu tun.
74	B1: Kreisbewegung gedacht.
75	B2: Ach ja, stimmt. Das gehört ja schon dahin.
76	B1: Hm (bejahend).
78	B1: Sonst hätte ich es noch vielleicht hier zu den Wolken getan wegen des Windes, da geht es um den Wind.
79	B2: Ja.
80	B1: Ich finde, die passen da noch mit zu.
83	B1: Das sieht aus wie eine Zeichnung, Bild 21.
85	B2: Ich hätte jetzt gesagt, das sind so Unterwasserpflanzen.
86, 88	I: Es sind auf jeden Fall keine Pflanzen, sondern Sand und da ist was Bestimmtes drauf. Und es ist keine Zeichnung, sondern ein Foto von einem Ausschnitt im Sand.
87	B2: Ah!
89	B1: Alles klar, ja doch, jetzt erkennt man es auch.
90	B2: Muscheln, ja.
91	B1: Da würde ich die drei zusammenfügen, wieder auch wegen Wasser.
93	B2: Auch wegen Bewegung und Wasser.
97	B1: Bild 23 würd ich fast noch mit hierzu packen.
98	B2: Ok, Bild 23 noch mit zu diesen Dingen.
99	I: Alles klar, gut.
100	B1: Wir haben jetzt fast alle.
101	I: Wenn nicht alle geordnet sind, ist das ok. Im Grunde genommen, können wir damit erstmal arbeiten. Ich pack euch jetzt mal zusammen: Bild 1, Bild 16, Bild 14, Bild 17. Was glaubt ihr, warum gehört das für mich zusammen?
104	B2: Welle, weil das Bewegung da im Wasser ist, die so entstanden ist.
105	I: Bewegung im Wasser, die so entstanden ist?
106	B2: Ja (lacht).
107	B1: Ja, ich sehe halt auch überall sowas wie einen Strudel eigentlich. Hier ist das noch größer. Ich denk, hier ist das eher ein kleinerer Strudel, vielleicht von einem Boot oder so, was da vorbeigefahren ist. Und hier ist ja letztendlich auch ein Loch und dadurch gibt es auch kleine Strudel oder so wirklich eine Welle.

108	I: Ja, eine Welle, Strudel. Dann kann ich euch jetzt mal einen Begriff vorgeben und zwar: Strömung!
109	B2: Hm (bejahend).
110	B1: Hm (bejahend), gut.
111	I: Habt ihr Strömung schon mal gehört? Was verbindet ihr mit Strömung?
112	B2: Ja, also eigentlich so ein Fluss oder so ist ja immer eine Strömung in eine Richtung. Aber das gibt es ja auch im Kreis oder so. Das würde ich dann mit dem Bild in Verbindung bringen. Weil ich denke, dass dadurch auch sowas entstanden ist wie eine Strömung.
113	I: Was verbindet ihr mit Strömung? Was ist für euch die Strömung schlechthin? Wenn ihr an Strömung denkt, was fällt euch sofort dazu ein, so: „Boah, das ist eine Strömung“.
114	B1: Eigentlich erst an einen Fluss oder so, wo halt automatisch eine Strömung ist. Wenn man sich reinlegt, dass man in eine Richtung treibt. Da denke ich als erstes dran, wenn ich Strömung höre. Dann habe ich an so eine Anlage im Pool gedacht. Die hat auch so eine Strömung, damit man auch im Pool schwimmen kann. Das hätte ich so als erstes mit Strömung verbunden.
115	I: Und du?
116	B2: Also, an sich auch im Fluss halt die Strömung. Aber wenn es nicht unbedingt um Wasser geht, dann kann man Strömung ja auch metaphorisch verwenden.
117	I: Ja.
118	B2: Dass sozusagen alles so in eine Richtung geht.
119	I: Ja, das kann man. Wir wollen uns aber tatsächlich auf naturgegebene Strömungen irgendwie beschränken. Aber ja, das kann man auch. Ok, findet ihr denn an Strömung etwas interessant? Und wenn ja, was?
120	B2: An sich sind sie ja einfach da, also z. B. im Fluss. Ich wüsste nicht, woher die kommt. Also sie kommt, sag ich mal, von da, wo der Fluss entstanden ist. Aber die ist halt die ganze Zeit da und ich kann eigentlich nichts dagegen machen, Zumindest so eine Strömung kann ich ja nicht abstellen.
125, 127	I: Das ist ok. Wenn ihr jetzt den Begriff Strömung gehört habt, welche Bilder würdet ihr denn dann jetzt dem Begriff dann noch zuordnen? Findet ihr da noch irgendwas, was da für euch dazu passen würde und warum?
128	B1: Das ist Bild 20 auf jeden Fall wegen des Flusses. Wir haben ja schon darüber geredet, dass da im Fluss eigentlich immer eine Strömung ist.
131	B2: Die Vögel strömen in eine Richtung.
132	B1: Ja, Bild 13 vielleicht auch noch.
133	I: Was sind denn sonst noch Gemeinsamkeiten? Was glaubt ihr, muss erfüllt sein, damit man von einer Strömung sprechen kann?
134	B1: Ich denke, das ist, wenn eine große Menge, zum Beispiel Wasser oder Tiere, in eine bestimmte Richtung gehen. Das Wasser fließt in eine bestimmte Richtung. Die Vögel fliegen. Weil es eine große Menge ist. Wenn jetzt nur einer oder ein

	bisschen Wasser in eine Richtung fließt, würde ich nicht direkt von einer Strömung reden. Ich finde, das ist was Größeres.
135	B2: Ja.
137	I: Warum habt ihr die anderen Bilder nicht da zugeordnet, z. B. Bild 4 oder Bild 6? Warum ist das für euch keine Strömung?
138	B2: Das hat ja was mit Wind zu tun. Und wir haben ja schon gesagt, dass Strömung in eine Richtung geht und Wind ändert ja seine Richtung. Deswegen hätte ich das da nicht zugeordnet.
139	B1: Ich denke auch bei Strömung immer als erstes ans Wasser vor allem. Na gut, Wind strömt oder fliegt an sich auch, aber ich denke da nicht direkt an eine Strömung. Wenn es jetzt ein starker Wind ist, dass ich dann sag: "Oh, das ist aber eine Strömung jetzt! (lacht).
140	B2: (Lacht).
141	B1: Das finde ich ein bisschen komisch. Deswegen dann eher im Wasser, dass es da eine Strömung gibt. Der Wind weht und strömt nicht, deswegen. Und die Bilder verbinde ich jetzt auch halt eher mit Wind, deswegen würd ich da nicht Strömung sagen.
142	I: Sind euch denn ansonsten Strömungen begegnet, die man nicht auf den Bildern sieht? Und wenn ja, wie sahen die aus?
143	B2: Es gibt ja so einen Menschenstrom, wenn alle in eine Richtung gehen, ist ja so ähnlich wie die Vögel.
144	I: Habt ihr denn schon mal Strömungen erzeugt?
145	B2: Im Pool.
146	B1: Ja, im Pool.
147	I: Und wie?
148	B1: Wir sind in eine Richtung gelaufen, die ganze Zeit.
149	B2: Ja, im Kreis.
150	B1: Dann hatten wir eine leichte Strömung.
151	I: Aber sonst per se begegnet sind euch Strömungen noch nicht so oft?
152	B2: Also im Wasser halt, wenn man im Fluss baden geht, aber sonst...
153	B1: Ich weiß nicht, ob man das auf einer Autobahn als eine Strömung bezeichnen kann, wenn da ganz viele Autos in eine Richtung fahren. Also ich finde, auch eher nicht. Sonst im Wasser halt und sonst eigentlich eher nicht.
154, 156	I: Gut, dann stellt euch doch mal vor, ihr seid jetzt Mitarbeiter in einer Werbeagentur. Ihr sollt ein Symbol oder ein Logo für Strömungen erfinden. Wie würde das aussehen? Und dann tut ihr mir den Gefallen und malt das auf. Es muss kein künstlerisches Meisterwerk sein, nur so eine ungefähre Überlegung, wie das aussehen könnte.
157	B2: Man muss in dem Symbol irgendwie sehen, dass es was mit Bewegung zu tun hat.

158	B1: Ich hätte jetzt sonst einfach einen Fluss gezeichnet mit Pfeilen in eine Richtung. Das denke ich nicht als Symbol für eine bestimmte Marke oder als Werbeagentur finde ich das...
161	B2: (Lacht).
162, 165	I: Die Marke ist Strömung. Und dazu so ein Symbol, Logo entwerfen, so ein ganz einfaches, kurzes, kleines.
166	B1: Hm (überlegend) ich würd das sogar anfangen zu machen.
167	I: Ja, das ist schön. Es geht aber ja auch nicht um Schönheit.
168	B1: Ja, ich denke so in etwa.
171	I: Ja, also im Prinzip würdet ihr sagen, dass so ein Symbol oder ein Logo für Strömung eine Welle beinhalten muss. Eine Welle soll das sicherlich sein, ja?
172	B1: Ja... (unterbrochen).
173	I: Die symbolisiert, dass der Strom in eine Richtung geht.
174	B1: Genau, ich denke vor allem, dass alles in eine Richtung geht. Das ist für mich das Wichtige.
175	B2: Und dass da Bewegung drin ist.
176	I: Überlegt, was für euch das Gegenteil von Strömung ist. Und ob es vielleicht noch eine Umschreibung gibt für Strömung.
177	B2: Das Gegenteil von Strömung?
178	B1: Ja, da es bei Strömung auch um Bewegung geht, denk ich, dass es irgendwas Ruhiges, Stilles ist, was sich nicht bewegt. Ich denke jetzt an einen Teich oder einen See, wo sich das Wasser nicht bewegt oder sowas Ruhiges. Das ist für mich so das Gegenteil einer Strömung. Dass halt einfach alles ruhig ist.
179	I: Und was glaubst du?
180	B2: Also an sich halt auch, dass es ruhig ist, aber das ist jetzt genauso wie "Fenster ist das Gegenteil von Tür", „See ist das Gegenteil von einer Strömung“. Denn wir haben ja auch Strömung als im Wasser definiert und dann weiß ich nicht, wie man da so genau das Gegenteil findet. Weil es ja auch irgendwie das Gegenteil von Wasser sein muss, wenn man wirklich das Gegenteil von Strömung sucht so.
181	I: Ok, würdet ihr denn ein Synonym oder eine Umschreibung finden für Strömung? Und dann im selben Zusammenhang: Wie würdet ihr denn jemandem erklären, was eine Strömung ist?
182	B1: Ist vielleicht sowas wie eine bewegende Masse.
183	I: Ihr könnt euch ja vielleicht eine kurze Definition überlegen, die ihr mir aufschreiben könntet.
186	B1: Eine sich in die gleiche Richtung fortbewegende Masse.
187	B2: Ja.
188	I: Wenn das eure Definition ist, dann ist das ok. Das ist für euch so eine ganz kurze, knackige Definition.

194	I: Dann kommen wir auch gleich schon zum Ende des ersten Teils. Wir haben ja hier ganz viele Strömungen gesehen und benannt, wie die hier auf den Bildern sind. Was glaubt ihr denn, wie es überhaupt dazu kommt? Wie entsteht sowas?
195	B1: Wellen entstehen ja, weil Wasser aufeinandertrifft. Eine geht in die eine Richtung, das andere in die andere Richtung. Und ich denke, dadurch brechen die Wellen. Das ist ja, weil Wasser zur Seite geschoben wird, wenn z. B. mal ein Schiff vorbeifährt, dann wird es zur Seite geschoben, dadurch entstehen auch Wellen, weil das Wasser da verdrängt wird.
196	I: Und was glaubst du?
197	B2: Ich weiß noch nicht, was ich glaube.
198	I: Du weiß nicht, was du glaubst?
199	B2: Ne.
200	I: Hast du keine Idee, wie sowas entsteht?
201	B2: Nein.
202	I: Das ist in Ordnung. Glaubst ihr denn, man kann die Strömungen aufhalten?
203	B1: Hm (überlegend).
204	B2: Kommt drauf an.
205	I: Wie kann man sie aufhalten? Worauf kommt das an?
206	B2: Wenn wir im Pool eine Strömung gemacht haben, dann muss man in die andere Richtung gehen, um die aufzuhalten. Aber wenn das so größere Strömungen sind, dann ist das schwieriger. Denn sozusagen in dem Fluss müsste an einer Stelle irgendwas zwischen stehen, irgendwie eine Mauer oder so, damit die Strömung da gar nicht weiterfließen kann, um die sozusagen abubrechen dann.
207	I: Ja, was glaubst du?
208	B1: Ich denke auch, man müsste der Strömung entgegenwirken. Also zum Beispiel, dass man in den Fluss auf der anderen Seite viel Wasser reinfließen lässt. Dadurch kann man die Strömung zumindest vielleicht langsamer machen oder schwächer oder zumindest an der Stelle dann stoppen, dass die dann da nicht weiterfließen kann. Und ich denke, bei kleineren Strömungen kann man die vielleicht auch mit ungleichmäßigen Bewegungen schon schwächer machen, wenn man da irgendwie mal in verschiedene Richtungen geht. Das Wasser in alle Richtungen bewegen, dadurch kann man dann schon kleinere Strömungen kaputtmachen oder sie schwächer machen.
209	I: Ok, dann kommen wir dann zur letzten Frage: Wie glaubt ihr denn, kann die Natur oder man selbst die Stärke von diesen Strömungen beeinflussen? Du sagtest, man kann bei einem Fluss von der anderen Seite Wasser reinschütten, damit die Strömung irgendwie abgeschwächt wird. Das wäre ja so in der Art, was du selbst machen kannst. Was glaubst du denn, wie die Natur das macht? Das ist ja nicht Welle gleich stark. Es gibt ja viele verschiedene Wellen.
210, 212	B1: Ich denke, das kommt auch mit auf den Wind drauf an. Wenn der Wind auch in die Richtung weht, in der eine Strömung geht, kann der Wind die Strömung etwas verstärken. Ich denke, dadurch entstehen auch größere Wellen, wenn es

	einen starken Wind von See aus in Richtung Küste gibt. Dass da so das Wasser stärker in Richtung Küste gedrückt wird. Hängt ja auch vom Wind ab, wie stark da eine Welle ist. Weil wenn es windstill ist, dann gibt es ja fast gar keine oder nur kleine Wellen.
213	I: Hängt also auch mit dem Wind zusammen?
214	B2: Ja.
215	B1: Ja.
216	I: Gut. Dann vergessen wir einmal kurz ein bisschen die Strömungen. Und dann kommen wir jetzt zum nächsten Teil. Ich packe mal jetzt Bild 9, Bild 5, Bild 2, Bild 21... zusammen. Was glaubt ihr, warum die für mich zusammengehören?
217	B1: Ich finde, vor allem auf Bild 9 und Bild 2 sieht das aus, als ob sich die Wolken so auftürmen würden und zu einem großen Berg werden. Und das sieht ja, find ich, in 5 auch so aus, viel kleiner. Da sind jetzt Täler auch, die von kleinen Bergen abgegrenzt sind, die halt viel kleiner sind als bei den Wolken. Dadurch entsteht eine ziemlich musterartige Oberfläche. Das ist auch bei den Wolken so, zumindest auf Bild 9 sieht das halt aus wie ein Muster.
218	I: Und was sagst du?
219	B2: Bild 9, 21 und 5 hätte ich halt jetzt auch gedacht, weil das alles so ein Muster ist. Aber Bild 2 weiß ich nicht.
220	I: Ihr habt jetzt gesagt: Muster. Dann gebe ich dem Ganzen einen anderen Namen: Strukturbildung.
221	B2: Ja, ok.
222	I: Das ist der Begriff, mit dem ich arbeiten würde, nämlich mit dem Begriff Strukturbildung. Man kann es Muster nennen, aber Strukturen klingt ja doch ein bisschen anders. Verbindet ihr irgendwas mit Strukturbildung? Und wenn ihr an Struktur denkt, an was denkt ihr?
223	B1: Ja, wenn ich das jetzt einmal mit Bild 5 verbinden würde, dann z. B. so einen Schuhabdruck im Sand. Da entsteht ja auch irgendwie so eine Struktur der Sohle. Und das würde ich jetzt auch noch ein bisschen mit Bild 5 verbinden, ich finde, das sieht ähnlich aus. Das ist ja auch so, dass es an manchen Stellen ein bisschen tiefer reingeht.
228	I: Dann muss das ja für dich bestimmt interessant sein diese Strukturen. Wenn du die so siehst, so was interessiert dich daran?
229	B2: Wie das entsteht.
230	I: Wie das entsteht?
231	B2: Also bei 5 kann ich mir das vorstellen durch die Wellenbewegung, weil die ja nicht nur oberflächlich ist, sondern auch unter Wasser. Aber bei 9 oder 21 weiß ich das nicht so ganz.
232	I: Ok, wenn ihr jetzt an Strukturbildung denkt und euch die anderen Bilder anguckt, würdet ihr da noch irgendetwas zuordnen?

233,	B1: Ich würde eigentlich Bild 7 dazu ordnen. Das sieht auch aus wie so eine Struktur irgendwie. Find ich ähnlich wie Bild 5, mal anders. Vielleicht auch noch hier
235,	Bild 23, zumindest den Teil hier in der Mitte. Das hier noch.
237	
238	I: Was haben die Bilder für euch für Gemeinsamkeiten? Also was erfüllen die alle, damit ihr von Strukturbildung sprechen könnt?
239	B1: Ich finde, da entsteht überall so ein gewisses Muster oder eine Struktur. Und bei manchen halt in groß wie bei Bild 9 oder Bild 2. Bei anderen dann halt eher in klein.
240	I: Und warum gehört zum Beispiel Bild 22 nicht dazu? Oder die anderen? Warum gehören die andern alle nicht dazu?
241,	B1: Ich habe jetzt Bild 22 nicht dazu gezählt, denn das sieht mir irgendwie zu
243	künstlich aus. Da verbinde ich die Bilder eher noch mit der Natur und deswegen hätte man es dazuzählen können. Ich finde, das passt zu den vier Bildern nicht so gut. Und bei den andern erkenne ich nicht so wirklich eine Struktur. Bei Bild 14 vielleicht noch, aber ich finde, das passt auch nicht so gut.
244	B2: Ich würde auch sagen, die haben keine Struktur, weil Struktur heißt sowas Wiederkehrendes. Also auf Bild 5 kehrt das irgendwie wieder. Diese Struktur gibt es ja jetzt sogar an ganz vielen Stellen und dort halt irgendwie nicht. Also natürlich, der Sand dort hat auch eine Struktur, aber darauf wird ja nicht so das Auge gelegt auf dem Bild.
245	I: Sind euch denn ansonsten schon mal irgendwo Strukturen begegnet, die man auf den Bildern nicht sieht?
246	B1: Sowas wie ein Kopfsteinpflaster find ich jetzt auch hat eine gewisse Struktur. Ist ja auch immer gleich aussehend, immer wiederkehrend. Wenn man den Stein hat, dann kommt eine Ritze und dann kommt der nächste Stein. Das sieht dann auch aus wie so eine Struktur.
247	B2: Blätter haben auch eine Struktur. Weil die ja meistens in der Mitte noch irgendwie so einen Strich haben und dann gehen da so ganz viel von ab und so.
248	I: Ja, habt ihr denn schon mal selbst irgendwelche Strukturen erzeugt und wie?
249,	B1: Mit einem Schuh. Wenn ich damit in den Sand getreten bin, gab es auch so-
251	was wie eine Struktur im Sand. Also von der Sohle halt. Das ist jetzt sohlenabhängig, aber manchmal sieht das aus wie eine Struktur.
252	B2: Oder wenn man den Garten harkt, also ein Beet, dann entsteht auch eine Struktur.
253	B1: Oder mit einem Reifen zum Beispiel.
254	I: Dann können wir jetzt nochmal wieder zum Malen kommen. Was ihr für Strömungen gemacht habt, dürft ihr noch einmal für die Strukturen machen. Einmal noch ein schönes Logo entwerfen, ein kurzes.
255	B1: Das kannst du machen.
256	B2: Oh Gott, ok.
257	B1: Ich find sowas wie ein Hashtag ist für mich auch so eine Struktur, zwar in klein, aber das kann man ja ein bisschen größer machen. Oder sowas wie ein

	Schachbrett.
258, 261, 263	B2: Ein Hashtag in einem Schachbrett. Soll ich das zeichnen? Weil ich kann das nicht so gut, glaub ich. Wird aber kein schönes. Jetzt sieht es aus wie ein Zaun (lacht). Ich mach jetzt einfach so Quadrate.
264, 269	I: Immerhin habt ihr eine Idee. Das ist ja auch schon mal viel Wert. Also man sieht ein Hashtag in einem Schachbrett. Sehr gut. Was ist denn das Gegenteil von Strukturen?
271	B1: Ich würde sagen, irgendwie so eine glatte Oberfläche oder so.
272	B2: Ja.
273	B1: Strukturen sind ja für mich immer so rau oder mit Erhebungen. Was Glattes... (unterbrochen).
274	B2: Aber ich finde, der Tisch hat auch eine Struktur wegen dieses holzmäßigen. Also es müsste schon was Glattes sein, was aber auch keine wirkliche Farbe hat, sondern... (unterbrochen).
275	B1: Oder gleich, alles die gleiche Farbe, wenn das komplett irgendeine glatte, gelbe Fläche oder so ist, dann hätte das jetzt keine Struktur für mich.
276	B2: Ja.
277	I: Ok, und wenn ihr jemandem das erklären müsstet, beschreiben müsstet? Habt ihr da eine Umschreibung? Ich habe ja schon was gehört wie Muster oder immer wiederkehrende Muster. Wäre das für euch eine Umschreibung oder könntet ihr euch auch noch vielleicht so ein bisschen was überlegen, wie ihr das noch anders machen würdet.
278	B1: Ich würde Struktur und Muster ziemlich gleichsetzen. Ich find, eine Struktur ist irgendwo auch ein Muster. Deswegen würde ich eine Struktur auch mit Mustern erklären. Weil ich denke, dass man eher ein Muster als eine Struktur kennt. Aber wenn man Muster kennt, dann kennt man eigentlich auch Strukturen. Ich finde, das hängt ziemlich nahe zusammen.
279	I: Ja, dann dürft ihr mir gerne nochmal den Gefallen tun und eine Definition aufschreiben für Strukturbildung und Strukturen.
280	B2: Man kann ja nicht sagen "wiederkehrendes Muster", denn das Muster muss ja nicht wiederkehren.
283	B1: Vielleicht irgendwie eine Oberfläche mit Erhebungen und Vertiefungen, die vielleicht aussieht wie ein Muster oder so?
284	B2: Es muss ja nicht unbedingt Erhebungen und Vertiefungen haben, finde ich.
285	B1: Ja, oder irgendwas... weiß ich nicht.
286	I: Ihr habt ja schon Erklärungen und Umschreibungen für Struktur und Strukturbildung gehabt. So in der Art könntet ihr das ja auch als Definition euch überlegen. Wenn für euch Strukturen immer wiederkehrende Muster sind, dann dürft ihr das auch gerne so aufschreiben.
287	B1: Hm (bejahend), also für mich ist eine Struktur ein Muster eigentlich.
288	B2: Ist ja die Frage, wie man Muster definiert.

289	I: Ja, das wäre ok, dann schreibe das doch einfach so auf.
290	B2: Struktur ist ja ein Muster.
291	I: Wieder eine kurze, knackige Definition. Das ist ok. Dann kommen wir zum letzten Part. Ihr habt ja jetzt Strukturen gesehen. Was glaubt ihr denn, wie es überhaupt zu diesen Strukturen kommt? Was ist der Grund dafür, dass die sich bilden, dass es Strukturbildung gibt?
292	B1: Also einmal kann man Strukturen auf jeden Fall künstlich erzeugen. Und sonst ist in der Natur ja nichts irgendwie wirklich gleich oder so. Also an sich hat ja alles irgendwie eine gewisse Struktur.
293	I: Und was glaubst du, was der Grund ist dafür, dass sich Strukturen bilden?
294	B2: Ich würd halt auch sagen, dass alles irgendwie eine Struktur hat, z. B. auf 9 und 5 sind das jetzt so besondere Strukturen, die halt irgendwie durch Wind oder andere Einwirkungen geschehen.
295	I: Ja, ihr habt ja zum Beispiel in eurem Fragebogen auch Ebbe und Flut geschrieben.
296	B2: Hm (bejahend).
297	I: Denkt ihr, dass Ebbe und Flut auch ein Grund oder die Ursache sind für Strukturen, dass die entstehen?
298	B2: Also würde ich schon sagen, weil wenn Ebbe ist, geht das Wasser ja weg und das nimmt ja auch am Boden immer ein bisschen Sand mit. Und dadurch entsteht dann ja auch irgendwie eine gewisse Struktur.
299	B1: Wie auf Bild 5 zu sehen ist. Da hätte ich jetzt gesagt, dass das genauso im Watt ist, wo das Wasser halt bei Ebbe weggeflossen ist und das ist da jetzt übriggeblieben.
300	I: Glaubt ihr, das kann man aufhalten? Könnte man zum Beispiel die Wolken auf Bild 9 daran hindern, dass die so eine Struktur bilden?
301	B2: Ich glaub, das hat was mit dem Wind zu tun.
302	B1: Ich denk, theoretisch würde das gehen, wenn man da auch mit großen Ventilatoren irgendwie pustet, kann man das verhindern, aber... (unterbrochen).
303	B2: Ja, aber das ist unrealistisch.
304	B1: Ja, ich denke theoretisch ist das möglich.
305	B2: ... aber praktisch nicht.
306	B1: Das ist bei Wolken noch leichter als im Watt. Ich meine, man kann das alles einbetonieren, dann entstehen da auch nicht mehr solche Strukturen. Aber das ist halt sowas, was ziemlich schwer zu realisieren ist, dass man das verhindert, dass solche Strukturen entstehen. Also ich denke, man kann eher schwer was dagegen machen.
307	I: Und was glaubt ihr, wie man die Stärke davon beeinflussen kann? Wenn man das jetzt mal die Wolken auf 9 sieht, die sind ja auch noch unterschiedlich stark ausgeprägt. Und die könnten ja auch alle so bleiben wie am Anfang oder halt alle so wie am Ende. Wie kann man das denn beeinflussen?

	Oder auch die Art und Weise der Formen in Bild 5 die müssen ja auch nicht immer gleich ausgeprägt sein. Dann sind die auch mal stärker und mal weniger stark. Auch in Bild 21 und 5 würde bestimmt nicht nach jedem Wellengang, jedes Mal, wenn Ebbe und Flut war, alles genau wieder identisch aussehen. Was glaubt ihr denn, wovon die Stärke von Strukturen abhängt und wie man das beeinflussen kann?
308	B2: Also bei den Wolken würde ich das an der Windstärke festmachen. Und in Bild 5 vielleicht auch daran, wie stark das Wasser in eine Richtung strömt. Ich finde, als Menschen kann man das zwar beeinflussen, so wie man es auch stoppen würde, nur halt ein bisschen weniger, aber das wäre halt...
309	B1: Ja, ich denke auch, dass es mit der Geschwindigkeit zu tun hat. Zum Beispiel jetzt wie das Wasser abfließt, wenn das ganz langsam abfließt. Dann entstehen solche Strukturen eher nicht oder sind zumindest nicht so stark. Wenn es schneller abfließt, dann entstehen solche Strukturen schon eher oder auch größer.
310	I: Woher wisst ihr das denn eigentlich? Oder wie kommt ihr auf die Ideen? Also woher glaubst du, dass es reicht, dass man mit einem Ventilator gegen pustet gegen die Wolken, dass die sich nicht mehr so bilden oder dass man sie dadurch aufhalten kann. Wie kommt ihr auf die Idee?
311	B2: Man sieht an einem windstillen Tag, dass sich die Wolken nur ganz wenig bewegen und viel schneller, wenn es ein windiger Tag. Und deswegen hängt das mit dem Wind zusammen, wie die sich bewegen. Und wenn man dann den Wind verhindern würde, dann würden sich die Wolken ja auch nicht mehr so bewegen.
312	I: Das hast du dir zusammengereimt oder hat dir das schon mal jemand erzählt?
313	B2: Hab ich mir zusammengereimt (lacht).
314	I: Ok (lacht). Dann sind wir erstmal tatsächlich jetzt am Ende.

21.3.10 Interview J4A

1	I: Ich habe euch ein paar Bilder mitgebracht. Die breite ich jetzt einfach mal hier so vor euch aus und ihr schaut euch das alles mal an. [Flüstern der Probandinnen] erkennt ihr die Sachen alle oder sind manche Bilder komisch, wo man denkt so, was soll das denn sein?
2	B: Das sieht aus wie ein Kirchenfenster.
3	I: Ich glaube auch, einfach eine Zeichnung, so ein Mandala. Und was kann das hier sein? Bild Nr. 7?
4	B1: Ich habe gedacht, so von oben, so Wattboden oder irgendwie Strömung, aber es könnte auch die Marsoberfläche sein. Das ist wahrscheinlich eher Watt von oben.
5	I: Genau, Bild Nr. 20. Das sieht aus wie Priele. Guckt mal, zu Bild Nr. 7 habe ich tatsächlich so einen kleinen Zusatzfilm. Der war kurz, oder?
6	B: Ich bin trotzdem nicht schlauer. Ist das das Meer, das irgendwie durch Wind und so? Wolken, oder was? Ich würde sagen, das ist Meer, wo so kleine Sandbänke sind, die umspült werden.
7	I: Das ist ein Satellitenfilm, oder?
8	B: Ja.
9	I: Genau, das sind so Wolkenbewegungen. Im Prinzip so ähnlich wie Bild Nr. 14. Ok, ihr sollt jetzt mal versuchen, die Bilder in Gruppen zu ordnen. Welche Bilder gehören zusammen und bilden eine Gruppe und dann gucken wir mal, welche Gruppen da entstehen.
10	B1: So, erstmal eines mit irgendwelchen Strömungen im Wasser. Oder? Was mit Wasser zu tun hat.
11	B2: Ja, ich würde jetzt Gully und das Haus und das Kirchenfenster und die Frau irgendwie so zusammenlegen.
12	B1: Das sind so Architektursachen, ne?
13	B2: Ja gut, aber Farben. Ja nicht unbedingt.
14	B1: Das könnten auch irgendwie Knöpfe sein. Solche Farbdosen, wo oben die Farbe drauf abgedruckt ist. Mit Wasser würd ich auch machen, also die beiden auf jeden Fall.
15	B1: Wo irgendwie wirklich Wasser in Bewegung ist.
16	B2: Wozu würdest du das denn dann zuordnen?
17	B1: Ich würde vielleicht irgendwie so einfach generell Landschaft.
18	B2: Man kann das ja voll weit interpretieren. Du kannst jetzt das Zebra dazu packen, weil da Vögel drauf sind.
19	B1: Tiere, ja.
20	B2: Du kannst das aber auch dazu packen.
21	B1: Und sollen wir noch mal mit Wolken und so? Also mit Wind halt?

22	B2: Willst du zu Wolken oder zu Wind? Weil zu Wind müsstest du ja auch das dazu packen. Was packen wir da noch anderes zu ist ja die Frage. [Flüstern untereinander].
23	B1: Ich glaube, das Zebra ist ein bisschen Außenseiter.
24	I: Fertig?
25	B: Ja.
26	I: Ok. Gucken wir eure Gruppen mal an. Ist das hier eine Gruppe?
27	B: Die beiden.
28	I: Die beiden? Das sind die Bilder 4 und 23. Warum sind die zusammen in einer Gruppe?
29	B: Das sind beides hauptsächlich Pflanzen abgebildet, deshalb hatten wir das so zusammen.
30	I: Ja, aha. Und dann sind die beiden auch eine Gruppe, richtig? 8 und 13.
31	B: Weil da beide Tiere drauf sind. Einmal Vögel und einmal das Zebra.
32	I: Ja. Ist das hier eine Gruppe, oder sind das zwei?
33	B1: Groß eine, unterteilt in zwei verschiedene.
34	B2: Ja, würde ich auch sagen.
35	B1: Also das hat ja alles nichts mit Natur zu tun. Das ist ja alles irgendwie städtisch. Nichts, was man in der Natur so von Natur aus findet.
36	I: Aha.
37	B2: Und bei Bild 11 wussten wir nicht so genau, was das darstellen soll. Es könnten irgendwelche Knöpfe sein, könnten irgendwelche Farbeimer sein.
38	I: Also es sind die Bilder 18, 11, 22, 24 und 3. Die sind eine Kategorie, und was sagtet ihr, weil das alle erstmal nichts mit Natur zu tun hat?
39	B: Ja.
40	I: Ok, dann ist das hier eine Gruppe: 10, 15 und 6.
41	B: Genau.
42	I: Was hat es damit auf sich?
43	B: Da haben wir so alles, was mit Wind zu tun hat reingepackt. Also einmal wegen der Windkraftanlagen. Dann, weil man hier so einen Tornado hat. Hat ja auch mit Wind zu tun. Und dann einmal, weil der Sand so hochgeweht ist und das ja auch mit Wind zu tun hat.
44	I: Ja, macht Sinn. Dann ist da noch eine große Gruppe: 21, 17, 1, 16 und 19.
45	B1: Ja, das ist halt so überall, wo so richtig Wasser drauf ist. Also nicht Wasser, das da mal war, so wie beim Watt, sondern richtig, dass da was zu sehen ist. Aber auch in verschiedenen Formen, also einmal dieser Fluss und nur ein Tropfen und auch wieder diese Strömung.

46	B2: Oder Wellen.
47	B1: Ja, Wellen, sind ja quasi auch Strömungen.
48	I: Ja, ok. Dann habt ihr die Gruppe 20 und 5.
49	B1: Genau, also das ist ja beides Watt und Bild 12 haben wir noch zwischen Wasser und Watt gepackt, weil das ja beides so ein bisschen ist. Wir konnten das nicht ganz zuordnen.
50	I: Ok, das passt irgendwie zu beidem. Und dann, glaube ich, die letzte Gruppe: Das ist 9, 2, 14 und 7.
51	B1: Ja, das hat nichts direkt mit Wind zu tun, sondern das sind erstmal nur Wolken aus verschiedenen Ansichten. Einmal so aus dem Weltall und von oben und von unten und so.
52	B2: Die aber auch durch Wind dann so geformt werden.
53	I: Ja, prima. Jetzt mache ich eure Gruppen wieder kaputt. Ich mache eine eigene Gruppe. Was kommt da rein? Da kommt Bild 1 rein und Bild 2 mache ich auch rein. Und Bild 4. Und Bild 7. Und Bild 15. Und Bild 17. Das ist meine Gruppe. Was meint ihr: Warum bilden die Bilder für mich eine Gruppe?
54	B2: Also vielleicht, weil es ja windig ist. Und hier ist ja so ein Tornado und wenn der Tornado bis ins Wasser geht, ist im Wasser ja auch so ein Tornado, würde ich sagen. Und wenn Wind da ist, dann sind auch viele Wellen da. Vielleicht sind die Wolken dann auch irgendwie so aufgetürmt.
55	B1: Ja doch, wenn es ganz windig ist, dann gibt es ganz oft sowas. Das haben wir ja auf dem Video gesehen, dass sich das auch so bewegt hat. Dass das dann weitergezogen ist.
56	B2: Vielleicht ist das einfach so ein Gesamteindruck, wie das mit Tornado ist, ist das auch bei den anderen.
57	B1: Wie sich das aus Wind bildet? Ich würde eher sagen, das hat was mit Strömung zu tun. Aber sonst so ist das alles, was mit Wind zusammenhängt, würde ich sagen.
58	I: Ok, ich gebe euch jetzt mal einen Begriff vor, den habt ihr eben auch schon genannt. Den Begriff Strömung. Was verbindet ihr damit?
59	B1: Also generell Wasser halt, so die Meeresströmung. Aber, es gibt ja auch so Wind. Wenn man jetzt am Deich steht, merkt man das ja auch: diese Windströmung, da weht es mal ein bisschen stärker und mal nicht so stark.
60	I: Ja, genau. Wenn ihr mir irgendwie so eine ganz typische Strömung zeigen solltet, was würdet ihr mir da zeigen?
61	B2: Also generell eine Wasserströmung. Wenn jetzt Flut ist, dann ist die Strömung eher in Richtung Ufer, in Richtung Strand.
62	B1: Also wie man das so verdeutlichen soll?
63	I: Ja, genau. Angenommen, ich weiß gar nicht, was eine Strömung ist, und ihr wollt mir da so ein ganz typisches Beispiel für eine Strömung zeigen.

64	B1: Ja, dann würde ich im Wasserglas umrühren. Die Bewegung, das ist eine Strömung.
65	I: Stimmt, genau. Die Bilder habe ich jetzt ausgewählt für eine Strömung. Welche Bilder würdet ihr denn noch zuordnen zu der Kategorie Strömung? Was würdet ihr hier noch dazu packen?
66	B: Diese beiden, das ist ja von der Strömung, das ist ja gezeichnet davon. Wenn das Wasser in diese Richtung strömt, dann bildet sich diese Furchen. Das kommt ja von der Strömung.
67	I: Packt die ruhig dazu. Was ihr meint, was noch dazugehört, das könnt ihr noch dazulegen.
68	B1: Ja, dann musst du 16 auch dazu packen.
69	B2: Es ist die Frage, ob Wind auch eine Strömung ist.
70	B1: Ja, eigentlich schon. Der Kreisel ist ja keine Strömung. Der geht ja nur in die Runde.
71	B2: Das hier hat ja auch eine Strömung. Der Fluss hat ja auch eine Strömung, in welche Richtung der fließt.
72	B1: Vögel fliegen doch auch immer mit dieser Strömung, oder nicht? Die macht sich doch, wie sagt man, so dynamisch, dass sie möglichst wenig Widerstand haben.
73	B2: Ja, dass einer vorfliegt und im Windschatten so.
74	B1: Wenn man das ganz weit interpretiert, könnte man auch sagen, dass das Haus zur Strömung gehört, weil ganz weit oben ist der Wind auch viel extremer und dass es dann nicht umkippt.
75	B2: Und der Kreisel. Wenn der sich dreht, verändert er auch den Wind, also die Luft so um sich herum.
76	B1: Na gut, ich würde vielleicht noch die Windkraftanlage dazu packen.
77	B1: Obwohl der Gully. Unter dem Gully fließt auch eine Strömung.
78	B2: Ja, stimmt.
79	B1: Letztendlich kann man wahrscheinlich alles dazu packen. Außer das Kirchenfenster. Da ist ja gar nichts.
80	B2: Die Pflanze: ist auch die Frage, was da für eine Strömung ist.
81	B1: Ne, das ist keine Strömung, also eine Pflanze. Zebra hat auch keine Strömung.
82	B2: Ne.
83	B1: Also, so.
84	I: So lassen? Ok, dann gucken wir, was dazu gekommen ist. Bild 10, Bild 20, Bild 14, Bild 21, Bild 5 und Bild 16. Also die haben alle was mit Strömung zu tun. Was ist denn das, was denen gemeinsam ist? Was muss erfüllt sein, damit man da von einer Strömung spricht?

85	B2: Ich würde sagen – wenn man jetzt von einer Wasserströmung spricht – das Wasser geht in eine bestimmte Richtung durch z.B. Wind.
86	B1: Wenn das jetzt so ein Hügel ist und das fließt da runter, dann beschleunigt das ja und dann entsteht ja auch eine Strömung. Dann fängt quasi eins so an und der Rest geht halt hinterher. Also so generell, dass sich etwas zusammen in eine Richtung bewegt.
87	I: Wenn sich etwas zusammen in eine Richtung bewegt. Ok. Wie ist es dann mit den anderen Bildern? Ist das dann ein Unterschied, also etwas, was ihr auf den anderen Bildern nicht findet?
88	B2: Naja, also, wenn man jetzt hier z.B. diese Pflanze – ich weiß nicht genau, was das ist – aber da bewegt sich so erstmal nichts.
89	B1: Also nichts so direkt Sichtbares. Es bewegt sich ja schon was, aber nicht in der Geschwindigkeit...
90	B2: Das Zebra bewegt sich ja auch, aber da würde ich eher die Vögel als Strom bezeichnen, weil die sich zusammen so bewegen.
91	B1: Die Vögel haben daraus ja auch einen Vorteil. Das Zebra läuft da allein rum. Die Vögel fliegen, aber das ist halt einfacher, wenn die im Strom fliegen, weil, wenn man innerhalb von dem Strom ist, dann ist es einfacher da mitzukommen.
92	B2: Ja, würde ich auch sagen.
93	I: Aber ihr lasst die trotzdem da draußen oder wollt ihr die Vögel noch mit dazu nehmen zu der Strömung?
94	B2: Das ist ja so ein Großes, das ist ja so wie Wasser, eigentlich.
95	B1: Die Vögel würde ich eher dazu packen als das Zebra.
96	B: Die Vögel, ja.
97	I: Also Bild 13 noch dazu?
98	B: Ja.
99	B2: Also Bild 9, das ist ja auch durch Wind. Die Wolken formen sich ja so durch den Wind, durch den Luftstrom.
100	B1: Die sehen ja auch alle relativ gleich aus. Das würde ja quasi dazu passen. Ein Gully wäre sehr weit interpretiert.
101	B: Diese vier nicht, das Zebra und das Haus auch eigentlich weniger. Da bewegt sich ja in dem Sinne nichts.
102	B1: Es hält ja nur der Strömung stand.
103	B2: Die beiden, die sich bewegen, wären das Zebra und der Kreisel. Aber die haben ja nichts mit Strömung zu tun. Also das würde ich jetzt nicht darunter verstehen.
104	I: Also Bild 9 noch dazu?
105	B2: Genau.
106	B1: Wasser und Sand, also.

107	B2: Das ist ja keine Strömung in dem Sinne. Das tropft ja einfach runter, weil es auf den Boden möchte, das Wasser.
108	B1: Wegen der Schwerkraft.
109	B2: Ja, genau.
110	I: Bei Bild 19, ok. Also Bild 19 nicht und Bild 6 auch nicht.
111	B1: Bild 6, das ist ja nur keine lang gleichbleibende Strömung, sondern das ist nur eine kurze Strömung. Ich würde mir unter Strömung was anderes vorstellen, als Sand, der nur so hochfliegt.
112	B2: Ja, würde ich auch sagen.
113	I: Ok, prima. Sind euch sonst schon mal irgendwo Strömungen begegnet? Irgendwas, was man nicht auf diesen Bildern sieht?
114	B1: Ja, in der Innenstadt, wenn es irgendwo irgendwas umsonst gibt, dann rennen sie da alle hin und wollen es haben.
115	I: Ja, so Menschenstrom, ok.
116	B2: Oder bei Pferden im Herdenverband. Wenn einer losrennt, rennen alle hinterher.
117	B1: Das ist auch wie ein Strom.
118	I: Ja, ok, das ist so ein bisschen wie der Vogelschwarm. Kann man so was selbst erzeugen? Habt ihr schon mal selbst eine Strömung erzeugt?
119	B1: Also halt nur selbst erzeugt, wenn man halt irgendwas mit Wasser gemacht hat.
120	B2: Wenn man jetzt in so einem Glas umrührt, entsteht ja auch ein Strudel.
121	B: Auch im Waschbecken, in der Badewanne: wenn man das Wasser rauslässt.
122	I: Richtig, genau. So, nächste Aufgabe. Stellt euch vor, ihr arbeitet in einer Werbeagentur. Ihr sollt ein Logo entwerfen oder ein Symbol für Strömungen. Was habt ihr für Ideen? Wie würde das aussehen? Und wenn ihr dann ne Idee habt, dann könnt ihr das mal aufmalen.
123	B: Also ich würde schon so was wie Wasser nehmen. Weil, die Leute müssen es ja auch verstehen, z. B. den Olantiskreisel. Ich würde auch so was wie 17 malen.
124	I: Ihr müsst euch auch nicht auf dasselbe einigen. Ich könnte auch jeder was anderes malen. Super, darf ich die haben [fertige Logos]?
125	B: Ja.
126	I: Wir haben hier jetzt ganz viele Beispiele für Strömungen auf den Bildern. Was ist denn für euch das Gegenteil von Strömung?
127	B1: Stillstand.
128	B2: Wenn sich nichts bewegt. Bei Strömung geht irgendwas, bewegt sich.
129	B1: So ein See.

130	B2: Es kann auch unter Wasser Strömungen sein, die man nicht sieht. Also eher so ein Glas mit Wasser, was einfach so steht.
131	B1: Auch ohne Kohlensäure.
132	B2: Ich würd jetzt nicht sagen, irgendwas Natürliches. Da ist glaub ich immer irgendwie so Strömung. Aber so ein Glas Wasser, was einfach steht, ohne Kohlensäure, wo sich nichts bewegt.
133	B: Wo nichts drin ist. Wenn da Fische drin schwimmen, ist ja auch irgendwie eine Strömung, eine Bewegung zumindest.
134	I: Ja, ok. Habt ihr ein anderes Wort für Strömung? Also ein Synonym? Oder eine Umschreibung, eine ganz kurze? Wo ihr sagen würdet: ja, das hat jetzt dieselbe Bedeutung wie das Wort Strömung.
135	B2: Fließen oder Fluss. Fluss in dem Sinne, dass da ein Fluss ist, wo Wasser drin ist.
136	B1: Wenn man das so auf Menschen überträgt, würde ich fast sagen: Gruppenzwang. Weil, wenn einer dahinläuft, strömen die anderen meistens immer hinterher. Das kannst du ja nicht auf die Natur anwenden, das ist halt schwer.
137	I: Ok. Wenn ihr jetzt jemanden erklären solltet – ihr habt jetzt ja schon eine Zeit lang über Strömung nachgedacht – was eine Strömung ist, was wäre eure Erklärung?
138	B1: Also ich würde sagen, so eine gleichförmige Bewegung in eine Richtung.
139	B2: In der Natur zum Beispiel vom Wind.
140	B1: Durch bestimmte Vorkommnisse einfach begünstigt.
141	B2: Das entsteht ja auch, wenn sich so Erdplatten übereinander schieben. So entstehen ja auch Erdbeben unter Wasser.
142	B1: Richtungswechsel bei Stromschnellen.
143	B: Bewegungsänderungen durch natürlich Einflüsse.
144	I: Also, fasse ich noch einmal zusammen: Eine Bewegung in eine Richtung war das, in der Natur.
145	B1: Ja.
146	I: Ok, Bewegung in eine Richtung. Aber der Kreisel dreht sich ja auch die ganze Zeit im Kreis, oder das Zebra läuft ja auch in eine Richtung.
147	B: Das ist eine Bewegung, wo die anderen quasi mitgehen, also dass es nicht unabhängig voneinander ist. Der Kreisel dreht sich allein. Wenn der Mensch das macht, hat es ja nichts mit der Natur in dem Sinne zu tun. Das Zebra läuft, weil es was Leckeres zu essen sieht. Aber in der Natur, da passiert es halt einfach so, das lässt sich ja nicht beeinflussen. Das Zebra macht es ja aus einem eigenen Entschluss, dass es dahinläuft. Das hat ja nichts mit Strom in dem Sinne zu tun, weil es windig ist.
148	I: Ich verstehe. Also das Zebra hat zwar eine Bewegung in eine Richtung, aber weil es ein Lebewesen ist und sich irgendwie selbst entscheidet zu laufen, ist es keine Strömung.

149	B: Ja.
150	I: Und wie ist es dann mit dem Wassertropfen. Guckt mal hier auf Bild 19. Die habt ihr ja auch da aussortiert, aber das ist ja kein Lebewesen, das bewegt sich auch irgendwie in eine Richtung. Warum ist das denn keine Strömung?
151	B2: Das ist ja wegen der Erdanziehungskraft. Also es ist ja nicht, weil der Wind jetzt gerade in die Richtung weht, und das Wasser deswegen dahin geht.
152	B1: Auch wenn da jetzt das Blatt hängen würde und das löst sich. Es würde auch runterfallen. Das ist jetzt unabhängig von, dass da jetzt Wasser runtertropft.
153	I: Ok. Also was war jetzt die Erklärung?
154	B: Wegen der Anziehungskraft. Das ist jetzt ja in dem Fall der äußere, natürliche Einfluss.
155	I: Das habt ihr eben auch schon mal angesprochen. Wie kommt es überhaupt zu solchen Strömungen? Wir haben jetzt verschiedene Arten von Strömungen gesehen, verschiedene Beispiele für Strömungen. Eins habt ihr vorhin schon gesagt. Mit diesen Erdplatten, die sich verschieben. Dadurch können Strömungen entstehen. Was gibt es denn noch für Ursachen für Strömungen?
156	B1: Bei Wind ist es so, dass wenn die kalte Luft wieder aufsteigt, dann vermischt sich das irgendwie. Ich weiß aber nicht ob es da schon in Bewegung gerät.
157	B2: Warme und kalte Luft.
158	B1: Genau, zusammen! Dann entsteht Wind oder zumindest eine Bewegungsrichtung. Verwechsle ich das gerade mit Wolken?
159	B: Und beim Wasser ist es ja auch so. Wellen entstehen ja auch durch Wind und mit Tsunami zum Beispiel. Das ist ja auch, wenn sich irgendwo eine Kante erst zurückzieht und dann mit Schwung nach vorne geht. Das zum Beispiel ist eher so durch Höhenunterschiede oder mit diesen Platten, wenn sich das verschiebt, dass dann halt irgendwie eine Kante entsteht. Dann hast du oben eine Kante und der hintere Teil ist quasi tiefer.
160	I: Ok, dann lassen wir es mal mit Strömungen. Dann zeige ich euch jetzt noch ein paar andere Bilder; und zwar das Bild Nummer 5, Bild Nummer 9 und Nummer 12 und Nummer 14 und 22 und 23. Ok, die bilden für mich auch wieder eine Gruppe. Warum denn das?
161	B2: Also ich würde sagen, das sind Wolken, also Wind und Wolken Und da werden die Wolken irgendwie durch irgendeinen Strom verformt oder in eine Richtung gepustet.
162	B1: Das einzige, was mir zum Kirchenfenster jetzt einfallen würde, ist, dass das auch eine Blume ist und dass das vielleicht deshalb da liegt.
163	B: Vielleicht auch, weil das ist ja hier so ein Kreis, dass das zum Beispiel die Mitte des Strudels ist. Es ist ja nur ein bestimmter Bereich davon betroffen. Oben vielleicht, dass das hier außen das ruhige Meer ist und hier in der Mitte der Pol des Strudels, wo es halt so am stärksten ist, wo es runtergeht und innen in diesem Kreis ist halt so das Zentrum, und das hier so der äußere Bereich des Strudels. So würde ich die jetzt zusammenhängend betrachten, also wirklich sehr weit interpretiert.

- 164 I: Also 22, 14 und 23: da ist überall so ein bisschen was Kreisförmiges, sieht strudelartig aus. Aber was ist mit den anderen drei?
- 165 B: Ja das hier entsteht ja durch Strömung. Also nach der Strömung als Nachwirkung. Das ist auch eine Auswirkung der Strömung, dass sich die Wolken so bilden, wie sie sind. Also alles weicht der Strömung aus.
- 166 I: Bei den Bildern 5 und 9. Ich sag das immer dazu.
- 167 B: Und das ist ja quasi auch eine Auswirkung, aber ja nicht von Strömung, sondern von menschlichem Handeln einfach nur. Vielleicht geht es darum, dass der Sand ein nicht ganz weich, also nicht ganz nass und nicht ganz trocken ist. Kriegen wir einen Tipp?
- 168 I: Noch nicht.
- 169 B2: Durch zum Beispiel Windströmung oder wenn jetzt gerade Ebbe ist und die Flut kommt, dann wird es ja gerade weg sein. Dann wäre hier, dass es der Strömung ausweicht, also die Nachwirkungen halt davon.
- 170 I: Ich gebe euch jetzt auch mal wieder einen Begriff vor. Den Begriff Struktur bzw. Strukturbildung. Was fällt euch dazu ein?
- 171 B2: Sand wird ja dadurch gebildet, dass Steine so übereinander reiben durch eben Strömung. Wenn im Wasser sehr viel Strömung ist, dann reiben die so übereinander.
- 172 B1: Wenn das so zusammengepresst aus dem Eimer ist und man das als Sandburg baut, dann ist die Struktur ja wesentlich fester, weil dann ja alles zusammengepresst ist und näher aneinander als wenn der Sand da einfach nur so liegt.
- 173 B2: Ja, und der Sand bildet sich halt durch Strömung. Würde ich so sagen.
- 174 B1: Und hier die Struktur, das ist halt auch durch die Strömung entstanden, halt so wie das Wasser abgeflossen ist, wegen der Gezeiten.
- 175 I: Bei Bild Nummer 5, ja.
- 176 B2: Der Sand weicht dem Wasser in dem Falle aus.
- 177 B1: Halt wie diese Furchen, einfach so Priele, so kleine Miniflüsschen. Und Wolken... [überlappend].
- 178 B2: ... wenn der Wind halt so, die in die Form...
- 179 B1: Dadurch entsteht ja auch diese Wolkenstruktur. Und das ist da ja das Gleiche: wenn sich da neue Knospen bilden. Das sind da oben ja die kleinen, wenn die immer größer werden, verändert sich die Struktur ja auch. Also immer weiter.
- 180 B2: Ja, das stimmt.
- 181 B1: Und das Kirchenfenster.
- 182 B2: Die drei würde ich nur verbinden mit dem Kreisförmigen, das außen, das sich verläuft.
- 183 B1: Die kann man alle noch in Struktur-Dings zusammenfassen und das, das ist halt auch eine Struktur irgendwie, das ist alles quasi wie Sand aus ganz vielen Einzelteilen.

- 184 I: Ja, bei Bild 22.
- 185 B: Genau, so gebildet ist. Wie auch da, aus kleinen Knospen, sag ich mal.
- 186 I: Bild 23. Ok, welche Bilder würdet ihr denn noch dazu packen, wenn jetzt der Oberbegriff Struktur ist, oder Strukturbildung?
- 187 B: Das Haus, also eindeutig das Haus.
- 188 I: Ja, überlegt mal. Jetzt habt ihr noch dazu gelegt: Bild 20, Bild 7, Bild 5, 9, 2, 4, 11 und 24. Das sind alles Beispiele für Struktur oder Strukturbildung. Was muss denn erfüllt sein, damit etwas eine Struktur ist?
- 189 B1: Also ich würde auch so sagen, wie bei Strömung, dass es auch so irgendwie gleichförmig ist, aber auch stabil: Papa hat früher immer gesagt: verbundbar. Wenn man so Lego gebaut hat, dass die Steine übereinander greifen und dass deshalb eine Struktur entsteht und hält. Und so, würde ich auch sagen, dass irgendwie so Verbindungen entstehen, die dann stabil genug sind, dass sich daraus diese Struktur dann entwickeln kann.
- 190 B2: Ja, eine Struktur kann sich auch verändern. Wie hier z.B. bei dem, wo wir gesagt haben: von der Knospe zur Blüte. Das verändert sich halt.
- 191 I: Ok, also Strukturen sind was, was irgendwie stabil ist und was sich aber auch verändern kann. Warum ist das bei diesen Bildern jetzt alles nicht der Fall?
- 192 B2: Bei den Wolken hatten wir die Bilder zusammengepackt, weil da eben die Struktur der Wolken sich so verändert.
- 193 B1: Aber die Wolke an sich bleibt ja da.
- 194 B2: Genau.
- 195 I: Ok, genau. Das war jetzt bei 7 und 14. Das sind Strukturen bei euch. Aber warum sind jetzt diese ganzen Bilder, die ihr ausgegrenzt habt, warum sind das jetzt keine Strukturen?
- 196 B2: Weil z.B. hier beim Fluss oder so, da sieht man jetzt nicht direkt, was passiert, da verändert sich in dem Moment nichts, wo man es sieht.
- 197 I: Ok, aber bei dem Haus, da ändert sich ja auch nichts.
- 198 B: Ja, da könnte man jetzt Struktur mit dem Legohaus... Irgendwie hat Wasser ja auch eine Struktur, aber nicht so offensichtlich. Bei Struktur kann man auch sagen, dass es geordnet ist. Wenn sich die Struktur verändert, dann ist ja diese Struktur, die vorher da war, weg. Also dann gibt es ja nichts mehr.
- 199 I: Bei Bild 16.
- 200 B2: Ja, also generell beim Wasser. Die Vögel kann man jetzt auch noch zur Struktur zuordnen, weil Struktur kann ja auch mit geordnet zu tun haben. Die haben ja auch eine Struktur, wie die angeordnet sind.
- 201 B1: Der Fluss hat ja auch eine Struktur. Der geht ja auch nicht gerade. Obwohl Struktur ist ja schon so ein bisschen geordnet, würde ich jetzt schon sagen. Und das ist ja einfach nur, dass da und da mal ein Fluss abzweigt. Aber nicht, dass alle hundert Meter so ein Nebenflüsschen kommt.
- 202 I: Also wollt ihr den Fluss auf Bild 21 noch mit aufnehmen, oder...?

203	B: Eher nicht.
204	I: Ok. Was war mit den Vögeln auf Bild 13?
205	B: Würde ich eher noch dazu packen als den Fluss.
206	I: Dann nehmen wir den doch noch mit dazu. So, das hier war alles mit Wasser. Das ist ja alle ein bisschen gleich. Was ist mit den anderen Sachen, die noch übrig sind?
207	B1: Sand müsste man theoretisch dann ja auch dazu packen.
208	B2: Ja, stimmt.
209	B1: Wenn man jetzt mal logisch denkt.
210	I: Bei Bild 6.
211	B1: Ich glaube, das ist jetzt nicht so entscheidend, dass das jetzt ein anderer Sand ist. Sand ist Sand.
212	I: Ok, also Bild 6 nehmt ihr auch noch dazu.
213	B2: Und die anderen finde ich haben eher nicht so damit was zu tun. Also der Gully zum Beispiel, da weiß ich auch generell nicht so, wie man den damit verbinden könnte.
214	B1: Ja gut, wenn du sagst, Struktur ist halt so geregelt und so geordnet, müsstest du ihn ja schon dazu packen. Dann müsstest du den Kreisel auch dazu packen. Das Zebra kannst du dann nicht dazu packen, weil du ja nicht weißt, ob die Streifen auf der anderen Seite genauso sind.
215	B2: Wenn man jetzt so geordnet, strukturiert in dem Sinne nimmt, dann könnte man ihn schon dazu packen.
216	B1: Ja, aber den Kreisel ja auch. Der muss ja auch so strukturiert sein. Das geht ja auch nur, wenn er überall gleich ist.
217	B2: Ja und dann die Windräder könnte man ja auch sagen, wenn die Struktur der Windräder gleich ist. Kann man ja betrachten wie den Kreisel so ein bisschen. Wird halt nur nicht durch den Mensch bewegt, sondern durch den Wind.
218	B1: Also ich würde eher noch den Kreisel und den Gully dazu machen als die Windräder. Also am allerehesten noch den Gully.
219	B2: Weil das Äußerliche so strukturiert ist.
220	I: Ok. Bild 3 noch dazu.
221	B: Ja, den Kreisel, weiß ich nicht. Eigentlich ja schon. Wenn man halt jetzt nur mit dem Äußerlichen so argumentiert, dann würde man auch das hier sagen. Das ist ja strukturiert, das Bild. So ein bisschen nach Farben auch strukturiert.
222	I: Bild 11.
223	B1: Kann es dazu oder nicht?
224	B: Ja, zum Gully dazu. Es ist halt nur vom Äußerlichen her jetzt.
225	I: Ok, Bild 18 noch dazu.

226	B1: Jetzt reicht es aber, oder?
227	I: So lassen?
228	B: Ja.
229	I: Alles klar. Sind euch woanders schon mal Strukturen begegnet? Irgendwas, was jetzt nicht auf diesen Bildern ist?
230	B1: Wenn man einen Schal häkelt, dann ist das ja auch immer die gleiche Strukturabfolge an diesen Kettelchen da. Halt so sonst kann man das auch so ganz theoretisch fassen. Struktur ist ja auch, dass wir jeden Tag aufstehen und zur Schule gehen. Das ist ja auch Struktur.
231	B: Geregelt, strukturiert, also geordnet. Also unsere Schulsachen in allen Fächern, das ist ja auch strukturiert. Zum Beispiel so ein Pflastermuster, das ist ja auch immer gleich, wie so gepflastert wird, hat auch also auch eine Struktur. So eine Idee dahinter, so ein Prinzip, so eine Regel. Vielleicht auch so ein Reifenprofil, das ist ja auch so eine gewisse Struktur, die so besonders gut aufliegt – für Sommer- und für Winterreifen. Das passt sich ja auch an, an den Untergrund. Dafür ist diese Struktur ja da, dass das halt sich möglichst gut anpassen kann.
232	I: Habt ihr schon mal selbst irgendwo eine Struktur erzeugt? Habt ihr selbst irgendwas gemacht?
233	B: Einen Schaal gehäkelt.
234	I: Ok, ihr seid wieder in einer Werbeagentur. Wir brauchen jetzt auch noch ein Logo für Struktur. Fällt euch dazu was ein?
235	B2: Struktur sind ja so zwei Sachen. Also einmal entweder strukturiert, also so Struktur, ist alles so gleich. Wie so ein Karomuster, keine Ahnung, das ist strukturiert.
236	B1: Wie in Chemie, wie so ein Molekül zum Beispiel aufgebaut ist, ist ja auch eine Struktur.
237	B2: Oder Struktur kann man auch sagen, wenn man Holz hat, hat ja auch eine Struktur. Hat ja mehrere Bedeutungen, würde ich sagen.
238	B1: Also Struktur finde ich schwerer als Strömung, weil du Struktur so breit fassen kannst.
239	B2: Hat halt verschiedene Bereiche.
240	B1: Vielleicht so einen Wochenzeitplan, oder so?
241	B2: Ich mal einfach die verschiedenen Facetten der Struktur. Einmal Struktur, so Häuser, die man anfassen kann, das eine Struktur hat oder wie das Reifenprofil. Dann zusätzlich noch Struktur, wenn etwas strukturiert ist, irgendein Kästchen oder so, was immer wieder gleich angeordnet ist.
242	I: Super, jetzt habe ich noch ein paar Fragen. Was ist denn das Gegenteil von Struktur?
243	B1: Durcheinander halt, ungeordnet sein.
244	B2: Oder, wenn man jetzt die Struktur wieder nimmt – also so hoch und runter – dann würde ich sagen: was ganz Glattes. Hat ja keine Struktur.

245	I: Kennt ihr ein anderes Wort für Struktur oder eine kurze Umschreibung für Struktur?
246	B2: Schwierig, weil Struktur ja mehrere Bedeutungen hat.
247	B1: Geordnetes und wiederkehrendes Muster. Muster kannst du ja auch auf den Alltag übertragen.
248	B2: Oder eben die Struktur.
249	B1: Also Muster finde ich eigentlich trifft es ganz gut.
250	B2: Ja, aber wenn man jetzt wieder Sand nimmt, das hat eine Struktur. Dann vielleicht nichts Materielles. Es ist schwierig zu beschreiben, finde ich.
251	B1: Ich verstehe auch nicht so ganz, was du meinst gerade.
252	B2: Generell Struktur, in dem anderen Sinne.
253	B1: Ja, ich versteh schon, was du meinst. Sand ist ja kein Muster oder so.
254	B2: Das kann man schwer umschreiben.
255	B1: Ja, aber generell, so auf den Alltag bezogen: Profil oder so Muster.
256	I: Muster als Umschreibung.
257	B1: Ja.
258	I: Ja. Wenn ihr jemanden erklären solltet, was eine Struktur ist. Wie würde ihr den Begriff Struktur dann definieren?
259	B: Etwas Wiederkehrendes, Geordnetes; Gleichmäßigkeit, also gleichmäßig.
260	I: Ok, wiederkehrend und gleichmäßig.
261	B2: Ja, strukturiert.
262	I: Das wollen wir erklären.
263	B2: Geordnet.
264	I: Geordnet, ok. Jetzt sehen wir hier verschiedene Strukturen auf den Bildern. Wie entstehen denn überhaupt Strukturen, oder warum kommt es dazu?
265	B2: Ich würde sagen, z. B. auf Bild 23, da ist halt auch so ein Oberflächenstruktur. Das ist ja auch strukturiert in dem Sinne, dass es geordnet ist. Hat ja so ein wiederkehrendes Muster mit diesen kleinen Tannen, sag ich mal. Und das wächst einfach so, von der Natur so vorgegeben.
266	B1: Ja und auch Bild 7 – halt das mit den Wolken – dass durch diese warme und kalte Luft, dadurch entsteht das ja auch und dann entsteht ja der Wind und durch den Wind entstehen halt diese Wolkenstrukturen, weil sie dann dahin gepustet werden und das dann gerade so aussieht, weil sie in dem Moment abfotografiert werden.
267	I: Also Bild 23 ist weg, Bild 7 durch den Wind. Wie ist es bei Bild 5?
268	B: Ja genau, Bild 5 ist eigentlich auch durch eine Strömung zum Beispiel. Ja, die Konsequenz aus der Strömung. Das Wasser sucht sich seinen Weg und der Sand

	weicht eben aus. Ne, das Wasser bewegt sich da einfach durch und nimmt vielleicht auch ein bisschen Sand mit.
269	I: Können wir vielleicht die Stärke der Strukturbildung beeinflussen? Kann es sein, dass diese Struktur auf Bild 5-mal stärker ausfällt und mal schwächer?
270	B1: Ich würde sagen eher nicht, weil wenn jetzt Ebbe ist und das Wasser fließt ab, das fließt ja nicht jeden Tag mit einer anderen Intensität ab und deswegen müsste das ja auch immer gleich, also nicht direkt gleich, aber von der Stärke her ähnlich sein.
271	I: Ja stimmt. Seht ihr denn irgendwo Strukturen auf den Bildern, die man beeinflussen kann?
272	B1: Ja, die Sandburg.
273	I: Stimmt, Bild 12.
274	B1: Also, wenn man weniger stärker auf den Eimer klopft, um den Sand da festzumachen oder stärker, dann ist er entweder mehr zusammengepresst oder weniger.
275	B2: Irgendwelche Biologen können bestimmt auch die Struktur von so einer Pflanze beeinflussen.
276	B1: Ja, oder halt hier sowas: Beim Haus kannst du es ja ganz direkt beeinflussen, wenn du es einfach anders planst, als es ist. Oder die Farben umstellst oder so vermischt.
277	B2: ... anders mischt, ja, dann verändert sich auch die Struktur.
278	I: Prima, wird sind fertig.

21.3.11 Interview J5A

8	I: Ich habe euch hier einen Stapel mit Bildern mitgebracht. Guckt euch die einfach mal an. Sagt mir mal, was ihr darin so seht, was ihr meint, was das so ist. Ihr könnt so ein bisschen durchblättern und mich an euren Gedanken teilhaben lassen.
9	B1: Bis auf ein paar Ausnahmen würde ich sagen, dass in fast allen Bildern Bewegung drin ist und viele was mit Wasser bzw. Wind zu tun haben.
10	I: Zeigt mal, wo es um Bewegung geht.
11	B1: Man könnte ja fast eher die Bilder rausnehmen, wo es nicht um Bewegung geht.
12	B2: Ja!
19	B1: Irgendwo wird ja immer Bewegung drin sein.
20	B2: Ja, da ist das auch drin.
21	B1: Findst du?
22	B2: Hm (bejahend) Himmel.
23	B1: Da?
24	B2: Kohlkopf, der liegt.
25	B1: Er wächst?
26	B2: Der ist abgeschnitten.
27, 29	B1: Oh, hm. Dann würde ich das rauslassen.
31	B1: An manchem ist mehr Bewegung zu erkennen, an manchem weniger.
32	B2: Aber alles hat auf jeden Fall mit Wind zu tun.
33	B1: Oder mit Wasser oder halt daraus resultierend.
35, 37, 40, 42	I: Könnt ihr nach Kategorien einordnen? Ihr habt gesagt, das ist Bewegung. Ihr habt ja jetzt schon welche rausgenommen. Das heißt, im Prinzip habt ihr hier schon eine Kategorie gebildet. Könnt ihr noch feinere Kategorien bilden?
44	B2: Was Natürliches? Wasser? Wind? Durch den Menschen?
49, 51	B1: Bei dem Bild ist es ja das Wasser, das in Bewegung ist durch Wind.
54	B2: Ja, genauso wie bei dem da.
55, 57, 59	B1: Ne, entstehen die nicht durch das Aufeinandertreffen von heiß und kalt irgendwie?
60	B2: Ja, das ist doch Schlamm, Schlick, Wattenmeer.
61	B1: Das ist ja durch Wasser.
62	B2: Ja, die Linien kommen ja durch Wind, der das Wasser so wegdrängt.
69	I: Gut, das heißt, das hat alles mit Wasser zu tun?

70, 72, 74, 75, 77	<p>B2: Ja, dies eigentlich auch, also indirekt, kann ja nicht wachsen ohne Wasser. Hier ist die Bewegung letztlich aus dem Wasser bezogen. Aber kein Wasser bewegt sich.</p> <p>Also bei dem Kreisel sowieso nicht.</p> <p>Aber da hier hat natürlich was mit Wasser zu tun, weil da ja irgendwo Wasser vorhanden ist, aber indirekt.</p> <p>Hier ist es ja direkter. [Kategorie: Bewegung von Wasser]</p>
81	I: Und was ist mit dem hier?
82, 84	B1: Das ist Sand. Das muss auch mit hier hin [Kategorie: Bewegung ohne Wasser]. Hier im Hintergrund sieht man schon Wolken, aber da ist ja jetzt nicht das Augenmerk drauf, das ist hier jetzt auf den Windrädern und auf dem Sand.
87	B2: Und hier?
89, 91	B1: Ja, auch. Obwohl, wo ist denn hier die Bewegung überhaupt?
92	B2: Da in den Wolken.
95	B1: Dann werde ich das auch hier mit hintun [Kategorie: Bewegung ohne Wasser].
99	I: Wisst ihr, was Bild 2 ist?
100	B2: Eine Wolke würde ich sagen, oder Rauch.
102	I: Das ist eine Wolke.
103, 105	B2: Also muss es da so zwischen in eine Unterkategorie [Kategorie: Wolkenbewegung]
107	I: Ok, also haben wir jetzt drei Kategorien?
109	B1: Ne, zweieinhalb.
111	I: Warum ist das jetzt eine halbe Kategorie, in der sich Bild 9 und Bild 2 befinden?
112, 114	B2: Wolken bestehen ja aus Wasser. Aber es wirkt sich ja nicht auf das Wasser aus, wenn der Wind da draufkommt. Es wirkt sich indirekt darauf aus, weil damit etwas passieren kann. Aber es passiert in dem Moment nicht, also es regnet ja nicht.
115	B1: Hat das Wasser da schon einen anderen Aggregatzustand?
116	B2: Ja.
117	B1: Deswegen haben wir wahrscheinlich so eine Mittelkategorie gebildet.
118	I: Was ist das Bild Nr. 5 eurer Meinung nach?
119	B2: Wattenmeer. Wasser ist weg.
120	B1: Ja, bei Ebbe.
121, 123	I: Warum gehört das jetzt zu der Kategorie Wasser? Ihr habt ja gerade gesagt, das Wasser ist weg.

124, 126	B2: Das Wasser geht ja weg. Es zieht sich ja zurück durch Ebbe und Flut und durch die Tide. Und da wirkt ja der Wind auf das Wasser und dadurch entstehen die Rillen. Das entsteht ja nicht irgendwie, das hat ja mit dem Zusammenspiel aus Wind und Wasser zu tun, dass dieses Muster entsteht.
127, 130	B1: Wir haben es jetzt hier in die Kategorie „Wasser“ getan, da dieses Muster bzw. die Bewegung... vielleicht geht das Wasser auch gerade noch zurück. Das sieht man nicht genau.
131	B2: Ja, das könnte ja noch Wasser sein.
133, 135	I: Habt ihr schon mal sowas gesehen? Wisst ihr, wie man da nennt?
136	B1: Wattschlick?
138	I: Ja genau, das ist erstmal Schlick, aber hier dieses spezielle Muster?
139	B1: Oh, da gibt es einen Namen für...
140	B2: Ne.
144	I: Was ist eurer Meinung nach Bild Nr. 20?
145	B2: Das war schwierig. Das müsste das auch gewesen sein, aber in einem späteren Zustand als das da [Vergleich Bild 5 und 20].
146	B1: Von der Ferne sieht es fast so aus als wäre das eine Unterwasseraufnahme, aber das müsste auch sowas sein wie in Bild Nr. 5.
150	B2: Das sieht eher aus wie eine Satellitenaufnahme.
151, 153	B1: Ich finde, Bild 7 sieht eher aus wie eine Marmorplatte.
152, 155	I: Das ist eine Satellitenaufnahme. Das ist ein Wolkenfeld vom All aus.
158	B1: Dann könnten die ja mit zu unserer Wolkenkategorie, oder?
159	B2: Die kriegen eher eine Unterkategorie. Das ist Kategorie 1 [Wasserbewegung], Kategorie 2 [Bewegung ohne Wasser] und das ist A [Wolken] und B [Satellitenbild].
162	I: Das heißt, bei euch sind Bild 4, 6, 8, 10, 13, 18 und 24 in einer Kategorie. Wie würdet ihr die nennen?
163	B1: Dürfen wir jetzt so Stichpunkte sagen?
164	I: Ja, versucht doch mal ruhig.
165, 167	B1: Ich würde trotzdem mal sagen Bewegung.
168	I: Bewegung haben wir überall, habt ihr gesagt. Das war die Gesamtkategorie.
169	B2: Bewegung ohne Auswirkung auf Wasser.
170	B1: Beziehungsweise ohne Einfluss von Wasser.
172	I: Bewegung ohne Einfluss von Wasser. Wie kommt die Bewegung hier so zustande?
176	B1: Das hier sieht nach Wind aus.

177, 179	B2: Obwohl, das hier kann auch durch den Menschen sein, weil da steht ja einer.
180	B1: Echt?
181	B2: Da, der Schatten! Das kann auch ein Mensch gewesen sein, aber es kann auch natürlich sein. Also nicht erkennbar.
183	B2: Das hier ist ja das Tier. Also in Bild Nr. 8 ist es ja das Zebra, das selbstständig läuft.
185, 188, 191	B1: Das dürfte ein Vogelschwarm sein. Bild 13 auch dazu. Ansonsten ist hier die Bewegung [zeigt auf die Wolken]. Sollen wir das sonst vielleicht wieder zu unserer Wolkenkategorie zurücktun? Ich würde hier eigentlich auch das Bild fast wegtun.
193	B2: Ja.
194	Beide: Dann scheidet Bild 24 doch aus.
196	B1: Der Kreisel wird durch menschliche Kraft bewegt.
198	I: Die Kategorie hier war: Bewegung ohne den Einfluss von Wasser.
199	B2: Ja.
200	B1: Oder Auswirkungen.
201, 203	I: Und bei den Bildern 1, 5, 15, 16, 17, 19, 20, 21 haben wir welche Kategorie?
202	B2: Bewegung mit dem Einfluss auf Wasser.
204	B2: Obwohl, 21 ein bisschen.
205	B1: Doch.
206	B2: Ja, aber das kann ja, muss ja nicht sein. So sieht es ja aus dem Flugzeug aus.
209	B1: Was meinst du, muss da jetzt genau nicht sein?
210	B2: Die Auswirkungen auf Wasser. Das ist ja indirekt.
211	B1: Ja, aber man sieht ja die Bewegung von Wasser.
212	B2: Also, du meinst den Fluss da unten?
213	B1: hm (bejahend).
214	B2: Achso, ich dachte jetzt so, dass... (unterbrochen).
215	B1: Nein, ich denk schon, dass sich das darauf beziehen sollte.
216	B2: Soll sich das den Fluss da beziehen?
222	I: Ein Bild sagt mehr als tausend Worte. Es gibt da keine vorgefertigte Interpretation. Das macht ihr fest.
223	B2: Wenn wir das auf den Fluss beziehen, ist es mit Auswirkungen auf Wasser. Wenn wir das nicht auf den Fluss beziehen, ist es ja da [Kategorie: Bewegung ohne Wasser].

226	B1: Das lassen wir mal da.
227	B2: Das lassen wir da.
228	I: Ok. Und was ist hier mit diesen zwei Restkategorien?
230	I: Zum einen ist das Bild Nr. 9 und 2. Warum hängen die zusammen und gehören nicht zu den anderen?
231	B2: Weil das beides die Bewegung der Wolken sind. Aber ohne direkte Auswirkungen auf Wasser. Da ist Wasser vorhanden in den Wolken, aber es regnet nicht.
232, 234	B1: Ich glaub, wir haben es jetzt einfach in eine Unterkategorie getan, weil das in einem anderen Aggregatzustand ist als hier das Wasser. Hier hatten wir das Wasser immer flüssig. Wobei ich dann bei Bild 15 gerade so ein bisschen am überlegen bin.
235	I: Kennt ihr das Phänomen?
236, 237	Beide: Ja.
238	I: Was ist das?
239	B1: Sagt man ein Wirbelsturm?
241	I: Ja, kann man machen.
244	B2: Aber meistens regnet es dabei ja auch. Also da ist die Frage, ob wir jetzt interpretieren, dass es der Vorläufer ist.
245	B1: Ne, ich glaube, das ist schon auf den Moment bezogen das Bild.
246, 248	B2: Ja, dann muss das ja dazu. 15 wechselt [Kategorie: Wolken].
249, 251	B1: Wobei, man könnte auch sagen, dass das hier eine wetterbezogene Kategorie ist... ne, nein.
254	B2: Das bleibt so.
257	I: Warum gibt es noch die Restkategorie mit 14 und 7.
258	B2: Das sind beides Satellitenbilder. Das kann ja keine direkte Auswirkung auf Wasser sein.
261, 264	I: Das sind ja Wolken. Warum gehört jetzt diese Restkategorie nicht zu der?
265	B2: Weil man da ganz anders hinschaut, von einer ganz anderen Perspektive. Da ist man mit im Geschehen und da nicht.
266	B1: Eigentlich könnt man die aber wirklich fast dazutun, oder?
267, 269, 271	B2: Ja, das sind Satellitenbilder. Also sie sind rausgeflogen, weil es Satellitenbilder sind.
272	B1: Das könnte man ja so halb dazu (lacht)...
273	B2: So (lacht).
275	B1: Ja.
277	I: Das sind also eure Kategorien?

278, 279	Beide: Ja.
295, 307	I: Jetzt gebe ich mal ein paar Bilder vor. Die habe ich mir ausgesucht. Was meint ihr? Warum gehören die für mich wohl zusammen?
309, 311, 313, 315	B2: Bild 15 zeigt ja einen Wirbelsturm. Dieser Wirbel ist indirekt auch in Bild 17, aber nicht als Sturm, sondern so eine Strömung ist es ja eigentlich. In Bild Nr. 7 ist das ein Satellitenbild. Also das sieht ja auch ein bisschen so aus als wäre das auch so ein Wirbel. Und hier bricht die Welle, also auch letztlich eine in sich weiter vorlaufende Bewegung. Und da könnten sich auch Wolken brechen. Also so zusammen in eine oder mit einer anderen.
316	I: Ich hab ein Video, wollt ihr sehen?
317	B2: Joa.
318, 320	B1: Ich würde sonst fast sagen, dass, wenn man Bild 17 jetzt so ein bisschen einklammert, dass das alles wieder sehr auf die Bewegung durch Wind resultierend ist. Dass sich das darauf bezieht. Wobei ich da 17 so ein bisschen einklammern würde.
321	B2: Weil 17 ja auch eine Unterströmung sein kann.
323	I: Welchen Begriff würdet ihr denn diesen sechs Bildern geben?
326	B2: Naturspektakel beeinflusst durch Wind.
328	I: Alles durch Wind?
329	B1: Würde ich eigentlich nämlich nicht sagen. Dann würde ich 17 und ggf. auch 2 nämlich so ein bisschen rausnehmen. Ich find, das ist nicht so passend.
330	I: Ok, ihr würdet die rausnehmen. Aber das ist ja meine Kategorie.
331	B2: Nein, nicht rausnehmen.
332, 334	B1: Nein, wenn man zu dem kategorisieren würde, würde ich es rausnehmen. Da müssten wir jetzt noch einen passenderen Namen finden.
335	B2: Fortlaufende Bewegung.
336, 339	I: So würde das dann aussehen? Könnt ihr das sehen? Diese Wolken im Zeitraffer.
337, 338	Beide: hm (bejahend), Ja.
341, 343	B2: Das ist auch eine fortlaufende Bewegung. Letztlich sind das alles fortlaufende Bewegungen, durch etwas angestoßen.
344	I: Fortlaufende Bewegungen, die durch etwas angestoßen werden.
346	B1: Das klingt komisch.
348	I: Ne, ich habe nur wiederholt, ich wollte das nicht werten.
349, 351	B2: Das bewegt sich ja auch weiter. Das bleibt ja nicht einfach so stehen jetzt. Die bewegen sich ja auch, die auch. Das ist ja klar, das bricht ja, geht ja auch in sich und das läuft ja auch weiter.

354, 356	B1: Bewegung entsteht ja, indem etwas Energie zugefügt wird? Das weiß ich nicht, ob man das auch so darauf dann beziehen kann, weil das Satellitenbild zeigt sowas Großes und nicht wie auf den anderen Bildern etwas eher Zentrales, das man besser definieren kann. Das ist schwierig da eine Oberkategorie zu finden. Oder wir sehen den Zusammenhang noch nicht.
358	I: Ok, wie würdet ihr euch entscheiden? Für welche Kategorie?
359	B2: Irgendwas mit fortlaufender Bewegung.
362	B1: Oder Wind...
363, 365	B2: Nicht Wind. Aber irgendwas mit fortlaufender Bewegung. Woraus das jetzt resultiert, das wissen wir noch nicht so ganz.
366	B1: Nicht fortlaufende Bewegung.
367	B2: Weiterführende?
368, 370	B1: Ja, das ist aber auch hier ein bisschen schwer abzusehen, wie die Bewegung sich weiterentwickeln wird oder weiter fortlaufen wird. Man kann nicht genau sagen, wie jetzt bei einer Person beispielsweise, die wird geradeaus laufen. Dadurch, dass das alles Naturkräfte da sind.
371	B2: Ja gut, aber es ist eine fortlaufende Bewegung, also egal wie.
372	B1: Ja, dann kann man das so lassen.
373	I: Fortlaufende Bewegung. Ich gebe mal einen Begriff rein, mit dem wir uns dann ein bisschen näher auseinandersetzen wollen. Für mich sind das alles Strömungen. Was meint ihr?
374	B2: Aber warum hat denn die Gerste in Bild 4 was mit einer Strömung zu tun? (...) Ja, ok, man kann sagen Luftströmung, aber...
375	B1: Ich glaube, das ist auch darauf bezogen. Wenn man genauer hinsieht, sieht man, dass die Mohnblumen ziemlich vom Wind geknickt sind. Also, dass das schon eine... Wie war der Begriff jetzt?
376	I: Strömung.
379, 381	B1: Der Windstrom ist da schon stark. Das man den schon erkennt. Deswegen finde ich schon, dass das passt.
382	B2: Eine Strömung ist ja auch eine fortlaufende Bewegung. Die endet ja nicht abrupt.
383	B1: Wobei ich das auf Bild 2 irgendwie... (unterbrochen).
384	B2: Da haben wir das wieder: Strömung.
387	B1: Ist das ein Wind, ein Luftstrom?
388	B2: Kann man sagen, passt.
389	B1: Das kann man, glaube ich, auf alle Bilder beziehen.
390	I: Bleiben wir mal ein bisschen beim Begriff Strömung. Wie klingt der Begriff für euch? Was verbindet ihr damit?

391	B1: In erster Linie Wasser und kein Wind.
392, 394	B2: Und es ist eher negativ konnotiert. Weil man immer hört: "Unterströmung" und "geht von den Strömungen weg!" und "die Strömungen ziehen euch mit" oder "ziehen euch mit runter".
395, 397, 399	B1: Eine unberechenbare Kraft. Also nicht direkt Kraft, aber etwas, das man schlecht einschätzen kann. Eine Naturgewalt. Oder eine Naturkraft, die man schlecht einschätzen, bzw. gar nicht beeinflussen kann.
400	I: Und warum ist Wind für dich keine Strömung?
401, 403	B1: Doch, ist es! Aber ich denke, wenn ich das Wort Strömung höre, als erstes an einen Wasserstrom. Danach vielleicht an einen Windstrom. Und zum Schluss auch an eine Menschenströmung: in einer großen Straße, wenn da viele Menschen aus einer Eingangstür, wenn die dann da rausströmen. Das kann man ja auch sagen. Aber in erster Linie denke ich da an Wasser.
404	I: Die Strömung für dich schlechthin wäre was?
405, 407	B2: Die Strömung zieht ja einen mit. Aber die Richtung ist ja in dem Moment noch nicht voraussehbar. Auf jeden Fall ist das eher negativ konnotiert, denn sie zieht einen ja mit. Ich weiß nicht, ich habe noch nie eine positive Strömung gesehen, wo man gesagt hat, das ist eine Strömung, die jetzt gut ist, weil sie da was bringt. Vielleicht für Fischer...
408, 410, 412, 414	B1: Ich glaube, das ist Ansichtssache. Aber im Großen und Ganzen könnte ich da zustimmen, dass oft eine Strömung eher negativ (...) wobei, wenn man beispielsweise mal den Golfstrom nimmt oder so: dass Ströme etwas Natürliches aber auch sehr Wichtiges für die Umwelt darstellen können.
415, 417, 419	B2: Aber sie können auch sehr gefährlich sein für Menschen und Tiere. Also für jegliches Leben, was daran nicht gewöhnt ist.
420	I: Ja, das kann ich alles gut nachvollziehen. Gucken wir nochmal auf die Bilder. Und jetzt schaut mal hier in unseren anderen Stapel: Welche Bilder könnte man noch der Kategorie "Strömung" zuordnen und warum?
421	B1: Ich würde fast sagen, auch dieses Bild.
424	B2: Wenn du dich auf den Fluss beziehst, kann das ja auch ein Strom sein.
425	B1: Ja, auf jeden Fall und bei Bild 6.
426, 428	B2: Ist ein Luftstrom. Der wirbelt das ja so hoch, wenn es nicht aus menschlicher Kraft ist.
430	B2: Und wäre das dann auch mit den Tieren oder? Mit den Vögeln?
431	B1: Findest du?
432	B2: Ja, das ist ein Strom aus Vögeln.
435	B1: Aber wir sollen uns ja nicht auf Strom, sondern auf Strömung beziehen. Ich weiß nicht, ob ich das dazu tun würde.
436	B2: So indirekt.
437, 439	B1: Dann würde ich hier wieder eine Unterkategorie bilden. Wenn wir jetzt

	mal davon ausgehen, dass das ja auch sowas ähnliches wie Bild 5 ist, würde ich Bild 20 auch mit dazu tun.
441, 443	B2: Und was ist damit [Bild 9]? Mit Bild Nr. 10!
445	B2: Ja. Auch dieser komische Kreisel. Der läuft ja auch nicht auf einer Geraden.
446	B1: Ja, und am Zebra strömt ja auch die Luft vorbei, wenn es sich bewegt. Also, ich würde vielleicht wieder mit so mit Unterkategorien...
448, 450	B2: Eigentlich kann man wieder alle Bilder oder viele, viele Bilder dazu packen.
451	B1: Wenn man sucht, findet man was, dass man...
452	B2: Immer.
454	I: ..., dass man als Strömung bezeichnen kann?
456, 459	B2: Ja, es strömt immer irgendwas oder wird beeinflusst.
460	B1: Ja, deswegen. Also, wenn man möchte, kann man das schon alles darauf beziehen.
461	I: Ich möchte mal gerne auf Bild 13 zu sprechen kommen. Da wart ihr euch so leicht uneins.
464	I: Das ist ja das Bild mit dem Vogelschwarm. Und du sagtest, es sei eine Strömung.
465, 467, 469, 471	B2: Ja, also meistens fliegen die nicht gegen den Wind, sondern die nutzen ja die Luftströmung um weiterzukommen. Und deshalb fliegen die auch so seltsam in Schleifen oder so unförmig. Die fliegen ja nicht direkt so schnurstracks.
472	I: Du bezeichnest diesen Schwarm als Strömung wegen der Windströmung, ist das richtig?
473	B2: Nein, ich bezeichne nicht den Schwarm als Strömung, sondern sie nutzen die Strömung um weiterzukommen.
474, 476	I: Ich möchte das aber nochmal vergleichen, mit dem, was du gerade gesagt hast. Einer von euch hat eben gesagt, wenn man ganz viele Menschen hat, die sich bewegen, dann würde man das Menschenstrom nennen.
478	B2: Aber, das ist ja metaphorisch oder nicht?
479	B1: Ne, ich glaube, das kann man schon so sagen.
480	B2: Das ist jetzt Literatur, das weiß ich nicht.
483	I: Kannst du das ein bisschen erklären? Was meinst du damit, dass das metaphorisch ist.
484	B2: Naja, es wird ja ein Begriff benutzt, der in den meisten Fällen mit einer Bewegung zu tun hat, die fortführend ist, also Dinge oder Sachen mit sich zieht – und auch nicht nur eine, also eine Kleinigkeit. Beim Beispiel mit dem Wasser fängt alles ja meistens klein an und wird dann größer und zieht immer mehr mit sich und benutzt das. Und bei dem Menschenstrom: Ja gut,

	es kann auch klein anfangen und die Menschen mit sich ziehen, aber das ist dann... (unterbrochen).
485, 487	B1: Ich glaub, das ist das Schwierige bei einer Strömung daraus zu kommen und das kann man auf den Menschenstrom übertragen.
488, 490	I: Da musste ich gerade daran denken, wenn eine Anzahl Menschen sich bewegen, also irgendwie zu einem Geschäft, dann können die anderen ja auf die Idee kommen, dass das was Tolles ist. Und werden sozusagen mitgerissen.
491	B2: In dem Moment wär es dann ja für die eher positiv, weil die denken, da ist was Tolles.
492	I: Ok, was unterscheidet denn dann diese beiden? Warum darf ich da bei dem Schwarm nicht von Strömung sprechen und da schon?
493	B1: Ich würde sagen, wenn man sucht, findet man in allen Bildern hier eine Strömung. Also das Bild zeigt ja in erster Linie den Vogelschwarm und nicht die Luftströmung.
494	I: Ok, beim Vogelschwarm, alles klar.
496	B1: Und hier ist es halt so, dass das Bild in erster Linie diesen Strudel zeigt. Und das direkt die Strömung ist. Und dass das hier so ein bisschen indirekter auch Strömung... (unterbrochen).
497, 499	B2: Und die nutzen die ja. Und das Wasser ist ja nicht so und denkt selbst und nutzt das.
500, 502, 504	B1: Wenn wir hier in dem Bild die Bewegung sehen, wäre das hier der Vogelschwarm und hier direkt die Strömung, der Strudel.
505	I: Ok, wenn wir mal davon absehen, dass die Vögel hier jetzt den Wind nutzen und uns nur auf den Schwarm konzentrieren: Darf ich da von einer Strömung sprechen?
506	B2: Ist eine Masse und ein Schwarm. Und das wird ja schon als Masse betitelt.
507	I: Was meinst du mit Masse, kannst du das ein bisschen erklären?
508, 510	B2: Die Vögel sind ja eine gewisse Masse. Die sind ja viele und somit bilden sie einen Schwarm und für uns ist das in der deutschen Sprache so klar oder so üblich, dass man von einem Vogelschwarm und nicht von einer Vogelströmung spricht.
512	B1: Ich glaub auch, wenn man wollte, könnte man das sagen, aber ob das so umgangssprachlich ist, da bin ich mir jetzt nicht so sicher. Ich glaub schon, dass man da von einer Vogelströmung sprechen kann.
513, 515	B2: Ich glaub, das ist eher das Gehirn, was uns sagt: Das klingt komisch oder klingt ungewohnt.
514, 516	B1: Wobei, es kommt drauf an, also wenn ich Strömung höre, denk ich auch daran, dass eine klare Richtung vorgegeben ist. Und beim Vogelschwarm kann es ja auch sein, dass die nicht in eine klare Richtung, sondern mal hoch, mal runter gehen. Deswegen bin ich mir auch nicht sicher, ob

	sich das darauf übertragen lässt.
517	I: Stellen wir uns mal in Bild 8 vor, das Zebra ist in einer Herde unterwegs. Man sieht das so aus einem Flugzeug mit ganz vielen anderen Zebras und alle zusammen laufen zielgerichtet zu einer Trinkstelle.
518	B2: Ja, das ist aber immer noch eine Herde von Zebras.
519	I: Keine Strömung?
520, 522	B2: Es ist schon anders betitelt und das gibt ja schon eine Bezeichnung dafür. Wäre aber uns von Anfang an immer gesagt worden, es ist ein Zebraström, wäre das jetzt was anderes fürs Gehirn. Es ist einfach diese Denkweise vom Gehirn jetzt.
523, 526	I: Ok, ich habe noch was anderes, was dazu ganz gut passt: Bild 19. Ist das hier eine Strömung? Könnt ihr das überhaupt erkennen, was das ist? Das (zeigt) ist oben bei Bild 19, dieser Ast, da fließt Wasser.
528	B2: Na, aber es strömt ja den Ast hinunter.
529	B1: Ich würde auch sagen, dass man das als Strömung bezeichnen kann.
530	I: Was ist hiermit (zeigt auf das tropfende Wasser im Bild)?
531	B2: Das tröpfelt runter.
532, 534, 536, 538	B1: Ich glaube, man könnte fast auch Strömung (zögerlich) dazu sagen. Ich glaube, bei Strömung denkt man auch direkt immer an etwas Durchgehendes, wenn man das jetzt vergleicht. Oder an etwas mit einer großen Masse oder halt ziemlich viel. Und da es hier ja tröpfchenweise strömt... Kann man das sagen? Würde man wahrscheinlich erst anders betiteln, aber wenn man darüber nachdenkt, würde ich sagen, dass es strömt.
539	I: Tröpfchenweise so?
541	B1: Ja, tröpfchenweise strömt.
542	I: Hier bei dem Vogelschwarm, ne?
543	B2: Das strömt nicht tröpfchenweise (lacht).
545, 547	I: Nicht? Aber da sind ja auch so schwarze Einzelteile [Vögel].
548, 550	B2: Ja, das ist ja aber alles etwas mit Gehirn. So ein Wassertropfen hat ja kein eigenes Leben oder kein eigenes Gehirn. Und jeder Vogel hat ein eigenes und könnte eigentlich aus diesem Schwarm ausbrechen.
551, 553, 555, 558	I: Ok, dann stelle ich mir mal vor, ich habe auf dem Tisch eine Schachtel mit Konfetti liegen und die fällt jetzt um. Das Konfetti fällt nach unten. Es hat ja kein Gehirn, wäre das dann sowas wie eine Strömung von Konfetti?
559, 561	B1: Ich würde fast sagen: wieder nicht. Wenn man eine genaue Definition von Strömungen hier vorliegen hätte, könnte man es bestimmt darauf übertragen. Aber auf gut deutsch sagt man ja nicht, das ist eine Konfettiströmung.
562	B2: Ich glaube, das ist wieder so dieses Lernen des Gehirns. Also man weiß von Anfang an, dass es nicht betitelt wird als Strömung und jetzt soll man

	sich das darunter vorstellen. Ich glaube, das funktioniert nicht.
563, 565	I: Das heißt, auf welche Stoffe würdet ihr den Begriff Strömungen beschränken?
567	B1: Kann man sagen etwas Lebendiges?
572, 574 576	B2: Ich würde gerade sagen, dass es sich nicht auf Feststoffe bezieht. Weil auch die Sandkörner sind ja... also der Sand in sich nicht so ganz... ha (angestrengt) das ist schwierig.
577	I: Du hast gerade gesagt, das bezieht sich nicht auf Feststoffe.
578	B2: Nicht unbedingt.
579	I: Was bleibt denn dann übrig ohne Feststoffe?
580	B2: Genau das ist das Problem: nicht viel.
581	I: Welche beiden Kategorien bleiben denn dann noch übrig?
582	B1: Ja, flüssig und gasförmig.
584	I: Das heißt, die können strömen?
585	B2: Nicht immer (...) weiß ich nicht.
586	B1: Ich weiß gar nicht, ob man das chemisch so festlegen könnte, sollte.
588	I: Wie ist das denn genau mit dem Sand hier?
589, 591, 594	B2: Naja, eigentlich ist er ja fest. Er ist ja klein und fest. Aber er ist schon wieder so (langgezogen), dass man ihn leichter als irgendwas Schweres mit einer Strömung mit einem Luftstrom versetzen könnte.
595, 597	B1: Ich glaub, das Wort Strömung kann man gar nicht auf einen bestimmten Aggregatzustand beziehen. Wenn man jetzt einen Menschenstrom hat, können die Menschen ja auch entlang strömen, aus dem Laden herausströmen. Das ist ja auch definitiv ein fester Zustand.
598	B2: Obwohl einiges im Körper flüssig ist.
599	B1: Naja, komm.
600, 602, 604	I: Ok, also die Aggregatzustände können wir sozusagen nicht heranziehen als Unterscheidungsmerkmal. Was dann? Also, gucken wir mal: Die Vögel oder auch Konfetti strömen nicht, wenn sie fallen oder wenn sie fliegen. Beim Sand sagte jemand gerade, dass, wenn es irgendwann so klein ist, dann kann man von einer Strömung sprechen.
605, 607	B2: Ja, mit Luftstrom. Die beiden beziehen sich ja wieder auf einen Luftstrom, also Bild 6 und 13.
608, 610	I: Ok, dann beziehen wir das mal nicht mehr auf die Luftströmung, sondern auf die Schwarmbewegung und hier auf die Bewegung des Sandes.
611	B2: Ja, der würde sich ja nicht von allein bewegen.
612, 614	B1: Ja, das ist ja wieder, dass Energie hinzugefügt wird, benötigt wird.
615	B2: Das ist wie mit dem Konfetti.

616, 618	B1: Ich weiß gar nicht, ob man das da chemisch so festlegen könnte, sollte. Also mir würde jetzt grad spontan nichts einfallen. Man kann dieses Wort Strömung auf viel übertragen oder auf Vieles anwenden, wie wir gerade festgestellt haben.
621	I: Habt ihr denn sonst noch Beispiele für Strömungen, die ihr kennt? Was würdet ihr sonst noch als Strömung bezeichnen?
622	B2: Ein Bachlauf wird ja auch als Strömung bezeichnet.
625	B2: Sagt man nicht auch Autostrom? Also nicht der Strom des Autos, sondern sagt man das nicht auf der Autobahn, dass da so ein... (unterbrochen)
626	B1: Ich glaub, eigentlich kann man das auf fast alles beziehen, wenn man mal unterscheidet zwischen dem Nomen die Strömung und dem Verb das Strömen. Denn im Prinzip kann ja fast alles strömen und würde somit eine Strömung darstellen.
627	I: Das heißt, jede Bewegung ist eine Strömung?
628, 630	B1: Nein, nicht unbedingt.
629, 631	B2: Nicht jede. Kommt drauf an, wie man jetzt Strömung definiert.
632	B1: Das muss schon etwas mehr sein, wenn ein einzelner Mensch aus einem Laden geht, strömt er ja auch nicht hinaus.
633	B2: Er strömt einzeln hinaus.
634	B1: Nein, ich glaube, das kann man nicht sagen.
635	B2: Das ist wieder die Auslegung des Begriffes.
636	B1: Ich glaube, das kann man nicht sagen.
637	I: Und da wären wir wieder beim Anfangsproblem: Was ist, wenn ganz viele aus dem Laden rauskommen?
638	B2: Ja, dann strömen sie aus dem Laden raus.
639, 641	B1: Ich finde, es hat aber auch was mit Geschwindigkeit oder sowas zu tun. Ich finde, wenn mehrere Menschen so hintereinander so aus dem Laden rausgehen, strömen die jetzt nicht so.
643	I: Versucht doch mal nach den Gedanken eine Definition für Strömungen zu finden Wie könnte die lauten?
647	B1: Auf jeden Fall was mit Bewegung, weil wir Geschwindigkeit... (überlegt) nein, Geschwindigkeit ist egal.
648	B2: Bewegung, schnell, auf jeden Fall nicht langsam.
649, 651	B1: Das es eine bestimmte Masse (langgezogen) benötigt? Masse jetzt nicht im Sinne von Aggregatzustand, sondern Masse im Sinne von: dass ein Mensch nicht die Straße entlang strömt.
652	B2: Es muss immer etwas mehr sein.
653, 655, 657, 659	B1: "Etwas mehr", das klingt auch komisch. Wenn man so drüber nachdenkt, kommt das in der Natur erstaunlich häufig vor: eine Strömung und

	Tiere/Lebewesen, die sich die Strömung zunutze machen, wenn wir uns jetzt Bild 13 nochmal angucken. Also, dass Strömung etwas ist, dass eine bestimmte Bewegung... in eine bestimmte Richtung, finde ich. Denn wenn die Vögel alle kreuz und quer und nicht einheitlich fliegen würden, stellt es für mich persönlich jetzt auch nicht so einen Strom dar oder eine Strömung.
660	B2: Das Wasser läuft ja auch einheitlich in eine Richtung und da ist ja nichts, das... gut, hat ja wieder kein Gehirn.
662, 665	I: Sammelt euch nochmal. Ihr seid die Lehrerinnen und da ist ein Schüler, der zeigt auf bei euch im Unterricht und sagt: "Können Sie mir erklären, was eine Strömung ist?" Was würdet ihr dann sagen?
666	B1: Die Bewegung eines... och, was ist es denn? Das ist ja kein Gegenstand, Masse... nein...
667	B2: Eines Dings (lacht).
668	B1: ... zumindest die Bewegung in eine bestimmte Richtung. Und jetzt müssen wir noch eine Definition für das alles finden. Beispielsweise die für (unv.) Wasser, der Wind.
669	B2: Ja, letztlich ist es ja eine fortlaufende Bewegung, die angestoßen wird durch Energie.
670	B1: Gibt es da irgendeinen schönen Begriff für alles, was wir hier gerade hatten: Wind, Wasser?
671	I: Ja, Strömung halt (lacht). Das ist ja umgekehrt jetzt.
673	B2: Die Gegenstände, nicht die Strömung.
674	B1: Das kann man ja nicht als Masse oder Gegenstände...
675	B2: Wir brauchen irgendwas, worauf sich das jetzt auswirkt.
676	B1: Ich glaub, das mit dem Satz wird nichts mehr. Ich glaub, da hat der Schüler leider...
677	B2: ...muss der Schüler im Internet googeln.
679	I: Das ist ja auch eine schwierige Aufgabe so eine Definition. Tasten wir uns doch erstmal ran: Was wäre denn eine Umschreibung für Strömung.
682	B1: Darf man in einer Umschreibung Beispiele nehmen?
683	I: Na klar.
684	B1: Oh super. Ich glaube, dann ist tatsächlich am einfachsten, das mit Wasser zu erklären, denn das können sich die meisten am bildlichsten vorstellen. Wenn man jetzt ganz klassisch meinetwegen den Golfstrom hat oder so, dass das Wasser konsequent in eine Richtung fließt. Wobei das ja auch...
685	B2: Es ist ja letztlich immer eine fortlaufende Bewegung.
686	B1: Wobei der Golfstrom irgendwann ja auch links und rechts aufhört.
687, 689, 691	B2: Aber da endet er. So ein Bachverlauf wird ja auch als Strömung betitelt. Der läuft ja auch in einer einheitlichen Richtung. Die ganze Masse des

	Wassers läuft in eine einheitliche Richtung.
690, 693	B1: Ich glaube, das mit der Richtung würde ich lassen. Eine Bewegung in eine einheitliche Richtung, halt, dass es mehr sein muss, dass ein Wassertropfen jetzt auch nicht strömt oder ein Mensch.
694	B2: Von einer größeren...
695, 697	B1: Anzahl? Elements? Nein, das klingt falsch.
698	B2: Ja, von einer größeren Anzahl.
699	I: Das muss also bei euch eine gerichtete Bewegung sein. Habe ich das richtig verstanden?
700	B1: Die darf sich auch ändern, aber dann muss sich alles ändern, also nicht der eine geht nach links und der andere rechts.
701	B2: Die Masse muss einheitlich dieser Bewegung folgen.
702	B1: hm (bejahend), dann kann sich die Richtung natürlich auch ändern oder variieren.
703	I: Hier bei Bild 17 ist es ja immer im Kreis. Wäre das auch eine Strömung?
704	B1: Ja, klar, aber das... (unterbrochen).
705, 707	B2: Das ist ja eine einheitliche Bewegung im Kreis. Die laufen ja im Kreis und das ganze Wasser bleibt ja so.
708	B1: Oh, da gibt es bestimmt ein Wort für.
709	B2: Ja, Strömung.
710	B1: Ne, ist egal.
712	I: Wenn sich was zusammen bewegt?
713	B1: Ja, ich glaub das kann man fast so sagen.
714	I: Also so kollektiv?
716	B2: Das klingt gut, kollektive Bewegung.
718	I: Ein paar Unvereinbarkeiten gibt es da noch bei euch, zu dem, was ihr vorher ja erklärt habt. Also, ihr habt jetzt gesagt, das sei eine gerichtete Bewegung. Dass sich alles zusammen... (unterbrochen).
719	B1: Gerichtet klingt gut.
721	B2: Als Kollektiv.
726	I: Dann habt ihr noch gesagt, das muss ja irgendwie mehr sein als eins. Was meint ihr damit?
729, 731	B2: Der Rest ist ja letztlich alles irgendwie mehr als nur ein Element oder als nur eine Substanz oder als nur ein Teil. Denn es sind immer mehr.
732	B1: Ich glaub, um eine strömende Bewegung festzumachen, muss man auch einen Vorgang beobachten, der aus mehreren... oh, was sind es denn? Elemente?

733	B2: Es sind ja alles Substanzen. Es besteht ja alles aus Molekülen.
734, 736	I: Ich komm mit Elementen oder Substanzen klar. Ich versteh, was du meinst. Du kannst den Begriff benutzen.
737, 739, 741	B1: Strömung ist halt auch ein Vorgang, also nicht durch eine Handlung oder eine Bewegung abgeschlossen. Es ist was Weiterlaufendes, Fortgehendes. Und dass man daran halt eine Strömung festmacht an der Masse letztendlich. Man könnte auch sagen, dass drei Menschen hintereinander aus dem Laden gehen, aber, ich glaube, die Strömung wird erst klar, indem eine große Masse dieser Bewegung folgt.
742	B2: Wenn man das jetzt auf Moleküle auslegt: nicht nur ein Molekül strömt, sondern es muss eine Masse aus Molekülen sein. Aber auch nicht nur zwei!
743	I: Das heißt, jetzt ist es auch wieder ok, wenn die ein Gehirn haben?
745, 750, 752, 754, 757	B2: Ja gut, Menschen bestehen ja auch aus Molekülen. Also, ich weiß nicht, irgendwie fehlt so ein bestehender Begriff, mit dem man das Ganze irgendwie betitelt. Weil auch, wenn wir jetzt sagen: "Element" oder "Substanz"... hat ja immer noch..., weil zum Beispiel die Sandburg da hinten, die steht ja, die steht einfach, da bewegt sich nichts.
758	B1: ... da strömt nichts.
759	B2: Selbst, wenn jetzt Luft, also wenn Wind kommen würde, nimmt der nur einzelne Teilchen des Sandes mit und nicht den Ganzen. Wenn er das Ganze mitnehmen würde, wäre es nochmal was anderes. Aber er nimmt ja nur so ein, zwei Dinger mit.
760	I: Und das wäre dann keine Strömung?
761	B2: Nö?
762	I: Warum?
763	B2: Das wäre ja ein Luftstrom, aber nicht Strömung des Sandes.
764, 766	B1: Wobei, wenn man jetzt mal so gegen die Sandburg hauen würde, würde die ja zerbrechen und wenn der Sand nicht fest wäre, würde er ja auch hinter strömen. Und wenn man das jetzt mal auf Dünen oder so bezieht, dass der Sand da auch strömen kann.
765, 767	B2: Es kommt immer drauf an. Da ist es ja auch nicht nur ein kleines Sandkörnchen.
768	B1: Aber jetzt in dem Bild ist es nicht dargestellt.
769	B2: Ne.
770, 772, 778, 786, 789, 791	I: Ich habe mal eine interessante Aufgabe für euch. Und zwar eine Strömung zu malen. Stellt euch vor, ihr arbeitet in einer Werbeagentur und ihr sollt ein Logo für Strömungen entwickeln.
793	B2: Für was denn für Strömungen?
794, 797	I: Für Strömungen. Lasst euch ruhig Zeit. Und dann sprechen wir drüber. Ihr dürft allerdings auch miteinander sprechen und laut denken.

802	B1: Ich würde das Wort Strömung...
803	B2: ... erstmal die Bewegung, eine fortlaufende und eine Richtung haben wir auch schon, also...
806	B1: Und dann aus mehreren Buchstaben eine Art Strömung machen. Aber wir hatten ja gerade, dass es eine konsequente Richtung... nein, das ist auch egal. Das "S" könnte man ja so weitermalen.
809	B2: Ich mal jetzt einen Fluss und schreib "Strömung" drauf. Und der fließt mit der Richtung...
833	B2: Meinst du, ich könnte es auch mit Musik darstellen?
834	B1: Musik strömt in dein Ohr? Kann man das sagen?
835	B2: Man hört die Worte Strömung, gesungen.
859	B2: Ich kann keine Menschen... ich kann auch kein Ohr zeichnen.
861	B2: Wie werden nochmal Schallwellen gezeichnet?...
867	I: Ok, dann fang du doch mal an und erklär mir mal deinen Entwurf. Was ist hier abgebildet und warum ist das ein Logo für Strömungen?
868, 870, 872	B2: Das ist ein Lautsprecher und das ist ein Mensch und der hört die Wörter "Strömung", darum so die Noten. Die Wörter "Strömung" werden ihm letztlich ins Ohr... strömen ihm sozusagen ins Ohr
873	I: Also auf zwei Ebenen sozusagen?
874	B2: Auf zwei Ebenen. Er hört sie und sie strömen anhand von Tönen in sein Ohr.
875	I: Und das hier? Diese Striche was ist das?
876	B2: Das ist einem Comic so, da sieht man immer, dass der Lautsprecher an ist.
877	I: Und was strömt hier? Und was strömt hier dann ins Ohr?
878	B2: Schallwellen.
879, 881	I: Schallwellen? Und warum sind da jetzt drei "ö"? Strööömung.
882	B2: Das ist länger, weil der Note länger ist.
883	I: Wegen der Note?
884, 886	B2: Sehen Sie doch. Das ist 'ne längere Note.
887	I: Und dann muss es Strööömung sein?
888	B2: Das ist 'ne punktierte Achtel. Ja!
889	I: Und warum hast du dich dafür entschieden?
892	B2: Weil, wenn man Wörter lang gezogener hört, man sie noch besser verdeutlicht.
893	I: Als Strööömung.

894	B2: Ja, strömt ja.
895	I: Wie es strömt ja. Das Wort?
896	B2: Nein, aber man hört dieses Wort "Strömung". Und man kann sich, dadurch, dass die Tonhöhe ja auch variiert, mehr drunter vorstellen, dass dieses Wort auch weiter geht. Nicht nur über einen Ton und so. Geht ins Ohr, bleibt im Kopf.
899	I: Das heißt sozusagen: Wie du das Wort geschrieben hast, als Strööömung, deutest du an, dass es...
900	B2: Weiterläuft!
901	I: Wie eine Strömung?
902	B2: Genau.
903, 905	I: Vielen Dank (wendet sich der anderen Person zu). Du hast jetzt hier den Begriff "Strömung" gemalt und ganz viele Striche. Warum?
906	B1: Ich hatte mir gedacht, dass die Buchstaben..., dass man ja irgendwo auch eine Bewegung sieht und wir haben ja gesagt, eine Strömung läuft weiter bzw. hat eine Richtung. Und dann dachte ich mir, male ich die Buchstaben und führe die Richtung, die Bewegung weiter aus. Das es strömt praktisch. Der Hintergrund sollte ein Meer, ggf. mit Sand, darstellen, weil man Strömungen oft auf Wasser bezieht.
907	B2: Aber ich verstehe zumindest, dass die Buchstaben jeder so seine eigene Richtung hat und sie enden ja nicht...
908	B1: Ja genau, hier jetzt bei dem "S" hat das schon eine Richtung und da soll jetzt nicht auf einmal ein Strich noch so oder so abgehen.
910	I: Dann wäre das keine mehr?
911	B1: Ne. hm (überlegend)... oder würde von der Hauptströmung abgehen oder wie auch immer, wenn das nur ein Wassertropfen ist...
912	B2: Ja gut, es kann ja was weggehen, kann passieren. Aber der Einzelne ist keine einzelne Strömung.
914	I: Was wäre für euch das Gegenteil von Strömung? Was wäre da ein Begriff?
915	B1: Bewegung von Elementen mit unterschiedlichen Richtungen und Geschwindigkeiten. Also nichts Einheitliches. Denn Strömung hat für mich was Einheitliches, mehr oder weniger. Das hatten wir ja mit der Richtung und der Bewegung.
917	I: Und was wäre für dich das Gegenteil von Strömung?
918, 920	B2: Abrupt aufhörende, einzelne – also nicht im Kollektiv – Elemente. Wenn z. B. Wasser einfach abrupt aufhört, also kann ja nicht, aber wenn irgendwas abrupt aufhört und das nicht im Kollektiv, also jeder individuell so seine Richtung bestimmt. Wenn man sich das jetzt anhand einer Menschengruppe anschaut: dass jeder so in seine eigene Richtung läuft und keiner sich behindert oder größere Gruppen die gleiche Richtung einschlagen

	und jeder so seinen Weg nimmt.
921, 923	B1: Ich würde auch sagen, fast unabhängig so voneinander? Also nicht so Gruppenzwang.
924	B2: Also eine unabhängige, eine individuelle, unabhängige...
925	B1: ...Bewegung, Richtung eines Gegenstands, Elementes wie auch immer.
926	B2: Eines! Aber nicht mehrere.
928	I: Alles klar. Und jetzt kommen wir zum letzten Bereich zum Thema Strömungen. Wie kommt es überhaupt zu diesen ganzen Strömungen, die wie hier sehen: die Bewegung der Wolken, die Bewegung des Wassers, diese kreisförmigen Bewegungen. Habt ihr dafür eine Erklärung?
929, 931	B1: Ich würde eigentlich sagen, dass es dafür unterschiedliche Begründungen gibt, bzw. dass Strömungen aus sehr unterschiedlichen Gründen entstehen können. Sollen wir jetzt Beispiele nennen?
932	I: Ja, mach mal ruhig. Da bin ich sehr dran interessiert.
935, 937	B1: Das hier ist ja ein Luftstrom auf Bild 15. Dieser Wirbelsturm hat seinen Ursprung ja durch Wind. Ist ja starker Wind und das entsteht ja dadurch, dass heiße und kalte Luft aufeinandertrifft. Das würde jetzt den Ursprung auf der Entstehung des Windes haben.
938	B2: Im Zusammenspiel mit der heißen und kalten Luft, sodass die aufeinandertreffen, abprallen und dadurch ja dieser Wirbel entsteht.
940, 944	I: Ihr sagtet gerade, die Strömung entsteht, wenn heiße und warme aufeinandertreffen.
941	B2: Genau, und die bilden dann ja, dadurch, dass sie aufeinandertreffen, also sie prallen...
942	B1: Ist das dann nicht auch schon eine Verwirbelung, wodurch Wind entsteht?
947	B2: Sie prallen ja nicht ab, so nach dem Motto... (unterbrochen).
948, 950	I: Bevor sie aufeinandertreffen, bewegen sie sich ja schon. Das heißt, da ist ja schon eine Strömung vorhanden. Woher kommt die?
949, 951	B2: Ja, aber eine geradlinige. Die ist einfach da.
952	B1: Was jetzt?
953, 955	B2: Die geradlinige Bewegung. Das Wasser ist ja einfach so... das ist ja nicht ein Feststoff und bleibt einfach so stehen.
956	B1: Größtenteils entsteht Wind ja über dem Meer und das Wasser speichert doch Wärme länger und das hat doch auch was mit Tag und Nacht auch zu tun. Die Energie aus dem Wasser überträgt sich dann auf die Luft bzw. die Wärme wird ja gespeichert.
957	B2: Und Wärme ist ja Energie.
958, 960	B1: Ach, nein. Das Wasser erhitzt sich langsamer als Luft, aber speichert

	Wärme dafür besser und länger und dadurch hat es was zu tun, wenn die Sonne dann scheint tagsüber... speichert die Wärme sich besser in der Luft, aber nachts im Meer und dadurch entsteht, glaub ich, warme und kalte Luft.
959, 961	B2: Dadurch entstehen heiß und... auch Hoch- und Tiefdruckgebiete.
962	B1: Jedenfalls ist die Energie dann ja vielleicht die Sonnenenergie?
963	I: Welche Energie ist die Sonnenenergie?
964, 966, 968	B1: Die Energie, die letztendlich auch die Energie des Windes ist. Vielleicht. Bzw. erst die Wärmeenergie und durch die Wärmeenergie entsteht ja erst die Bewegung?
969, 972	I: Da würde ich gerne noch ein bisschen näher rangehen. Das heißt, du hast gesagt, die Sonne erwärmt was?
973	B1: Ich meine, das hat was mit Tag und Nacht zu tun. Tagsüber, wenn die Sonne scheint, ist die Luft ein besserer Wärmespeicher...
974, 976	B2: Wärmetransporter oder nicht? Die transportiert die Wärme doch besser.
977	B1: Ja, irgendwie so. Aber nachts, wenn die Sonne dann nicht mehr scheint, wird die Wärme halt besser gespeichert, weil Wasser besser Wärme speichern kann und da kühlt die Luft wieder ab und dadurch entsteht halt ein, ich nenne es mal, Kontrast zwischen Wärme und Kälte. Und dadurch entsteht halt warme bzw. kalte Luft, die dann auf wieder warme bzw. kalte trifft und daraus entstehen Winde.
980, 982, 984	I: Da würde ich noch einmal kurz näher dabei. Du sagtest einmal haben wir die warme Luft wegen der Sonne und an manchen Orten eben die kalte Luft. Und du sagtest, wenn die aufeinandertreffen, entsteht Wind. Ich würde jetzt dagegenhalten und sagen: Damit sie aufeinandertreffen, müssen sie sich ja schon bewegen.
986	B2: Ja, Luft ist ja nichts Feststehendes.
987	I: Ok, das hast du grad eben schon gesagt mit dem Wasser, ne?
988	B2: Ja, das ist ja auch nichts Feststehendes.
989, 991	I: Ok, aber da habe ich noch was: Wenn ich jetzt eine Wanne hier hätte. Was wäre dann damit?
990, 992	B2: Eine Wanne ist ja was ganz anderes. Die kann sich ja beruhigen, weil die ja fest eingegrenzte Bereiche hat.
993	I: Und warum bewegt sich das auf der Erde nicht?
995	B2: Die Erde dreht sich.
996	I: Und dadurch?
997	B2: Entsteht Bewegung.
998, 1000	I: Also die Erde bewegt sich. Und warum bewegt sich dann das Wasser?
1001	B1: Das ist eine gute Frage.
1003,	I: Die Erde bewegt sich ja in eine Richtung. Das Wasser bewegt sich mal

1005	so...
1006	B2: ...es bewegt sich mal so, mal so, aber das hat ja eine bestimmte Richtung. Da sagt man ja auch Strömungsrichtung zu.
1008	B1: Ich würde daran festhalten, dass die Energie jetzt ist ja Wärmeenergie.
1009	B2: Auf jeden Fall ist es gespeicherte Energie.
1010	I: Wir können die Situation gedanklich ein bisschen einfacher machen, weil wir gerade ja sehr viel darüber sprechen: Wir haben einmal Wassermassen, wir haben Luftmassen und abends und tagsüber. Das ist schon relativ komplex. Nehmen wir mal, wir haben eben hier auf dem Tisch eine Wanne liegen. Und jetzt gilt es, das Wasser zum Strömen zu bringen. Welche Möglichkeiten habe ich da?
1011, 1013	B2: Reinpusten. Man kann aber auch einen Stift nehmen oder irgendwas nehmen.
1014	B1: Von außen gegen hauen.
1015	B2: Ja, von außen gegen hauen oder so drehen.
1016	B1: Kann man ziemlich viel machen, solange man irgendwie Bewegung, also Energie hinzufügt.
1017, 1019	B2: Man kann auch 'n Stein reinschmeißen. Hat man auch Bewegung. Kurzzeitig.
1020	I: Und was wäre das Äquivalent dann zum Sonneneinfluss? Warum spielt der eine Rolle? Du hast ja eben gesagt, ich werfe was rein, ich schiebe es an. Aber das macht die Sonne ja nicht. Was ist da anders?
1021	B1: Nein, die Sonne erwärmt das, das ist einfach die Wärmeenergie. Kann man das so kategorisieren?
1023	I: Das heißt, die Sonne macht was?
1024, 1026	B2: Die Sonne scheint einfach. Also die scheint und dadurch erwärmt sich ja da Wasser.
1027	B1: Und speichert halt diese Energie besser als Luft.
1028	I: Und warum setzt sich das Wasser in Bewegung?
1029	B2: Weil das eine andere Dichte hat. Also dadurch setzt es sich jetzt nicht in Bewegung...
1030	B1: Weil die Fische im Wasser schwimmen (lacht)... keine Ahnung.
1031	B2: Das ist ja keine Wanne. Der Ozean ist ja keine Wanne.
1032	I: Aber angenommen wir hätten jetzt hier die Wanne und ich will das zum Strömen bringen.
1034	B1: Man braucht halt eine Bewegung...
1035	B2: Da hat man ja dann nicht die Sonne, die dadurch jetzt (unv.).
1038,	I: Es gibt ja wahrscheinlich noch ein zweites Interview. Habt ihr vielleicht

1041, 1046	gehört. Wir werden dann mal ein paar Sachen ausprobieren und vertagen das. Oder wollt ihr noch gerne was hinzufügen?
1070	B2: Aber im Wasser ist doch auch Luft.
1071	B1: Man, weil die Fische schwimmen, bewegt sich das Wasser.
1072	B2: Im Wasser sind Luftteilchen drin.
1078, 1080	B2: Die Pflanzen machen Photosynthese, weil die Sonne da ja durch das Wasser durch auch da ankommt. Und somit produzieren die doch auch wieder etwas: O ₂
1083	I: Ok, und was passiert dann?
1084, 1086, 1088, 1090, 1093	B2: Sauerstoff ist ja gasförmig. Und damit sind dann ja so Bläschen, die kennt man ja auch. Die sind aber leichter. Kann ich sagen, die haben eine geringere Dichte, das weiß ich jetzt nicht. Auf jeden Fall strömen die dann ja. Also die sind ja leichter und haben eine geringere Dichte und dann strömen die ja hoch bzw. bewegen sich. Und dadurch bewegt sich auch das Wasser, weil es ja verdrängt wird. Indirekt.
1094	I: Und dadurch kommen die Wellen?
1095, 1099	B2: Ne, aber dadurch entsteht schon mal eine Bewegung. Also somit hätten wir eine minimale Bewegung erklärt. Aber die Wellen haben wir noch nicht erklärt. Aber die Wellen entstehen ja auch, wenn ein Mensch ins Wasser rennt. Dann entsteht ja auch eine Bewegung.
1100	I: Willst du nochmal mit der Sonne probieren?
1104, 1107	B1: Also die Sonne scheint und gibt die Wärmeenergie, welche von Luft und Wasser gespeichert wird. Erstmal so. Jetzt muss man aber sagen, dass die Luft sich zwar schneller erhitzen kann bzw. diese Wärmeenergie schneller aufnehmen kann, sie aber dafür schlechter speichern kann.
1109	B2: Und das hat wieder mit der Dichte zu tun.
1110	B1: Das heißt, das Wasser nimmt das zwar schlechter auf, aber speichert es letztendlich besser und länger.
1111, 1116	I: Jetzt haben wir also das Wasser. Und das hat jetzt gerade irgendwie viel mehr Energie gespeichert als die Luft.
1117	B1: Genau, zwar langsamer, aber dafür sehr viel mehr. Und jetzt hört die Sonne auf zu scheinen, weil es zum Beispiel Nacht wird und dann gibt die Luft ihre Energie... naja, wo soll sie die denn hingeben?
1118	B2: Ja, die gibt sie ab.
1119	B1: An?
1120	B2: Ab!
1121	B1: An wen denn (lacht)?
1122, 1124	B2: Zum Beispiel an eine Wolke (lacht). Und damit bewegen sich dann die Wolken. Auf jeden Fall gibt sie die ab.
1123,	B1: Ich glaub, das ist auch gar nicht so relevant, aber in der Nacht, bzw.

1125	wenn die Sonne nicht mehr scheint, hat das Wasser mehr Energie gespeichert als die Luft. Und, ich glaub, da müsste man jetzt irgendwo ansetzen.
1126	I: Ich frage mich nämlich grade, wie denn der Zusammenhang ist und wie es so kommt, dass es dann eine gerichtete Bewegung ist. So würde ich ja sagen, irgendwie wird Wärmeenergie abgegeben und dann wird irgendwie Bewegung erzeugt.
1127	B1: Das hat bestimmt auch alles was mit Erdanziehungskraft zu tun.
1128	I: Wie erklärt man jetzt, dass das eine gerichtete Bewegung ist, das war ja die Bedingung!
1129, 1131, 1135	B2: Auf jeden Fall mit Molekülen. Es ist ist ja alles eine Teilchenbewegung. Die Teilchen geben ja auch Energie ab. Und können ja auch aufnehmen. Und die Luft gibt ja schneller ab und kühlt ja. Also die Luft gibt ja schneller die Energie wieder ab, die sie aufgenommen hat. Und wird ja somit auch wieder frei für neue Energie, die sie theoretische aufnehmen könnte. Und wenn die Luftgrenze direkt ans Wasser... und ist ja auch im Wasser. Und wenn jetzt dieser Sauerstoff da hoch durchs Wasser... kann man sagen, die geben dauernd oder die haben dauernd einen ständigen Austausch von Energie?
1136	I: Probiert doch mal, mit dem Gedanken weiterzumachen.
1138	B2: Durch diesen ständigen Austausch von Energie entsteht doch auch eine Bewegung oder nicht? Wenn man dauernd Energie austauscht.
1141	I: Bei den Wellen haben wir als Bedingung eben festgelegt, dass etwas gerichtet ablaufen soll, eine gerichtete Bewegung. Aber wo kommt dieser Richtungsaspekt mit rein? Woher weiß das eine Molekül, das es genauso strömen muss, in die gleiche Richtung bewegen muss wie die anderen?
1142, 1146	B2: Es gibt nur eine Möglichkeit. Das ist einfach so.
1143, 1147	B1: Ich weiß nicht, ob das dann nur mit Energien zu erklären ist, vielleicht lässt sich das auch eher auf Erdanziehungskraft oder so beziehen? Ebbe und Flut beziehen sich ja auf den Mond, so ganz grob gesagt
1148, 1174	I: Dann machen wir da noch im zweiten Interview weiter, Gut. Ich komm mal zu einem anderen Bereich. Ich habe mir die Bilder ausgesucht. Das ist genau äquivalent wie eben. Warum habe ich die ausgewählt, Was verbindet diese Bilder miteinander.
1175, 1177	B2: Ja, auf jeden Fall nicht Strömung, weil das strömt ja nicht. Innere Strömung (lacht)?
1178, 1180	B1: Indirekte Bewegung...aber irgendwie passt das nicht.
1181	B2: Ja, da strömt ja auch nicht.
1182	I: Kennt ihr das? Was ist das?
1183	B2: Mosaik.
1184	I: Ja, so eine Fliese, Bild 22.

1185	B2: Gruselig.
1186	I: Gruselig?
1187	B2: Ich glaub, auf Dauer könnte das irgendwie so eine optische Täuschung oder so ergeben.
1188	I: Warum?
1189	B1: Das sieht gefährlich aus.
1192, 1194	B2: Stell dir mal vor, da hängt das Gleiche Ding nochmal daneben. Dann macht das was mit den Augen. Und die konzentrieren sich dann und machen die Striche weg.
1195	B1: Ich glaube, dann ist die Fliese nur taktisch unklug ausgewählt.
1197	I: Also gefährlich?
1201	B1: Ich finde es aber auch beängstigend.
1202, 1204	B2: Was hat das jetzt mit diesem komischen Kohlkopf... das habe ich schon mal gegessen, aber
1203	B1: Sieht eher aus wie ein Kaktus.
1204	B2: Ne, aber es ist dieses... ich weiß... das habe ich schon mal gegessen, aber...
1206	B2: Ja, das hat alles ein Muster.
1207, 1209	B1: Ja. Oder eine Form.
1208	B2: Das hat auch ein Muster.
1211	I: Das verstehe ich auch gut. Das habt ihr ja auch schon gesagt: fliesenmusterartig.
1212, 1214	B2: Naja, das hat ja auch letztlich so ein Muster. Die gehen alle so die Wolken. Obwohl, das ist nicht gewollt oder? Und das hat ja auch ein Muster. Und das hat ja eine Struktur.
1215	B1: Struktur ist gut. Ich find Struktur klingt besser.
1216	I: Erklärt mir doch nochmal Muster oder Struktur. Was legitimiert alle Bilder, dass man Struktur oder Muster sagen kann? Geht nacheinander durch.
1219, 1221	B2: Die haben ja alle diese gleich fortlaufende... die haben alle so komische Hubbel.
1220	B1: Eine ähnliche Form...
1222	I: Eine ähnliche Form?
1224	I: Die hat doch eine ganz andere Form als der.
1225	B1: Ne, ich habe das jetzt nur auf ein Bild bezogen.
1227	I: Innerhalb eines Bildes.
1230	B1: Sollten wir das nicht?

1231, 1233	I: Achso, doch.
1234	B2: Zusammenhängend hat ja alles eine gleiche Struktur und Form. Und die Dinger sind auch alle hausartig aufgebaut (Bild 12).
1235, 1237	B1: Und es ist nicht direkt eine Regelmäßigkeit zu erkennen, aber halt eine Ähnlichkeit der einzelnen Dinge.
1236, 1238	B2: Ja, den einzelnen von den Mustern pro Bild.
1239	I: Und warum ist das jetzt hier?
1240	B2: Das hat auch 'ne ähnliche Struktur. Das sind alles kleine Wolken.
1241, 1243	B1: Ich finde es auch, weil es halt auch ein Mittelpunkt direkt hat. Also ich würde jetzt nicht sagen, dass dieses Bild beispielsweise, also Bild 5, einen Mittelpunkt hat, aber ich finde, dadurch ist auch eine Art Muster oder halt...
1244	I: Spannend. Und das?
1245	B2: Das wird ja auch letztlich ein Muster. Das sind alles nur Sandklötze.
1246	B1: Ja, ich würde nicht direkt Muster sagen, aber es hat halt schon eine Struktur.
1256	I: Ich fand spannend, was du gesagt hast. Du meintest grade, da sei bei einigen etwas gewollt und einmal nicht gewollt.
1257	B2: Ja, das ist ja von Menschen gewollt, dass es so ist.
1259	B1: Hier ja natürlich auch.
1260, 1264	B2: Das natürlich auch, aber das hat ja kein Mensch gemacht. Und das ja auch nicht.
1265	I: Du hast dich dran gestoßen zu sagen, dass das eine Struktur ist oder Muster. Macht das für dich einen Unterschied? Kann ein Muster auch von Menschen gemacht sein? Oder von der Natur?
1266	B2: Ja, der Mensch geht nach 'nem bestimmten Muster vor, aber...
1269	I: Welche wären jetzt vom Menschen zum Beispiel gemacht?
1271	B1: Ja, Bild 12 und 22.
1272	I: 12, das sind ja diese kleinen Sandhäufchen. Und 22...
1273	B2: (lacht) die sind mit Eimerchen gemacht.
1279	I: Und die (zeigt auf andere Bilder) ist nicht vom Menschen gemacht.
1280	B2: Indirekt.
1281	I: Wieso indirekt?
1283	B2: Wegen CO2 und so, wenn man das jetzt darauf...
1284	I: Das CO2?

1285, 1287	B2: Nein, aber die Wolken oder generell unser ganzes System hat ja auch damit zu tun, dass wir darin leben. Also ohne uns würde es ja auch laufen natürlich, es hat ja auch schon ohne uns funktioniert, aber wir beeinflussen das Ganze. Von daher ist es indirekt, aber das würden wir damit ja auch beeinflussen... und das auch.
1288	I: Und das?
1290	B2: Wurde das gezüchtet oder besteht das schon seit immer?
1291	I: Nehmen wir mal an, der besteht einfach schon seit immer.
1292	B2: (lacht) dann haben wir den leicht beeinflusst am Ende.
1295	I: Für welche Kategorie würdet ihr euch hier entscheiden? Wie könnte man das nennen?
1296	B1: Muster, Struktur, Form.
1297, 1299	B2: Ja. Die haben alle 'ne gewisse Struktur in sich, aber nicht zusammenhängend zwischen den Bildern, sondern jedes Bild hat in sich eine eigene Struktur.
1300	B1: Ich würde das vielleicht Muster/Struktur/Form... (unterbrochen)
1301	I: Also ist es dir jetzt auf einmal egal, ob das vom Menschen gemacht ist oder nicht?
1302	B1: Joa.
1303	B2: Puh... Joa. Erstmal.
1304	I: Wieso hast du jetzt deine Meinung geändert?
1305	B2: Erstmal. Man kann das ja unterkategorisieren.
1309	B1: Das wären wieder unsere A/B-Kategorien (lacht).
1311	I: Menschengemacht und nicht me... (unterbrochen)
1312	B2: Genau.
1314	B1: Könnte man.
1315	B2: Mit direktem Einfluss von Menschen und indirektem, oder Minimal-einfluss.
1318, 1322	I: Ich würde auch mal einen Begriff vorgeben und ich habe mir tatsächlich Strukturbildung überlegt. Wie klingt das für euch?
1327, 1329	B1: Ich finde, das kann man in zwei Bereiche unterteilen. Einmal etwas Regelmäßiges und einmal in etwas Unregelmäßiges. Bei dem Bild Nr.12 hat sich ja jemand was gesagt, also es ist immer ein großer Sandhaufen, dann drei kleine sind zu erkennen und dann wieder ein Größerer. Das ist ja eine Regelmäßigkeit. Das nenn ich jetzt eine regelmäßige Struktur.
1328, 1330	B2: Genau, und bei Bild 22 hat sich auch jemand was bei gedacht und hat gesagt, der ordnet das genau nach dieser Struktur an.
1332	B1: Und wenn wir jetzt aber beispielsweise Bild 5 haben, das ist ja nichts

	Gleichmäßiges. Aber es hat trotzdem eine Struktur bzw. ich nenne es in dem Fall jetzt mal Muster, ein festes Muster. Aber halt nichts Regelmäßiges.
1334	I: Und wie ist es hier mit Bild 23, dem Romanesco?
1335	B2: Ja, das hat eine regelmäßige Höckerung oder so.
1336, 1338	B1: Ne, das würde ich fast auch als unregelmäßig..., weil ja keiner so aussieht wie der andere und unterschiedlich.
1337, 1339	B2: Ja stimmt, das ist eine unregelmäßige Dreieckshöckerung, was auch immer -bildung von so kleinen Hügeln, die aber unterschiedlich groß und unterschiedlich angeordnet sind.
1340	I: Da habt ihr euch gerade gestritten, eher unregelmäßig oder eher regelmäßig?
1341	B2: Ja, durch diese Unregelmäßigkeit hat es schon wieder eine Regelmäßigkeit.
1342	B1: Ne, ich würde das unregelmäßig bezeichnen.
1344	B2: Naja, es hat dadurch, dass es so unregelmäßig ist, schon wieder eine Regelmäßigkeit, weil das alles gleich... es ist alles ähnlich, es ist nicht alles gleich.
1345	B1: Ja, ähnlich ist gut.
1346, 1348	I: Ihr habt ja gesagt, da (Romanesco) sind die leicht unterschiedlich, deswegen unregelmäßig. Aber wenn ich bei Bild Nr. 12 jetzt genauer hingucken würde, dann würde ich sehen: Dieser Sandhaufen hier hat einen Riss, der andere hat da den Riss.
1349	B2: Aber die hatten die Anordnung...
1351	I: Du meinst, es geht einfach nur um groß, klein, klein, klein, groß?
1352	B1: Ja.
1353	B2: Genau! Das ist ja auch groß und da sind ganz viele kleine drin, und dann wieder groß und ganz viele kleine...
1354	I: Ja, ist das jetzt regelmäßig oder unregelmäßig?
1355	B2: Nein, die sind ja unterschiedlich groß.
1358	I: Ja, die sind doch auch unterschiedlich groß die Sandhaufen.
1359	B2: Die haben alle die gleiche Form als Eimerchen. Das Eimerchen hat immer die gleiche Form und die gleiche Größe und damit... das ist ja nicht gepresst in so eine Einheitsform.
1361	B1: Ich glaub, das kann man wieder so interpretieren, wie man gerne möchte.
1362	B2: Genau.
1366	I: Wie ist das denn n hier? Regelmäßig oder unregelmäßig?

1367	B2: Unregelmäßig.
1368	B1: Ich hätte jetzt fast regelmäßig gesagt.
1369	I: Dann erklärt mal.
1370, 1372	B2: Ja, es fängt ja komisch an und dann...regelmäßig.
1371, 1373, 1375	B1: Obwohl, nein, eigentlich ist auch eher unregelmäßig, weil das Ding ist: Die Natur ist nie exakt oder zu 100 Prozent – also was das jetzt betrifft: so eine Art Muster oder Struktur – regelmäßig. Auch jede Blume sieht anders aus. Und hier sieht auch jeder Huggel anders aus. Dementsprechend ist es schon regelmäßig, das ist ja eine zufällige Regelmäßigkeit, würde ich jetzt fast sagen. Dass die Wolken alle eine ähnliche Form und dadurch dieses Phänomen auftritt.
1376	B2: Und hier ja dann theoretisch auch.
1377	B1: Und hier ja eigentlich auch.
1378	I: Was würdet ihr sagen? Wie würdet ihr euch einigen? Also regelmäßig... (unterbrochen)
1379	B1: unregelmäßig.
1380	B2: unregelmäßig.
1381	I: Eher unregelmäßig. Wir haben da ja noch mehr Bilder. Wir behalten mal die Kategorie bei: Struktur, Strukturbildung. Legt mal dazu, was da vielleicht noch dazugehören könnte.
1395	B2: Nimm mal die Farben nochmal. Da gabs doch so ein Bild mit so komisch (unv.).
1396	B1: Ja.
1397	B2: Glaub ich. Sind das Farbpötte?
1398	B1: Ja. Ich glaub mal, es ist jetzt fast wie beim anderen, dass man irgendwo auch alles wieder... (unterbrochen).
1399	B2: Man findet immer eine Ähnlichkeit oder Struktur. Auch bei dem Zebra findet man eine Struktur: Da sind alles weiße und schwarze Streifen.
1401	B2: Das auch. Das hat auch alles eine Struktur. Die sind alle gleich aufgebaut.
1402	I: Ah, bei Bild 10 bei den Windrädern: Warum ist das für euch eine Struktur?
1403	B2: Na, weil die Windräder alle gleich aufgebaut sind.
1405	B1: Aber die sind, glaub ich, jetzt nicht irgendwie alle strukturiert angeordnet, also nicht mit demselben Abstand.
1406	B2: Das ist eine unregelmäßige Struktur. Aber sie sind trotzdem...
1407, 1409	B1: Es kommt drauf an, auf was man sich da bezieht. Man könnte sich da ja auch wieder auf die Landschaft, auf die Wolken beziehen. Also das

	würde ich vielleicht so einklammern. Hier ist es ja auch, dass die...
1410	B2: ...alle ähnlich sind.
1413, 1415	I: Und was ist da ähnlich? Was ist die Struktur daran?
1419, 1421	B2: Ja, diese Köpfe, sag ich mal. Dieses Gras hat ja alles eine ähnliche Struktur in sich.
1422, 1424	B1: Das ist ja auch wieder gleich aufgebaut. Bild 20 könnte man wieder mit Bild 5 vergleichen. Das ist da vom Wasser eine Musterung oder strukturiert, aber das ist halt auch unregelmäßig beziehungsweise nicht gewollt ist. Also legen wir den wieder dazu? Willst du hier was sagen?
1425	B2: Wenn man jetzt das Holz nimmt oder den komischen Kreisel?
1426	B1: Kreisel (unv.).
1427	B2: Also der Kreisel ist ja auch gewollt. Hat bestimmt auch eine gleiche Musterung da drauf. Das sieht man ja nicht.
1429	B1: Ich kann mir fast (unv.), wenn man den Vorgang des Drehens betrachtet, dass das auch eine Struktur hat, dass er sich immer dreht bzw. die Geschwindigkeit irgendwann abnimmt. Das hat ja auch irgendwas von Struktur.
1432, 1434, 1436	B2: Also er dreht sich ja (unv.) und das ist ja keine Grade. Letztlich findet man immer eine Struktur. Kommt drauf an, wie man das Wort oder diese Kategorie auslegt und definiert.
1437	B1: Ich glaube nämlich auch. Das ist wieder das Satellitenbild (flüstern).
1438	B2: Ja, dann kann man die Struktur auch in der Bewegung finden.
1439	B1: Ja, eigentlich kann man da überall eine Struktur finden.
1440	I: Überall Strukturen, auf jedem Bild?
1441	B2: Ja.
1442	B1: Wenn man sucht.
1444	B2: Ne, jedes Bild hat eine bestimmte Struktur und ist ja so aufgebaut.
1445	I: Das heißt, was würdet ihr sagen? Was muss eigentlich gegeben sein, dass man von einer Struktur sprechen kann?
1446	B1: Vielleicht eine Art Regelmäßig... nein, eine Art nicht direkt Muster, aber man kann ja auch sagen, dass jemand einen strukturierten Vortrag gehalten hat, also dass man klare Linien hat oder etwas, woran man festhält, woran man diese Struktur erkennt. Ist schwierig.
1447	B2: Wir haben letztlich einen Punkt, an dem man sagt: Daran macht man diese Struktur aus.
1448	B1: Ja, aber wenn wir das Wort "strukturieren" oder "Struktur" definieren sollen?

1449	B2: Letztlich ist eine Struktur etwas, das eine unregelmäßige Regelmäßigkeit umschließt.
1450	B1: Ich glaube, Struktur ist eine ganz große Interpretationssache. Und wie [Name] schon gesagt: regelmäßige und oder unregelmäßige Strukturen.
1451	I: Jetzt habt ihr ja alle Bilder zugeordnet. Was wäre denn dann für euch keine Struktur? Was fällt euch ein, was ist keine Struktur?
1452, 1454	B1: Vielleicht das Wort "Durcheinander"... wobei, das ist halt wieder die Interpretationssache. Auch dann kann man ja irgendwas, wenn man sucht, meiner Meinung nach, finden.
1453, 1455	B2: Selbst ein Durcheinander hat eine Struktur. Auch Ihr Bücherregal hat eine Struktur.
1456	B1: Findst du (lacht)?
1457, 1459	B2: In sich. Ja, das obere Fach hat eine Struktur.
1460, 1462	I: Ok, reden wir mal kurz über das Bücherregal. Du hast jetzt gerade gelacht. Warum hast du gelacht?
1463	B1: Ich weiß jetzt nicht genau, was für Bücher das sind, ob die sortiert sind nach irgendetwas.
1464	B2: Nein!
1465	B1: Auf der einen Seite ist die Struktur allein dadurch, dass der Abstand der einzelnen Regalbretter regelmäßig aussieht. Das könnte für mich schon eine Struktur sein.
1466	B2: Genau.
1467, 1469, 1471	B1: Aber auf der anderen Seite hätte man die Bücher auch nach Farben strukturieren können. Man könnte sie nach Themen sortieren. Strukturieren ist teilweise auch was mit Sortierung. Und dementsprechend ist das wieder eine Interpretationssache, ob man sagt, das ist strukturiert oder nicht strukturiert. Oder, dass man die nach der Größe anordnet oder irgendwas macht oder nach Farben sortiert.
1472	B2: Also die Bücher sind definitiv nicht sortiert.
1473	B1: Vielleicht sind sie nach Themen sortiert. Das sieht man von außen jetzt ja nicht. Aber so auf den ersten Blick?
1474, 1476	B2: Nicht wirklich. Also da steht Mathe neben Biologie und Chemie neben Mathe.
1477	B1: Meine Brille ist leider zu schlecht dafür. Aber von hier sah es ganz gut eigentlich aus.
1480, 1482	B2: Aber, zum Beispiel ganz oben sind ja Magazine bzw. Taschenbücher bzw. nicht fest gebundene.
1483	I: Was ist mit denen?
1484,	B2: Somit ist es schon wieder in sich eine Struktur und da steht kein

1486	einzelnes Magazin einzeln. Die habe alle so ihre Dinger da.
1487	I: Behälter?
1488	B2: Ja.
1489	I: Und du meinst, es ist eine Struktur, weil hier die Zeitschriften stehen und hier die Bücher?
1490	B1: Als Beispiel. Das ist wieder die Interpretationssache.
1491	B2: Genau.
1492	I: Was man persönlich als Struktur empfindet oder nicht als Struktur?
1493	B2: Für mich persönlich ist das strukturierter, wenn die Magazine nicht unbedingt in dem gleichen Fach sind wie die Bücher. Obwohl da auch zwei Magazine neben dem Tafelwerk stehen. Das rote Tafelwerk.
1505	B1: Ok, ich glaub es ist nicht strukturiert (lacht).
1506, 1508	B2: Also, es ist wieder eine unregelmäßige Struktur, eine chaotische.
1507,1509	B1: Vielleicht kann man auch das Wort Anordnung wieder darauf beziehen. Dass eine Struktur was mit einer Anordnung auch zu tun hat.
1510	B2: Wenn man jetzt sagen würde, man geht jetzt auf das Extrem würde jetzt einem Autisten mal ihr Regal zeigen, der würde einen Nervenzusammenbruch kriegen, weil weder Farben geordnet, noch eine Struktur da ist. Also eine regelmäßige Struktur, eine sofort sichtbare Struktur. Aber, ich glaube, wenn man das Regal kennt, hat es für einen selbst eine Struktur.
1511	B1: Vielleicht.
1512	B2: Wenn man das selbst eingeordnet hat... auch diese Tische da, irgendwas kann ja eine Struktur für einen persönlich haben, aber für jemand anderen, der draufschaut, da ist es schon wieder völlig unstrukturiert.
1513	B1: Vielleicht hat dieser Schreibtisch ja auch eine Struktur.
1514	I: Ja. Wie ist das denn hier mit den Linien hier auf dem Tisch. Was ist das?
1515	B2: Das ist Holz (lacht).
1516	I: Ist das eine Struktur?
1522	B2: Es ist eine Struktur, weil es ja für uns so im Gehirn auch schon wieder eingetragen ist, dass Holz eine Struktur hat. Und somit ist das eine Musterrung des Holzes.
1523	B1: Wenn man sich ein bisschen mit Holz auskennt, weiß man ja das Holz halt...
1524	B2: ... immer so 'ne Struktur hat.
1525	B1: Ja, bzw. die Faserung. Heißt das bei Holz Faserung? Wissen Sie, was wir meinen?

1526	I: Du meinst Maserung?
1528	B2: Nicht ganz. Maserung ist das doch von einem Wurm oder nicht? Wenn der Wurm sich so durchfrisst.
1529	B1: Nein, ich meinte schon die einzelnen Fasern.
1532	I: Ach, du meinst, wenn man Holz schlägt?
1533	B2: Die Ringe, diese Jahresringe (überlappend)
1534	B1: Ich weiß gar nicht genau, was ich meine. Aber, dass allgemein Holz ja schon..., man könnte ja auch im Prinzip sagen, dass jedes Lebewesen irgendwie strukturiert aufgebaut bzw. angeordnet ist. Und ein Baum ist ja auch eine Pflanze und somit ein Lebewesen und so auch strukturiert. Ob man die Struktur jetzt hier auf den ersten Blick erkennt, bzw. hinterfragt, was die Struktur ist... auf der einen Seite, würde ich sagen: Ja! Weil es natürlich wieder eine bestimmte Anordnung hat, wie es aufgebaut ist. Aber auf der anderen Seite würde ich sagen: Nein! Weil hier keine Regelmäßigkeit oder kein genaues Muster auf dem Tisch zu erkennen ist. Also, das ist halt wieder so die Frage, wie man es sehen möchte.
1535	I: Also hier keine Struktur?
1536	B2: Kein sofort erkennbares Muster. Aber, wenn man sich länger damit beschäftigen würde...
1540	B1: Das ist dasselbe im Prinzip wie bei Bild 5.
1541	B2: Obwohl, also es ist nirgendwo jetzt ein überdimensionales, großes Loch in dem Moment und...
1542	I: Also jetzt bei Bild 5?
1544	B1: Das sieht ganz regelmäßig aus.
1545	B2: Das ist schon für das Gehirn wieder regelmäßig, weil es alles nur Linien sind.
1546	I: Und was ist jetzt der Unterschied zwischen diesem Bild und der Maserung hier vom Tisch?
1547	B1: Ich würde sagen, dass auf dem Bild noch eine genauere Anordnung bzw. eine regelmäßigere Wiederholung oder eine Anordnung des Musters ist.
1548	I: Und wenn ich mich ganz weit hier von dem Tisch entferne, dass ich die Kleinigkeiten gar nicht mehr so sehe. Ist das dann eine Struktur geworden?
1549	B2: Nein.
1551	B1: Die Struktur ist ja trotzdem vorhanden, auch wenn man sie nicht direkt sieht.
1552, 1556	B2: Also letztlich ist immer eine Struktur vorhanden. Wenn man ein Buch aufschlägt, ist es immer nach einer Struktur aufgebaut. Es hat immer ein Kapitel vorne, Seitenzahlen usw. Aber, wenn man sich mit (lacht) Holz oder Bäumen auskennen würde, findet man natürlich schneller als wir jetzt eine Struktur oder eine Regelmäßigkeit oder eine Gleichmäßigkeit. Es

	kommt drauf an, wie sehr man da jetzt das Auge für spezialisiert hat oder wo man jetzt die Sicht oder Punkt drauflegt.
1559	I: Zusammenfassend: Was muss gegeben sein, damit man sagen kann, dass das eine Struktur ist?
1560	B1: Ich finde, man kann das wieder unterscheiden, einmal ins Regelmäßige und einmal ins Unregelmäßige. Und wir sollten das Wort "Gleichmäßigkeit" und "Anordnung" irgendwie verwenden. Dass eine Struktur, entweder etwas Regelmäßiges oder etwas Unregelmäßiges sein kann, das man selbst auch interpretieren kann, wenn etwas strukturiert ist: Wiedererkennbar, das ist ganz gut vielleicht.
1561	B2: Also letztlich ist das ja eine Struktur – oder für das Gehirn wird gesagt, es ist eine Struktur – wenn etwas wieder auftritt. Und hier tritt letztlich ja überall irgendwas wieder auf.
1562	B1: Ja, oder wenn man einer Musterung erkennt.
1563	B2: Ein Muster, in dem was wieder auftritt. Also es ist immer wieder etwas Wiederholendes.
1564	B1: Kann.
1565, 1568	B2: Kann, muss nicht, aber nichts Austretendes.
1567, 1569	I: Ihr habt ja gerade gesagt es muss unregelmäßig oder regelmäßig sein. Aber ist nicht alles auf der Welt entweder unregelmäßig oder regelmäßig?
1570	B2: Ja, und es hat trotzdem alles eine Struktur. Also, ich weiß nicht, ob Sie mir ein Beispiel nennen können, was unstrukturiert ist oder keine Struktur hat.
1571	I: Wie wäre es zum Beispiel mit einem Kleidungsstück, was einfach nur eine Farbe hat.
1572	B2: Das hat auch eine Struktur. Die Fasern sind ja alle aus dem gleichen Material.
1574	I: Ruhendes Wasser?
1575	B2: Hat auch eine Struktur.
1576	I: Warum?
1578	B1: Von der Anordnung der Moleküle, oder?
1579	B2: Ja, kommt darauf an, wie man das alles interpretiert.
1580	B1: Es kommt wieder drauf an. Wenn man sucht, findet man wahrscheinlich wieder irgendwo was.
1582	I: Wenn ich Struktur sage, was kommt euch als Erstes in den Sinn? Was ist für euch die Struktur schlechthin?
1583	B1: Eigentlich denk ich da zuerst an so drei Sachen. Einmal an eine strukturierte Arbeitsweise, ein strukturiertes Buch, also irgendwas auf Literatur oder Ähnliches bezogen. Dann tatsächlich auch strukturierten Verkehr oder

	so, Struktur hat vielleicht auch was mit Regeln zu tun. Und als Drittes an ein Muster, das auch irgendwie eine schöne Struktur hat.
1585	I: Was meinst du mit Regeln?
1586	B1: Wenn man das jetzt auf den Verkehr bezieht und sagt, dass ist ein strukturierter Verkehr oder eine strukturierte Kreuzung. Dass da klare Regeln herrschen und das somit auch diese Regelmäßigkeit wiedergibt. Das halt, ich will jetzt nicht sagen: "alles korrekt abläuft", das kann man ja so nicht verallgemeinern...
1587	I: Könnte man den Begriff Regeln hier auch irgendwo drauf anwenden.
1588	B1: Regeln klingt immer so hart.
1589	B2: Nicht Regeln, sondern vielleicht ein Leitfaden oder eine Leitlinie oder eine Richtlinie.
1590	B1: Ja, Richtlinie ist gut.
1591	B2: Auf jeden Fall etwas, an das sich in manchen Fällen indirekt gehalten wird und in manchen Fällen auch ziemlich direkt.
1592	I: Macht das mal an einem Beispiel fest, an einem Bild. Das kann ich mir noch nicht ganz genau vorstellen. Was ist da jetzt eine Richtlinie?
1593	B2: Das sind alles runde Töpfe.
1594	I: Dass es alles runde Töpfe sind? Das wäre die Richtlinie?
1595	B2: Ja, es ist kein quadratischer Topf gewesen.
1596	I: Ok, das ist ja ein von Menschen gemachtes Konstrukt in Bild 11.
1597	B1: Das wollte ich gerade sagen, ich glaub, das lässt sich schwer auf die Natur beziehen.
1598	I: Was wäre denn jetzt hier? Was wären da Leitfäden, Richtlinien?
1599	B2: Die Wolke.
1600	B1: Dass man eine ähnliche Form in allem erkennt und es damit wie eine Art... Wir haben es jetzt als unregelmäßig eingestuft... aber vielleicht trotzdem wie eine Art Wiederholung oder Regelmäßigkeit aussehen lässt.
1601	B2: Ja, eine Wiederholung, also etwas Wiederkehrendes.
1602	I: Gibt es da irgendwelche Regeln im Hintergrund, die man sich vorstellen könnte?
1603, 1605	B1: Ne, eben nicht, deswegen. Also wenn man jetzt eine Struktur auf etwas bezieht, das ein Mensch... dass sich das auf die Natur so übertragen lässt, dass da eine Regel hinter steckt.
1604	B2: Also Regeln ist definitiv von Menschen gemacht.
1606	I: Was ist denn damit, wenn ich diesen Deckel fallen lasse?
1607	B1: Ja klar, Schwerkraftgesetz und so.
1608	I: Ist das eine Regel?

1609	B1: Auf der einen Seite sehe ich das jetzt nicht, aber auf der anderen Seite könnte man das jetzt ja hinterfragen: freier Fall... und da steht ja schon das Gesetz der Schwerkraft und so hinter.
1611	I: Wäre es für dich eine Regel oder nicht? Oder wie würdest du es nennen, dass etwas nach unten fällt.
1612	B1: Eigentlich nicht, aber jetzt könnet man sagen, der Mensch hatte eine Regel entdeckt, eingeführt...
1613	B2: Ja, er hat etwas benannt. Er hat dem Ganzen einen Namen gegeben und gesagt, so ist das jetzt.
1614	B1: Ne, so wars ja schon vorher. Er hat es nur rausgefunden, dass es so ist.
1616	B2: Ja gut, aber er hat gesagt: So heißt das Ding jetzt.
1617	I: Wie heißt welches Ding?
1618	B2: Das heißt jetzt Schwerkraft.
1620	B1: Dass es so ist, wies ist.
1621	I: Aber vorher kannte er es ja auch schon.
1622	B2: Ja, vorher war es da, aber es war nicht benannt.
1623	B1: Aber dann gab es eine Definition.
1624	I: Aber ist das dann eine Regel? Dass etwas immer nach unten fällt zum Beispiel.
1625	B1: Eigentlich schon.
1626	B2: Es fällt ja nicht nach oben. Außer du drehst dich und du stellst dich auf den Kopf.
1628	I: Ok, alles fällt nach unten. Aber welche Regeln gibt es hier?
1629, 1631	B1: Das kann man ja jetzt tiefgründig hinterfragen und bspw. wieder die Anordnung der Moleküle nennen, die wird ja jetzt egal in welcher Form in jeder Wolke gleich sein.
1632, 1635	I: Stellen wir das mal einen Moment zurück. Ich würde gerne noch einmal auf eure Arbeit in der Werbeagentur zu sprechen kommen. Ich würde mir wünschen, dass ihr nochmal so in 5 Minuten ein Logo macht für Struktur.
1658	I: Begründe mal dein Logo.
1659	B1: Ich habe eine Mauer gemalt und darauf einfach das Wort "Struktur" geschrieben. Ich dachte, dass die Mauer sehr gut passt, weil in der Regel eine Mauer auch regelmäßig angeordnet ist und wir hatten ja gerade schon benannt, dass es einmal Struktur im Sinne von Regelmäßigkeit und Unregelmäßigkeit gibt. Aber dass man, wenn man das Wort das erste Mal hört, schon an eine Regelmäßigkeit denkt irgendwie. Und ich hatte zuerst überlegt, auch ein Muster zu malen, aber ich kann leider nicht so gut malen, deswegen find ich die Mauer auch passend, dass man da trotzdem die Regelmäßigkeit der Anordnung einer Struktur erkennt.
1660,	I: Du wolltest Muster malen, hast das aber nicht gemacht. Was ist denn der

1662, 1664	Unterschied zwischen einem Muster und einer Struktur?
1665	B1: Eigentlich würde ich sagen, dass es fast dasselbe ist. Dass man etwas wiedererkennt, hatten wir ja gerade schon definiert... oder ggf. eine Regelmäßigkeit.
1666, 1668	I: Also würdest du sagen, es gibt doch keinen Unterschied zwischen Muster und Struktur? Oder gibt es einen?
1669	B1: Das Wort Muster lässt sich ja einmal im Sinne von einem Mandala auffassen, dass da irgendwie ein Muster hat und einmal das Wort Muster, das da eine Art... ja, doch... halt im Sinne von Struktur, dass man halt eine klare Linie hat.
1670	I: Wäre das Muster von einem Mandala für dich keine Struktur?
1671	B1: Doch, aber ich finde das Wort lässt sich auf zwei Weisen so ein bisschen interpretieren.
1672, 1674	I: Und auf welcher Weise unterscheidet es sich von Strukturen? Da sagst: auf zwei Weisen. Und auf einer scheint es sich von Struktur zu unterscheiden.
1675	B1: Ne, eigentlich gar nicht mal. Ich finde, eigentlich unterscheidet es sich gar nicht, wenn man drüber nachdenkt so.
1678	I: Ja, du hast wieder was Schönes gemalt.
1679, 1681	B2: Mittendrin ist sozusagen einfach eine bestimmte Struktur. Und außen rum ist das gleiche Muster. Also es sind jeweils links und rechts fünf Balken, die aber mit den gleichen Farben angemalt sind auf beiden Seiten. Und auch in der gleichen Reihenfolge. Und oben und unten ist das einmal eingerahmt mit rot, also zwei roten Balken. Und auch darüber einfach weiß. Aber alles ist gleichbleibend, also in der gleichen Struktur, gleiche Größe usw.
1682	I: Ja, aber dieser Strich hier, der ist jetzt etwas länger als der da.
1683, 1685, 1687	B2: Das ist nur angedeutet. Das wäre noch nicht fertig.
1688	I: Ich frag mich grade, bis zu welchem Grad das noch eine Struktur ist?
1689	B2: Ja, es ist letztlich eine Struktur.
1690	B1: Das ist wieder eine Interpretationssache, wie man das hinterfragen möchte.
1691	B2: Wenn man beides jetzt ganz klein machen würde, wäre es immer noch eine Struktur.
1692	I: Und wenn man eins ganz klein macht?
1693	B2: Es ist angedeutet, dass es genau die gleiche Farbe hat.
1694	I: Ah, das heißt, du hast eine gewisse Toleranz, weil du das angedeutet hast?

1695	B2: Joa.
1696	I: Was ist denn, wenn ich jetzt hier die Farben umtausche?
1697	B2: Dann ist es eine unregelmäßige Struktur.
1698, 1700	B1: Wobei man das dann wieder darauf beziehen könnte..., wenn man die Farben weglässt, hat es ja immer noch die Form. Also, das ist wieder, wie man das hinterfragen möchte.
1701	B2: Genau, das ist die Interpretationssache.
1702	I: Was wäre denn für euch das Gegenteil einer Strukturbildung?
1703, 1705	B1: Man kann jetzt ja schlecht sagen, was Unregelmäßiges. Vielleicht lässt sich das Wort Zufall da ganz gut mit reinbringen. Denn wir hatten ja gesagt, auch etwas Unregelmäßiges kann ja trotzdem irgendwo eine Struktur haben. Vielleicht ist deswegen das Wort Zufall ganz gut.
1706	B2: Also eine zufällige Anordnung und Zuordnung von zufälligen Gegenständen, irrelevant, ob es unterschiedlich oder gleich ist.
1707, 1711	I: Wie ist denn das hier mit dem Bild 5? Ist das zufällig?
1712	B1: Ja, das Wasser hat sich ja da nicht gedacht: So hätte ich es gern, sondern...
1713	I: Das ist zufällig?
1714, 1716	B2: Jein. Das ist eine zufällige Anordnung mit dem gleichen Material. Auf gleicher Ebene.
1717	I: Moment, da ist doch jetzt ein Widerspruch. Gerade eben wurde gesagt, das Gegenteil von einer Struktur ist Zufall. Jetzt sagt man das ist ein Zufall bei Bild 5. Aber wir haben ja gesagt, das ist eine Struktur.
1718	B2: Naja, der Zufall muss auf allen Ebenen sein und nicht nur auf einer.
1719	I: Das versteh ich noch nicht ganz. Kannst du das nochmal genauer erklären?
1720	B2: Letztlich eine zufällige Anordnung oder Zuordnung von Gegenständen, Farbe oder sowieso... egal.
1721	B1: Ich glaub, Struktur ist es, wenn man irgendetwas wiedererkennt und hier erkennt man ja was wieder.
1722	B2: Genau, also wenn man da jetzt einfach nur ganz stumpf irgendwas nicht Gleiches nebeneinanderstellen würde, aber nur einmal, sodass es nicht wiederkehrend ist.
1723	I: Mach mal ein Beispiel.
1724	B1: Jetzt hätten wir ja wieder, dass irgendwie die Anordnung der Moleküle auch eine Struktur hat... (unterbrochen).
1725	B2: Also, man kann kein Beispiel machen, weil... (unterbrochen).
1726	B1: Ich glaub auch, dass es schwierig ist, irgendwas zu finden, denn wenn

	man sucht, findet man halt wieder überall.
1727	B2: Wenn man jetzt sagen würde, man stellt jetzt eine Gießkanne und einen Engel nebeneinander. Das hat ja keine Struktur sofort auf den ersten Blick. Wenn man jetzt aber tiefergehen würde, kann man wiederum sagen: Moleküle... obwohl in der Hinsicht hätten die beiden Gegenstände keine Struktur zueinander. Jedes für sich hätte eine Struktur, aber zueinander hätten sie keine.
1728, 1732	I: Das ist ja noch ein neuer Gedanke, dass man die Ebenen unterscheidet. Was würde man als möglichst passendes Gegenteil von Struktur benennen?
1733	B1: Ich würde mal sagen, keine Wiedererkennung oder Vergleichbarkeit.
1737	I: Und Synonyme, die euch einfallen für Struktur.
1738	B1: Halt Muster.
1740, 1742	B2: Ich weiß nicht, ob ich sagen würde Ähnlichkeit. Dass ist ähnlich zueinander und somit eine Ähnlich... oder man benutzt ähnlich, um etwas zu beschreiben was eine Vergleichbarkeit hat.
1741	B1: Vielleicht Aufbau?
1743	I: Ähnlich zu wem?
1744	B2: Ähnlich zu dem gegenüberstehenden, was man vergleicht.
1745	I: Mach mal ein Beispiel.
1746	B2: Zwei Menschen sind ähnlich zueinander, wenn sie zum Beispiel die gleiche Haarfarbe, Augenfarbe und Hautfarbe haben und gleich groß sind.
1747	I: Zwei verschiedene Sachen, die ähnlich zueinander sind. Zum Beispiel zwei von diesem Romanesco?
1748	B2: Ja.
1750	I: Nehme ich mal einen weg, ist immer noch eine Struktur?
1751	B2: Ja, für sich.
1752	I: Wozu ist der denn dann ähnlich?
1754	B1: Das hat eine Wiedererkennung, dass man... (unterbrochen).
1755	B2: Genau, das ist die in sich wiedererkennende Struktur. Der ist ja nicht nur einfach grün.
1757	B1: Ich würde deswegen das Wort Aufbau vielleicht mit reinwerfen.
1758	I: Kannst du das noch ein bisschen näher ausführen?
1759	B1: Wenn man das hinterfragt, dass irgendwo eine Wiedererkennung ist, von der ggf. Anordnung oder von einer Ähnlichkeit. Welches Wort hatte ich jetzt?
1760	I: Aufbau.
1761, 1763,	B1: Aufbau, ja richtig (lacht). Das ist ja bei diesem Gemüse ähnlich aufgebaut, also dass da halt schon Unterschiede sind, dass es unregelmäßig ist.

1765	Dass ja kein Huggel so aussieht wie der andere. Aber er ist trotzdem ähnlich aufgebaut. Dass die im Prinzip schon alle hervorstechen dadurch, dass es halt Huggel sind und solche kleinen Punkte noch hatten. Und dadurch sind sie ja schon ähnlich aufgebaut.
1766	B2: Ein vorkommendes Motiv wird wiederholt.
1767	I: Jetzt kommt sozusagen die schwierigste Aufgabe am Ende: Wie würdest du jemandem anderen erklären, was eine Strukturbildung ist? Oder wie würdet ihr eine Strukturbildung definieren?
1768	B2: In sich ist es ja eine ähnliche Anordnung auf verschiedenen Ebenen in Form, Material... also auch wieder in verschiedenen Ebenen zueinander ähnlich in sich und zu anderen.
1770	I: Stimmst du zu oder möchtest du noch etwas hinzufügen?
1771	B1: Ja, wie gesagt, dass es eine Wiedererkennung ja irgendwo ist, wenn man da...
1772	B2: Eine wiedererkennbare Ähnlichkeit.
1773	B1: Ja, das würde ich vielleicht noch mit reinbringen.
1774	I: Ich find das ganz interessant, dass ihr von Wiedererkennung spricht, weil das enthebt das ja so ein bisschen dem Objekt selbst, sondern da ist auch derjenige wichtig, der überhaupt erkennt.
1775, 1777	B1: Ja, deswegen. Das ist auch wieder so ein bisschen so eine eigene Interpretationsgeschichte. Wie man das sehen möchte, wie sehr man es hinterfragen möchte, wie tief man da gehen möchte. Dass es deswegen auch da schwierig ist, eine Definition zu finden.
1778, 1780	I: Der letzte Abschnitt beschäftigt sich, wie auch bei den Strömungen, mit einer Entstehung. Ich würde gerne mehr darüber wissen wie es eigentlich zu diesen Strukturen kommt, die man da sieht. Vor allen Dingen interessiere ich mich bei den Wolken: Die Moleküle, die sich da bewegen, woher weiß denn das eine, dass es dableiben muss und dass am Ende die Struktur gebildet wird? Wie kommt es zu dieser Struktur? Was meint ihr? Wir würdet ihr euch das erklären?
1781, 1783	B1: Vielleicht hat das auch irgendwie was mit Luftdruck zu tun, in welcher Form die dann genau sind? Vielleicht auch mit der Anzahl oder Vielfalt. Ich könnt mir vorstellen, dass da auch Temperatur mit reinspielt, wie sehr sich eine Wolke ausdehnt oder entsteht. Oder auch mit Wind vielleicht.
1784	B2: Ja, das ist wieder Verbindung verschiedener Moleküle zueinander.
1785	I: Das heißt, der Wind fliegt gerade so wie diese Form oder wie?
1786	B2: Nein, der ist ein Umwelteinfluss.
1788	I: Aber wieso kommt es dann zu dieser Struktur, dass die Wolken solche Nocken bilden?
1789	B1: Ich glaube, jetzt hat da bestimmt noch der Zufall mit reingespielt. Ist das Bild überhaupt echt?

1790	I: Das Bild ist tatsächlich echt, ja.
1795	B2: Also ich weiß nicht, ob man sagen könnte, da befindet sich irgendwie ein Unterdruck oder so.
1796	B1: Vielleicht halt mit Temperatur, dass da irgendwie durch die Bäume oder so...
1798	I: Ja gut, aber die Bäume sind ja anders angeordnet.
1799	B1: Ja, deswegen das habe ich auch gerade...
1800	B2: Also es hängt auf jeden Fall irgendwie miteinander zusammen, aber man kann jetzt nicht sagen wie.
1801, 1803	I: Gehen wir mal von Bild 9 zu Bild 5 über. Das ist ja so ähnlich. Vielleicht kann man da ein bisschen besser anfangen, weil man Luft ja nicht sehen kann, das ist dann immer so ein bisschen schwierig. Hier hat man es ja mit Wasser zu tun gehabt. Warum sind hier so Sandanhäufungen und hier nicht? Warum liegen die so wie sie liegen? Warum ist das nicht einfach irgendwie alles glatt? Warum kommt es zu diesem Muster?
1804	B2: Ich würde nicht sagen, dass hat wieder mit der Dichte zu...
1805	B1: ...zu tun!
1806	B2: Aber auf jeden Fall hat es mit dem Aufbau dieses, in dem Moment, Sandes an der Position zu tun. Wenn der dicker ist, ist er schwerer zu verdrängen vom Wasser.
1808	B2: Vielleicht hat es irgendwo auch was mit der Geschwindigkeit des Wassers zu tun. Dass das Wasser, wenn es auf eine Sanderhöhung stößt, an Geschwindigkeit verliert und das dadurch vielleicht (unv.) ist.
1809	I: Und warum ergibt sich dann dieses Muster?
1811	B2: Es bahnt sich so seinen Weg. Und verdrängt den Sand, fräst sich da so durch. Und der verdrängte Sand muss ja irgendwo hin
1812	I: Aber warum in dieser Form?
1813	B2: Ja, der läuft ja nicht so, das Wasser läuft ja nicht so, sondern in die Richtung.
1814	B1: Ich glaub einfach dadurch, dass Wasser, flexibel oder beweglich ist, vielleicht wenn das Wasser schon eine bestimmte Richtung hat, wenn es jetzt fließt, prallt es vielleicht ein bisschen auf so Sand und weiter und formt das dadurch so, dass es halt... der Sand ist bestimmt schwerer als das Wasser, oder?
1815, 1817	I: Ja, viel dichter.
1818	B1: Ja, deswegen.
1819	I: Ok, ich kann mir das vorstellen: Da ist jetzt Sand...
1820	B2: Da ist ja ein Sand-Wasser-Gemisch.
1824,	I: Da kommt jetzt Wasser und da liegt Sand. Und was passiert? Versuch

1826	mal, möglichst kleinschrittig zu erzählen, was passiert.
1827, 1829, 1831, 1833	B1: Das Wasser würde auf den Sand treffen und ich würde fast behaupten, dass erstmal nicht so viel passiert. Es kommt drauf an, wie viel Wasser, mit Geschwindigkeit... vielleicht spielt da auch Temperatur wieder ein bisschen rein... ne, ich glaub eher nicht. Und wenn nur ein ganz bisschen Wasser darauf tritt, würde der Sand das Wasser ja sogar aufnehmen. Aber wenn man jetzt von einer größeren Menge Wasser ausgeht, also mehr als der Sand dann verformt sich der Sand ja da durch die Kraft bzw. Menge des Wassers. Einfach dadurch, dass Wasser mit einer bestimmten Geschwindigkeit darauf trifft.
1834, 1836	I: Und woher weiß der Sand denn, dass er sich immer so außen anhäufen muss, auf so kleinen Flächen? Wie kommt es dazu?
1835, 1837	B2: Das weiß er nicht. Zufall.
1838	I: Wie ist das denn hiermit? Ist das auch Zufall bei Bild 7?
1839	B1: Irgendwo ja schon.
1840	I: Aber warum? Hier sind die Wolken. Alle so ziemlich durcheinander und jetzt hat man einen bestimmten Bereich, wo sich diese Wirbel ausbilden. Also solche Strukturen hier. Warum? Was ist da los?
1842	B2: Kann man da vielleicht auch wieder sagen: heiß, kalt oder...
1845	B1: Da spielen verschiedene Umwelteinflüsse mit rein wieder, wie halt beispielsweise Temperatur oder Geschwindigkeit von...
1846	I: Und hier sind ja aber auch Einflüsse von Temperatur und Geschwindigkeit, warum wirken die sich da anders aus?
1847	B1: Aber die stehen nicht in so einem starken Kontrast vielleicht oder nicht so stark, intensiv.
1848	I: Aber damit es sich dreht, müsste ja sehr viel zusammenkommen, dass sich das dann genau in dieser Art und Weise bewegt oder nicht?
1849	B1: Das ist dann ein Zufall, dass es da einfach aufeinandertrifft so viel.
1850	I: Was trifft da aufeinander?
1851	B1: Diese starke Ballung von heiß und kalt oder warm und kalt.
1852	I: Ok, heiß und kalt kommt aufeinander. Und wie geht's dann weiter? Dann dreht sich das?
1853, 1855	B1: Kalte Luft ist schwerer als warme Luft bzw. warme Luft steigt nach oben. Und wenn man jetzt davon ausgeht, dass die aufeinandertreffen, dann vermischen die sich, weil die warme Luft ja trotzdem nach oben möchte und dadurch entsteht irgendwie dann Wind.
1856	I: Und was passiert beim Vermischen?
1857	B2: Da ist wieder ein Energieaustausch.
1858	B1: Ja, ich glaub nämlich auch, dass da wieder ein Energieaustausch ist.

1859	I: Und was passiert dann?
1860	B2: Es entsteht ja auch Reibung.
1861	B1: Entsteht nicht sogar neue Energie vielleicht?
1862	B2: Ja.
1863	B1: In Form von dem Wind dann vielleicht?
1864	I: Neue Energie?
1865	B1: Ne, aber...
1866	B2: ... bzw. erneuerte.
1867	I: Meinst du umgewandelte?
1868	B1: Ja. Das klingt besser.
1869	I: Von was in was?
1870	B2: Das ist die andere Frage.
1871	B1: von der heißen und der kalten Luft in die...
1872	B2: Vielleicht von Lageenergie in nicht-Lageenergie...
1873	B1: Lädt sich da auch irgendwas auf?
1874	I: Wie kommt es denn zu dieser Romanesco-Struktur im Bild 23?
1875	B2: Die brauchen ja irgendwie einen Bauplan, wie wir Menschen ja unsere DNA haben. Da ist das drin. Das ist einfach so.
1879	B1: Es ist im Laufe der Zeit so entstanden.
1880	I: Aber zum Beispiel in Bild 20: Da gibts ja keine DNA und trotzdem hat man hier eine Struktur.
1881, 1883	B2: Da bahnt sich wieder das Wasser. Das liegt wieder an der Dichte des Wassers mit dem Wasser-Schlick-Gemisch.
1884, 1886	I: Ich frag mich immer, wenn das Wasser jetzt kommt, dann würde ich denken, jetzt wird der gesamte Sand hier hingeschoben, denn überall fließt ja Wasser. Warum macht das diese Linien?
1887	B2: Weil es an manchen Stellen extremer verdrängt wird als an anderen.
1888	I: Und wieso? Ist das Wasser nicht überall gleich, das ankommt?
1889	B2: Ja, das ankommt schon, aber der Sand ist ja nicht überall gleich, der kann ja an einigen Stellen...
1890	B1: ...fester zusammengedrückt sein oder feinkörniger, grobkörniger als der andere. Das sind wahrscheinlich nur so minimale Unterschiede. Aber dadurch sind das halt die Unterschiede.
1892, 1894	I: Ihr habt gesagt, der Sand ist jetzt überall nicht gleich, obwohl das so aussieht, ist er überall nicht gleich.
1893,	B1: Sand sind ja kleine Steine. Wasser ist ja überall gleich aufgebaut mit

1895, 1897, 1899	den Molekülen, aber der Sand halt nicht. Sand sind ja ganz kleine Steine. Und nicht jeder Stein sieht aus wie der andere oder jedes Sandkorn. Mal sind sie halt auch fester, ich glaub es kommt drauf, wie viel. Man kennt das ja, wenn Sand nass ist, fühlt er sich ja anders als trockener Sand. Und dadurch, denk ich auch, wie viel Wasser Sand schon aufgenommen hat.
1900	B2: ... und selbst noch aufnehmen kann.
1901	B1: Ja, wie fest er ist, wie grob oder feinkörnig. Jedes einzelne Korn. Da ist ja auch wieder Zufall im Prinzip. Und davon hängt das dann ab, wie sich das Wasser darauf auswirkt oder wie diese Form entsteht.
1902	I: Und kann man das mal an dem Beispiel an dem Beispiel deutlich machen? Das Wasser fließt jetzt hier so lang. Warum fließt das hier so lang und schiebt nicht alles weg?
1903	B2: Weil der Sand an einigen Stellen einfach schon getrockneter war.
1904, 1905, 1906	B1: Vielleicht ist er hier auch fester, vielleicht sind zufällig hier ein paar mehr grobkörnige und ich glaube, wenn die grobkörnig sind, nehmen die auch halt anders Wasser auf als feinkörnige und das sind viele Gründe, die da zusammenspielen.
1910	I: Dann sind wir durch mit dem Interview. Oder möchtet ihr noch irgendetwas hinzufügen?
1911	B1: Nein.
1912	B2: Nein.

21.4 Redigierungen der zweiten Interviewreihe (B)

21.4.1 Interview E1B

- 3 I: Für unser heutiges Gespräch haben wir diese zwei Experimente vorbereitet, die führen wir dann nacheinander gemeinsam auch durch. Der Ablauf ist so, dass ich erst einmal erkläre, was genau aufgebaut ist, also was für Materialien wir dastehen haben, und dann musst du einmal sagen, was du erwartest bei diesem Experiment, was da passieren soll. Und dann sprechen wir auch kurz einmal, warum du glaubst, dass das so passiert. Also wieso du da zu dieser Erkenntnis kommst. Dann führen wir das gemeinsam durch und du sollst einmal beobachten und währenddessen berichten, was passiert. Zum Schluss sprechen wir dann einmal noch über das, was passiert ist. Also was du glaubst, was der Grund ist, dass das passiert ist. Ganz am Ende vergleichen wir die Erwartungen mit dem, was wirklich passiert ist einmal.
- 4 B: Ok.
- 5 I: Wenn wir das alles durchführen, kommt das noch mal *step* für *step*. Also zunächst beginnen wir hier mit diesem großen Kasten, der hier hinten steht. Das sind Kunststoffplatten außen und darin ist Leitungswasser. Diese Kunststoffplatten sind hier mit einer Paste zusammengeklebt, damit das nicht rauskommt, also die hat keine Wirkung auf irgendwas, ist einfach nur damit dieses Gestell hält und da kein Wasser durchläuft. Außen haben wir dann dieses Holz drum gebaut, damit das stabil ist und nicht irgendwie sich auseinander beult. Deswegen sind oben auch nochmal diese Holzplatten. Auf der rechten Seite haben wir so eine Aquariumheizung. Damit erhitzen wir das Wasser auf der einen Seite und auf der anderen Seite haben wir hier einen Becher stehen und da oben haben wir noch Eis drin in dieser Styroporbox. Hier haben wir Tinte und mit diesem Tintenbefüller, damit man das tropfenweise hineinfüllen kann.
Stell dir einmal folgenden Ablauf vor: Ich werde gleich auf der linken Seite in diesen Becher Eis einfüllen und diesen Becher dann auf der linken Seite positionieren. In der Umgebung werde ich auch noch ein bisschen Eis machen, damit das auf dieser Seite wirklich kühl ist. Nach kurzer Zeit werde ich dann einmal die Heizung auf der anderen Seite anstellen. Das heißt, wir haben auf der einen Seite Eis und auf der anderen Seite die Heizung. Dann werde ich nach kurzem Warten Tintentropfen an bestimmten Stellen eintropfen. Wenn ich jetzt die Tinte hier hinten bei der Heizung reintropfen werde, was denkst du, wird da passieren mit der Tinte? Oder was könntest du beobachten?
- 6 B: Der Tropfen wird sich vermischen mit dem Leitungswasser, also es wird kein Tropfen bleiben, sondern zerfließen.
- 7 I: In eine bestimmte Richtung zerfließen?
- 8, 11 B: Ja, von der Heizung weg.
- 11 I: Und wenn ich das jetzt auf der anderen Seite mache, also bei dem Eisbecher, wenn ich da einen Tintentropfen reinmachen werde?
- 12 B: Wird der relativ lange stabil bleiben und stabil zu sehen sein als Tropfen.
- 13 I: Okay, einmal da bleibt er sozusagen an seiner Position und auf der anderen Seite fließt er weg. Hast du irgendwie eine bestimmte Höhe im Sinne? Also wird die dann allgemein gerade wegfließen oder eher unten oder oben bei der Heizung?

14	B: Vermutlich in alle Richtungen.
15	I: Also auf einer Höhe da wird es auf jeden Fall wegfließen und bei dem Eis eher zentriert stehen bleiben.
16	B: Von der Heizung weg schon, aber nicht unbedingt jetzt in eine Richtung zur Oberfläche oder nur zum Grund, sondern in alle Richtungen.
17	I: Gibt es sonst noch irgendwas, was du sonst noch erwartest oder etwas, das dazwischen passiert oder ganz unabhängig von dem, was ich gesagt habe?
18	B: Wenn das Wasser auf der rechten Seite, wo die Heizung ist, warm genug ist, also wenn sich das ganze Bassin entsprechend irgendwann erwärmt, werden wir eine Dynamik, einen Fluss reinbekommen. Also eine Rotation vielleicht vom Wasser.
19	I: Ok, in welche Richtung die Rotation?
20	B: Also von der Heizung hinüber zum Kalten und dann wieder zur Heizung.
21	I: Dass dann von dem Kühlen das Kühle dann auch wieder hinüberfließt?
22	B: Das Kühle wird hinübergezogen durch das warme Wasser.
23	I: Ok, dass sozusagen oben irgendwie das Wasser dann das warme Wasser dann hinüberzieht und zum Beispiel dann unten das Kalte dann hinübergedrückt wird oder selbst fließt?
24	B: Ja (lachen), das ist eine gute Frage. Gedrückt wird, gezogen wird, gesogen... gesogen!
25	I: Also von der Heizung sozusagen angezogen?
26, 28	B: Ja, durch die Temperaturunterschiede. Mal sehen. Gibt es auch noch mittig einen Tropfen, sagtest du das auch noch?
29	I: Nein, wir machen einmal außen an beiden Dingen gleich einen Tropfen hin.
30	B: Nein, ok.
31	I: Könntest du mir dann einmal eben diesen Fluss, den du beschrieben hast, einmal aufzeichnen, wie du dir das dann vorstellst?
32	B: Machen wir da mal so die Heizung.
33	I: Ok, einmal so sozusagen die Richtung einmal rum.
34	B: Vermutlich ist es doch genau anders rum. Mal sehen.
37	I: Wie kommst du darauf, dass so etwas passieren wird?
38	B: Durch die Temperaturunterschiede in diesem Milieu, wird es zu einer Bewegung des Wassers kommen.
39	I: Kennst du denn irgendwelche Situationen, wo du das schon mal erlebt hast oder gesehen hast, dass du da so eine Vorstellung von hast?
40	B: Ich hab ja mal erzählt, dass ich auf Kreta war und dieser kalte Fluss ins Meer gemündet ist. Der Fluss selbst hatte eine starke Strömung als er ins Meer gemündet ist. Also, dass man jetzt nicht unbedingt sagen kann, das sind die

Temperaturunterschiede gewesen, sondern das war schon selbst die Strömung. Aber ich weiß aus dem Fernsehen, dass aus tieferen Meeresschichten oft eben Nahrung nach oben gefördert wird, wenn Temperaturunterschiede im Wasser herrschen. Wenn steil abfallende Klippen oder Felsen im Meer sind, wo dann entsprechend, wie so ein Fahrstuhl, das nährstoffreiche Wasser von unten nach oben befördert wird.

41 I: Deswegen hast du dann auch diese Zeichnung so gemacht.

42 B: Jetzt haben wir keine Klippen in dem Sinne, kein Gefälle drin, also nichts Mechanisches was stört, sondern einfach den Temperaturunterschied. Vermute ich mal, dass das so abgeht.

43 I: Denkst du, dass es dann auch immer so passieren wird?

44 B: Ja, also wenn das stimmt, was ich jetzt annehme, wird das physikalisch immer so passieren.

45, 47 I: Wir werden das dann einmal durchführen und du beobachtest genau. Ich mache jetzt einmal hier den Becher rein. Ich fülle jetzt erstmal in den Becher das Eis rein. Dass da gut was drin ist. Jetzt versuch ich das hier noch so drumherum zu geben, dass es auch wirklich kühl ist. So, also jetzt haben wir in dem Becher das Eis und ein bisschen drumherum. Dann machen wir einmal die Heizung an. Hier sollte es jetzt heiß werden, hier [Eisseite] ist es kühl. Wir können das jetzt einmal eben messen. Hier sind es jetzt 19,1 °C und hier 22,8 °C. Es wird auf jeden Fall wärmer. Du kannst jetzt schon beobachten, was du siehst.

48 B: Was du an Eis eingefüllt hast, ist jetzt schon geschmolzen [um den Becher]. Das ist die erste Erkenntnis.

49, 51 I: Jetzt fülle ich einmal mit der Pipette hier mal einen Wassertropfen ein. Du kannst einmal erzählen, was du jetzt siehst.

52 B: Der Tropfen befindet sich im oberen Drittel des Wasserbassins und fängt jetzt an zu zerfließen. Er wird also immer größer der Tropfen. Die Richtung des Tropfens ist jetzt ein bisschen zum rechten Rand.

55 I: Kannst sonst auch von oben hier gucken.

56 B: Da hast du recht. Das, was ich vermutet habe, tritt ein. Der Tropfen nimmt also Fahrt auf und die Farbe nimmt jetzt Fahrt auf in Richtung Eis. Erst ein wenig, und der große Tropfen bleibt noch in der Nähe der Heizung, aber die Richtung ist erkennbar.

57 I: Gucken wir jetzt einmal, wenn ich jetzt auf der anderen Seite was hineintropfe, was da passiert.

58 B: Der Tropfen ist drin, er sinkt, zerfällt auch, zerfließt auch, aber er sinkt insgesamt tiefer. Also wir haben jetzt schätzungsweise die Hälfte des Bassins erreicht und die Farbe ist immer noch stark konzentriert. Sie sinkt weiterhin. Der tiefste Punkt ist jetzt ungefähr ein Drittel vom Boden entfernt. Sie sinkt weiter, bleibt immer noch als Gebilde, als Tropfen.

59 I: Kannst du auch hier beschreiben, was direkt an dem Becher passiert?

60 B: Da ist ein richtiger Fluss zu sehen, also direkt an der Becherwand außen läuft Farbe direkt auf den Grund des Bassins und wandert dann rechtsseitig von mir

gesehen zur Heizung. Ja, sehr schön, sieht man ja wunderbar. Während der sonstige Tropfen noch in dem etwas kühleren Wasser als großer Tropfen, als großer Farbfleck zu erkennen ist, bewegt sich unten am Boden die Farbe weiter in Richtung Heizung. Es sieht wellenförmig aus, also in Halbkreisen, bedingt durch die Breite des Bassins. Aber auf jeden Fall wird es schneller, habe ich den Eindruck.

61 I: Dass es sich schneller bewegt?

62 B: Dass jetzt mehr Farbe zum Boden sinkt oder die Intensität der Farbe das ein bisschen antäuscht, dass es schneller geht. Aber nein, ich denke doch, dass es gegenüber dem Anfang etwas schneller geworden ist. Rechtsseitig bei der Heizung ist jetzt der Tropfen auf ein Drittel Höhe geblieben und wandert dann aber linksseitig zum Eis, mehr zur Oberfläche, kurz unterhalb der Oberfläche. Und links sinkt der Tropfen immer noch weiter ab wirklich an der Becherwand. Das ist wirklich frappierend, wie das geht.

Das wäre dann doch vielleicht dieses Phänomen mit der Steilwand. Das stimmt schon, das hab ich eben nicht so bedacht. Dass man sich diesen Becher als Felsformation vielleicht vorstellen könnte, was genau diesen Effekt dann auch im Meer hervorruft.

63 I: Wir können auch noch einmal die Temperatur messen. Ich messe 31 °C (piepen) und 25 °C.

64 B: Ok, ist nicht so ein großer Unterschied, aber doch ausreichend.

65 I: Wie würdest du das erklären, was da passiert ist?

66 B: Wahrscheinlich mit dem Fachbegriff Thermodynamik (lachen). Darüber weiß ich aber zu wenig. Die Temperaturunterschiede sind ausschlaggebend.

67 I: Warum fließt das so? Wir haben gesehen, wenn wir hier den Tropfen reinmachen, fließt es hier hinüber nach oben. Wenn wir hier den Tropfen reinmachen fällt der Tropfen ganz nach unten und fließt dann da unten hinüber.

68 B: Ich kann es jetzt nicht wissenschaftlich erklären, aber ich nehme an, es hängt auch mit der Dichte zusammen. Wir haben zwar Leitungswasser, das hat die Dichte von 1. Beim Temperaturunterschied müsste eigentlich auch die Dichte... Eis hat ja eine höhere Dichte als Wasser. Das müsste damit reinspielen, aber wie die konkreten Vorgänge jetzt sind, das weiß ich nicht.

69 I: Aber es ist schon sehr gut mit Dichte zu argumentieren. Also sagst du, dass kühleres Wasser eine höhere Dichte hat als wärmeres Wasser?

70 B: Ja.

71 I: Kennst du denn jetzt auch – also mit diesem Phänomen, was wir jetzt hier gesehen haben – Situationen, die du dann schonmal gesehen hast? Oder fallen dir jetzt noch andere auch ein?

72 B: Jetzt müsste ich passen, wüsste ich auch so nicht. Irgendwas (pusten) hier bei uns in Norddeutschland (lachen)...

73 I: Wir haben jetzt ja auch schon hier die Zeichnung. Die ist ja auf jeden Fall ähnlich zu dem, was jetzt hier gesehen haben, auch vom Verlauf. Du hast gesagt, unten ist das kühlere Wasser und oben das wärmere Wasser wegen des Dichteunterschieds. Gibt es noch eine andere Möglichkeit, den Verlauf oder so eine Dynamik in diesem Wasser herzustellen ohne jetzt die Heizung und das Eis zu nutzen?

- 74 B: Man könnte salzhaltigeres Wasser nehmen, also Süßwasser und Meerwasser zum Beispiel, und die aufeinandertreffen lassen. Dann können wir mit Sicherheit einen ähnlichen Effekt feststellen.
- 75 I: Wenn ich da jetzt nochmal Tropfen reinmache, würdest du erwarten, dass das dann nochmal so passiert oder würde sich was ändern?
- 76 B: Solange wir noch einen ausreichenden Eisvorrat haben, der die Umgebung dort beim Eisbecher kühlt, dann: ja! Die Heizung hat natürlich jetzt die besseren Karten, weil das Eis irgendwann nicht mehr vorhanden ist. Aber jetzt, denke ich, zu diesem Zeitpunkt funktioniert es noch. Wenn auch nicht mehr ganz so schnell, aber der Effekt ist noch da.
- 77 I: Die Heizung erhitzt das Wasser viel mehr, als das Eis das Wasser kühlt. Das ist halt das Problem bei diesem Experiment.
- 78 B: Aber wenn beides gleich konzipiert wäre, also mit Kühlaggregat und Heizung, dann würde das auf Dauer funktionieren.
- 81 I: Könntest du dann jetzt einmal deine Erwartungen und das, was du beobachtet hast, vergleichen?
- 82 B: Ja, also meine Erwartung war grob skizziert, wenn man das so sagen kann. Die Erwartung ist eingetreten, aber meine Erwartung war nicht ganz so detailliert. Wie ich es gesehen habe, hätte ich es mir jetzt nicht direkt so vorgestellt. Am besten fand ich diesen Effekt am Becherrand außen. Das war sehr eindrucksvoll. Das hätte ich jetzt so nicht erwartet. Man könnte sagen, dass das, was ich erwartet habe, eingetreten ist. Nur der Effekt durch das Sichtbarmachen durch die Tinte ist dann sehr eindrucksvoll.
- 83 I: Ok, gab es denn einen konkreten Unterschied zwischen dem, was du erwartet hast und dem, was du jetzt gesehen hast?
- 84 B: Nein, fand ich nicht.
- 87 I: Immer nur so kleine Abweichungen hier mit dem Tropfen hast du ja gesagt. Das geht allgemein erst hinüber und nachher hast du dann doch gesagt, es geht doch eher so eine...
- 88 B: Ich hab jetzt nicht vorausgesehen, dass die Tinte natürlich auch eine ganz andere Dichte hat als das Wasser und sie bleibt dadurch natürlich auch erstmal kompakter. Ich hatte angenommen, es würde schneller gehen, dass die Tinte zerfließt. Das ist schon richtig.
- 89 I: Wenn du jetzt einen Namen dafür finden müsstest, wie würde dieser Name für dieses Phänomen lauten?
- 90 B: Thermodynamik.
- 91 I: Im Allgemeinen dann?
- 92 B: Könnte man vielleicht sagen, mit Temperatur auf jeden Fall. Mehr fällt mir nicht ein.
- 93 I: Gut, dann sind wir auch mit dem Experiment schon fertig und dann kommen wir zu dem anderen.

94	B: Jetzt kommen wir zum Baggermatsch.
95	I: Genau, Baggermatsch (lachen). Ich erkläre mal wieder, was wir hier haben. Wir haben hier einfach eine normale Kunststoffschale. In dieser Schale ist ganz normaler Sand drin und der ist recht matschig, weil da Wasser drin ist. Hier sieht man das Wasser auch noch. Also: Wasser und Sand in einer Kunststoffschale. Stell dir folgenden Ablauf vor: Ich nehme die Schale gleich und schüttele sie ruckartig hin und her. Was denkst du, wirst du da beobachten können?
96	B: Ich erwarte bleibende Linien auf der Sandoberfläche.
97	I: Inwiefern bleibende Linien?
98	B: Durch die Bewegung der Schale, es geht ja hin und her in zwei Richtungen. Aber irgendwann hört die Bewegung auf und dann muss sich die Oberfläche entscheiden, in welcher Richtung sie liegen bleibt, denn es ist ja alles in Bewegung, zumindest die oberen Schichten vom Sand, denke ich. Somit entsteht ein charakteristisches oder ein uncharakteristisches Muster auf der Oberfläche des Sandes.
99	I: Wird das erst am Ende entstehen oder ist schon die ganze Zeit irgendwas erkennbar?
100	B: Das kann ich mir jetzt gar nicht so richtig vorstellen, weil die Schale eine kleine Oberfläche hat, ob das da jetzt auch funktionieren würde. Ich denke jetzt eben an den Strand, wo wir eine relativ weite, flach ansteigende Uferlinie haben mit Sand. Ich erwarte da doch eher im letzten Drittel die Wellen oder die Oberflächenveränderung.
101	I: Ok, und was glaubst du, passiert mit dem Wasser so?
102	B: Das Wasser wird gleichmäßig auf der Schale über der Sandoberfläche stehen.
103	I: Also Sand und dann darüber so ein kleiner Wasserfilm, der sich dann verteilt.
104	B: Ja, jetzt haben wir eine Schräge drin, bewusst oder unbewusst. Aber auf jeden Fall haben wir jetzt eben teilweise eine wasserfreie Oberfläche.
105	I: Ok, könntest du mir deine Erwartungen einmal wieder aufmalen?
106	B: Ja, das kann ich versuchen. Gleichmäßig soll das sein, diese Wellen. So, wenn das als ein Drittel vielleicht reicht in dem Bereich und hier halt eben eine ebene Fläche.
107, 109	I: Hier unten sind sie irgendwie eben und dann... also, wenn ich die jetzt so schüttele, dann soll dieses Muster entstehen.
110	B: Gut, dann zeichne ich das nochmal, dann würde es an der schmalen Seite einfach so vielleicht aussehen. Dann vielleicht ein bisschen mehr als ein Drittel, vielleicht ein Viertel oder so.
111	I: Gut ok, wie kommst du darauf, dass das so passieren wird?
112	B: Durch die Beobachtungen in der Natur, da sieht man, dass das Wasser eben diese Strukturen auf der Sandoberfläche macht. Ablaufendes Wasser zum Beispiel bei der Ebbe. Das ist es eigentlich. Aus der Beobachtung heraus würde ich das jetzt vermuten, dass das so ist.
113	I: Und wie kommst du darauf, dass nur dieses obere Viertel oder Drittel diese

	Strukturen aufweist und das untere glatt ist?
114	B: Weil ich glaube, dass du das nicht so gut gleichmäßig schütteln kannst, als wenn du das jetzt auf einen Schüttelapparat in unserem Labor legst, die eine gleichmäßige Schüttelfrequenz haben. Ich glaube, das bekommst du nicht so hin. Rein von der Mechanik jetzt her, vermute ich, dass das eher so passieren wird.
115	I: Ok, wird das auch immer, dass so eine Struktur dann zustande kommt?
116	B: Nein, es hängt von der Schüttelart ab jetzt oder eben wie das Wasser auf die Sandoberfläche trifft. Ich glaube, das ist die Abhängigkeit dazu, egal ob es Wind ist oder Wellenschlag. Das wird das Muster beeinträchtigen und auch die Weite des Musters in der Schale.
119, 121	I: Dann werden wir den Versuch jetzt einmal eben durchführen. Ich bitte dich, dass du dann einmal eben wieder beobachtest und einfach erzählst, was wir hier machen. Ich bewege jetzt die Schale einmal hin und her.
122	B: Ich sehe die Wellenbewegung. Ich sehe, das Wasser ist komplett im Sand eingesogen. Es ist, von mir aus gesehen rechts, immer noch mehr Wasser zu sehen. Der Sand ist feuchter als auf der anderen Seite. Aber die Strukturen gehen doch durch, sie sind doch durchgängig.
123	I: Also sie sind doch überall?
124	B: Nicht so ganz, wie ich es vermutet habe – also gleichmäßig wellenförmig – sondern ein bisschen unebener, unförmiger, aber auf jeden Fall auf der gesamten Oberfläche des Sandes.
125	I: Jetzt hör ich einmal auf und dann kannst du beschreiben, was da passiert.
126	B: Jetzt ist es so, dass auf der linken Seite mehr Sand zu sehen ist, eine höhere Sandoberfläche. Rechts liegt es unterhalb, da steht auch das Wasser auf der Sandoberfläche und wir haben ganz leichte Spuren auf der Fläche, wo das Wasser steht. Man kann es also erahnen, dass da Bewegung mal drin war. Aber auf dem anderen Viertel, oder die Hälfte, würde ich schon fast sagen, zeigt sich doch die Wellenstruktur.
127	I: Ja, weil da hier der Sand eben...
128	B: ... mehr angehäuft ist jetzt, genau.
129	I: Du kannst es sonst auch gerne selbst ausprobieren, wenn du möchtest.
130	B: Ok.
131	I: Muss man ein bisschen ruckartig schütteln.
132	B: Ja, das Wasser muss sich erst durchmischen.
133	I: Wenn du es ganz in die Hand nimmst, ist es noch ein bisschen einfacher. Dann kannst du ein bisschen stärker schütteln.
134	B: Ja, das stimmt. Ja aber auch hier (unv.) es ist immer nur auf einer Seite scheinbar.
135	I: Ja, das kommt immer drauf an, wie stark man es dann doch schüttelt.
136	B: Ok, gut.

137	I: Erkläre, was da jetzt passiert ist.
138	B: Da wirken meines Erachtens jetzt mechanische Kräfte auf die Sandoberfläche. Hervorgerufen durch das das menschliche Schütteln. Letztlich kommt es immer darauf an, dass die Sandoberfläche oder auch die Tiefe von dem Sand – man weiß ja nicht, ob es fünf Zentimeter sind in Wirklichkeit – in Bewegung gerät. Das ist der Hauptpunkt, warum wir dann solche Wellenstrukturen oder solche Gebilde sehen.
139	I: Könntest du auf das Wasser da drin noch ein bisschen genauer eingehen, was das Wasser da jetzt drin macht?
140	B: Das Wasser ist das Medium, was den Sand vor sich hertreibt. Am Meer habe ich ja immer nur eine bestimmte Richtung, wo also durch Wellenschlag oder durch Wind das Wasser dann den Sand zum Ufer hintreibt. Hier haben wir ja nun gegenläufige Kräfte, also einmal nach links und einmal nach rechts. Aber das Wasser ist das Medium, was den Sand eben bewegt. Also die Kraft bewegt das natürlich auch, aber das Wasser ist der Träger um die Kraft zu übertragen und weiterzuleiten, die wir da einwirken, sodass der Sand dann eben fortbewegt wird.
141	I: Kennst du noch andere Situationen, wo das ebenso passiert?
142	B: Mit Wasser oder direkt nur mit Sand oder?
143	I: Sowohl als auch.
144	B: Die Wanderdüne eventuell, was ich ja schonmal sagte. Das eben dort der Wind den Sand bewegt.
145	I: Könnte man dieses Phänomen mit dem Wind auch kriegen solche Strukturen und nicht nur mit Wasser?
146	B: Ja, nicht nur mit Wasser.
147, 149	I: Alles klar. Könntest du das dann noch einmal eben aufmalen, was jetzt so wirklich passiert ist mit deiner Erklärung? Also wie du dir das erklärst und was da jetzt passiert ist.
150	B: Nochmal wie es jetzt in Wirklichkeit war?
151	I: Genau und wie deine Erklärung dann dazu waren.
152	B: Die Erklärung aber erzählen?
153	I: Ja, hm (bejahend).
156	B: Ich zeichne jetzt nun mal die Schale und ich zeichne mit zwei Pfeilen die Richtung ein, die wir jetzt hatten.
157	I: Die Bewegungsrichtung.
158	B: Die Bewegungsrichtung, genau. Und ich zeichne jetzt mal zur Hälfte hin. Hier haben wir nachher die unterschiedlichen Strukturen gehabt und hier halt die – da hatte ich es ja auch so mit Strichen gezeichnet – die plane Seite. Ich vermute, dass sich durch die nicht ausgeglichene Schüttelfrequenz, die wir jetzt beide hatten, der Sand sich mehr oder weniger dann eben auf der einen Seite niederschlägt oder angehäuft wird. Wenn wir jetzt ein Gerät hätten, was eine konstante Schüttelfrequenz hat, würde das so nicht passieren.

159	I: Ist denn auf beiden Seiten gleichmäßig das Wasser verteilt?
160	B: Ne, ich denke nicht. Also ich denke da, wo das Wasser über dem Sand steht, haben wir auch den höheren Wasseranteil. Auf der linken Seite auch, also auch zwischen den Sandkörnern wird sich Wasser befinden, aber ich denke wir haben rechts, da wo wir eine Wassersäule haben... (unterbrochen)
161	I: Also da, wo die Ebene war, ist dann mehr Wasser gewesen und dadurch passiert das dann (überlappend).
162	B: Die plane Fläche... genau, mehr Wasser als auf der rechten Seite (überlappend).
163	I: Wenn wir das jetzt nochmal durchführen, würde das wieder so passieren?
164	B: Zum gleichen Ergebnis?
165	I: Hm (bejahend).
166	B: Ja. Vielleicht diesmal auf der rechten Seite, je nachdem, wie das liegt. Aber ich denke, dass die Wellenstruktur immer nicht in der gesamten Schale zu sehen sein wird.
167	I: Ok, dann vergleiche wieder deine Erwartungen mit dem, was du jetzt beobachtet hast.
168	B: Die Erwartung war, dass sich in einem Viertel der Schale die Wellenstruktur ausbildet. Das ist gut geschätzt gewesen, denn wir haben jetzt ungefähr die Hälfte gehabt von der Schale. Ich hatte erwartet, dass die Wellenstruktur gleichmäßiger ist. Das war jetzt nicht der Fall, aber es überrascht mich im Nachhinein nicht (lachen). Ich hatte halt nicht bedacht, dass wir natürlich nicht so gleichmäßig schütteln. Ich hab das zwar schon öfter angeführt, aber damit wird auch klar, dass, wenn ich nicht so gleichmäßig schüttele, kriege ich natürlich auch nicht die gleichmäßigen Wellen und dann solche Strukturen da raus. Aber ansonsten ist das eingetreten, was ich erwartet habe.
169	I: Ok, alles klar. Wenn du jetzt wieder einen Namen für dieses Phänomen finden müsstest, wie würde der lauten?
170	B: Gibt es Hydrodynamik? Wasser spielt in dem Falle ja eine große Rolle und vielleicht gibt es den Fachbegriff demnächst oder gibt ihn schon. Hydrodynamik (lachen) würde ich mal so sagen.
171	I: Ja ok, alles klar. Dann sind wir auch am Ende angelangt. Dann bedanke ich mich.
172	B: Gut, ok. Hat Spaß gemacht.

21.4.2 Interview E2B

- 3 I: Für unser heutiges Gespräch haben wir zwei Experimente aufgebaut, die führen wir nacheinander durch. Einmal zum Bereich Strömung und einmal zum Bereich Strukturen. Der Ablauf ist so, dass ich nacheinander eine Einleitung für diese Experimente gebe. Was für Materialien wir da drin haben, was das überhaupt ist für ein Versuch und worum es da geht. Du müsstest dann einmal eben deine Erwartungen zu diesem Versuch äußern. Also was du erwartest, was da passiert. Dann sprechen wir kurz warum du zu diesen Erwartungen kommst. Dann führen wir die Experimente zusammen durch. Du kannst beobachten und aussprechen, was du wahrnimmst, damit man das weiß, was in deinem Kopf gerade vorgeht, was du gerade fokussierst. Danach sprechen wir dann einmal darüber, was du wahrgenommen hast und wie du dir das erklärst. Zum Schluss machen wir dann einmal ein Resümee, dass wir deine Erwartungen mit dem, was du beobachtet hast, vergleichen. Alles klar?
- 4 B: Ja.
- 5 I: Dann fangen wir einmal an mit diesem Versuch. Das ist so ein Kunststoffkasten. Die Kunststoffplatten sind mit dieser Masse hier außen verklebt. Das ist ein Klebstoff, damit das hält, also das hat keine Auswirkungen. Das ist einfach nur, damit das Konstrukt stehen bleibt und das Wasser hier nicht herausfließt. Außen sind Holzplatten und oben auch noch einmal, damit das stabil ist.
Auf der rechten Seite, was da so eingesteckt ist in diesem Gestell, das ist eine Aquarienheizung. Die werden wir gleich auch anschließen. Die wird dann erhitzt durch Strom, wenn wir die anschließen. Hier haben wir einmal vorne einen Becher stehen. Der wird gleich in das Aquarium eingesteckt. In dieser Styroporbox haben wir oben einmal Eis drin. Das wird nämlich mit eingefüllt in diesen Becher. Und hier haben wir Tinte und so eine Pipette für die Tinte, um Tintentropfen reintropfen lassen zu könne.
Dann stell dir einmal folgenden Ablauf vor: Ich werde gleich auf der linken Seite in diesen Becher hier Eis einfüllen. Der Becher befindet sich hier drin. Den kann ich sonst auch gerne einmal da hineinstellen, dann siehst du das. Der muss so ein bisschen geknickt werden.
- 6 B: Hat das Wasser Raumtemperatur im Moment?
- 7 I: Ich weiß nicht, können wir gleich sonst nochmal gucken was für eine Temperatur das jetzt hat. In diesen Becher wird dann gleich Eis eingefüllt und außen um den Becher packe ich auch noch ein bisschen Eis, dass es auf der Seite wirklich kühl ist. Auf der anderen Seite haben wir dann die Heizung, die werden wir dann anschließen. Das heißt, dieses Wasser auf der Seite wird erhitzt. Dann warten wir eben einige Sekunden, damit das Wasser auch die Temperaturen annimmt und anschließend tropfe ich dann ein wenig Tinte an bestimmten Stellen hinein. Wenn ich jetzt Tinte auf der Seite der Heizung eintropfen werde, was denkst du, würde passieren?
- 8 B: Ich bin mir nicht sicher, ob die die Tintentropfen nach unten sacken, weil durch die Heizung sicherlich das Wasser in Bewegung ist. Weil durch die Wärme, die abgegeben wird, das Wasser in Bewegung ist. Wie genau das aussieht, wenn diese Tropfen da eintropfen, in welcher Form sich die Tropfen dann bewegen, weiß ich nicht. Aber sie werden nicht senkrecht hinuntergehen.
- 9 I: Ok, du denkst, dass da auf jeden Fall eine Bewegung stattfindet und dass sich die Tinte irgendwie bewegen wird.

10	B: Im Wasser bewegt, genau.
11	I: Was denkst du dann, wie das aussehen würde bei dem Eis? Also auf der Seite des Eises, wenn ich da einen Tropfen Tinte eintropfen werde.
14	B: Das kommt darauf an, ob auch an der Seite schon irgendwas in Bewegung ist. Denk ich aber, wahrscheinlich durch dieses (unv.) noch nicht. Wenn natürlich Eis obendrauf schwimmt, dann sind die Tropfen oben, bleiben die Tropfen obendrauf. Das Eis schwimmt ja in der Regel auf dem Wasser, wenn es Eiswürfel sind. Deshalb würden sich die Tropfen auf dem Eis halten.
15	I: Und wenn das Eis jetzt nicht da ist, also wenn das jetzt zum Beispiel einfach schon geschmolzen ist und jetzt kein Eis mehr außen ist, aber trotzdem kühles Wasser da ist?
16	B: Ich kann mir vorstellen, wenn da noch nichts in Bewegung ist, dann sacken die runter. Ich weiß es aber nicht genau.
17	I: Und woher könnte die Bewegung kommen?
18	B: Durch die Heizung an der anderen Seite, die haben wir ja schon angestellt.
19	I: Ok, also wenn halt eben auf der anderen Seite die Heizung an ist und das Wasser bewegt wird, drückt das sozusagen hinüber.
20	B: Schon hinüber, genau.
21	I: Ok, und dann würde es bei dem Eis auch in Bewegung kommen, aber nicht von allein, sondern von der Heizung?
22	B: Genau.
23	I: Könntest du mir dann einmal so ein Bild aufzeichnen, wie das dann für dich aussehen würde?
24	B: Also, das ist jetzt das Aquarium. Hier ist die Elektroheizung. Hier ist das Wasser, hier ist der Becher und dann habe ich einmal hier die Pipette. Dann würde die Tinte – je nachdem, wie das Wasser hier verteilt wird – sich hier...
25	I: ... gleichmäßig hinüberbewegen.
26, 28	B: Genau, ich weiß aber nicht in welchen Formen. Wenn wir hier eintropfen und das Eis ist schon geschmolzen, dann vermute ich, dass es hinuntertropft. Aber ich weiß nicht, ob Tinte schwerer ist als Wasser.
29	I: Ist in Ordnung, das sind erstmal deine Erwartungen, deine Vermutungen, was passieren könnte.
30	B: Ob die Tinte obendrauf schwimmt? Ich hab das noch nie probiert. Ich weiß es nicht.
31	I: Wie kommst du drauf, dass das so passieren könnte?
32	B: Das ist eine Intuition.
33	I: Hast du das auch noch nie irgendwo großartig gesehen? Kennst du keine vergleichbaren Situationen, wo du das mal gesehen hast?
34	B: Warum ist das denn direkt jetzt Tinte?

35, 37	I: Um das sichtbar zu machen. Das geht jetzt einfach nur darum, den Fluss von dem Wasser sichtbar zu machen. Also wie du das ja gesagt hattest, bewegt sich das Wasser, wenn ich die Heizung anhabe. Aber das siehst du dann natürlich nicht und deswegen machen wir das mit Tinte, um die Bewegung sichtbar zu machen.
38	B: Das heißt aber, dass die Tinte auf jeden Fall da hineinsackt und nicht oben auf der Oberfläche. Ob ich das schon mal irgendwo gesehen habe? Vielleicht wenn Öl in der Nordsee auf dem Wasser schwimmt. Dadurch sieht man ja nur die Strömung. Oder wenn ein Blatt auf das Wasser fällt und auf der Oberfläche schwimmt. Aber das ist nicht genau vergleichbar mit dieser Situation.
41	I: Glaubst du, dass das immer so ist, wie du das jetzt aufgezeichnet hast, dass das immer so passieren wird?
42	B: Das hängt von dem Stoff ab, der ins Wasser tropft. Von der Dichte, wie schwer er ist oder wie leicht er ist oder ob er flüssig ist oder ob fest usw.
43	I: Dann führen wir das jetzt einmal durch. Ich habe jetzt hier mein Eis und das fülle ich jetzt in den Becher hinein.
44	B: Ach so, das sind keine Eiswürfel, sondern gecrushtes Eis.
45, 47	I: Ja, aber es hat den gleichen Effekt. Das ist nur besser, dann passt da mehr rein. Das ist ein bisschen dichter, dann liegen die aneinander. Du kannst auch gleich schon anfangen zu erklären, was du siehst. Dann direkt immer beobachten und einfach immer erzählen.
48	B: Also was ich mache, beschreibe ich auch?
49, 51	I: Genau, oder was du siehst. Ich werde das gleich einmal eintröpfeln, damit du dann beobachten kannst in der Zeit. Wir haben jetzt hier das Eis drin. Das kannst du auch alles schon mal beobachten, was du da siehst und erzählen, wenn irgendwas passiert. Ich steck das jetzt hier mal an. Jetzt warten wir einmal eben kurz. Kannst du schon irgendwas beobachten?
52	B: Das gecrushte Eis schwimmt, wie erwartet, an der Wasseroberfläche.
53	I: Ich kann jetzt einmal auch die Temperaturen messen. Hier sind es 17,9 °C und hier 21,8 °C.
56	B: Das gecrushte Eis ist mittlerweile fast geschmolzen schon. Das hätte ich nicht erwartet, dass das so schnell geht. Ich bin davon ausgegangen, dass das noch...
57, 59, 61	I: ... mehr schwimmt, hm (bejahend). Jetzt sehen wir schon einmal, da ist schon kein Eis mehr. Und jetzt tropfe ich einmal hier auf der Seite der Heizung ein bisschen was hinein. beobachte einmal und beschreibe einfach.
62	B: Ein Tropfen sinkt wirklich nach unten, verzweigt sich allerdings im oberen Bereich. Das sieht aus wie Tentakeln von einer Qualle. Die treiben fast an der Wasseroberfläche in Richtung Pappbecher, aber nur ein ganz geringer Teil. Das andere ist eigentlich nur im Bereich der Heizung verteilt.
63	I: Was passiert hier an der Heizung? Siehst du das? Bewegt sich die restliche Tinte auch?
64	B: Oh ja! Da, genau, die bewegt sich und scheint irgendwie sich zu verflüchtigen, zu verdunsten.

65	I: Und wohin? Also wo geht das alles hin, in welche Richtung?
66, 68	B: Alles in Richtung Wasseroberfläche. Aber es hat sich doch nicht verflüchtigt, sondern alles hängt direkt unter der Wasseroberfläche und wandert in Richtung Pappbecher.
69	I: Dann pack ich einmal noch einen Tropfen hier auf der Seite hin. Und auch einmal wieder beschreiben, was da passiert.
70	B: Direkt vor dem Pappbecher, wo das Eis geschwommen ist, verteilt sich auch ein Tropfen in der Tiefe und der andere Rest verteilt sich oberhalb der Wasseroberfläche ungefähr bis zur Mitte des Pappbechers. Der untere Tropfen verzweigt sich jetzt nach oben und nach unten, allerdings gibt es mittlerweile einen Linksdrang unterhalb des Pappbechers. Nein, nicht nur links, sondern auch nach rechts unten und jetzt müssen wir mal abwarten, wie sich das weiterentwickelt. Die Tinte verteilt sich im unteren Bereich des Wassers, sackt langsam ab, aber geht nicht weiter als zur Mitte des Bechers interessanterweise. Und auch der obere Tropfen sackt langsam immer weiter nach unten, ganz viele kleine Verzweigungen.
71	I: Kannst du sonst noch eine Bewegung feststellen?
72	B: Ja, die Bewegung geht wieder in Richtung Heizung. Die Tinte strömt in Richtung Heizung und die Tinte von von der Heizung befindet sich immer noch unterhalb der Wasseroberfläche, ganz linear.
73	I: Und auf welcher Höhe bewegt sich jetzt was in welche Richtung?
74	B: Die Tinte an der Eisseite bewegt sich auf dem Wasserboden und über den Wasserboden in Richtung Heizung, so langsam und gemächlich.
75	I: Ich kann sonst hier auch nochmal wieder einen Tropfen eintropfen auf der Seite der Heizung, der ist nämlich schon fast wieder weg.
76	B: Aber die komplette Tinte auf der Eisseite bewegt sich so langsam, sammelt sich unterhalb des Pappbechers und bewegt sich in Richtung Heizung. Und der Tropfen, der gerade wieder vor der Heizung eingeträufelt wurde, bewegt sich unterhalb der Wasseroberfläche in Richtung Pappbecher.
77	I: Das heißt, der Tropfen, der auf der Seite des Eises eingetropft wurde, läuft unten lang und der auf der Heizung eingetropft wurde, läuft oberhalb lang.
78	B: Ja, aber interessanterweise läuft die Tinte, die dann irgendwann beim Pappbecher ankommt, nicht am Pappbecher hinunter und wieder zurück zur Heizung. Diese Bewegung scheint es nicht zu geben. Das ist noch der alte Tropfen, der vor dem Eis eingetröpfelt wurde und das hier ist der Rest des alten Tropfens. Ich hätte jetzt gedacht, vielleicht gibt es dann wirklich eine solche Rundum-Strömung, aber die scheint es nicht wirklich zu geben.
79	I: Warten wir nochmal ein bisschen ab. Ich glaube, hier ist schon eine Verbindung. Müssen wir gleich einmal eben gucken, man sieht das auch einfach nicht so gut. Auf der Seite der Heizung kommt jetzt der untere Tropfen an.
80	B: Genau und jetzt bin ich mal gespannt, ob der da auch hochsteigt wieder.
81, 83	I: Sieht man das? Hier kann man das jetzt oben am Becher sehen, hier kommt das Blaue an. Und was tut das hier auf der Seite des blauen Strahles?
84,	B: Das scheint doch direkt am Pappbecher hinunterzulaufen, sodass man jetzt

86	doch annehmen muss, dass es eine Art Kreislauf ist. Das war aber anfangs nicht so offensichtlich.
87	I: Wahrscheinlich, weil dann die Tinte schon wieder zerflossen ist. Deswegen habe ich dann nochmal lieber ein bisschen was hineingemacht, dann kann man das meistens ein bisschen besser sehen. Hier sieht man das auch so ein bisschen, dass das hier hochgeht. Meistens ist das hier auch ein bisschen hinter, dann sieht man das nicht so stark. Aber hier sieht man das jetzt, dass das dann auch wieder mit hochgeht. Könntest du mir das erklären, was da jetzt passiert ist oder wie es da wirklich zu kam?
88	B: Es ist so, dass die Heizung das Wasser erstmal in Bewegung setzt und zwar scheint das warme Wasser unterhalb der Wasseroberfläche zu laufen und an der anderen Seite ist es ja eiskalt. Da wird das warme Wasser dann kälter und dadurch schwerer wahrscheinlich und dann wird es am Wasserboden quasi weitergewirbelt oder weitergeströmt. Mir fällt nicht das richtige Wort ein.
92	I: Hast du jetzt irgendwie noch Ideen, wo du das schon mal gesehen haben könntest, in irgendwelchen Situationen?
93	B: In der Natur jetzt zum Beispiel?
94	I: Hm (bejahend), ja.
95	B: Im Laufe eines Jahres und je nachdem, wie Temperaturschwankungen sind, haben wir immer damit zu tun. In jedem See, in jedem Meer usw. wird Wasser erwärmt. Oder auch, wenn ich an Gewitter denke im Sommer: es gibt irgendwie diese Kreisläufe. Das Wasser verdunstet und es kommt zu einer Zirkulation usw.
96	I: Könntest du mir das auch wieder eben einmal aufmalen, was da passiert ist mir das dann einmal wieder daran erklären.
97	B: Ja, ich zeichne jetzt wieder das Aquarium, die Heizung, die Pipette – stark vereinfacht natürlich. Und jetzt tropft es erst hinunter und verteilt sich aber an der Wasseroberfläche, geht hier auch wieder hoch an der Heizung. Dann hier hinunter und hier tropft die Pipette hinein, sammelt sich hier unten und strömt dahin.
100	I: Wenn wir das jetzt noch mal so machen würden, würde das gleiche wieder so passieren?
101, 103	B: Je nachdem, wie warm die Heizung eingestellt ist und wie warm das Wasser schon ist. Also wie groß die Temperaturdifferenz ist, würde ich sagen.
104	I: Gibt es noch eine Möglichkeit, die Tinte ohne Eis und Heizung im Wasser zu bewegen?
105	B: Ja, da müssten wir Wind erzeugen wahrscheinlich, pusten.
108	I: Könntest du denn jetzt einmal deine Erwartungen mit dem, was du beobachtet hast, vergleichen und Unterschiede nennen?
109	B: Meine Erwartung war schon, dass an der Heizung sich die Tropfen in irgendeiner Form bewegen. Wie genau konnte ich nicht sagen. Mich hat gewundert, dass auch erst ein ganz schöner Teil hinuntergesackt ist, es dann wieder hochgestiegen ist und unter der Wasseroberfläche langgelaufen ist. Auf der anderen Seite habe ich gesagt, die Tropfen werden wahrscheinlich bis nach unten sacken. Das sind sie auch, da haben sie sich verteilt. Aber ich konnte

	nicht sagen, dass sie jetzt wie das Wasser dort in Bewegung sind und dass sie sich dann am Wasserboden in Richtung Heizung bewegen.
112	I: Ist dir sonst noch irgendwas Unerwartetes aufgefallen, was du gar nicht erwartet hast?
113	B: Es hat sich ja zum Kreislauf verbunden. Ich haeb mir das schon gedacht, dass es in irgendeiner Form eine Rundum-Strömung geben wird, aber mich hat verblüfft, dass es nicht so offensichtlich war, dass es dann weitergegangen ist.
114	I: Wenn du jetzt für dieses Phänomen einen Namen finden müsstest, wie würde dieser Name für dich lauten?
115	B: Das ist so eine Art Umwälzpumpe. Das ist ja keine Pumpe, aber irgendwie wird das Wasser umgewälzt und es gibt so eine Art Kreislaufströmung. Das sind jetzt Phantasieworte.
116	I: Kreislaufströmung ist doch schon mal ganz gut. Dann sind wir mit dem Versuch auch schon durch.
117	B: Für mich war es einfach schwierig, die unterschiedlichen Materialien und Dichten einzuschätzen. Das habe ich anfangs auch gesagt, dass ich nicht genau weiß, wie sich das verhält, weil ich mit Physik auch seit meiner Schulzeit nichts mehr zu tun hatte.
118	I: Dann kommen wir jetzt zum zweiten Versuch. Hier haben wir eine Kunststoffschale. Dort drin sind Wasser und Sand. Das stand hier schon ein bisschen, dementsprechend hat sich das Wasser ein bisschen oben abgesetzt. Stelle dir vor, ich würde jetzt gleich die Schale ruckartig hin- und herbewegen, von links nach rechts. Was denkst du, wirst du beobachten können?
119	B: Während du sie hin- und herbewegst?
120	I: Genau, oder auch danach. Also während der Bewegung und wenn ich sie dann wieder hinstelle, was denkst du, würde da passieren?
121	B: Die Struktur oder die Oberfläche wird sich verändern. Es wird irgendwelche Kuhlen und Höhepunkte, Hochpunkte geben. Wenn du sie wieder hinstellst, wird sich das nach kurzer Zeit wieder egalisieren. Das wird wieder in die Ausgangssituation zurückgehen, weil keine Bewegung mehr da ist.
122	I: Was genau wird mit dem Sand passieren?
123	B: Je nachdem, wie schnell du das hin- und herrüttelst.
124	I: Ich mache es schon ruckartig.
125	B: Der wird sich nach rechts und nach links verteilen, aber ich weiß nicht, wie dünnflüssig das wirklich ist.
126	I: Und was würde mit dem Wasser passieren? Also momentan haben wir das Wasser hier ja noch so ein bisschen auf der Oberfläche.
127	B: Ich glaube, dass der Sand sich mit dem Waser wieder so ein bisschen verbinden wird.
130	I: Gibt es sonst noch irgendwas, was du erwartest, was ich jetzt nicht direkt

	angesprochen habe?
131	B: Hm (verneinend).
132	I: Ok, alles klar. Könntest du mir einmal deine Erwartungen wieder aufzeichnen? Was du jetzt da erwartest, wie das nachher aussieht.
133	B: Nachher, nicht währenddessen?
134	I: Das kannst du machen, wie du möchtest. Auf jeden Fall was du erwartest, wie das aussehen wird. Also wenn du sagst, danach sieht man nicht viel, dann mache es währenddessen.
137	B: Ich denke, dass im Anschluss kein Wasser mehr auf der Oberfläche schwimmen wird, sondern das Wasser zwischen die Sandkörner dringt.
138	I: Du hattest vorhin noch gesagt, dass da irgendwie Strukturen entstehen.
139	B: So ein bisschen Strukturen, ja.
140	I: Das könntest du einmal aufmalen, wie das für dich aussehen würde.
141	B: Man assoziiert jetzt natürlich immer mit einem Strand an der Nordsee, wo das Wasser weggelaufen ist.
144	I: Sind diese Strukturen gleichmäßig oder ungleichmäßig?
145, 147	B: Ungleichmäßig. Und im Anschluss wird sich das aber – je nachdem, wie viel Wasser jetzt wirklich drin ist – wahrscheinlich wieder so...
148	I: So viel Wasser ist da nicht drin. Es ist so viel Wasser drin, dass der Sand gut feucht ist und dass es so ein bisschen überschwappt.
149, 151	B: Ich weiß nicht, inwiefern die Strukturen tatsächlich dann stehen bleiben oder sich im Laufe der Zeit, ich weiß nicht wie lange, wieder egalisieren. Müssen wir testen.
153	I: Das können wir gleich machen genau. Wie kommst du darauf, dass das so passieren wird?
154	B: Durch die Bewegung ist das Ganze im Fluss, sage ich mal. Da werden diese beiden Stoffe oder Materialien durchmischt. Und diese Bewegung könnte sich auch irgendwie abzeichnen, aber das hängt davon ab, wie trocken oder wie nass das Ganze ist.
155	I: Gibt es Situationen, in denen du das schon mal erlebt hast in so einer ähnlichen Form? Wo das ähnlich abgelaufen ist.
156	B: Ja, ich denke, das ist halt am Meer mit dem Wind und dem Wasser und dem Sand.
157	I: Ist das immer so? Wenn man so eine Bewegung hat, dass immer sowas entstehen würde?
158	B: Nein. Naja, an der Nordsee ist das dadurch, dass das immer erstmal in eine Richtung geht. Wir werden das jetzt hin- und herschütteln.
159	I: Was meinst du damit, dass es an der Nordsee nur in eine Richtung geht?
160	B: Das Wasser läuft erstmal einige Stunden in eine Richtung auf, dann läuft es

	nach. Dann ist Hochwasser und es läuft ja wieder in die andere Richtung. Aber nicht die ganze Zeit hin und her, sondern das ist über einen längeren Zeitraum in eine Richtung und über einen längeren Zeitraum in die andere Richtung.
163	I: Dann werden wir das einmal durchführen. Ich habe jetzt diese Schale und bewege die jetzt hin und her. Du kannst einmal beobachten, was du siehst.
164	B: Das Wasser hat sich jetzt eigentlich komplett verflüchtigt bzw. hat sich mit dem Sand verbunden wie eine Matschepampe. Und es wird scheinbar jetzt immer trockener, sodass sogar eine kleine Kugel hin- und herkugelt. Es gibt Strukturen wie so eine Lederhaut, einige tiefere... Es ist jetzt teilweise wirklich schon auseinandergerissen. Die Kugel hat sich verflüchtigt und jetzt gibt es wirklich diese Wellenstrukturen.
165	I: Ich lasse das jetzt einmal stehen.
166	B: Tatsächlich sind hier diese Hoch- und Tiefpunkte. Klitzekleine Priele, wenn ich mal mit der Nordsee vergleiche, entstehen. Da sammelt sich jetzt das Wasser wieder.
169	I: Was kannst du jetzt aussagen über den Stillstand danach?
170	B: Im Moment sind die Strukturen noch gut ablesbar, aber je länger wir warten, desto mehr wird sich das verflüchtigen. Man sieht ja, dass sich da was tut und dass das Ganze immer noch so ein bisschen in Bewegung ist und dass sich das im Laufe der Zeit vielleicht so ein bisschen angleicht.
171	I: Kannst das sonst auch gerne einmal ausprobieren, wenn du möchtest.
172	B: Das wird richtig bröckelig an einigen Stellen.
173	I: Du hast vorhin gesagt, das Wasser verbindet sich mit dem Sand. Und sobald es jetzt wieder stillsteht...
174, 176	B: ... fließt es. Also es wird keine Einheit. Es verschmilzt nicht mit dem Sand. Es ist wirklich so, dass das Wasser Wasser bleibt und anschließend wieder einen freien Lauf hat.
177	I: Aber währenddessen ist es schon irgendwie zusammen so.
178	B: Durch die Bewegung.
179	I: Dann erkläre einmal, wie das zustande kommt.
180	B: Durch die Bewegung ist das Wasser erstmal in Bewegung und die Sandkörner sind auch in Bewegung. Ich muss das nochmal ausprobieren.
181	I: Ja, gerne.
182	B: In der Zeit, in der es in Bewegung ist, sind die zwei irgendwie eine Einheit. Die Sandmoleküle...
183	I: Also, es ist nicht mehr nur Wasser und nur Sand, sondern...?
184	B: Genau, sobald die Bewegung nicht mehr da ist, wird es wieder getrennt in Wasser und Sand.
185	I: Also die Bewegung ist sozusagen der Hauptgrund, warum das so...
186	B: Scheint elementar zu sein, ansonsten würde es ja nicht funktionieren.

187	I: Sonst noch irgendwas, was dir dazu einfällt?
188	B: Ganz spannend sind diese Fließstrukturen, die dann zu erkennen sind. Aber woher das sonst kommen kann, weiß ich nicht. Die Bewegung muss ja in der Natur vom Wind und von der Erdrotation kommen, denke ich mal.
189	I: Du hast schon gesagt, das könnte man sonst auch mit Wind machen. Glaubst du, dass wenn wir jetzt einfach nur Sand hätten und Wind, ähnliche Strukturen zustande kommen?
190	B: Ja (lachen).
191	I: Hast du ein Beispiel?
192	B: An den Dünen sieht man da ja auch.
193	I: Ja genau, zum Beispiel. Da haben wir einfach nur die Kombi mit dem Wind und dem Sand und hier haben wir das mit dem Wasser und dem Sand. Ja genau, sehr schön. Wenn wir das jetzt nochmal durchführen würden, würde das dann wieder passieren, also wieder genauso?
194	B: Ja.
195	I: Was würde sich eventuell ein bisschen ändern?
196	B: Die Struktur der Oberfläche.
197	I: Also, dass die immer ein bisschen anders aussieht?
198	B: Das ist zufällig.
199	I: Könntest du dann einmal wieder deine Erwartung und das, was du jetzt beobachtet hast, vergleichen?
200	B: Ich hatte schon erwartet, dass es irgendwie eine Struktur gibt.
201	I: ... die unregelmäßig auch ist.
202	B: Genau, ich hätte nicht erwartet, dass sich das Wasser so schnell wieder löst vom Sand. Ich hätte gedacht, dass geht viel langsamer.
203	I: Und du hattest ja auch gesagt, dass es danach wahrscheinlich wieder eben ist und nicht so lange noch stehen bleibt.
204	B: Genau, aber das ist gar nicht der Fall.
205	I: So ein bisschen kann man das ja erkennen, dass die Strukturen rausfließen.
206	B: Jetzt schwimmen sie langsam, aber eben halt noch nicht.
207	I: Also hast du das nicht erwartet, dass das so in dem Sinne am Ende herauskommt?
208	B: Ja.
209	I: Ok, wenn du jetzt wieder einen Namen für dieses Phänomen finden müsstest, wie würde der lauten?
210	B: Strukturbildung durch Bewegung.

21.4.3 Interview E3B

3, 5, 13, 15, 17, 19, 21	<p>I: Für das heutige Interview haben wir einmal zwei Versuche vorbereitet. Einmal das hier mit dem Glaskasten und dieses hier vorne. Die beiden Versuche werden wir nacheinander durchführen und dann auch in Ruhe darüber sprechen.</p> <p>Der Ablauf ist hierbei so, dass ich zunächst immer eine Einleitung zu dem Versuch gebe, also erkläre, was für Materialien da sind. Dann erkläre ich dir einmal, wie der Versuch aussieht. Daraufhin sollst du erst einmal deine Erwartung zu diesem Versuch äußern, was passieren wird. Danach sollst du einmal kurz erklären, warum du diese Erwartung hast. Anschließend führen wir das dann gemeinsam durch, gucken uns das in Ruhe an. Während wir das durchführen, wäre das gut, wenn du alles, was du siehst oder was du beobachtest, auch aussprichst. Nach dem Durchführen des Versuches kommen wir dann wieder zu dem Erklären. Dass du dann einmal erklärst, warum das jetzt so passiert ist, wie es passiert ist. Und ganz am Ende machen wir ein Resümee, wo wir eben deine Erwartung mit dem, was wirklich passiert ist, vergleichen.</p> <p>Wir fangen einmal mit diesem Glaskasten an. Da haben wir solche Kunststoffscheiben außen. Die sind hier mit so einer Paste verklebt. Diese Paste macht nichts. Das ist einfach nur zum abdichten, damit das Wasser da nicht rausläuft. Außenrum ist Holz, damit das stabil bleibt. Oben sind auch diese zwei Holzdinge, damit die Scheiben stabil stehen und nicht irgendwie ausbeulen, einfach nur zur Stabilität sind die darin. Auf der rechten Seite haben wir eine Aquarienheizung. Die stecken wir dann gleich an. Die erhitzt dann das Wasser. Auf der linken Seite haben wir so einen Plastikbecher. Da fülle ich gleich Eis hinein. Dieses Eis ist in der Styroporbox noch drin. Und ich werde auch um den Eisbecher drumherum ein bisschen Eis einfüllen, damit das wirklich kühl da ist. Hier vorne haben wir einmal Tinte und so eine kleine Pipette, damit wir Tinte eintropfen können in das Gefäß. Ja?</p>
22	B: Ja, ok. Interessant.
23, 25	<p>I: Dann stelle dir folgenden Ablauf vor: Ich werde gleich auf der linken Seite das Eis einfüllen in den Becher und außen, sodass das kühl ist. Auf der anderen Seite werden wir dann die Heizung anschließen, dass es da erhitzt wird. Dann warten wir ein bisschen, damit das wirklich auch sich einpendelt. Dann werde ich einige Tropfen Tinte an bestimmten Stellen eintropfen. Wenn ich die Tinte jetzt an der Heizung oder in der Nähe der Heizung eintropfe, was denkst du, wird dann passieren?</p>
26	B: Die Tinte wird sich schon gleich verteilen.
27	I: Inwiefern verteilen, also in irgendeine Richtung?
28	B: Ja, in Querrichtung. Nicht nach unten sinken wahrscheinlich, sondern sich langsam nach unten bewegen.
29, 31	I: Langsam nach unten und dann auch irgendwie in eine andere Richtung oder nur so vermischen oder verschwimmen?
32	B: So vermischen, also jetzt nicht extrem nach rechts oder links, sondern sich mit dem Wasser gleich schon vermischen.
33	I: Wenn ich jetzt die Tinte auf der Seite des Eisbechers einfülle, wie würde sich die Tinte da verhalten?
34	B: Ist das Eis ist dann noch schon aufgelöst?

35	I: Im Wasser wird es wahrscheinlich schon aufgelöst sein dann, aber im Becher ist auf jeden Fall Eis. Also es wird da kühl sein.
36	B: Und du tröpfelst das davor rein?
37	I: Ja, der Becher wird dann ganz drin sein in dem Wasser. Also der hängt jetzt nur oben drüber, weil ich den jetzt noch nicht reingemacht habe.
40, 42	B: Ich vermute, dass die Tinte langsamer nach unten sinkt und sich mit dem Eis vermischt, wenn da noch Eisflocken schwimmen sollten.
43	I: Dann sozusagen auch das gleiche Phänomen wie auf der Seite: Dass sich das auch mit Wasser so generell vermischt oder eher an einer Position bleibt?
44	B: Wüsste ich jetzt nicht, wie ich das beschreiben soll. Ich könnte mir vorstellen, dass in die Eisflocken vielleicht die Tinte reingeht und sich da erstmal noch hält.
45	I: Gibt es sonst noch irgendwas, was du erwartest? Wo wir jetzt nicht direkt darüber gesprochen haben?
46	B: Nein, im Moment nicht.
47	I: Könntest du mir das dann einmal aufzeichnen, wie deine Erwartungen genau aussehen? Also, dass du den Kasten einmal aufzeichnest und dann einmal deine Erwartungen aufmalst.
50, 52	B: Das verwischt sich hier. Ich weiß ja nicht, wie viele Tropfen da rein... und hier würde ich das eher... das ist dann Eis hier. Und das färbt sich vielleicht dann blau.
53	I: Und wenn das jetzt nur ins Wasser fallen auf der Seite, also wenn das Eis weg wäre, wie würde es dann aussehen?
54	B: Dann würde es vielleicht langsam so nach unten sinken die blaue Farbe.
55	I: Ok, und dann auch unten bleiben?
56, 58	B: Nein, nicht unten bleiben. Das Wasser würde sich dann leicht blau färben hier. Keine Ahnung, bisschen Wischiwaschi.
59	I: Wie kommst du darauf, dass so etwas passieren wird?
60	B: Das ist jetzt reine Intuition. Ich weiß nicht genau, ob die Flüssigkeit der Tinte jetzt dichter ist als Wasser. Das ist jetzt reine Vermutung von mir ohne irgendeinen physikalischen Hintergedanken oder Wissen.
61	I: Gibt es denn irgendwie eine Situation, wo du sowas schon mal gesehen hast?
62	B: Jetzt gerade bewusst nicht.
63	I: Glaubst du, dass das immer so ist dann auch?
64, 66	B: Nö, ich lasse mich jetzt vom Gegenteil überzeugen wahrscheinlich. Ich bin schon ganz gespannt, was passiert, ob meine Vermutung richtig ist oder falsch (lacht).
67, 71	I: Du sollst einfach, wenn ich jetzt was mache, erzählen, was du wahrnimmst und beobachten und einfach das laut aussprechen. So, ich mache jetzt erstmal den Becher hier rein.
72	B: Der ist leichter.

73	I: Ja, gleich wenn da Eis drin ist, hält das ein bisschen besser. So, ich habe hier jetzt so Crusheis.
74	B: Machst du den ganz voll?
75, 79	I: Ja, bis oben hin. Dass es da auch schön kühl ist. Haben wir auch grad frisch geholt das Eis, also das ist wirklich kalt. So, ich mache jetzt hier noch ein bisschen außen was ran. Nicht viel, aber dass es halt gekühlt ist. So, also hier haben wir das auf jeden Fall kühl. Kannst du jetzt schon was sehen?
80	B: Nein, kann noch nichts sehen. Ich fühle auch nichts an der Plexiglasscheibe. Wahrscheinlich wenn man einen Finger reinhält, wird das vielleicht ein bisschen kühler sein da.
81, 83, 85	I: Gucken wir auch gleich mit dem Thermometer. Die Heizung ist jetzt an, die leuchtet jetzt hier. Also hier wird es jetzt warm, hier ist kalt. Kannst du was sehen bei den Eiswürfeln?
86	B: Die äußeren Eiswürfel am Becher, die sind schon geschmolzen. Wahrscheinlich aufgrund der Zimmertemperatur des Wassers.
87	I: Ja, so ich mache es jetzt einmal hier genau dran: 21,8 °C und hier 23,4 °C.
88	B: Soll das auf eine bestimmte Hitze erhöht werden da?
89, 91	I: Hier ist jetzt irgendwas mit 32 °C eingestellt, aber so hoch lassen wir das nicht kommen. Wir schalten die einfach ab, das erhitzt sich auch nicht so schnell.
92	B: Jetzt wird es spannend.
93	I: Dann mach ich es jetzt noch einmal (unv.) 14,8 °C.
94	B: Das hat aber geholfen.
95	I: Und 28,5 °C also ist es auf jeden Fall deutlich.
96	B: Fast 14 °C Unterschied. Kann man da was fühlen?
97	I: Meistens fühlt man es jetzt am Glas nicht direkt.
98	B: Nein, am Glas fühlt man nichts.
99	I: Ich tröpfele jetzt hier einmal an der Heizung einen Tropfen Tinte hinein und einmal beschreiben, was du siehst.
100, 102	B: Der Tropfen sinkt langsam nach rechts unten und er verteilt sich ein bisschen im Wasser oder auch an der Wasseroberfläche in Streifen. Der Tropfen sinkt fast gar nicht weiter, er bleibt so kleben. Die Streifen gehen auch noch weiter nach links hinüber an der Oberfläche. Also unten angekommen ist noch gar nichts. Man könnte meinen, das wird von der Heizung angezogen. Die blaue Farbe ist immer noch nicht unten. Ganz (langgezogen) ganz langsam ein Ministreifen. Es dauert und dauert und dauert. Jetzt kommt mal irgendwann unten was an. Und es schwimmt langsam (langgezogen), aber sehr langsam.
103	I: Wohin?
104	B: Das, was oben war, zieht zum kalten Wasser hinüber.
105, 107	I: Ich kann sonst auch nochmal einen neuen eintropfen. Einfach wieder erklären und beschreiben.

108	B: Ein Teil des Tropfens fällt nach unten runter und ein anderer Teil bleibt oben und zieht wieder in einer Art Streifen in Richtung Mitte.
109	I: Und was kannst du über den unteren Tropfen noch sagen?
110	B: Der hat sich wie eine Krake entwickelt. Sieht interessant aus.
111	I: Läuft die nur nach unten oder auch noch in eine andere Richtung?
112	B: Ein Teil wieder Richtung Heizung und ein Teil nach unten. Der Teil wird... als wenn er von der Heizung angezogen wird, langsam.
113	I: Also so richtig absinken tut es nicht, sondern...
114	B: Nein.
115	I: ... eher schon wieder Richtung Heizung.
116	B: Ja.
117	I: Und siehst du, was hier passiert?
118	B: Ja, unten sind kleine Punkte und die gehen zur Heizung hin und lösen sich dann auf.
119	I: Lösen die sich auf oder gehen die in eine bestimmte Richtung? Wenn man genau hinguckt.
120, 122	B: Die gehen dann nach oben weg. Interessant.
123	I: Die ziehen sozusagen nach oben, ne?
124	B: Die ziehen nach oben.
125	I: Jetzt hast du hier oben auch viel mehr Blau auf einmal wieder, ne? Weil jetzt wieder alles oben ist und es zieht dann hinüber.
126	B: Hm (bejahend).
127	I: Ok, dann tropfe ich einmal einen Tropfen auf die andere Seite. Einmal auch wieder beschreiben, was passiert.
128, 130	B: Der ganze Tropfen sinkt fast komplett in eins nach unten. Aber jetzt fängt er an, sich zu teilen. Hängt da auch wie ein Streifen nach unten und hat auch so komische Pinöpel, aber die fallen ganz, ganz langsam. Wie in so einer Fläche, fast am Becher klebend. Und auch diese Punkte oben gehen alle zum Becher hin. Also es verteilt sich nicht im länglichen Gefäß. Jetzt sinken die am Becher entlang am Boden. Vom Boden aus gehen die jetzt... sinken die in so ganz dünnen, kleinen Streifen nach unten.
131	I: Du kannst eben auch ein bisschen warten, dann sieht man das gleich ein bisschen besser. Kannst du jetzt noch was erkennen?
132, 134	B: Ja, jetzt bleibt die blaue Farbe sozusagen im unteren Bereich des Beckens, unter dem Eisbecher und verteilt sich jetzt am Boden des Gefäßes wie so ein Schlauch. Also nicht wie eben auf der warmen Seite an der Wasseroberfläche, sondern wir haben jetzt unten im Gefäß so einen Streifen.
135	I: Ok und in welche Richtung geht das?

136	B: Das geht jetzt wiederum in Richtung des warmen Wassers.
139	I: Alles klar, gut. Kannst du noch was über das Eis aussagen? Sieht man das ein bisschen? Ah, nicht so gut, ne?
140	B: Nein, aber aufgrund der Zimmertemperatur wird das jetzt nach und nach schmelzen.
141	I: Ja, hier fühlt man das leider nicht so stark.
142, 144	B: Das fühlt man nicht, nein. Kannst du nochmal messen?
145	I: Wir können ja nochmal hier messen: 28 °C und hier sind 33°C.
146	B: Also hat sich das doch erwärmt.
151	I: Könntest du dann einmal erklären, was da jetzt passiert ist?
152	B: Erklären ist schwierig. Das ist jetzt eine Vermutung, die ich abgebe. Irgendwie wird durch die Wärme auf der einen Seite eine Abstoßungsreaktion erzeugt, dass die Tinte zum kalten Wasser geht. Auf der anderen Seite strömt die Tinte dann, die verteilt sich die Farbe, geht vom Kalten ins Warme.
153	I: Fließt da nur die Tinte lang oder auch was anderes?
154	B: Sehen tut man nur die Tinte.
155	I: Ja, das ist klar. Deswegen haben wir das hineingemacht, um das sichtbar zu machen.
156, 158, 160	B: Aber du meinst jetzt, um auf das Thema Strömungen vielleicht zurückzukommen, es ist ja das Wasser, was sich da bewegt und nicht die Tinte.
161	I: Genau, wir haben die Tinte genommen, um das Phänomen sichtbar zu machen.
164	B: Das Ganze ist ein Phänomen, was im Wasser an Bewegung existiert, die man mit bloßem Auge nicht sehen könnte. Sehe ich das richtig?
165	I: Ja, genau. Wir haben oben dann das warme Wasser, also nicht nur die Tinte, die dann von oben da langfließt, sondern das warme Wasser und unten das kühle Wasser.
166	B: Ja.
167	I: Wie kommst du darauf, das so zu erklären?
168	B: Eine schwierige Frage. Du hast mir ja das Hilfsmittel „Tinte“ gegeben, wenn ich da nicht hätte, hätte ich das ja nicht sehen können. Dann hätte ich hier einfach ein Versuchsaufbau mit kaltem und warmem Wasser fühlen können, aber nichts sehen.
169	I: Kennst du irgendwelche Situationen, wo du vielleicht sowas schon mal gefühlt hast oder irgendwelche Beispiele, was du vielleicht mal irgendwo gesehen hast, vielleicht auch im Fernsehen oder so?
170	B: So extrem nicht. Wenn Kinder jetzt irgendwie mal mit Tinte gespielt haben, sieht man, dass sich die Tinte im Wasser auflöst, aber nicht, dass so eine Bewegung ä entsteht. Weil man ja auch nicht kalt und warm dabei hatte.

171	I: Könntest du mir dann einmal nochmal aufmalen, wie das jetzt aussah, so wie du das jetzt erklären würdest.
172	B: Nochmal aufmalen?
173	I: Genau, also was jetzt passiert ist. Dass wir sozusagen oben einmal die Vermutung haben, darunter wie es passiert ist.
174	B: Ich mal jetzt und du weißt ja, was ich vielleicht damit meine. Ok?
175	I: Ok, wenn wir das jetzt noch einmal durchführen würden, würde das gleiche dann wieder passieren?
176	B: Ja, weil wir an dem Versuchsausbau jetzt nichts ändern würden, außer dass das Wasser jetzt nicht mehr so kalt wie eben mit den 14 °C am Anfang.
177	I: Gibt es noch andere Möglichkeiten, ohne jetzt diese Heizung und das Eis, die Tinte im Wasser zu bewegen? Könnten wir den Versuch noch irgendwie anders durchführen, dass wir die Tinte im Wasser so bewegen können?
178	B: Ohne jegliche anderen Hilfsmittel?
179	I: Es können andere sein. Nur ohne das Eis und die Heizung. Das muss jetzt auch nicht unbedingt in dem Gefäß sein, kann auch woanders drin sein.
180	B: Wir könnten ja das Gefäß in die Hand nehmen und...
181	I: ...bewegen.
182, 184	B: Das Gefäß bewegen. Aber ob du dann das gleiche Phänomen sehen würdest, glaub ich nicht.
185	I: Ja, ok. Dann vergleiche einmal bitte deine Erwartung mit dem, was du jetzt beobachtet hast. Gibt es da Unterschiede und, wenn ja, welche oder irgendwo Gemeinsamkeiten auch?
186	B: Unterschiede gibt es in dem Sinne, dass ich mit meiner Vermutung falsch lag. Dass sich die Tinte in Richtung der Wasseroberfläche dann zum Eis bewegt und auf der kühlen Seite dann in Richtung des warmen Wassers bewegt, das habe ich überhaupt nicht vermutet.
187	I: Hm (bejahend).
188	B: Dass sich die Tinte irgendwo schon, aber das ist das einzige, was passend übereinstimmt.
189	I: Also was sozusagen die Bewegung angeht, hast du gar nicht erwartet, dass jetzt sowas passiert?
190	B: Nein, dass das so wie eine Magnetströmung hinüberzieht, das hätte ich jetzt nicht erwartet.
191	I: Hast du noch irgendwas nicht erwartet, was passiert ist?
192	B: Dass die Tinte so direkt bei der Eisseite so runtergelaufen ist und dann am Becherboden da ganz nach unten gesunken ist und dann erst am Behälterboden nach rechts hinüber zum warmen Wasser.
193	I: Wenn du jetzt einen Namen für dieses Phänomen finden müsstest, wie würde der lauten?

194 B: „Wasser in Bewegung" oder sowas wie „Kalt-warm-Unterschied“. Aber das ist ja keine Phänomenbezeichnung. Die „fast magnetische Wirkung von heiß und kalt im Wasser" oder "Strömungsbewegung im Wasser“.

195, I: Alles klar. Dann sind wir mit dem Versuch auch fertig und dann kommen wir
197, zu dem nächsten Versuch mit dieser Kunststoffschale, die hier vor uns steht. Da
199 drin sind Sand und Wasser. Also das ist schon so vermischelt worden, wirklich Matschepampe sozusagen. Es ist auf jeden Fall sehr feuchter Sand, sieht man ja auch hier so ein bisschen Wasser noch oben drauf.
Stell dir einmal folgenden Ablauf vor: Ich werde jetzt gleich die Schale nehmen und so hin- und herbewegen, ruckartig. Was denkst du, wird zu beobachten sein? Wenn ich die Schale in der Hand hab und so hin- und herbewege, ruckartig.

200 B: Das Oberflächenwasser, was man jetzt noch sehen kann, wirst du dadurch natürlich nach rechts und links bewegen und diese Sand-/Wassermischung wird sich auch bewegen, aber natürlich nicht so schnell wie das Wasser, was du da oben drauf hast.

201 I: Wird irgendwas Konkretes mit dem Sand passieren?

202 B: Ja, dass es dann auf der einen Seite mehr und auf der anderen Seite weniger ist.

203, I: Dass sich Hügel bilden oder dass dann hier immer mehr... je nachdem, in welche Richtung du da...
205

206 B: Hm (bejahend).

207 I: Das Wasser bleibt das oben so ein bisschen drauf? Also jetzt haben wir ja hier so ein bisschen das Wasser oben drauf.

208, B: Nein, du lockerst ja die oberste Schicht von dem Sand ein bisschen und du
210 vermischst jetzt sozusagen Sand und Wasser wieder mehr. Also, dass man jetzt so dieses milchige Wasser sieht, sieht man dann, je mehr du das bewegst, nicht mehr.

211, I: Könntest du mir das dann auch einmal wieder aufmalen, wie diese Schale dann
213 sozusagen aussehen wird? Du kannst von oben einmal, wenn man da reinguckt, wie das dann aussehen wird.

214, B: Wenn du einmal eine Bewegung in die Richtung machst, hast du hier ein bisschen mehr Sand-/Wassergemisch und hier weniger, und umgekehrt. Und alles eine Matschepampe, einheitlich. Ohne, dass da noch Wasser oben drauf schwimmt.

217 I: Wie kommst du darauf, das dann so zu erklären jetzt? Dass das so passiert. Wie kommst du drauf, dass das so passieren wird? Wie kommst du dazu?

218 B: Als erwachsene Person hat man Kinder und mit denen hat man schon oft mal im Sandkasten oder am Wasser gespielt und je mehr Wasser oder je mehr Sand, desto matschiger wird die Sand-/Wassermischung. Das erkläre ich hier aus meinen Erfahrungswerten.

219 I: Wie kommst du dann drauf, dass auf einer Seite so ein kleiner Hügel ist und auf der anderen das flach weiter hinuntergeht?

220 B: Weil du die Schale reell bewegst. Dass ist ja jetzt nicht fest mit dem Boden

	verankert. Du übst Kraft auf diesen Behälter aus.
221	I: Ok. Ja, alles klar. Gut, dann werden das jetzt einmal durchführen. Du kannst das auch sonst gleich einmal selbst machen. Du kannst wieder beobachten und dann währenddessen erklären, was du siehst, was dann passiert.
222, 224	B: Also [Name] schüttelt den Behälter und das Wasser verteilt sich mehr mit dem Sand und der Sand wird fester. Man könnte meinen, es ist ein Brei geworden und der Brei wirft falten; sowohl links und rechts und es entstehen sogar kleine Förmchen. Wie eine Masse dann sozusagen.
225	I: Und wenn ich das jetzt stehen lasse, was ist dann?
226	B: Dann setzt sich der Sand wieder ab und wird geschmeidiger, die Falten werden wahrscheinlich gleich weniger und das Wasser setzt sich oben wieder ab.
227	I: Kannst du das sonst auch gern mal eben ausprobieren. Ist ein bisschen anstrengend.
228, 230	B: So? (Lacht) lustig.
231	I: Genau, was entsteht da jetzt so konkret, also was kann man da erkennen?
232	B: Strukturen, Streifenmuster, aber immer unterschiedlich. Also jetzt nicht linear gezogen, sondern mal so, mal so.
233	I: Ok, erkläre einmal, was jetzt da passiert ist. Also wie ist es da jetzt zu gekommen?
234	B: Ich vermute, der Sand hat das Wasser aufgenommen durch die Bewegung. Wasser und Sand werden ein Gemisch. Und dadurch ist es dann eine Masse und dadurch setzt sich das Wasser nicht mehr ab.
235	I: Wann ist das so?
236	B: Durch Bewegung.
237	I: Und wenn man das jetzt wieder stehen lässt, also wenn keine Bewegung da ist?
238	B: Wenn das jetzt ruht, dann setzt sich das Schwere, also der Sand, ab. Und oben haben wir dann nur noch das Wasser, also ein dünner Film Wasser.
239	I: Ok, kennst du irgendwelche andere Situationen, wo du sowas schon mal gesehen hast? Auch mit solchen Mustern, die du da eben hattest.
240	B: Muster nicht, aber dass sich Flüssigkeiten irgendwo absetzen, wenn man irgendwas stehen lässt. Beim Kochen oder so, wo sich dann was absetzt, wenn man jetzt eine Suppe ansetzt, hat man oben Fett schwimmen und die Suppe an sich, als Flüssigkeit, bleibt unten im Topf. Also, dass man zwei verschiedene Stoffe in einem Behälter hat, dass sich irgendwas absetzt. Das Schwerere sinkt nach unten, also das schon. Aber nicht jetzt durch meine eigene Bewegung, würde mir jetzt nicht einfallen, dass sich dadurch was verändert.
241	I: Und durch die Natur? Hast du da irgendwelche Situationen, die du vielleicht damit assoziieren könntest? Vielleicht auch an der Küste?
242	B: Ja, ist mir schon klar, auf was du hinauswillst. Das habe ich jetzt extra erstmal nicht gesagt, weil das dieser Versuch hier widerspiegelt. Also, wenn jetzt Ebbe

	ist und der Strand ist trocken, weht mir der weg. Kommt jetzt Wasser, dann vermischt sich der Sand mit dem Wasser und der Sand wird schwerer und du hast schweres Watt dann da. Und das Wasser, wenn es abfließt, liegt es ja auch noch oberhalb des schweren Sandes. Und wenn es abfließt, hinterlässt es manchmal auch, wie wir das grade festgestellt haben, so Strukturen im Wasser.
243	I: Ok, könntest du mir dann einmal wieder aufmalen, wie das dann jetzt für dich aussah?
244	B: Also eine feste Masse und mit Strukturen drinnen.
245	I: Die aber unterschiedlich auch für dich sind, ne?
246	B: Ja.
247	I: Ja, ok. Alles klar. Wenn wir das jetzt noch einmal durchführen, würde dann genau das gleiche wieder passieren?
248	B: Das gleiche nicht. Die gleichen Strukturen werden nicht nochmal wieder entstehen, auf jeden Fall nicht.
249	I: Aber vom Konstrukt sonst her?
250	B: Vom Grundsatz her schon, ja.
251	I: Gibt es denn noch eine andere Möglichkeit, so eine Struktur im Sand zu erzeugen?
252	B: Also nur mit den Grundvoraussetzungen Wasser und Sand?
253	I: Muss auch gar nicht unbedingt mit Wasser sein, sondern Sand. Also einfach nur, dass solche Strukturen im Sand erkennbar sind.
254	B: Ja, wenn du an Wüste denkst, dann hast du ja trockenen Sand. Da bläst stundenlang der Wind drüber, dann hast du auch andere Formationen.
257	I: Könntest du einmal wieder deine Vermutung, mit dem, was du jetzt beobachtet hast, vergleichen?
258	B: Ja, bei meiner Vermutung habe ich überhaupt nicht darüber nachgedacht, dass irgendwelche Strukturen im Sand durch die Vermischung entstehen. Ich habe nur ganz einfach gedacht, wir bewegen den Sand hin und her. Zwar schon, dass sich das Wasser damit vermischt, aber dass halt dann rechts oder links, je nachdem, wie man das bewegt, ein Sandhügel entsteht. So hat sich das aber nicht dargestellt. Tatsächlich ist ein Gemisch entstanden aus Wasser und Sand und der hat mir dann unterschiedliche Strukturen oder Streifen oder kleine Kügelchen im Sand erzeugt.
259	I: Wenn du jetzt wieder einen Namen für dieses Phänomen finden müsstest, wie würde der für dich lauten?
260, 262	B: „Strukturen im Sand“, „Jeden Tag anders“, „durch Bewegung erzeugte Strukturen im Sand“.
263	I: Alles klar. Gut, dann bedank ich mich und wir sind nämlich auch schon am Ende.

21.4.4 Interview SIB

1	I: Wir haben jetzt zwei Experimente vorbereitet. Das ist einmal dieser Kasten und einmal das andere Experiment. Und wir machen so eine bestimmte Methode. Das heißt PEOE. Da werde ich dir erstmal erklären, was das ist und dann sollst du mir sagen, was du glaubst, was passieren wird. Dann beobachten wir das. Dann wird gesagt, was wir gesehen haben. Und dann werden wir einmal erklären, was so passiert ist. Wir fangen einfach mal mit dem ersten hier an. Das ist ein ganz normaler Kunststoffkasten. Wir haben hier so Holz, damit das ein bisschen verstärkt wird. Da drinnen ist ganz normales Leitungswasser, habe ich gerade eingefüllt. Hier ist eine ganz normale Aquarienheizung, die das an dieser Seite aufheizen wird. Und an dieser Seite werde ich gleich einen Pappbecher nehmen, Eiswürfel einfüllen und den werde ich hier reinstülpen, dass hier quasi gekühlt wird. Dann nehme ich Tinte und tropfe einmal einen Tropfen hier hinein und dann auch da hinein. Dann gucken wir, was damit passiert, wie sich das Wasser verhält. Jetzt frage ich dich, was du dir vorstellst, was wird passieren mit der Tinte, wenn die zum Beispiel rechts an der Heizung eingetropft wird.
2, 4	B: Wir haben verschiedene Wassertemperaturen. Das warme Wasser wird oben sein, das kalte Wasser wird sich unten ablagern. Wenn du von oben Tinte herintropfst, könnte mir vorstellen, dass die in der warmen Wasserschicht bleibt.
5	I: Was würde mit der Tinte links passieren?
6	B: Die sinkt nicht ab.
7	I: Und die rechts?
8, 10	B: Wo der Heizstab ist, wird sich das nicht so unterteilen in kalt und... das wird in diesem Bereich überall warm sein, weil der Heizstab da in der Nähe ist. Deswegen wird sich hier die Tinte verteilen. Aber hier in der Ecke wird kaltes Wasser sein und ich glaube, dass die Tinte da nicht hinkommt.
11	I: Hast du sonst noch irgendwas anderes, was eintreten könnte?
12	B: Wie hoch wirst du aufheizen?
13	I: Hm (überlegend) ich habe das jetzt auf 32 °C eingestellt.
14, 16	B: 32. Oh, das ist ja...
17	I: Im Prinzip hast du hier einen Wärmepol, da einen Kältepol und dann bleibt das nur ein paar Minuten an. Das ist nicht so, dass sich das Ganze aufheizt oder abkühlt.
18	B: Große Bewegung ist auch nicht drin. Die kalten und warmen Wasserschichten werden sich nicht vermischen.
21	I: Wie kommst du jetzt darauf, dass das passieren wird?
24	B: Weil ich mal im Fernsehbericht gehört habe, dass sich im Meer warme und kalte Wasserschichten nicht vermischen, sondern sich übereinander lagern. Man hat große Sorge, dass wenn das Eis am Nordpol abschmilzt, kalte Wasserschichten in die Nordsee reindrücken und den Golfstrom unterbrechen und wir ein anderes Klima bekommen. Also die vermengen sich nicht.
25, 27, 31	I: Gut, dann gucken wir einfach mal. So, den Becher habe ich eingeklemmt. Ich steck die Heizung ein. Hier heizt sich das sofort auf. Dann nehme ich mir hier

	ein bisschen Tinte und tropfe hier einfach hinein und hier genauso. Jetzt gucken wir mal, was passiert. Beschreibe schon mal, was du jetzt gerade so gesehen hast.
32	B: Im kalten Wasser löst es sich schneller auf als im warmen Wasser. Es verläuft sozusagen schneller als im warmen Wasser. Im warmen Wasser sinkt es ganz langsam, im kalten Wasser ist es schon fast unten angekommen.
33	I: Man sieht jetzt hier beim warmen Wasser eine Bewegung.
34	B: Es sinkt kaum noch ab.
35	I: Und wohin bewegt sich das? Das kannst du hier oben ganz gut sehen.
36, 38	B: Es steigt sogar etwas an, ganz etwas. Das warme Wasser geht nach oben und das kalte geht hier schon darunter her. Und das bleibt in der warmen Schicht. Da ist so ein Schleier zu sehen von dem kalten Wasser.
41,43, 45	I: Die Tinte, die hier rechts reingekippt habe, drückt scheinbar den Eiswürfel weg. Das warme Wasser lagert sich jetzt nach oben an und das kalte bleibt scheinbar unten.
46	B: Und was passiert mit dem kalten Wasser, wenn das hier wieder hinkommt?
47	I: Wird erwärmt und steigt hier wieder...
48, 50	B: ... steigt nach oben. Und drückt das hier so langsam hin.
51	I: Genau, wir können sonst noch einen Tropfen reinmachen und gucken ob es sich noch identisch verhält. Sieht man sogar schon, wie der oben schwimmt.
52, 54, 56, 58	B: Da fällt es jetzt runter. Hier ganz außen ist noch kaltes Wasser. Aber das war nur noch am äußersten Rand. Da fällt es runter.
61	I: Hier kann man es jetzt auch deutlicher sehen als vorhin noch.
62, 64	B: Ja, es bleibt in der warmen Wasserschicht und treibt so ganz langsam nach links. Und dies treibt jetzt ganz langsam in die Richtung zum Heizstab.
65	I: Und oben bewegt sich das nach links, genau.
66	B: Also es ist ein Kreislauf.
67	I: Ein Kreislauf, genau. Dann kommen wir jetzt weiter zur Erklärung. Erkläre mir was passiert ist und erkläre, wie das dazu gekommen ist.
68	B: Ich habe anfangs gesagt, dass sich die Wassertale, die warmen und kalten, nicht vermischen. Dadurch entsteht dieser Kreislauf. Das kalte Wasser ist unten, bewegt sich langsam in Richtung Heizstab. Wird dort aufgeheizt und dann treibt es nach oben. Und treibt somit im warmen Wasser die Tinte an der Oberfläche langsam in Richtung vom kalten Wasser. Dann sinkt es. Die Tinte im kalten Wasser sinkt noch relativ schnell ab, im warmen Wasser sinkt sie kaum ab.
69	I: Weißt du, warum das kalte Wasser sinkt? Oder warum die Tinte in dem kalten Wasser sinkt? Kannst du dir das erklären?
70	B: Das muss mit Dichte zu tun haben.
71, 73	I: Kannst du das ein bisschen genauer nochmal erläutern? Ist kaltes Wasser

	dichter oder weniger dicht?
74	B: Kaltes Wasser wird schwerer sein. Deswegen hält es sich unten auf. Warmes Wasser ist leichter und treibt nach oben.
75	I: Richtig, und wie kommt es dann zu dieser Kreisbewegung?
76	B: Das macht der Heizstab. Der das ankommende kalte Wasser aufwärmt und nach oben steigen lässt. Dann treibt das hierher.
77	I: Die Energie, die wir quasi hinzufügen, in Form von diesem Heizstab oder in Form von den Eiswürfeln, die das hier wieder abkühlen, bringen da die Bewegung rein, genau.
78	B: Ja, also der Temperaturunterschied.
79	I: Das ist doch schon eine sehr gute Erklärung. Du hast das im Prinzip so ähnlich erwartet. Du hattest ja gesagt, dass diese beiden Schichten sich nicht vermischen werden, sondern getrennt voneinander bleiben. Nur mit der Kreisbewegung hast du jetzt nicht gerechnet.
80	B: Mit Kreisbewegung habe ich so nicht gerechnet.
81, 83	I: Du hast den Golfstrom aber selbst schon genannt. Kannst du das damit mal vergleichen, den Golfstrom und das Phänomen hier?
84, 86	B: Der Golfstrom kommt ganz aus Nordamerika und treibt dann auf der Nordhalbkugel an Grönland vorbei in unsere Richtung. Warmes Wasser, der Golfstrom ist warmes Wasser.
87	I: Und was passiert mit dem gekühlten Wasser, wenn das hier ankommt und die Wärme abgegeben hat?
88	B: Es sinkt ab. Kaltes Wasser sinkt ab. Das warme Wasser des Golfstroms treibt ja auch an der Oberfläche und beeinflusst unser Klima.
89	I: Wo wären wir jetzt in diesem kleinen Modell? Könntest du uns hier quasi einteilen, wenn wir das hier als Golfstrom sehen würden?
90	B: Dann würd ich uns hier [zeigt] ansiedeln.
91	I: Genau, bei dem Eis.
92	B: Der warme Strom kommt zu uns und die kalten Wassermassen sind darunter.
93	I: Wenn du für dieses Phänomen jetzt einen Namen finden würdest, hättest du da eine Idee?
96, 98	B: Es ist eine Form von Zirkulation im großen Maßstab. Was anderes fällt mir dazu nicht ein, Zirkulation, Wasserzirkulation.
99, 101	I: Das zweite Experiment besteht nur aus dieser kleinen Schale. Da ist ganz normaler Sand drin, den wir mit Wasser ein bisschen angefeuchtet haben. Ich werde jetzt gleich diese Schale ruckartig hin- und herbewegen, relativ zügig. Du wirst beobachten, was damit passiert, ob sich da irgendwas herausbildet oder ob das glatt wird oder was weiß ich. Was wirst du erwarten?
102,	B: Eine glatte Oberfläche haben wir jetzt, nahezu glatt. Wenn du es ständig hin-

104	und herbewegt, müsste sich an der Oberflächenstruktur etwas ändern. Da könnten kleine Wellen entstehen, also so kleine Berge, eine Wellenform.
105	I: Was wird mit dem Wasser passieren?
106	B: Das Wasser wird sich nach unten hin ablagern. Wenn es zur Wellenform kommt, ist natürlich in der Spitze sozusagen weniger Wasser als unten.
109	I: Wie kommst du darauf, dass das zu Wellen kommt? Worauf basiert deine Vermutung?
110, 112	B: Das sieht man ja an der Küste. Im Wattenmeer hat man auch solche Formen, Wellenformen. Das Wattenmeer schüttelt ja keiner, sondern das kommt durch das Wasser, was ständig drüber fließt und wieder zurückfließt. Das bewegt den Sand hin und her. Und du machst jetzt die Bewegung dadurch, dass du die Schale schüttelst.
113	I: Dann würde ich sagen, machen wir es einfach mal. Man kann es jetzt so ein bisschen errahnen. Hier, wie du gesagt hast.
114, 116	B: Ja, da entstehen so kleine Furchen. Und man sieht beim Schüttelvorgang, dass das Wasser dann nach unten so ein bisschen weggeht.
117	I: Ja, das Wasser befindet sich jetzt hier unter dem Sand.
118	B: Zerklüftet, die glatte Oberfläche ist weg. In Vertiefungen sammelt sich das Wasser.
119	I: Du darfst das gern natürlich auch mal versuchen, wenn du das möchtest.
120, 122, 124	B: Na gut, da kommt ja nichts anderes bei rum. Wir haben gerade gesehen, dass das Wasser überall zu sehen war. Wenn wir jetzt schütteln, ist das Wasser an der Oberfläche und in den Vertiefungen nicht mehr so deutlich zu sehen. Wenn ich aufhöre, kommt das Wasser so ein bisschen wieder in den Vertiefungen zum Vorschein. Die Oberfläche erscheint dann nasser. Und wenn ich schüttele, erscheint die Oberfläche trockener. Weil dann ist das Wasser ganz unten in der Schale.
125	I: Kannst du mir erklären, wie es dazu kommt?
126	B: Natürlich durch die Bewegung, durch das hin- und herschütteln. Es findet an einigen Stellen eine Verdichtung statt. Wir haben ja gesehen, der schrumpft zusammen. Das drückt das Wasser raus. Wir haben gesehen, es drückt nach unten. Und dann fallen Furchen rein.
127	I: Kannst du dir erklären, warum es zu so Furchen... (unterbrochen).
128, 130	B: Wir haben gesehen, dass beim Schütteln, der ganze Sandkörper zusammengedrückt wurde. Das Wasser ging nach unten. Und dann schwimmt der Sand auf dem Wasser und wenn wir loslassen, dann geht es wieder auseinander und so bilden sich die Furchen. Der Sand geht wieder auseinander. Wir sehen ja jetzt, am Schalenrand haben wir wieder Sand und dann bilden sich die Furchen. Die Furchen sind ja tiefer, sind näher am Wasser und dadurch zeigt sich da das Wasser zuerst.
131	I: Wenn wir das Experiment morgen durchführen würden nochmal. Würde das nochmal so passieren oder ist das nur ein Zufallsexperiment?

132 B: Nein, das würde morgen genau so aussehen.

133 I: Gibt es noch andere Möglichkeiten, solche Strukturen im Sand zu erzeugen?

134, B: Ja, was ich vorhin gesagt hatte: wenn Wasser drüber fließt. An der Küste haben
136 wir den anderen Effekt, dass von oben die Bewegung durch Wellen entstehen.
Das verformt den Sand auch. Auch Wind kann den Sand verformen, treibt den
Sand letztendlich durch die Luft. Dadurch haben wir Dünen am Meer oder in der
Sahara.

137 I: Wenn du einen Namen dafür finden müsstest, was wäre das für einer? Hättest
du eine Idee?

140, B: Das ist auch eine Veränderung der Dichte. Wenn wir den Sand hin- und her-
144 schütteln, komprimiert sich das. Wenn wir wieder loslassen, läuft es wieder aus-
einander. Ist eine Art von Komprimierung. Änderung der Dichte.

145 I: Das wär's schon.

21.4.5 Interview S2B

1, 5	I: Wir haben heute zwei Experimente. Das ist einmal so eine grüne Schale. Und das hier, was ein bisschen aussieht wie ein Aquarium. Wir werden zwei Experimente machen, dabei gehen wir so vor, dass du mir einmal sagen musst was du vermutest, was passieren wird, nachdem ich dir erklärt hab, was ich mache. Dann erklärst du mir, warum du glaubst, dass es passieren wird. Dann gucken wir uns das an. Da beobachten wir das ein bisschen. Und danach erklären wir, was wirklich passiert ist und was sich zum Beispiel unterscheidet zu dem, was du vorher gedacht hast. Das erste Experiment ist das hier. Das haben wir einen Kunststoffkasten. Den haben wir selbst gebaut. Mit Holz ist der an der Seite verstärkt. Wir haben da eine Heizung drin. Und auf der anderen Seite werd ich gleich Eis hineintun. Da werde ich den Becher so über Kopf hineinstellen und hineindrücken. Ich werde hier oben noch so einen Eisklotz hinlegen. Dann haben wir auf dieser Seite etwas, das kühlt. Und hier etwas, das das Ganze erwärmt. Und dann werd ich hier mit der Tinte einen Tropfen reinmachen und da einen Tropfen reinmachen.
6	B: Also bei dem Kalten?
7, 9, 11	I: Einmal vor dem Kalten und einmal bei dem Warmen. Und dann gucken wir, was passiert. Was passiert, wenn ich hier jetzt den Tropfen reinmache? Hast du da eine Idee?
12	B: Ohne Eis?
13	I: Nein, mit Eis.
16	B: Es vermischt sich schlecht.
19	I: Hm (bejahend), vermischt sich schlecht. Was passiert denn dann? Trennt sich das irgendwie?
20	B: Ich würd sagen, es dreht sich. Es entsteht ein Wirbel.
21	I: Also ein Wirbel in der Mitte oder ein ganzer Kreis?
22	B: Ich würde sagen ein ganzer Kreis.
25	I: Das ist doch eine gute Vermutung. Und warum... (unterbrochen).
26	B: Durch diesen dicken Klotz.
27	I: Warum glaubst du das? Wie kommst du darauf, dass sich das dreht?
28	B: Also dass sich das dreht: Das ist ja dann schwerer als das, was hier drin ist.
29	I: Das kalte Wasser?
30, 32	B: Ja. Das eisige ist ja dann schwerer als nur dies Wasser.
33	I: Genau.
34	B: Und dadurch dreht sich das.
35	I: Und das warme Wasser, was ist das?
36	B: Das ist warm (lacht).

37	I: Ja, ist das denn leichter als das Wasser oder?
38	B: Wasser hat ja eigentlich die gleiche Dichte, aber ich weiß nicht, wie das dann ist, wenn das ein Eisklotz ist.
39	I: Der Eisklotz wird oben schwimmen.
40	B: Der wird oben schwimmen? Aha, dann ist er ja leichter als das Wasser.
41	I: Hm (bejahend).
42	B: Durch das Gefrorene. Hätt ich jetzt nicht gedacht. Ich hätte gedacht, der sinkt.
43	I: Eis schwimmt immer oben.
44	B: Guck mal, deswegen kann man auch Schlittschuh laufen.
45	I: Ja.
46	B: Ich würde sagen, es entsteht so ein schönes Mandala.
47	I: Ja, können wir ja mal gleich gucken. Woher weißt du sowas? Also hast du so- was schon mal irgendwie im Fernsehen gesehen oder?
48, 50	B: Wenn du am Tischen bist... aber da hab ich ja nicht warmes und kaltes Was- ser. Aber wenn du am Tischen bist, dann tunkst du ein und dann entsteht auch ein kleiner Wirbel.
51	I: Weißt du denn zum Beispiel, was mit warmem Wasser passiert, wenn ich jetzt zum Beispiel einfach Wasser erwärme? Bleibt das hier auf der Stelle oder würdest du sagen, das fällt nach unten oder nach oben oder...
52	B: Warmes Wasser muss doch eigentlich nach oben steigen.
53	I: Was würdest du dann im Gegenzug zu kaltem Wasser sagen.
54	B: Kaltes Wasser bleibt ja dann oben.
55	I: Nein.
56	B: Nein, Eis bleibt oben.
57	I: Genau.
58	B: Eis bleibt oben. Also ich würde sagen, das warme Wasser steigt nach oben.
59	I: Ok. Gut, dann spanne ich die nicht länger auf die Folter.
60	B: Ja, dann zeig mir das Experiment mal.
61	I: Genau. Ich kippe den Becher mal eben hier so rein.
66	B: Wie schnell heizt sich das auf?
67	I: Relativ flott, also das Ding wird relativ schnell warm. Und dann warten wir ganz kurz und dann mach ich da jetzt gleich eben zwei Tropfen rein an jeder Seite.
68	B: Ja, hier würde es oben bleiben, der blaue Tropfen.
69	I: Oben bleiben? Ich mach direkt daneben mal. Oh, jetzt bewegt er sich grade. Oben bleibt das nicht so ganz.
70,	B: Hah! Nein, das geht ganz nach unten. Da hätte ich jetzt gedacht, das bleibt oben.

72	Ich hätte gedacht, es ist andersherum. Das sackt und das bleibt oben. Und das geht schön langsam runter. Ich hätte gedacht, das zieht noch wohl weitere Kreise.
75	I: Was passiert mit der Tinte da? Kannst du sehen?
76	B: Die verflüssigt sich nicht so wie hier.
77	I: Was passiert denn mit der Tinte da. Kannst du das sehen? Die hier ganz unten. Wo fließt die hin?
78	B: Die fließt ins Warme. Also verbindet die sich dann mit dem Warmen?
79	I: Und das Warme wo fließt das jetzt hin? Jetzt kann man es sehen, jetzt wird die langsam ein bisschen... (unterbrochen).
80	B: Oben zum Kalten.
81	I: Genau.
82	B: Die hat sich komplett aufgelöst.
83	I: Im Prinzip ist das, was du vermutet hast, aber eingetreten, mit dem Kreis.
84	B: Also ich hätte jetzt gedacht, dass das... (unterbrochen).
85	I: Das ist immer ein bisschen doof. Die teilt sich auch da unten so wegen des Eises. Wegen des Bechers. Aber da sieht man das immer. Jetzt sieht man es hier auch gut, was mit dem Warmen da oben passiert.
88	B: Ja, interessant, dass sich das dann so sehr bewegt. Warm und kalt. Also extrem in so einem kleinen Behälter.
89	I: Was können wir jetzt also alles beobachten? Was passiert mit der Tinte links? Die ich beim Eis reingetan...
90	B: Die löst sich auf.
91	I: Und wohin bewegt die sich?
92	B: Nach unten, nach rechts.
93	I: Also erst nach unten und dann nach rechts zur Heizung.
94	B: Ja.
95	I: Und mit der Tinte bei der Heizung?
96, 98	B: Die verschwindet nach links zur Kälte hin. Das ist, als wenn der Eisklotz das magisch anzieht.
99	I: Genau.
102	B: Guck mal.
103	I: Mal gucken, was jetzt gleich passiert, wenn diese Tinte da beim Eisklotz ankommt. Was ist deine Vermutung? Das ist ja jetzt das warme Wasser eigentlich.
104	B: Dass es sich auch auflöst, genauso wie vorhin das hier unten.
105	I: Genau. Das müsste jetzt gleich abkühlen, müsste jetzt gleich soweit sein.
106	B: Geht an den Eisklotz ran.

107	I: Da sieht man es schon unten. Da fällt es runter.
108	B: Ja. Oh ja.
109	I: Und jetzt kann man schon sehr deutlich sehen, hier unten ist jetzt alles nur ein Blauton.
110	B: Ja.
111	I: Aber im Prinzip fällt das Wasser da runter, bewegt sich dann hier hin. Eigentlich müsste es hier dann wieder aufsteigen. Aber hier sieht man ja auch ganz klar, dass sich das oben einmal so langzieht.
112	B: Ich hätte jetzt eher gedacht, dass sich das mehr zusammenzieht.
113	I: Das heißt, du hättest gedacht, dass es hier so ungefähr ist?
114	B: Ja, dass es nicht zum Kalten hinübergeht.
115	I: Aber trotzdem war die Überlegung von dem Kreis eigentlich schon richtig.
116	B: Ja.
117	I: Jetzt musst du mir erklären, wie es dazu gekommen ist.
118	B: Ach [Name], ich bin kein Physiker.
119	I: Wie kannst du dir das erklären, was du beobachtet hast? Hast du sowas vielleicht in echt schon mal irgendwo anders gesehen?
120, 122, 124, 128	B: Ich denke mal mit dem Wetter hängt das auch zusammen. Luft steigt hoch, bildet sich oben zu Kristallen. Es kommt dann wieder runter, also ein Kreislauf. Wetterkreislauf dann über dem Meer. Und manchmal entstehen ja da Wirbel. Mit einem Wirbelwind über dem Meer würde ich das vergleichen. Aber interessant. Guck mal, wie lange sich das hält. Das hätte ich jetzt nicht gedacht. Dass das im Warmen so lange hält und es zieht trotzdem zum Kalten hin.
129	I: Ich denke, jetzt ist so ziemlich die Bewegung raus.
130, 132	B: Nein, ein bisschen ist noch. Ich habe eine Brille.
133	I: Ich auch. Aber wir haben jetzt hier kein Eis mehr drin. Das hat sich schon komplett aufgelöst. Jetzt haben wir im Prinzip nur noch die Heizung an.
134, 136	B: Dann verschwindet die Tinte ganz? Wenn das komplett warm ist? Naja, gut, Tinte löst sich ja sowieso irgendwann auf.
137, 139	I: Irgendwann wird sich das auflösen. Weil wir hier zwei Energiequellen drin haben, einmal Eis und einmal Wärme haben wir im Prinzip so einen Kreislauf. Wenn jetzt eine Seite wegfällt, dann wärmt sich das jetzt ja nur noch auf. Da wird ja nicht mehr viel passieren. Deswegen ziehe ich das mal raus. Wir haben eigentlich schon alles gesehen. Hast du noch eine andere Idee, wie man das mit der Tinte hinbekommen würde in Wasser? Dass man die Tinte da drin so bewegen kann?
140	B: Ja, wenn ich da selbst mit dem Finger [Zischgeräusch].
141,	I: Ja, selbst einen Kreislauf machen.
143	Name für das Phänomen? Du hattest grade schon ein paar Sachen gesagt. Was

	würdest du sagen, was würde am besten passen?
144	B: El Niño (lacht), nein quatsch. Einen Namen wüsste ich nicht. Komme ich jetzt so nicht drauf.
145	I: Du hast gerade eben noch Kreislauf gesagt, irgendwie so in die Richtung vielleicht?
146	B: Ach so, meinst du mit dem Wetterkreislauf?
149	I: Das ist doch so ein...
150	B: Ja, würde mir als erstes jetzt so einfallen.
151, 153, 155, 159, 161, 163	I: Ja, ist gut. Das war das erste Experiment. Hast du schon mal geschafft, bestanden! Das andere ist ein bisschen einfacher vom Aufbau her. Wir haben hier in dem Experiment eine ganz einfache Kunststoffschale. Da drin ist einfach ganz normaler Sand aus dem Baumarkt. Und ich hab diesen Sand jetzt mit Wasser feucht gemacht. Ich nehme die jetzt gleich in die Hand und ich wackele die dann schnell hin und her. Und du sollst mit jetzt sagen, was passieren wird.
164, 168	B: Das ist so wie am Strand, wenn Wellen kommen. So Schuppen... schuppig.
169	I: Diese Rippel?
170	B: Diese Rippel da, ja.
171, 173	I: Genau, gut. Wie kommst du darauf, dass das passiert? Kannst du mir das erklären, warum? Wie stellst du dir das vor?
174, 176	B: Wasser, Sand, Luft. Wenn das in Bewegung ist wie am Strand auch. Darf ich?
177	I: Ja, kannst du gerne machen.
178	B: Geht gar nicht. Nichts!
179	I: Ja, muss du noch ein bisschen länger.
180	B: Wird weniger, wenn die Luft raus ist?
181	I: Mensch, vorhin hat das so gut geklappt.
182	B: Ich hätte jetzt echt gesagt, da kommen so Wellen wie am Strand.
183, 185	I: Ja, das hatte ich auch gedacht. Da kannst du das 'n bisschen sehen, hier in der Mitte, so in den Ansätzen.
186	B: Ja.
187	I: Ah, doch jetzt.
188	B: So allmählich kommt es. Ja! So muss es sein.
189	I: Sieht doch ganz gut aus.
190, 192	B: Ja, so muss es sein. Und dann wahrscheinlich wie am Strand: weniger Wasser, ganz trocken.

193,	I: Genau. Also was können wir jetzt sagen, was haben wir beobachtet?
195	
196	B: Durch Bewegung verändert sich das.
197	I: Entsteht da so ein Muster.
198	B: Wellenmuster, ja.
199	I: Genau, so eine Struktur.
200	B: Ja.
201	I: Kannst du mir erklären, wie das passiert ist?
202	B: Ja, du hast geschüttelt.
203	I: Richtig.
204,	B: Das hättest du nicht, wenn kein Wasser drin wäre. Dann hättest du Berge viel-
208	leicht. Dadurch, dass das nass ist und sich der Sand mit Wasser vermischt hat...
209	I: Wir können ja nochmal eben ganz kurz gucken: Achte mal einmal darauf, was mit dem Wasser passiert.
210,	B: Hin und her. Das verschwindet.
212	
215	I: Und der Sand, der wirkt so ein bisschen trocken Und wenn ich das wieder los-
	lasse, wird der nass im Prinzip. Wo ist das Wasser? Was würdest du sagen?
216	B: Setzt sich ab.
217	I: Also unten.
218	B: Ja.
219	I: Genau. Und das andere ist oben. Dann lass ich es stehen.
220	B: Kommt das Wasser wieder.
223	I: Jetzt konnte man das sehr deutlich sehen. Kannst du dir das erklären, warum das Wasser irgendwie sich unten absetzt?
226,	B: Dann müsste Wasser ja schwerer sein als der Sand, wenn sich das absetzt. Das
230	ist immer eine Frage der Dichte. Dann muss ja Wasser schwerer sein als der Sand.
231	I: Ja, wenn das da unten durchfällt.
232	B: Oder?
233	I: Oder das Wasser ist vielleicht feiner?
234	B: Ja, das sowieso.
235	I: Ähnlich wie beim Sieben, dass man das dadurch siebt. Das könnte auch sein.
236	B: Ja, möglich.
237	I: Ich muss ja deine Erklärung haben. Die ist mir wichtig.
238	B: Meine Erklärung wäre: Wasser ist schwerer als der Sand. Was ich mir fast nicht vorstellen kann, aber das muss man dann abwägen.

239	I: Wenn wir das jetzt nochmal so durchführen würden, würde das morgen wieder genauso passieren? Und hier auch bei dem ersten Experiment? Oder ist das Zufall, dass das so passiert ist?
240	B: Nein, das glaub ich nicht. Wenn warm und kalt aufeinandertrifft, verbindet sich das ja nicht gleich. Das dauert.
241	I: Und hier? Wenn wir das morgen auch nochmal so durchführen. Würde das... (unterbrochen).
242	B: Das wird wahrscheinlich genau so sein, ja.
243, 245	I: Gibt es noch andere Möglichkeiten, so eine Struktur im Sand zu erzeugen? Ir- gendwie so Strukturen im Sand reinzubekommen?
246	B: Durch Wind.
247	I: Zum Beispiel.
248	B: Regen, Wind...
249	I: Und du selbst?
250	B: Ja Gott, das ist ja dann was anderes. Kann ich natürlich auch. Ich kann mein Fuß auch reindrücken.
251, 253	I: Kannst auch mit deinem Zeh da so ein Muster reinmachen. Jetzt noch einmal eben das vergleichen, mit dem, was du vorher gesagt hattest.
254	B: Was hatte ich vorher gesagt?
255	I: Dass sowas genau passieren wird. Also hast du eigentlich sogar ziemlich recht gehabt, könnte man sagen.
256	B: Ich hab ja gleich gesagt, das werden Wellen.
257	I: Also hat das wohl ziemlich genau gepasst, mit dem was du vermutet hast.
258	B: Wenn man genug schüttelt.
259	I: Wenn man genug schüttelt. Dann hat dich ja eigentlich auch nichts überrascht, weil das ist nämlich, wie du erwartet hast. Auch hierfür noch einen Namen?
260	B: Da wüsste ich jetzt nicht. Für mich hat das auch was mit Wetter zu tun. Wasser, Sand... entsteht durch Wasserbewegung auch.
261, 263	I: Also eine Bewegung. Und dadurch entsteht dann so eine Struktur.
266	B: Letztendlich ist das auch eine Bewegung.
267, 269	I: Das hier meinst du? Das erste Experiment? Ja. Das ist im Prinzip die Bewegung von Wasser, ohne dass wir das beeinflusst haben. Hier haben wir selbst mit unserer Kraft quasi...
270, 272	B: Und mit Sand. Hattest du da ja nicht. Das ist nur Wasser gewesen.
273	I: Genau, das ist nur Wasser.
274	B: Ja.

275, I: Super, [Name]. Das war's schon.
277

21.4.6 Interview S3B

2, 4	I: Hier sind zwei Experimente. Einmal haben wir hier diese Schale. Das kommt gleich. Dann haben wir diesen Kasten. Einmal wirst du mir vorab sagen, wenn ich dir erklärt habe, wie das funktioniert, was da passieren wird. Dann erklärst du, warum das so passieren wird. Dann führen wir das zusammen durch. Dann gucken wir, was da wirklich passiert ist und ob das gepasst hat. Und dann erklären wir das später eben zusammen. Hier ist ein ganz normaler Kunststoffkasten, den haben wir ein bisschen mit Leim verklebt. Da drumherum ist Holz, um das zu stabilisieren. Da ist ganz normales Leitungswasser drin. Das hier rechts ist so eine Aquarieneheizung. Hier links kommt gleich Eis rein mit dem Becher. Den kann ich da so zwischenklemmen, damit das Eis da unten bleibt. Dann kommen hier links und rechts ein Tropfen Tinte hinein und da ein Tropfen Tinte. Jetzt sollst du mir sagen, was du glaubst, was da passiert. Hast du eine Idee?
5	B: Die Tinte bei dem Eiswasser, die geht langsam hinunter. Und hier geht die schneller hinunter, verteilt sich schneller.
6, 7	I: Ok, kannst du mir erklären, warum das so ist?
9	B: Denn das eiskalte Wasser hat nicht so eine Verdrängung, also gibt nicht so schnell ab. Und das warme Wasser, das leitet besser.
10	I: Kannst du mir das einmal noch aufmalen, wie das dann aussieht. Ich male dir mal den Kasten hier hin. Hier links ist die Heizung und hier ist gleich der Eisklotz.
11	B: Was soll ich denn jetzt aufmalen?
12	I: Wie die Tinte läuft, wenn der Tropfen da hineinfällt.
13	B: Bei dem Eiswasser geht sie gerade herunter. Bei dem warmen Wasser, da verteilt sie sich mehr.
18	I: Dann machen wir das gleich zusammen. Dann würde ich sagen, schmeißen wir jetzt mal Eis herein.
19	B: Versenkst du das mit dem Becher?
20	I: Ja.
21	B: Das ist dann natürlich wieder was anderes dann.
22	I: Ja, dann erzähl mal. Was glaubst du, was dann passiert? Wir drehen den Becher gleich um, sodass das Eis da unten drin ist. Damit das richtig schön abkühlt da links, weil das Eis sonst hochtreibt.
23	B: Schwimmt, ja.
24	I: Der Becher, der klemmt das ein. So, da ist jetzt Eis. Ich mache die Heizung jetzt an. Guck genau hin und dann gucken wir, was passiert. Du kannst nebenbei schon mal erklären, was du siehst, was passiert.
25	B: Die Tinte verläuft da besser. Die fällt auch gerade herunter. So wie ich das hier gezeigt habe. Und die verwirbelt. Die zieht sich von der Hitze weg.
26	I: Und das hier unten? Dass das jetzt hier hinüber läuft?
27	B: Das ist die Strömung jetzt von dem Eis. Das Kalte bleibt unten und das zieht jetzt langsam herüber und geht zu dem Wärmeren hin.

28	I: Und das hier oben? Warum läuft das hier rüber? Von warm nach kalt oben?
29	B: Das kann ich dir auch nicht sagen. Das weiß ich nicht, warum das so ist. Aber das ist ja im Prinzip genau, wie ich's gesagt hab. Hier geht's runter, ja?
30	I: Hm (bejahend).
31	B: Und da hat es 'ne Verwirbelung drin.
32	I: Ja.
33	B: Nech?!
34	I: Ich schmeiß jetzt nochmal 'n Tropfen rein, guck nochmal. Haben ja genug Tinte hier.
35	B: Ja, siehste, genau wie ich gesagt hab. Das geht runter.
36	I: Das geht runter, genau.
37	B: Und das verwirbelt.
38	I: Aber das verwirbelt das jetzt oder läuft das einfach nach links?
39	B: Ja, das geht von der Hitze weg, von der Wärme weg.
40	I: Zur Kälte hin?
41	B: Ja.
42	I: Und was machst das gleich, wenn das hier angekommen ist?
43	B: Geht runter.
44	I: Und dann?
45	B: Läuft's im Kreis.
46	I: Also so 'n Kreislauf?
47	B: Ja.
48	I: Aber jetzt sieht man das aber richtig gut, ne?
49	B: Ja, kalt zu warm.
50	I: Unten.
51	B: Und warm zu kalt.
52	I: Genau. Und jetzt gucken wir mal was passiert, wenn es hier drüben ist. Jetzt siehste hier, da fällt das jetzt langsam runter. Und hier unten schiebt sich das weiter nach rechts.
53	B: Hm (bejahend).
54	I: Kann man dann hier nicht mehr so gut sehen, aber was... also hier glaubst du dann, geht das einfach grade hoch.
55	B: Hm (bejahend).
56	I: Gut, ähm mit... wir haben ja jetzt schon eigentlich erklärt, was passiert ist. Wie (unv.) dass es dazu gekommen ist?

57	B: Ja, das entwickelt jetzt... kalt, warm entwickelt 'ne Strömung, 'n Kreislauf.
58	I: Wenn wir das jetzt nochmal so durchführen, ich sag mal: morgen. Wird das genau so passieren oder... was wird dann passieren?
59	B: Ja, wenn du das Gleiche machst wie jetzt auch immer, dann wird das Gleiche passieren.
60	I: Also ist das kein Zufall, dass das jetzt so gefloßen ist.
61	B: Ne, ne, ne.
62	I: Gut, ähm gibt's noch 'ne andere Möglichkeit, so Tinte genau so zu verteilen im Wasser? Oder erstmal Tinte im Wasser in Bewegung zu versetzen.
63	B: Ja, dann müsstest du äh äh das... 'n Kreislauf machen. Also müsstest du irgendwie 'ne Rotierung machen im Wasser.
64	I: Hm (bejahend), also mit 'ner Kraft, mechanisch.
65	B: Ja, ja, ja.
66	I: Ähm, und jetzt erk... vergleichen wir mal eben das, was wir gesehen haben, mit dem, was du aufgemalt hast. Würdest du sagen, es stimmt überein oder...
67	B: Ja, es stimmt insofern nicht überein, dass dieses jetzt nicht nur grade runterfällt, sondern dass es sich zur Wärme hinzieht unten. Insofern stimmt's nicht überein. Dieses hier... gut, das kann man nicht genau sagen, wie das genau funktioniert. Das ist ja so 'n bisschen durcheinander gewirbelt. Und äh aber das zieht sich dann zur Kälte hin oben.
68	I: Ja, und äh hast du damit jetzt... hat dich das überrascht? Was hat dich überrascht und...
69	B: Naja, im Prinzip hab ich das ja wohl so ungefähr dargelegt. Aber äh ich hab nicht gewusst, dass das jetzt so 'n Kreislauf wird.
70	I: Und äh wenn du dafür 'n Namen finden müsstest für dieses Phänomen: hast du da 'ne Idee? Hättest du da 'ne Idee für?
71	B: Ne. Wüsste ich so nicht.
72	I: Du sagtest grad schon irgendwas mit Kreislauf. Vielleicht irgendwie in die Richtung?
73	B: Ja, ja, von warm zu kalt. Und von kalt zu warm.
74	I: Genau. Gut, überleg mal kurz. Vielleicht fällt dir ja 'ne gut... 'ne gute Sache ein. Wenn nicht, ist auch nicht schlimm. Ne, gut, dann nicht. Ist ja nicht schlimm. Aber bewegt sich jetzt nicht mehr, steht still eigentlich.
75	B: Steht.
76	I: Ähm, das war schon das erste Experiment. Da sind wir schon mit fertig. Jetzt kommt das zweite. Dafür haben wir diese Kunststoffschale da. Da befindet sich ganz normaler Sand drin, den haben wir aus'm Baumarkt. Und äh ich hab da jetzt 'n bisschen Leitungswasser reingemacht, damit der Sand feucht. Damit er... damit er 'n bisschen... damit er nass ist. Ich kipp mal noch 'n bisschen Wasser ab. So, jetzt ähm werde ich die Schale gleich so in 'ne Hand halten, ohne den Löffel, und

	werde so links und rechts wackeln. So 'n bisschen flott hin und her so ruckartig. Und ähm... ja was wirs... was wirst du hier sehen können. Was erwartest du?
77	B: Dass ich äh... dass sich das glättet?
78	I: Dass es ganz flach wird?
79	B: Ja.
80	I: Gut. Ähm wird es noch irgendwas geben, was du erwartest? Dass sich das irgendwie zu einer Seite hinschiebt. Oder ganz... ganz platt...
81	B: Ne, ne, wenn du das gerade halten würdest, dann würde das unten... du schaukelst weiter. Da würde das plan gehen.
82	I: Ok, ähm ja, aufmalen brauchst du das nicht. Ich kann mir das wohl gut vorstellen, wie du das meinst, dass es ganz glatt wird. Wie glaub... wie kommst du darauf, dass das passiert?
83	B: Ja, durch die... diese Flüssigkeit bewegt sich der Sand und äh bildet dann eine... eine glatte Fläche.
84	I: Ich kipp immer noch 'n bisschen ab. Das trennt sich dann immer noch danach. Ähm, hast du schon irgendwie Situationen erlebt, wo sowas Ähnliches passiert ist? Dass du das... (unterbrochen).
85	B: Joa, sicher, kannst du ja sehen... am Meer kannst du das sehen. Dass das, wenn das Wasser kommt... dass das äh... der Sand ganz plan wird, nech?
86	I: Ok, und äh... ja, gut. Dann würd ich sagen, schmeißen wir (unv.).
87	B: Was?
88	I: Schmeißen wir's an. Kannst schon was erkennen?
89	B: Ja sicher, das Wasser verteilt sich nicht mehr. Ja, das ist genau so wie am Meer. Die einzelnen Priele, ne?
90	I: Aber das ist jetzt nicht... überhaupt nicht das, was du gesagt hast. Das ist ja gar nicht glatt geworden, sondern genau das Gegenteil
91	B: Ja, das liegt ja jetzt an dem... an dem Wasser. Dass nicht genug Wasser drin ist. Wenn jetzt mehr Wasser drin wäre, dann würde das... diese Priele nicht entstehen. Jetzt hast du ja diese kleinen Rillen hier. Und dadurch... das kommt ja daher, weil das Wasser sich nicht überall verteilen kann, sondern nur an diesen... diesen Öffnungen, an diesen Prielen. Daran geht das Wasser.
92	I: Du sagst, mit mehr Wasser wird das ganz platt.
93	B: Ja, wenn... mit mehr Wasser würd's platt gehen. Weil du dann ja die Flüssigkeit hin- und herschiebst.
94	I: Ja, ich schmeiß noch mal wieder 'n bisschen Flüssigkeit raus. Aber sieht eigentlich fast genau so aus wie die... diese Rippel am Sand, ne?
95	B: Ja, ja.
96	I: Hat ganz gut geklappt.
97	B: Ja, das sind die einzelnen Priele, wo das Wasser dann wieder sich sammelt und

	dann zurückläuft.
98	I: Wenn du willst, kannst du das auch gern nochmal versuchen.
99	B: Nö, ich seh das ja.
100	I: Gut. Ähm, mit dem Sand haben wir jetzt schon gesagt. Und das Wasser: was... was passiert damit?
101	B: Das verdichtet sich.
102	I: Das geht zu eine Stelle hin, meinst du?
103	B: Ja.
104	I: Ja. Ok, ähm, kannst du mir erklären, warum das so läuft? Weil das Wasser sich jetzt also in den Prielien sammelt, sagst du. Warum trennt sich das Wasser von dem Sand? Hast du da noch 'ne Idee zu?
105	B: Ja, da ist nicht genug Wasser drin.
106	I: Ja, aber warum läuft das Wasser zum Beispiel hier unten links hin, aber hier ist jetzt gar nichts mehr.
107	B: Weil hier am wenigsten ist, am wenigsten Sand ist.
108	I: Ok.
109	B: Ja?
110	I: Ja.
111	B: Dann läuft das Wasser diese Sachen so runter. Hier ist die tiefste Stelle.
112	I: Und ähm auch hier nochmal die Frage: Wenn wir das nochmal morgen genau so durchführen würden, würde das wieder so ähnlich passieren?
113	B: Ja.
114	I: Also auch kein Zufall, dass das jetzt...
115	B: Ne, ne, ne.
116	I: Ähm, jetzt sollen wir das nochmal eben vergleichen mit dem, was du vorhin gesagt hast. Dass das.... dass das plan wird. Ähm, gibt's da jetzt irgendwie... der... der Unterschied ist jetzt, dass du vorhin dachtest, dass da mehr Wasser drin ist?
117	B: Nein, nein. Es war... es ist ja die gleiche Menge. Ist ja die gleiche Menge. Bloß, es ist so, dass das Wasser jetzt sich nicht mehr so verteilen kann, wie's vorher war.
118	I: Ok.
119	B: Ja? Sondern es bildet einfache Priele, also diese... diese Falten und läuft dann ja wieder zur tiefsten Stelle hin und da ist überall weniger Wasser, nech? An diesen Erhebungen.
120	I: Genau, gut. Gibt's noch andere Möglichkeiten, so 'ne Struktur im Sand zu erzeugen?
121	B: (Unv.) indem du da mit äh Holzstab diese... diese Linien ziehst, aber das kriegst du nie so hin wie hier jetzt.

I ANHANG

122 I: Ja.

123 B: Nech?

124 I: Das sieht schon gut aus, ne?

125 B: Ja.

126 I: Ähm, wenn du 'n Namen hierfür finden müsstest: hast du hier 'ne Idee?

127 B: Nö.

128 I: Ok. hast du noch Fragen?

129 B: Nö.

130 I: Dann wär's das nämlich schon.

131 B: War's schon?

132 I: Das war's schon. Nicht so viel.

133 B: Wie nicht so viel?

134 I: Ja, war... (unterbrochen)

21.4.7 Interview J1B

- 3 I: Ich habe heute zwei Experimente mitgebracht. Einmal haben wir hier ein Experiment mit einem Wasserkasten. Damit werden wir auch anfangen. Du siehst hier so ein Holzgestell und Plexiglasscheiben. Das Holzgestell ist eigentlich nur dafür da, dass die Plexiglasscheiben nicht herausfallen, weil da Wasser drin ist. Da ist ganz normales Wasser drin. Hier haben wir eine Aquarienheizung. Und hier habe ich Eiswürfel mitgebracht. Was kannst du dir denn vorstellen, was passiert, wenn ich die Heizung gleich anmache, Eiswürfel reinpacke und dann Tinte ins Wasser tun würde?
- 4 B: Ich könnte mir vorstellen, dass durch kaltes und warmes Wasser da vielleicht eine Strömung oder ein Strudel entsteht. Weil das warme Wasser nach oben will und das kalte nach unten. Und durch die Tinte kann man das dann vielleicht erkennen, weil sich die Tinte dann festlagert beim warmen Wasser oder die Strömung dann erkennbar macht.
- 5 I: Glaubst du, es passiert noch mehr? Oder nur das?
- 6 B: Es könnte vielleicht Wasser verdampfen, denn durch Hitze verdampft Wasser.
- 7 I: Was hältst du denn davon, wenn du mir das einmal aufmalst, was du glaubst, was da passiert?
- 8, B: Dann ist das hier die Heizung.
10
- 11 I: Ja, der Heizstab.
- 12 B: Genau. Hier ist ja normale Raumtemperatur vom Wasser her. Denn wenn das Wasser erhitzt wird und Eiswürfel drin sind ist es ja kälter, also schmelzen die ja auch, weil es ja trotzdem erstmal kälteres Wasser heißt.
- 13 I: Ich würde die Eiswürfel auch ungefähr hier reintun. Also nicht direkt neben die Heizung, sondern hier auf die andere Seite.
- 14, B: Ok, ich mache das kalte Wasser mal so ein bisschen, dass es dann hier hingeht.
16 Und das warme Wasser mache ich mal so mit Kreisen. Ist dann hier und durch die Tinte sieht man halt dann vielleicht den Bereich, dass da dann ein Unterschied ist. Also, dass das Wasser sich bewegt auf jeden Fall.
- 17 I: Wie glaubst du, bewegt sich die Tinte.?
- 18, B: Halt entweder nach oben mit dem warmen Wasser oder nach unten mit dem
20 kalten Wasser. Und wenn sich das erhitzt, könnte es sein, dass da dann halt so ein Strudel entsteht, weil sich das Wasser dann hier aufwärmt, dann geht das nach oben, hier kühlt es sich wieder ab und geht zurück. Dass halt ein Kreislauf entsteht.
- 23 I: Gibt es vielleicht Situationen, wo du das her kennst? Hast du das schon mal irgendwo gesehen sowas?
- 24 B: Es gibt ja auf der Welt diese innertropische Konvergenzzone und da ist das quasi so, dass sich Luft erhitzt, Wasser aufsteigt, dann abkühlt, dann regnet es und dann sind es quasi so zwei Kreisläufe links und rechts immer dieser ITC.
- 25 I: Ok, glaubst du denn, dass es immer so ist, wenn wir das Experiment durchführen? Glaubst du, das wäre immer so, wie du gerade beschrieben hast?

26	B: Immer derselbe Ablauf?
27	I: Ja.
28	B: Ich glaube, es ist ähnlich, aber nicht immer derselbe. Denn Wasser erhitzt sich ja vielleicht unterschiedlich. Vielleicht dauert das manchmal länger oder dieser Strudel ist dann nicht so stark oder dieser Kreislauf.
29	I: Ok, hast du denn vielleicht auch irgendwelche Situationen, mit denen du das vergleichen kannst? Kannst du das vielleicht mit was anderem noch irgendwie vergleichen? Hast du das vielleicht so alltäglich schon mal gesehen?
30	B: Vielleicht wenn man in ein Getränk Eiswürfel reintut, dann schwimmen die erst oben und sinken ja auch, so wärmer es wird, nach unten und dann liegen die auch erst unten zum Teil. Aber eigentlich nicht so.
31, 33, 35	I: Jetzt haben wir die Heizung angeschaltet. Dann packen wir jetzt mal ein bisschen Eis rein. Dann kannst du schon mal näherkommen. Ich würde dich bitten, wenn ich gleich die Tinte reingepackt habe, mir deine Beobachtungen zu erzählen, was du dort siehst. Wir haben jetzt Eiswürfel reingepackt. Jetzt nehmen wir unser schönes Werkzeug hier und dann kommt jetzt Tinte rein. Einmal hier ein bisschen und einmal hier ein bisschen. Jetzt erzählst du mir mal, was du siehst.
36, 38	B: Man sieht auf jeden Fall schon mal direkt, dass da, wo die Eiswürfel liegen, die Tinte direkt nach unten geht. Da, wo der Heizstab ist, sinkt die Tinte nicht, also bleibt oben und fließt direkt zum kalten Wasser hin. Und jetzt sieht man, dass die Tinte quasi, wo sie beim kalten Wasser nach unten gesackt ist, jetzt am Boden entlang zum Heizstab geht. Und die Tinte, die beim Heizstab erst war, jetzt auch mit runter geht. Die ist recht schnell gewandert. Und man sieht eindeutig, dass da schon viel Bewegung drin ist im Wasser.
39	I: Was passiert beim Heizstab noch?
40, 42	B: Jetzt im Moment noch nicht so viel. Kann auch einfach sein, dass das jetzt so ein bisschen steigt, weil da jetzt schon viel Tinte ist und sich das verbreitet, es steigt vielleicht so ganz langsam hoch. Also jetzt kommt's gerade so ein bisschen zum...
43	I: ... Kalten.
44	B: ... beim Kalten, also unter den Eiswürfeln entsteht so ein kleiner Strudel, da geht erst Tinte runter, dann nach links und dann wieder nach oben quasi zurück in so einem Kreis.
45	I: Aber was du erstmal grundsätzlich festgestellt hast, ist, dass die Tinte vom Warmen nach oben zum Kalten fließt. Die kalte Tinte vom Kalten runtergeflossen ist und nach unten hin zum Warmen. Und das quasi hier ganz langsam die Tinte, die vom Kalten zum Warmen gestiegen ist, wieder hochgeht. Das hast du ungefähr erkannt, richtig?
46	B: Und was mir noch auffällt ist, dass ein Großteil der Tinte jetzt auch unten bleibt und nicht nach oben steigt.
47	I: Ja, also das bewegt sich da am Rand und verteilt sich nicht überall.
48	B: Ja.
49	I: Gut. Dann kannst du dich wieder setzen. Warum ist das passiert?

50, B: Ja, ich könnt mir halt vorstellen, dass das an den Wärmeunterschieden, also an
 52, den Temperaturunterschieden des Wassers liegt. Und da ja warmes Wasser nach
 54 oben steigt und kaltes nach unten, das ist wie bei Luft. Kalte Luft bleibt ja auch am
 Boden und warme steigt nach oben. Die Tinte kann das halt ganz gut veranschau-
 lichen.

55 I: Also im Prinzip passt das ja sehr gut zu deinen Erwartungen, was du beobachtet
 hast.

56 B: Jo.

57 I: Glaubst du denn, es gibt noch eine andere Möglichkeit, die Tinte so in Bewegung
 zu setzen ohne Heizung und Eis?

58 B: Die braucht ja irgendwie eine Energiequelle, dass sie sich bewegt oder? Also
 könnt ich mir vorstellen. Ein Stück Holz, wenn du das in stilles Wasser schmeißt,
 bewegt sich ja auch nicht, sondern bleibt erstmal einfach auf der Stelle.

59 I: Und was glaubst du, müsste man machen, damit sich das bewegt?

60 B: Ja, wie gesagt, halt Wärme...

61 I: Ohne Heizung und Eis!

62 B: Halt eine Kraft von außen. Im Wattenmeer zum Beispiel gibt es ja auch durch
 den Mond und die Erdanziehungskraft immer Ebbe und Flut. Vielleicht dadurch,
 dass dann halt eine außenstehende Kraft so wirkt, halt Erdanziehungskraft.

67 I: Wenn du dem Experiment einen Namen geben könntest, wie würdest du das
 nennen?

68 B: Wasserzirkulation bei einem Temperaturunterschied.

69 I: Gut, dann wären wir mit dem ersten schon mal fertig. Wie du bestimmt gedacht
 hast, war das ein Experiment zum Thema Strömungen. Schon mal eine interessante
 Angelegenheit.

71 I: Kommen wir zum nächsten. Ich hab hier im Prinzip nur eine ganz einfache Plas-
 tikschale, nichts Besonders. Da ist Sand drin und zusätzlich noch ein bisschen
 Wasser. Ich werde diese Schale nehmen und werde sie so hin- und herschütteln
 ganz doll und schnell. Was glaubst du, passiert dann?

72 B: Ich könnte mir vorstellen, dass der Sand sich vielleicht auf eine Seite verlagert.
 Oder auf jeden Fall auch eine Bewegung reinkommt, weil das Wasser vielleicht
 den Sand mitzieht, wenn du den bewegst.

73 I: Wie genau meinst du das? Meinst du, dass auf einer Seite der ganze Sand ist und
 auf der anderen Seite keiner mehr?

74 B: So nicht, aber vielleicht, dass auf einer Seite ein bisschen mehr Sand ist oder
 dass auf jeden Fall der Sand ausgetauscht wird. Sand wird abgetragen, an eine
 andere Stelle gebracht und von der anderen Stelle wird Sand auf die andere Stelle
 gebracht durch die Bewegung.

75 I: Kannst du das vielleicht aufmalen?

78, B: Ich mach das mal jetzt so im Querschnitt, wenn das hier die Schüssel ist. Bei

80	diesen Bewegungen wird dann quasi Sand von hier nach da transportiert durch das Wasser. Und Sand von hier nach da und dann immer so weiter.
81, 83	I: Das würde ja aber in der Summe bedeuten, dass sich nichts ändert. Der Sand wird zwar transportiert, aber es würde genauso aussehen wie jetzt. Hab ich dich richtig verstanden?
84	B: Ja, wenn du bei beiden nach links und rechts genau dieselbe Kraft aufwendest. Wenn du nach links zum Beispiel ein bisschen schneller ziehst, also mehr Kraft aufwendest, dann wird vielleicht mehr Sand von links nach rechts verschoben als von rechts nach links.
85	I: Wenn ich jetzt quasi mit deutlich mehr Kraft nach rechts als nach links rütteln würde, glaubst du, dass irgendwann auf der linken Seite doch kein Sand mehr wäre.
86, 88	B: Kein Sand nicht, aber auf jeden Fall weniger.
89	I: Ok, gut. Dann hab ich das verstanden, was du meinst. Dann lass uns das mal durchführen und du versuchst mal zu gucken, was da passiert und das entsprechend zu erklären. Was passiert da mit dem Sand?
90	B: Oh! Das Wasser ist einfach verschwunden.
91	I: Und was passiert mit dem Sand?
92, 94	B: Auf jeden Fall bewegt der sich viel und es entstehen so Spuren im Sand. Die kennt man auf jeden Fall vom Meer. Die Wellen daran.
95	I: Was siehst du noch?
96	B: Die Menge auf den Seiten verändern sich eigentlich nicht. Das ist nicht so, wie ich erwartet hab.
97	I: Ja, da kommen wir gleich noch zu. Erstmal nur die Beobachtung. Fällt dir noch was auf, was du sagen möchtest?
98	B: Also das Wasser ist halt auf jeden Fall viel mehr verteilt gewesen und es kommt jetzt wieder.
99	I: Also du hast gesehen, dass sich der Sand eigentlich nicht so, wie du dachtest, verschoben hat, sondern dass da Spuren waren, wie du das aus dem Meer kennst.
100	B: Ja.
101	I: Gut, das ist ja doch was anderes, als du erwartet hast.
102	B: Ja.
103	I: Was glaubst du denn, warum es so gewesen ist und nicht so, wie du das erwartet hast?
104	B: Ich könnte das jetzt halt vergleichen mit dem Meer, weil man das ja schon mal gesehen hat so. Und ich hab mir das davor nicht so vorgestellt. Aber sonst habe ich dafür eigentlich keine Begründung.
107	I: Du hättest also keine logische Erklärung. Du kennst das nur aus dem Meer?
108	B: Nur aus dem Meer.

- 109 I: Ok, glaubst du denn, es gibt auch noch eine andere Möglichkeit, den Sand so aussehen zu lassen, ohne dass ich das hin- und herrüttle?
- 110 B: Diese Spuren da drauf?
- 111 I: Ja.
- 112 B: Vielleicht durch weniger Wasser. Dass hier eigentlich kein Wasser drauf ist, aber dann halt trotzdem die Schüssel so in eine Richtung langsam bewegen, dass sich der Sand aber trotzdem noch bewegen kann. Das könnte eine Möglichkeit sein. Sonst hätte ich keine Ahnung, wie das noch gehen würde.
- 113 I: Ist dir sowas allgemein denn schon mal begegnet, wenn du das versuchst zu übertragen? Hast du das vielleicht schon mal außerhalb von Sand gesehen, dass sich etwas ganz speziell angeordnet hat?
- 114 B: Nicht in der Form? Sondern einfach speziell?
- 115 I: Irgendwas. Wir hatten ja vorher Wasserströmung. Da hast du ja auch von Winden gesprochen.
- 116 B: Also ich würd in eine ganz andere Richtung schweifen mit Eisenpulver und Magnetfeldern. Also wenn man ein Magnetfeld und halt das Eisenpulver hat, ist das auch eine spezielle Anordnung. Bei Sand und Wasser, hab ich das, glaub ich, so noch nicht gesehen, also außer am Strand.
- 117 I: Gut, also grundsätzlich fällt es dir schwer, eine logische Erklärung für zu finden?
- 118 B: Im Moment ja.
- 121 I: Ok, und wenn du dem Experiment auch einen Namen geben würdest, wie würdest du das nennen?
- 122 B: Also eigentlich so eine Abbildung der Sandbewegung. Sandspuren im Meer halt als Experiment, um die nachstellen zu können. Ein richtiger Name fällt mir dazu nicht, weil ich das halt selbst noch nicht so richtig erklären kann. Ich habe da halt gar nicht so an die Erklärung gedacht. Deshalb vielleicht sonst einfach: das Sandexperiment.
- 123 I: Das Sandexperiment.
- 124 B: Ja.
- 125 I: Ok. Ja, das ist doch immerhin schon mal etwas. Wir wären quasi durch. Dann bedanke ich mich bei dir und sage: Tschüss.

21.4.8 Interview J2B

4	I: Ich habe euch hier Experimente mitgebracht. Wir fangen natürlich erstmal mit diesem hier an. Hier seht ihr Plexiglasplatten, die sind hier zu einer Art kleinem Aquarium zusammengebaut. Hier haben wir noch so etwas, das kennt man vom Aquarium. Das ist eine Aquarienheizung. Wenn ich den Stecker in die Steckdose stecke, dann heizt die quasi das Wasser auf. Und dann hab ich hier noch Eiswürfel mitgebracht. Und dann hab ich hier noch Tinte mitgebracht. Ich möchte jetzt, dass ihr mir mal erzählt, was ihr glaubt, was passiert, wenn ich den Stecker reinstecke von der Heizung, und wenn ich dann Eiswürfel auf die andere Seite packe. Was glaubt ihr, was passiert mit der Tinte, wenn ich die beim warmen Wasser reinpacke und beim kalten?
5	B1: Oh Gott, das habe ich noch nie gemacht.
6	B2: Das hört sich so nach Physikexperimenten an.
8	B1: Aber dieses Wasser ist ja nicht abgetrennt. Das wird sich vermischen.
9	I: Das Wasser ist nicht abgetrennt, ihr könnt euch das sonst auch noch genauer angucken. Da ist kein doppelter Boden oder sowas drin. Das ist einfach nur quasi vergleichbar mit einem Aquarium.
10	B2: Ich würde sagen, dass wird zu einer Seite irgendwie hingezogen. Ich weiß nicht warum, aber irgendwie sagt das mein Gefühl. Es könnte sein, dass sich irgendwie beim kalten oder beim warmen Wasser die Tinte irgendwie verstrudelt oder sonst was. Weil irgendwas mit dem Hitze-Kälte-Unterschied wird da passieren.
11	B1: Oder vielleicht könnten auch so kleinen Bläschen zusammenbleiben, so, dass sich das gar nicht da mit dem Wasser vermischt.
12	I: Kleine Bläschen?
13	B1: Ja, also so kleine Kügelchen.
14	B2: Das glaub ich nicht, die Brownsche Molekularbewegung... (lacht).
16	I: Die Brownsche Molekularbewegung sagt was anderes, ok.
17, 19	B1: Ist das Chemie? Hab ich abgewählt (lacht).
20	B2: Ich weiß, das kommt aber auch in Physik oder Bio dran. Es ist eben, dass die Wahrscheinlichkeit höher ist, dass, wenn du hier Tinte reinmachst, es sich verteilt und eben eigentlich im (unv.) bleibt, weil die Wahrscheinlichkeit größer ist, dass die Teilchen von hier nach da diffundieren, weil sie sich gegenseitig abstoßen und sich dann verteilen. Deswegen glaube ich nicht, dass hier so Kügelchen bleiben.
21, 24	I: Ok. Also was genau passiert mit der Tinte? So richtig verstanden habe ich das noch nicht.
25	B2: Sie verstrudelt sich irgendwie.
26	B1: Geht mit einem Strudel auf eine Seite zu.
27	B2: Das kann gut sein.
28	I: Ein Strudel auf einer Seite. Könnt ihr vielleicht versuchen, mir das aufzumalen?

29	B1: Das kriegen wir locker hin.
34, 36	B2: Das ist das Aquarium. Das ist dieses Heizdings, keine Lampe oder?
37	I: Nein, das ist keine Lampe, das ist eine Heizung.
39, 41	B1: Das hat irgendwie so ein bisschen Ähnlichkeit mit einem Tauchsieder. Aber wahrscheinlich heizt das nicht so schnell hoch.
42	I: Natürlich, denn beim Aquarium wird das Wasser ja nicht gekocht.
44	B1: Wenn das hier reingetröpfelt wird...
45	B2: ... in der Mitte, dass es da einen Unterschied gibt...
48	B1: Ich würde halt sagen, dass dann so auf einer Seite, ich könnte mir irgendwie vorstellen bei kalt, dass es zum Warmen übergeht, aber ich weiß es nicht so genau. Dass es sich zumindest auf eine Seite so hinüberzieht so ein bisschen.
50	I: Wir träufeln das nicht in die Mitte, sondern einmal hier beim warmen Bereich und einmal hier beim Eiswürfelbereich.
51	B2: Ich glaube trotzdem, dass die Wassermassen irgendwo hier aufeinandertreffen müssen, dass die Tinte sich so verteilt und dass dann irgendwas passiert.
52	B1: Ja, das kann ich mir auch vorstellen.
53	B2: Auch wenn man das da oder da reinträufelt, geht es ja trotzdem wieder in die Mitte rüber.
54	B1: Ja, sich auszugleichen halt die...
55	B2: ... Temperaturunterschiede.
56	B1: Aber ist ja auch keine Strömung drin, die es irgendwie zur Seite wegträgt.
57	B2: Ja, aber die Tinte verteilt sich ja trotzdem. Das ist die Brownsche Molekularbewegung. Weil wenn Tinte in ein Glas träufelt, dann verteilt sie sich langsam ja auch nach einer Zeit, wenn das Wasser still ist. Und deswegen könnte ich mir das vorstellen.
58	B1: Weil irgendwas in der Mitte passiert.
59	I: Dann versucht das mal irgendwie zeichnerisch zu lösen. Wenn ich euch richtig verstanden habe, dann glaubt ihr, dass es völlig egal ist, wo ich die Tinte reinpacke, sie wird sich im ganzen Aquarium verteilen. Und in der Mitte wird irgendwas Spannendes passieren.
60	B2: Sie wird irgendwo aufeinandertreffen auf jeden Fall.
62	I: Was passiert dann, wenn das aufeinandertrifft? Dann gibt es eine Explosion? Müssen wir uns dann in Acht nehmen oder was passiert, wenn die aufeinandertreffen?
64	B1: (Lacht) bunt passiert.
65	B2: Ich glaube, dass sie wirklich irgendwie was bilden, also wenn warm und kalt aufeinandertreffen.

66	B1: Könnte das nicht so einen Ministrudel geben?
67	B2: Ich glaube an einen Ministrudel oder an eine Minibewegung.
68	B1: Ja, dass da irgendeine Minibewegung ist.
70	B1: Sagen wir, es ist ein Ministrudel in der Mitte.
73, 89	I: Zeichnerisch einmal vielleicht, dass ich das auch hundertprozentig irgendwie verstehe. Also in der Mitte ein Ministrudel. Wie kommt ihr denn darauf?
90, 92	B1: Wenn warm und kalt aufeinandertreffen, hat man ja gelernt, dass jeweils was passiert. Dann gibt es ja ein Gewitter. Und jetzt könnte man sich ja irgendwie vorstellen, weil es im Wasser ist, dass da irgendwas passiert.
93	B2: Ja, eigentlich immer, wenn kalte und warme Massen aufeinandertreffen, passiert irgendetwas (betont).
94	I: Ihr glaubt, da entsteht ein Strudel und das ist immer so, wenn kaltes und warmes Wasser aufeinandertreffen?
95	B2: Ich weiß es nicht genau, aber meistens passiert etwas.
101	I: Ok, dann würde ich vorschlagen, ich stecke jetzt mal den Stecker rein und dann machen wir hier nochmal die Eiswürfel rein und ihr beobachtet ganz genau, was da passiert und beschreibt es auch. Wir machen jetzt hier Tinte rein und wir machen hier Tinte rein.
104	B1: Auf der Seite mit den Eiswürfeln verteilt sich die Tinte schneller.
105	B2: Geht nach oben, es bildet sich so eine Art Tintenwolke und sie geht Richtung Mitte.
106	B1: Aber am Boden vom Aquarium.
107	B2: Ja.
108	B1: Und auf der warmen Seite bleibt die Tinte oben.
109	I: Guckt, was jetzt passiert so langsam.
110	B1: Es gibt einen Austausch. Die Tinte von der kalten Seite geht zur warmen Seite und andersherum.
111	B2: Das ist ein Kreislauf! Das ist wie bei den Luftmassen.
112	I: Jetzt ist es noch ein bisschen deutlicher sichtbar, jetzt wo die Heizung auch ein bisschen läuft. Ihr könnt gerne sonst nochmal ein bisschen Tinte reinpacken. Hier haben wir ein bisschen Tinte und hier haben wir ein bisschen Tinte. Guckt euch das nochmal genau an. Ihr habt das ja schon gesagt. Hier sieht man es jetzt gerade ganz schön.
113	B1: Auf der rechten Seite, also bei der Heizung, bleibt es halt wie so eine Wolke zusammen, also so eine richtige Masse.
114	I: Erstmal, ja.
115	B1: Sobald es in die kältere Region reingeht, wird das halt dünner und verläuft sich.

116	B2: Aber jetzt bewegt sich die Tinte gar nicht mehr.
117	I: Nein, das ist ein bisschen schade. Also eigentlich ist es so, wie ihr das eben auch schon gesehen habt. Das ist ein schöner Kreislauf gewesen. Von der warmen Seite läuft es oben Richtung kalte. Und von der kalten läuft es dann runter. Ein Kreislauf, genau wie ihr das gerade schon gesagt habt. Was glaubt ihr denn, warum das passiert ist?
118, 120	B2: Das ist vielleicht wirklich wie so ein Monsun-Regen oder bei Luftzirkulation ja generell. Da ist ja unten die Luft kalt. Dann erwärmt sie sich. Dann steigt sie nach oben, bis sie dann auf einer Seite wieder abkühlt. Dann steigt sie wieder runter. Dann wärmt sie sich wieder auf in der Nähe des Äquators und dann geht sie hoch. Und genauso ist es hier auch, also hier erwärmt sich das Wasser oder die Tinte, dann wandert sie langsam oben rüber, bis sie langsam ins kalte Wasser kommt. Da kühlt sie eben ab, sinkt hier runter, wandert dann wieder langsam Richtung Heizung, wo sie wieder erwärmt wird, und steigt auf.
121	B1: Hört sich plausibel an.
122	I: Inwieweit passt das dann mit euren Erwartungen zusammen, die ihr hattet?
123	B2: Zwischen warm und kalt passiert etwas. Wir haben hier zwar keinen Strudel in der Mitte, aber wir haben sozusagen einen Kreislauf drumherum und wir haben eben gesehen, dass sich die Tinte jeweils verteilt.
124	B1: Ja, und mit unserer Bewegung zu der anderen Seite hatten wir recht.
125	B2: Ja genau, dass sich die Tinte verteilt, sich zur anderen Seite bewegt und jetzt bildet sich in der Mitte zwar kein Strudel, aber es entsteht eben eine Bewegung des Wassers.
126	I: Es entsteht eine Bewegung des Wassers. Meint ihr denn, es gibt noch eine andere Möglichkeit, die Tinte im Wasser in Bewegung zu setzen, ohne Heizung und Eis?
127	B2: Ja, wenn ich da Tinte reinmache und anderes Wasser reinkippe. Dann bewegt sich die Tinte auch letztendlich.
128	I: Stellt euch vor, wir haben denselben Versuchsaufbau, haben aber keine Heizung und keine Eiswürfel. Glaubt ihr, es gibt noch eine andere Möglichkeit, die Tinte in Bewegung zu setzen?
129	B2: Ja, wenn jemand von oben kommt und sie etwas vermischt oder mit Luft.
130	I: Mit Luft?
131	B2: Ja, also wenn da so eine Strömung reinkommt, also wenn halt von oben Luft, also zum Beispiel Wind darauf kommt, dann gibt es ja auch eine Bewegung im Wasser. Die ist dann ja nicht nur an der Oberfläche.
132	I: Wo glaubt ihr denn, gibt es solche Situationen, wie ihr im Experiment gesehen habt, also diese Kreisläufe von warm zu kalt? Wo gibt es solche Situationen, wo kennt ihr das vielleicht her?
133	B2: Passatzzirkulation.
138	I: Kannst du das vielleicht näher erklären?

139	B1: Kenn ich nicht!
140	I: Du kennst das nicht? Aber wenn du das kennst, kannst du das vielleicht näher erklären?
141	B2: Das sind so besondere Winde. Die sind am Äquator und am Äquator ist es ja meistens warm, das heißt, du hast kalte Luftmassen, die erhitzen sich langsam, steigen auf, oben kühlen sie dann langsam wieder ab und sinken dann langsam wieder runter und erwärmen sich wieder. Dadurch entsteht so eine Zirkulation und dadurch entstehen Winde. Und je nachdem, was für eine Jahreszeit wir haben, verschieben die sich und die bringen teilweise ganz viel Regen mit, weil sie über das Wasser kommen und da eben Regen und sowas aufnehmen. Und je nachdem, wie sie sich verschieben, hat dann ein Land mehr Regen und ein Land weniger. Und deswegen heißen die Regenwälder auch somit Regenwälder, weil die eben am Äquator liegen und die meistens darüber sich so abregnen.
142	B1: Von dem Wind, ok.
143	I: Glaubt ihr denn dann, es passiert immer dieser Kreislauf, wenn man den Versuch immer wieder durchführen wird? Glaubt ihr, das würde immer so passieren?
144	B2: Wenn man exakt den gleichen Versuch macht?
145	I: Ja.
146	B2: Ja.
147	I: Oder würde das auch mal anders laufen?
148	B2: Ich glaube nicht.
149	I: Womit könnt ihr das denn vielleicht noch vergleichen? Ihr habt jetzt schon Passatzirkulation gesagt. Kennt ihr vielleicht noch irgendwas?
150	B2: Wasserkreislauf im See. Ich weiß nicht, ob das hundertprozentig so ist, aber ich glaube schon. Ich weiß nicht, ob das auch im Meer ist, aber ich glaube, das ist im See.
151	B1: Im (unv.) Meer vorstellen.
152	I: Im Meer?
153	B2: Nein, ich glaube eher im See. Also ich weiß ja nicht, warum das sinken müsste, aber am Anfang des Sees ist das Wasser ja relativ warm.
154	B1: Ja, weil es ja nicht tief ist.
155	B2: Genau und dann kommt es durch Bewegung des Windes oder der Menschen und sowas dazu, dass es langsam absinkt, dann wird es kälter und andere Wassermassen steigen auf. Ich weiß es jetzt nicht genau, aber ich könnte es mir im See vorstellen.
156	I: Und du? Du hast was vom Meer gesagt?
157	B1: Ja, ich weiß es aber nicht, wie ich mir das eben vorgestellt habe. Aber halt auch so ähnlich. Das ist halt am Ufer, am Strand wärmer, weil es nicht so tief ist. Und dann ist durch die Strömung, durch den Wind halt immer auch so ein Kreislauf. Dass durch den Wind Strand getragen wird, dann die Welle zurückgeht, dann kommt das Wasser wieder. Aber irgendwie ergibt das nicht ganz Sinn.

158	I: Wenn ihr dem Ganzen einen Namen geben könntet, wie würdet ihr das Experiment nennen?
159	B2: Zirkulation von kalten in warme Wassermassen, verdeutlicht durch Tinte.
161	I: Ist denn das für euch, was wir hier gesehen haben, eine Strömung gewesen oder was war das für euch?
162	B2: Hm (überlegend).
163	B1: An sich war da ja eine Strömung.
164	B2: Ja.
165	I: Also ihr würdet das, was ihr da gesehen habt, auch als Strömung bezeichnen?
166	B1: Mehr oder weniger, im weitesten Sinne. Das war so eine Art Kreislauf eben, aber das heißt ja nicht, dass ein Kreislauf keine Strömung sein muss.
167	I: Ich habe mich nämlich nochmal erinnert an unser erstes Interview, was wir geführt haben. Da habt ihr gesagt, für euch ist eine Strömung eine Bewegung der Masse von A nach B und die Strömung zeichnet sich dadurch aus, dass sie nur in eine Richtung geht.
168	B2: Ja, wir haben in diese Richtung eine Strömung und in diese Richtung eine Strömung.
169	B1: Und von oben nach unten und von unten nach oben.
170	B2: Hier ist noch (unv.).
171	B1: Stimmt, aber da steigt es auch.
172	B2: Ja, aber ich weiß nicht, ob ich das als Strömung bezeichnen würde so 100 Prozent, weißt du?
173, 175	B1: Es steigt ja auf, weil das Wasser ja erhitzt wird. Und Wärme steigt ja nach oben, denn auf der anderen Seite sinkt es, weil es ja wieder kalt wird durch die Eiskwürfel. Aber haben wir die Strömung oben? Wir haben eine Strömung oben und wir haben eine Strömung unten.
176	B2: Wir meinten ja mit unserer Strömung, und ich glaub auch mit der damaligen Definition, dass das Wasser von A, also von dem warmen Ding zum kalten Ding geht und nicht hier oben auf einmal auch von kalt zu warm. Also das hier ist eine einseitige Bewegung [oben].
179	I: Du hast ja gesagt, im See kann es eine Zirkulation geben. Kannst du dir vorstellen, dass es auch so fließt von oben nach unten und von warm zu kalt? Ich hab mir nämlich nochmal was rausgesucht: Im ersten Interview habe ich nach dem Gegenteil von Strömungen gefragt. Da kam auch als Beispiel der Stillstand wie in einem See.
180	B2: Ja (lacht).
181	B1: Da haben wir den Wind nicht einberechnet.
182	B2: Da haben wir nicht vom Stillstand des Wassers nicht, sondern von eben einem stehenden Gewässer geredet, wo jetzt kein Austausch von Wasser stattfindet, nur eben durch Regen was reinkommt. Das heißt ja nicht, dass dieser See sich nicht

	bewegt. Die Lebewesen sind ja auch drin und die bewegen sich. Da entstehen ja auch Strömungen und sowas. Aber zu so einer richtig aktiven Strömung wie zum Beispiel in Flüssen oder sowas ist so ein See... (unterbrochen).
183	B1: Die findet dann sehr wenig statt als so eine große Strömung.
184	B2: Dann ist so ein See eher ein stehendes Gewässer und damit sozusagen eher ruhig.
185, 188	I: Dann haken wir erstmal das erste Experiment ab. Und dann kommen wir nämlich gleich zum nächsten. Wir sehen jetzt hier eine ganz normale Plastikschaale. Da drinnen sind ganz normaler Sand und Leitungswasser. Das hab ich eben unter Zeugen da reingefüllt. Ich werde das hier jetzt gleich festhalten und die Schale dann immer nach links und rechts kippen. Jetzt möchte ich natürlich von euch wissen, was glaubt ihr, was passiert? Was sind eure Erwartungen?
189	B1: Was passiert, wenn du das die ganze Zeit so hin und her...
190	I: Irgendwann höre ich natürlich auf, aber was passiert währenddessen und was passiert, wenn ich aufgehört habe? Was glaubt ihr, was da mit dem Sand oder dem Wasser passiert?
191	B1: Ich würde sagen, der Sand sammelt sich auf beiden Seiten. Also wird sich so verteilen und in der Mitte wird eine kleine Kuhle entstehen.
193	B2: Also das Wasser nimmt, weil es sich bewegt, die Sandpartikel immer mit, wenn man das von der Seite zur Seite hin- und herbewegt. Damit könnte dem Vorschlag von [Name] zustimmen. Und das Wasser wird sich, wenn man dann aufhört, also je nachdem, wie stark man schlägt, vielleicht so langsam noch etwas bewegen, bis es sich dann einpendelt und still ist und dann sich wahrscheinlich eher etwas in der Mitte sammeln.
194	I: Das Wasser?
197	B2: In unserem Versuch entsteht ja eine Kuhle und in der Kuhle wird sich das Wasser ein bisschen drin sammeln.
198	I: Wenn ihr mir das auch nochmal aufmalen würdet, wäre ich sehr dankbar.
199, 203	B1: Klar. Wäre es nicht schlau, das von der Seite zu zeichnen?
204, 206	B2: Nein, ich würde das von oben zeichnen. Ich kann es ja auch einmal von der Seite zeichnen. Wir haben zwei Ansichten dann.
212	B1: Oh, und das Wasser wird sich halt hier so drumherum sammeln.
213	B2: Das auch zeichnen.
219, 222	I: Dann habe ich das grundsätzlich so verstanden, dass sich die Sandmassen an den Seiten verteilen, so in der Art wie in der Bibelgeschichte mit dem Meer. Dass in der Mitte nichts mehr ist und die Sandmassen... (unterbrochen).
223	B2: Die Sandmassen sind jetzt nicht auf einmal weg, also es wird auch noch etwas in der Mitte sein, aber das türmt sich so leicht.
224,	B1: Es wird sich halt einfach auftürmen an der Seite. Ich glaube, es wird nicht

226	mehr so gerade wie vorher sein.
227	I: Und in der Mitte wird dann mehr oder weniger das meiste Wasser sein?
228	B2: Ja.
229	I: Wie kommt ihr darauf? Kennt ihr das von irgendwo her? Habt ihr da schon mal was gesehen in der Umwelt oder zu Hause? Oder habt ihr euch das jetzt irgendwie einfach so ausgedacht?
230	B1: Kennt man das irgendwo her?
231	B2: Bin grad am überlegen. Ich habe irgendwo schon mal sowas gesehen, aber ich kann dir nicht genau sagen wo.
232	I: Glaubt ihr denn, es ist immer so?
234, 236	B1: Wenn das immer so zur gleichen Seite geht: ja. Aber es könnte auch sein, dass es von der einen Seite dann immer abgetragen wird.
237	B2: Das kann auch sein (überlappend). Aber ich glaube, egal was rauskommt, das wird generell eigentlich immer so sein. Denn das ist ja ein Modellversuch und wenn man dafür ein Naturbeispiel findet, was mir gerade nicht einfällt, glaube ich schon, dass es in der Natur auch so sein wird.
241	I: Dann schlage ich vor, ich führe den Versuch durch. Ihr guckt euch das an und redet wieder fleißig darüber. Das ist ganz wichtig. Ich fange an, das hin und her zu wippen.
242	B1: Ach so, ich dachte...
243	B2: Ja, ich dachte auch, dass...
244	B1: Dann verteilt es sich ja gerade!
245	I: Also ich mache das so: links und rechts.
246	B1: Ja, dann bleibt es ja. Ich dachte, es wird jetzt so richtig so Wellen geben.
247	I: Auch das könnte ich machen, da würde dasselbe bei herauskommen. Ich will hier nur nichts dreckig machen. Deswegen gucken wir mal, dass das auch hier klappt.
248	B1: Das ist wie so ein Kuchenteig. Das verteilt sich alles gleich.
249	I: Na, es wird ein bisschen dauern. Ah, jetzt kommt es so langsam.
250	B1: Ist das gerade?
251	I: Guckt am besten auf den Sand, was da jetzt so langsam passiert.
252	B2: Also das Wasser ist so gut wie im Sand verschollen.
253	I: Wenn ihr euch das da anguckt an den Wänden, an den Rändern.
254	B2: Ja, das sind Wellen, also so Falten.
255	B1: Es entstehen Spuren.
256	B2: Das sieht genauso aus, als würdest du Kuchen reinton und nach drei Minuten darauf gucken und unten ist es flüssig und oben ist er langsam fest.

257	I: So, habt ihr das gesehen?
258	B1: Ja, der wird oben hart.
259	B2: Das sind mehr oder weniger Berge.
260	I: Ja, guckt euch das nochmal an.
261	B1: Die Flüssigkeit von oben ist weggesunken. Durch die Bewegung ist das Wasser halt weg und dann ist das so ein bisschen trockener oben und hält die Form für eine kurze Zeit.
262	I: Also habt ihr das jetzt gesehen, was da passiert ist mit dem Sand?
263	B1: Darfst aufhören.
264, 266	I: Ja? Gut. Wenn ich aufgehört habe, dann sieht der Sand wie aus?
267	B2: Wie vorher.
268	I: Wie vorher. Was habt ihr denn während des Versuchs gesehen? Was ist mit dem Sand passiert?
269	B2: Ja, also das Wasser hat sich erstmal in den Sand eingearbeitet.
270	B1: Ich würde sagen, dass hat sich so nach unten gepresst. Dass sich das unten unter dem Sand angesammelt hat. Und dadurch war oben nicht mehr so viel Wasser und dann war der Sand kann man sagen: flüssig.
271	B2: Es war ein Sand-Wasser-Gemisch.
272	B1: Es war kein Sand-Wasser-Gemisch oben mehr, sondern hauptsächlich Sand oder feuchter Sand, der sich dann halt in der Form gehalten hat für eine kurze Zeit.
273	I: In was für einer Form?
274	B1: In so Wellen, also da waren halt so Spuren drin, als ob da ein Wurm durchgelaufen ist.
275	I: Was hast du noch gesehen?
276	B2: Ja also es ist hart geworden, also oben ist er hart geworden und dann so ein bisschen weiter hinten, hat der so leichte Wellen geworfen, bis er dann zum Flüssigen übergegangen ist.
277	I: Passt das denn so wirklich mit euren Erwartungen und Vermutungen zusammen?
278	B2: Nein.
279, 281	B1: Wir sind echt schlecht. Wir haben ja auch gedacht, das wird anders durchgeführt.
282	I: Das ist auch völlig egal, wie ich es durchgeführt habe. Ich hätte das auch so machen können. Oder wie dachtet ihr?
283	B2: Wir hätten einfach mehr Wasser gebraucht.
286	I: Auch dann wäre das nicht so passiert. Es wäre dasselbe passiert, wie es passiert

	ist.
287	B2: Auch wenn man mehr Wasser gehabt hätte?
288, 290	B1: Mehr Wasser erst recht. Ah, eher weniger.
291	I: Man hätte das nur ein bisschen schlechter gesehen.
292	B2: Aber dann kann sich das ganze Wasser da ja gar nicht mehr einarbeiten in den Sand.
293	I: Man hätte das schlechter gesehen, wenn ich mehr Wasser genommen hätte. Wenn ich noch weniger Wasser genommen hätte als jetzt, dann würde man jetzt auch immer noch die Spuren sehen. Wenn ihr wollt, kann ich noch ein bisschen Wasser wegmachen und dann können wir das nochmal machen, dass ihr die Spuren auch noch längerfristig seht.
294	B1: Alles gut.
295	I: Glaubt ihr denn, es gibt noch eine andere Möglichkeit, außer durch diese Kippbewegung, den Sand so zu formen?
296, 298	B2: Wasser was in einer Strömung darüber fließt. Wenn man dann zum Schluss diese Sandmassen dann noch sehen muss. Im Wattenmeer ist das doch auch so. Da geht das Wasser dann zurück und dann sieht man die Spuren.
299	B1: Da haben wir wieder den Wurm.
302	I: Und das ist quasi das Wattenmeer, wenn das Wasser zurückläuft, dann sieht der Sand wie aus? Kannst du das nochmal ein bisschen beschreiben?
303	B2: Dann sieht man entweder, wo die Strömung langgelaufen ist und wo das Wasser zurückgelaufen ist, weil dann hat man sozusagen so einen ausgetrockneten Flusslauf und sieht eben, wie das Wasser sich langgeschlängelt hat. Die Wellenbewegung und so kreuz und quer den Sand. Und eben wo Wattwürmer waren, wo sie rausgekrochen sind und sowas.
308	I: Grundsätzlich habt ihr jetzt den Vergleich hergestellt zum Wattenmeer. Wie würdet ihr das nennen? Sandspuren?
309	B2: Ja.
310	I: Wenn ihr jetzt euch nochmal vorher erstmal einen Namen überlegt für dieses Experiment: Was glaubt ihr, wie könnte das heißen oder wie würdet ihr das nennen?
311, 314	B1: Sandwippe. Bewegung von Sandmassen.
315	B2: Sandschaukel.
317	B1: Schaukelst du das auch im Fluss?
318	B2: Ich sollte das Experiment benennen und das ist eine Sandschaukel.
321	I: Würdet ihr sagen, dass das, was wir hier gemacht haben und was mit dem Sand passiert ist, dass das eine Strukturbildung war? Dass da eine Struktur entstanden ist?

322	B1: Ja.
323	B2: Ja.
326	I: Dann möchte ich euch nochmal erinnern, was ihr gesagt habt: nämlich, dass Struktur auszeichnet, dass sie über eine Außeneinwirkung erschaffen wurde. Passt das zusammen mit dem, was ihr gesehen habt?
327	B1: Ja.
328	B2: Ja, von Wasser.
331	I: Dann habt ihr gesagt, dass Strukturen sich auszeichnen, dadurch dass sie in einer gewissen Weise geordnet sind, dass sie eine gewisse Anordnung haben. Das Gegenteil von Strukturbildung oder Strukturen, habt ihr gesagt, das ist eine Unordnung oder ein Durcheinander. Wenn ihr jetzt euch die Strukturen angeguckt habt, die in dem Sand entstanden sind: Waren die für euch durcheinander?
332	B1: Nein.
333	I: Also die waren für euch geordnet?
334, 336, 338	B1: Ja, denn die hatten ihre eigene Struktur, ihr eigene Ordnung. Es war nicht durcheinander. Durcheinander ist ein Wollknäuel, was aber kein aufgewickelter Wollknäuel ist.
339	I: Dann gucken wir mal nochmal. Ist das für euch geordnet diese Strukturen da?
340	B2: Ja.
341	B1: Ja.
342	I: Ok, dann würde das auch wieder mit eurer Definition zusammenpassen. Dann kann ich euch ja gar nicht mehr auseinandernehmen.
343	B2: Ne.
346	B1: Ein Glück!
347	I: Also wie seid ihr auf die Idee gekommen zu diesem Experiment für die Erklärungen und für die Vermutungen?
348	B1: Also zum Beispiel bei dem ersten Experiment haben wir es ja versucht, so ein bisschen mit Dingen in der Natur zu vergleichen. Und bei dem haben wir ja versucht, das so mit dieser Zirkulation von heißer Luft und kalter Luft...
349, 351	I: Und beim zweiten Versuch? Habt ihr euch das irgendwie auch aus den Fingern gesaugt oder habt ihr euch da gedacht: „Mensch, das kenn ich irgendwo her“? Denn eure Vermutung passte ja nicht mit dem zusammen, was tatsächlich passiert ist. Könnt ihr euch vorstellen, warum das passiert ist?
352	B2: Warum das jetzt so ausgegangen ist das Experiment?
353	I: Ja.
354	B2: Wir haben, glaub ich, zu viel mit dem Wasser gerechnet. Wir haben mehr Kraft dem Wasser zugewiesen und der Sand war, glaub ich, zum Beispiel unsere Vorstellung. Und deswegen ist es jetzt das komplette Gegenteil eigentlich geworden. Und wie das passiert ist: Wasser- und Sandteilchen haben sich eben miteinander

verbunden. Wo es dann mit Energie zu einer Seite geschaukelt worden ist, hat sich das Wasser eben etwas nach unten gedrückt, dadurch hat man oben den Sand und der hat dann eben die Form des Schaukelns bzw. wie das Wasser rausgeht. Und da hat man eine Struktur und dann schaukelt man zur anderen Seite wieder hoch und zur anderen Seite.

355 I: Das wäre für euch die logische Erklärung dafür?

356 B2: Jo.

357 I: Hast du noch 'ne Erklärung?

358 B1: Nein.

359 I: Gut, dann haben wir's geschafft. Dann würd ich sagen, schließe ich diese Akte.

21.4.9 Interview J3B

4	I: Ich habe euch hier einen Versuch mitgebracht. Ihr seht hier ein Behältnis mit Wasser. Das hier ist ein Heizstab für ein Aquarium und hier hab ich noch Eiskwürfel. Ich werde gleich die Eiskwürfel in das Wasser tun und werde dann etwas Tinte reinton auf der Seite, wo ich die Eiskwürfel reinpacke und auf der Seite, wo der Heizstab drin ist. Was meint ihr, was da passieren könnte?
5	B1: Auf jeden Fall wird die Tinte im Wasser verlaufen, also das Wasser wird sich leicht blau färben.
6	B2: Macht das das Wasser warm?
7	I: Ja, das ist ja der Heizkörper.
8	B2: Warmes Wasser schwimmt ja oben, also wenn bei dem warmen Wasser blaue Tinte reinkommt, würde ich sagen, dass die eher oben ist. Und da, wo die Eiskwürfel reinkommen, ist es dann ja kalt und die Tinte geht eher mit nach unten.
9	I: Was glaubt ihr, warum das so passieren wird?
10	B2: Hab ich schon erklärt, warum ich das denke.
11	I: Ja, aber du noch nicht.
12	B1: Ich wüsste jetzt auch nicht, wie ich es noch erklären sollte, aber das ist ja auch bei der Luft so, dass warme Luft nach oben steigt. Deswegen hätte ich gedacht, dass da vielleicht auch die Tinte eher oben ist und dann beim Eis weiß ich nicht ob es mit runtergezogen wird, aber ich würde auch sagen, dass die dann eher unten ist.
13	I: Gut, dann werden wir den Versuch mal durchführen. Ich werd jetzt hier mal so ein paar Eiskwürfelchen rausnehmen, schmeiß die hier rein. Und dann tropfen mir jetzt mal an die kalte Seite etwas Tinte rein und an die warme Seite etwas Tinte rein. Beschreibt doch mal, was ihr jetzt seht.
14	B2: Also bei den Eiskwürfeln da geht die Tinte eher nach unten. Und auf der warmen Seite bleibt die Tinte eher oben im Wasser und die verteilt sich schon ein bisschen, aber man sieht trotzdem noch so die Strukturen.
15	I: Man sieht die Struktur der Tinte, ja. Was passiert denn jetzt noch? Die Tinte auf der kalten Seite ist nach unten gegangen, das habt ihr gesagt. Und die auf der warmen Seite ist oben geblieben. Was passiert denn noch mit der Tinte?
16	B1: Die macht eine gewisse Kreisbewegung. Die Tinte, die beim Eis nach unten geflossen ist, ist dann auf die andere Seite zum warmen Wasser rüber geflossen und fließt da jetzt langsam wieder hoch, weil das Wasser da wärmer ist. Und die Tinte, die auf der warmen Seite ins Wasser getan wurde, ist jetzt auf die kalte Seite herübergeschwommen und fließt da jetzt auch runter und wieder auf die Seite mit dem warmen Wasser. Also es ist für mich eine gewisse Kreisbewegung zu erkennen, aber auf der warmen Seite verteilt sich die Tinte noch mehr und ich glaube, es ist nicht genug, dass sie wieder nach oben fließen kann. Also die verteilt sich da ja und das Wasser wird ein bisschen blau.
19	I: Im Prinzip habt ihr jetzt zusammenfassend gesagt, die Tinte auf der kalten Seite geht nach unten, bewegt sich rüber zur warmen und geht da wieder hoch. Und die von der warmen Seite ist oben geblieben und ist zur kalten herübergelassen und

	da runtergestiegen.
20	B1: Hm (bejahend).
21	I: Und im Prinzip habt ihr jetzt gesagt, dass da so eine kreisförmige Bewegung der Tinte ist und die verteilt sich so ein ganz bisschen auch im Mittelbereich. Aber die die Kreisbewegung spielt sich im Randbereich ab. Hab ich das richtig zusammengefasst?
22	B2: Ja.
23	B1: Ja, jetzt eher noch auf der warmen Seite. Da erkennt man die Blaufärbung des Wassers noch deutlicher als auf der kalten Seite. Also es ist jetzt eher auf der warmen Seite.
24	I: Habt ihr denn Erklärungen dafür, warum das so ist mit Ausnahme der Temperatur, das hattet ihr ja schon angedeutet. Was für eine Begründung habt ihr dafür, dass das kalte Wasser nach unten fließt/läuft und das warme Wasser nach oben?
25	B1: Beim kalten Wasser bewegen sich die Teilchen nicht so schnell oder eher weniger als beim warmen Wasser. Dadurch ist es für die Tinte leichter, nach unten zu fließen. Und auf der anderen Seite das Gegenteil: Dort bewegen sich die Teilchen im warmen Wasser mehr und dadurch kann die Tinte ja noch oben fließen. Und die Tinte geht auch von der kalten auf die warme Seite, weil sie unten ist und wieder anstrebt, nach oben zu fließen und das geht ja auf der kalten Seite nicht. Dass vielleicht dadurch auch diese Kreisbewegung entsteht.
26	I: Hast du noch eine andere Erklärung vielleicht?
27	B2: Nö, ich überleg gerade, was das irgendwie mit Strömung zu tun haben könnte, weil das ja ein Versuch zu Strömung ist.
28	I: Habt ihr eine Idee, was das mit Strömung zu tun haben könnte oder seht ihr darin jetzt irgendwie gar keinen Zusammenhang?
29	B2: Also halt ein bisschen Strömung wegen dieser Kreisbewegung, aber mehr dann auch irgendwie nicht.
30	I: Was für Strömungsarten haben wir denn im letzten Interview gesehen? Fallen die euch noch ein?
31	B1: Wir haben halt einmal so eine Kreisströmung gesehen bei solchen Strudeln zum Beispiel und dann hatten wir ja eine Strömung, die z. B. im Fluss, immer in die gleiche Richtung geht.
32	B2: Eine Welle.
33, 35	B1: Genau, eine Welle hatten wir noch. Aber das hier würde ich dann fast sogar eher mit einer Kreisströmung verbinden.
36	B2: Eine Kreisströmung? Kennt ihr denn vielleicht aus dem Erdkundeunterricht eine bestimmte Art der Strömung? Ihr würdet das eher mit einer Kreisströmung in Zusammenhang bringen, also mehr mit einem Strudel oder eher mit einem Fluss, der einfach vielleicht seine Richtung wechselt und so fließt.
37	B1: Also ich würde sagen, wenn man sich das von der Seite betrachtet, is es eher wie so ein Strudel. Aber wenn man das nur von oben sieht, würd ich eher sagen, es

	ist wie eine Strömung einfach nur in eine Richtung. Weil da sieht man ja von oben nicht die Kreisbewegung so gut wie von der Seite jetzt.
38	I: Wenn ihr das Ganze mit dem Erdkundeunterricht vielleicht in Verbindung bringt: Habt ihr da schon mal was gehört, wo vielleicht solche Strömungen auch passieren?
39	B2: Golfstrom.
40	I: Golfstrom?
41	B2: Ja, und das würde man ja eher nicht als Strudel bezeichnen.
42	B1: Ich hab jetzt eher an Passatwinde gedacht.
43	I: An Passatwinde?
44	B1: Das da ist ja genau so eine Kreisbewegung. Die kalte Luft steigt nach oben, also es war auch so mit der Luft, dass die auch mehr im Kreis geht. Ich glaube, es war Richtung Äquator, da ist die Luft nach oben gestiegen, dann nach außen. Wo es kälter wurde, ist die dann wieder auf die Erde gesunken und dann wieder in Richtung Äquator. Und da gab es auch diese Kreisbewegung. Daran hatte ich jetzt gedacht.
45	I: Also sind für dich Winde doch Strömungen? Weil im ersten Interview habt ihr beide gesagt, dass für euch Winde keine Strömungen sind, sondern Strömungen für euch nur mit Wasser zusammenhängen.
46	B1: Ja, vor allem mit Wasser. Nur jetzt, wo ich das gesehen habe, hatte ich halt daran gedacht und das verbunden. Also irgendwie hängt das schon zusammen, nur ich stelle mir das trotzdem eher noch im Wasser vor, weil da sieht man das ja noch eher.
47	B2: Also ich finde nicht, dass es im Wind Strömung gibt, aber ich finde, es ist das gleiche Prinzip. Aber dann heißt es nicht, dass im Wind auch Strömung ist, weil ich würd das nicht so sagen.
48	I: Ok, und du hast ja jetzt schon gesagt, du kennst das vom Golfstrom und du von den Passatwinden. Was weißt du über den Golfstrom? Weißt du, wie der funktioniert?
49	B2: Also ein bisschen, wir hatten das noch nicht, aber ein bisschen weiß ich das, ja.
50	I: Ja, dann wäre es nett, wenn du mir erzählen könntest, was du weißt.
51	B2: Also das Wasser wird halt erwärmt in der Nähe von Amerika, im Golf von Mexiko. Deswegen heißt es ja Golfstrom. Dann fließt das Wasser in den atlantischen Ozean an Norwegen vorbei oder irgendwo da und auf dem Weg wird es halt wieder kühler das Wasser und irgendwann ist es so kalt, dass es wieder runtersinkt und dann wieder zurückströmt zum Golf von Mexiko und dann wird es wieder erwärmt und dann immer so.
52	I: Habt ihr euch denn schon darüber unterhalten, wo das kalte Wasser zum Beispiel herkommt?
53	B2: Von da, wo es kalt ist.

54, B1: Zum Beispiel von Gletschern, die abschmelzen. Also zum Beispiel, da kommt
57 ja auch kaltes Wasser ins Meer.

58 I: In was für einem Gewässer befindet es sich denn? Ist es eher ein süßes Wasser
oder ist es salziges Wasser in den Ozeanen? Was für eine Wasserart haben wir da?

59 B1: Ich meine, das ist alles Salzwasser.

60 B2: Ja.

61 I: Und die Gletscher, die schmelzen? Sind das Salzgletscher oder sind das Süßwas-
sergletscher?

62 B2: Keine Ahnung.

63 B1: Da bin ich mir halt gar nicht so sicher, da tippe ich sogar eher auf Süßwasser.
Weiß ich nicht, ob das eher durch den Regen entstanden ist, der dann eingefroren
ist.

64 I: Habt ihr eine Vorstellung davon, wenn ich euch sage, dass Gletscher Süßwasser-
gletscher sind? Könnt ihr euch vielleicht was zusammenreimen, was es vielleicht
noch für einen Grund geben könnte, warum das kalte Wasser nach unten fließt?

66 B2: Also das kalte Wasser ist dann ja wahrscheinlich Süßwasser, zumindest mehr
Süßwasser als das warme Wasser.

67, I: Ja. Was bedeutet das denn, wenn das kalte Wasser mehr Süßwasser als Salzwas-
69 ser ist? Könnt ihr euch da was erklären?

70 B2: Salz schwimmt nicht oben, weil das gar nicht schwimmt, sondern das ist ja im
Wasser drin.

71 I: Das Salz ist im Wasser drin, ja.

72 B2: Ich weiß nicht, ob das schwerer ist als Süßwasser, ich glaub schon, keine Ah-
nung, soweit sind wir noch nicht in der Schule.

73 I: Ok. dann habt ihr sonst weiter keine Erklärung dazu. Ihr habt also als einzige
Erklärung, was ja schon eine Erklärung ist, rausgefunden, dass es bei der Tinte oder
auch beim Golfstrom so ist, dass das kalte Wasser absinkt, weil es einfach eine
niedrigere Temperatur hat und ihr das kennt, dass kaltes Wasser nach unten fließt
und warmes nach oben. Das ist eure Erklärung dafür.

74 B2: Ja.

75 I: Und das ist auch eine von euren Erklärungen, wie auch Strömungen entstehen:
durch Temperaturunterschiede.

76 B1: Ja.

77 B2: Ja.

78 I: Ok, dann kommen wir zum nächsten. Ich hab hier eine Schale dabei. Da ist
Sand drin. Der Sand ist ein bisschen angefeuchtet, wie man sehen kann. Und den
werde ich gleich so ein bisschen hin- und herwippen. Was glaubt ihr denn, was
mit dem Sand passiert?

79 B2: Der wippt hin und her.

80	I: Ja, irgendwann höre ich natürlich auf mit dem Wippen.
81	B2: Ok.
82	I: Habt ihr eine Idee, was damit passiert?
83	B1: Ich denke, jetzt wo der Sand nass ist, passiert bei gleichem Wippen erstmal nichts, weil der durch das Wasser, sage ich mal, stärker verbunden ist. Und wenn man stärker hin- und herwippt, dann denke ich wippt der Sand so ein bisschen mit.
84	I: Was glaubt ihr denn, wie der Sand aussieht, wenn ich aufgehört habe mit dem Wippen? Sieht der dann wieder so aus wie jetzt oder was habt ihr für eine Idee?
85	B1: Ich glaube eher, dass der Sand dann mehr am Rand ist oder an den Seiten, wo er hingewippt ist und dann in der Mitte weniger Sand ist.
86	I: Was glaubst du, glaubst du das auch?
87	B2: Joa, vielleicht, ich weiß noch nicht genau.
92	I: Ok, dann können wir ja erstmal festhalten, was du dir quasi überlegt hast, dass der Sand so in der Art wie das Meer in der Bibel, das geteilt wird. In der Mitte ist nichts mehr und an den Rändern ist der ganze Sand, richtig?
93	B1: Das ist ja auch so bei einem Strudel. Da ist ja auch das Wasser irgendwann eher außen, wenn sich das schnell dreht. Deswegen hätte ich jetzt gedacht, dass das hier auch so ist, wenn man es hin- und herwippt, dass das dann auch eher außen ist. Wenn das jetzt vor allem von der Kreisbewegung (unv.).
94	I: Du würdest eine Kreisbewegung machen. Ich mache keine Kreisbewegung... (unterbrochen).
95	B1: Genau, das ist ja komisch, ja.
96	B2: Es muss irgendwas mit Struktur zu tun haben.
97	I: Es könnte was mit Struktur zu tun haben, ja.
98	B2: Wäre sinnvoll.
99, 101	I: So richtig eine Erklärung dafür gefunden, habt ihr ja noch nicht, oder? Das ist einfach nur eine Vermutung, die ihr nicht so wirklich erklären könnt.
102	B1: Ne, also...
103	I: Woran machst du das denn fest? Wie kommst du denn darauf, dass dieser Sand, den ich hin- und herbewege, dass der eine Kreisbewegung macht und deswegen sich der Sand an den Rändern verteilt, links und rechts quasi.
104	B1: Ich habe das schon öfter gemacht: Es war aber jetzt in einem runden Becher, da hat es gereicht, wenn ich was hin- und herbewegt habe, dass eine Murmel darin sich im Kreis bewegt hat. Kommt halt drauf an, wie ich das hin- und herbewegt habe. Aber ich hatte das ja auch gedacht, dass auch beim Wippen sich der Sand mehr nach außen hin verlagert. Und das ist jetzt nur eine Vermutung, also erklären könnt ich das nicht.
107	I: Dann wollen wir den Versuch mal durchführen. Ich wippe den Sand so ein bisschen hin und her. So, beschreibt mir doch mal, was passiert. Was seht ihr?

108	B2: Also ich glaube, das Wasser geht so oben aus dem Sand raus und eher nach unten.
110	B1: Ich würd sagen, das ist jetzt mehr auf einer Seite. Das hat sich mehr auf die eine Seite verschoben. In einer Ecke ist jetzt fast gar kein Sand mehr. Dafür mehr in der Mitte und auf der anderen Seite. Damit ist auch ein kleiner Sandberg entstanden durch das Schütteln.
111	I: Und während ich das gemacht habe? Soll ich es nochmal machen, dass ihr das noch ein bisschen besser sehen könnt, was währenddessen passiert ist?
112	B1: Nein, also der Sand hat sich jetzt irgendwie so ein bisschen aufgehäuft. Also am Anfang war er glatt und dann hat er sich halt so aufgehäuft in kleinere Hügel, die dann zusammen zu einem größeren Hügel wurden. So hab ich das jetzt gesehen.
113	I: Hast du noch Beobachtungen gemacht?
114	B2: Also irgendwann ist oben der Sand so ein bisschen eingerissen. Also erst war er noch glatt und dann ist er eingerissen sozusagen. Und dann könnt ich mir vorstellen, dass das Wasser eher nach unten gegangen ist durch dieses Wippen und deswegen ist es oben trockener geworden.
115	I: Der Sand hat sich bewegt, ist zu kleineren Hügeln geworden und dann sind diese Hügel quasi mehr oder weniger auseinandergefallen, richtig?
116	B1: Ja, es wurden kleinere Hügel und manche von den Hügeln wurden ein bisschen größer. Die sind die ja so dicht beieinander und sind halt mehrere kleinere Hügel nebeneinander.
117	I: Also es ist nichts auseinandergefallen, sondern nur es sind ganz viele Hügel entstanden?
118	B1: Ich würde sagen, dass die ja eher sogar noch ein bisschen zusammengeschoben wurden oder dass die so ein bisschen übereinander geschoben wurden.
119	I: Habt ihr denn eine Idee, warum das passiert ist?
120	B2: (Lacht).
121	B1: Durch das Hin- und Herwippen bewegt sich der Sand im Gefäß auch mit hin und her. Ich hätte jetzt gedacht, das ist wie bei einer Welle: Erst bewegt er sich in eine Richtung und beim Zurückfallen kommt was von der anderen Richtung entgegen und dass sich das dadurch vielleicht so ein bisschen aufhäuft. Dass sich halt bei der Rückbewegung der Sand nicht so weit zurückbewegen kann, wie sich der Sand hinbewegt hat. Dass sich das dadurch aufhäuft. Das ist ähnlich wie bei einer Welle, wenn die am Strand wieder zurückkommt, kommt die nächste schon. So ein bisschen hätte ich das jetzt vielleicht gedacht, dass dadurch diese kleinen Sandberge entstanden sind.
122, 124	I: Erinnert euch dieser Anblick an etwas, was ihr vielleicht schon mal gesehen habt oder was wir auch auf den Fotos gesehen haben im ersten Interview? Ihr habt ja auch gesagt, dass das was mit Strukturen zu tun haben muss. Ist ja fast offensichtlich. Ihr habt ja gesagt, dass für euch Strukturen Muster sind. Seht ihr da ein Muster? Oder wäre das für euch überhaupt eine Struktur?
125	B1: Ich finde schon, vor allem auf dieser Seite sieht das so aus, als ob da mehrere

	kleine Linie ziemlich gleichmäßig noch hintereinander sind und ein bisschen auseinandergefallener Sand, weil halt immer wieder kleine Ritzen dazwischen sind und dadurch so eine Struktur entstanden ist.
126	I: Was glaubst du?
127	B2: Ich finde auch, dass es was von einer Struktur hat, denn hier oben bei den mehreren kleinen Sandhügeln sind ja auch so hier Linien dazwischen. Ich finde schon, dass das eine Struktur ergibt.
128	I: Woran erinnert euch das? Was wir beim letzten Mal vielleicht sogar gesehen haben schon?
129	B1: Ja, dieses Bild vom Watt find ich so ein bisschen. Da war es ja auch so, dass da auch kleinere Hügel in der großen Fläche waren. Oder kleine Mauern oder kleine Erhebungen, die halt auch zusammen dann eine Struktur ergeben haben. Ich finde, hier sieht es auch ein bisschen so aus, nur halt wieder ein bisschen kleiner.
130	I: Habt ihr denn eine Idee, was passieren würde, wenn wir das jetzt einfach stundenlang weitermachen würden das Hin- und Herschütteln? Was glaubt ihr, was würde mit dem Sand passieren?
131	B2: Ich glaube, der Sand würde sich noch mehr in der Mitte sammeln, weil der Sand nicht so weit, wie er zu einer Seite gegangen ist, auch wieder zurückkommen kann und dass sich das dann so anhäuft.
132, 134	B1: Hätte ich jetzt auch vermutet, dass vielleicht irgendwann der ganze Sand zu einem größeren Haufen geworden ist, wenn man das lange macht. Also, dass alles jetzt zu so einem Berg wird.
135	I: Inwieweit sind denn deine Vermutungen eingetreten?
136, 138	B1: Ich würde sagen eher fast gar nicht. Weil sich der Sand eher in der Mitte gesammelt hat und nicht am Rand. Genau das Gegenteil ist eingetreten. Außer auf dieser Seite, da ist halt noch Sand, aber dafür auf der anderen Seite halt so gut wie gar keiner mehr und dafür eher in der Mitte.
139	I: Und die Entstehung dieser Struktur, dieser kleineren Hügel und Ritzen ist das für euch zurückzuführen auf die Wellenbewegung, die quasi besagt, dass eine Welle ja schneller vorwärts fließt als der Sand mitkommen kann? Wenn quasi der Sand immer ein bisschen weiterwandert und die Welle beim Zurückziehen gar nicht so viel Sand wieder mitziehen kann. Hab ich eure Erklärung dann richtig verstanden oder?
140	B1: Ja, also ich hätte gesagt, dass die Welle immer Sand mitnimmt, aber natürlich nicht so schnell und so weit, wie die Welle an sich fließt. Und dass dann auch diese (unv.) zurückfließen, dass dadurch vielleicht auch kleinere Erhebungen entstehen können.
141	I: Ist dir vielleicht noch was eingefallen oder bist du einfach nur fasziniert und gespannt?
142	B2: Mir ist nichts eingefallen.
143	I: Hast du da keine sinnvolle Erklärung für?
144	B2: Also nur das, was halt schon gesagt wurde, dass sich das halt durch diese

	Bewegung weiter in eine Richtung bewegt, der Sand dann wieder zurückkommen kann und sich dadurch so ein Haufen bildet.
145	I: Habt ihr eine Erklärung dafür, warum sich nicht einfach ein großer Haufen bildet? Warum bilden sich dann mehrere kleine Haufen und warum sind Rillen da drin?
146	B1: Naja, weil das ganz viele Hin- und Herbewegungen sind und nicht immer die gleiche Menge Sand auf das Gleiche trifft und dass vielleicht dadurch es sich in Portionen verbindet und dadurch so eine Bergform entsteht. Dass vielleicht am Anfang weniger wurde und dann mal ein bisschen mehr. Und man kann das ja auch nicht genau gleichmäßig hin- und herkippen, sodass vielleicht dadurch auch kein gleichmäßiger Berg an sich entsteht.
147	I: Ja, aber ihr habt ja gesagt, diese Strukturen bringt ihr Verbindung mit Wellen. Wellen, die den Sand hin- und herschieben quasi. Für euch war ja letztes Mal eine Strömung, und damit ja auch eine Welle, eine gleichmäßige Bewegung in eine Richtung. Wenn ihr das mit dem Wattenmeer vergleicht: Müsste da nicht nach eurer Erklärung eigentlich im Wattenmeer ein riesiger Berg entstehen, denn Strömungen und damit Wellen sind ja gleichmäßige Bewegungen nach eurer Definition.
148	B1: Wellen sind ja auch nicht immer gleich. Also manche sind ein bisschen größer, manche sind ein bisschen kleiner. Da wird vielleicht mal ein bisschen mehr Sand mitgespült und mal ein bisschen weniger. Und ich denke auch, dass nicht ganz viel Sand auf eine bestimmte Stelle hinfließt, sondern eher ein Stückchen fließt und dann vielleicht da ein kleinerer Haufen sich bildet, sodass nicht einfach alles plötzlich an einem Ort ist. Es wird ja immer ein bisschen Sand von verschiedenen Stellen mitgenommen, dann sinkt das auch wieder runter und bleibt liegen und wieder ein bisschen Sand. Der Sand wird dann nicht den ganzen Weg mitgezogen von der Welle. Dadurch eher mehr kleinere.
149	B2: Und wenn da ein Berg entstehen würde, würden die Wellen den ja trotzdem weiter abtragen, weil da kommen ja auch Wellen lang. Also ich glaube nicht, dass da ein Berg entstehen würde. Das wäre komisch.
152	I: Glaubt ihr, bei dem Sand, also bei diesem Strukturversuch, hätte das einen Unterschied gemacht, ob das Wasser oder der Sand vielleicht heiß oder kalt ist?
153	B1: Also ich wüsste das jetzt nicht. Ich könnte wieder nur vermuten. Aber ich weiß auch, dass der Boden beim Wattenmeer auch dann wärmer wird, wenn das Wasser weg ist, weil ja die Sonne darauf scheint und dann wieder abgekühlt wird. Aber ich wüsste jetzt nicht genau, ob das irgendeinen Unterschied macht.
154	I: Hast du denn beobachtet, dass sich der Sand verändert als die Sonne darauf geschienen ist und der quasi wärmer wurde?
155	B1: Man hat gesehen, dass er vielleicht trockener wurde durch die Wärme.
156, 158	I: Würde sich dann die Struktur wieder ändern, wenn er trockener wird? Wenn wir den Sand jetzt so lassen würden.? Würde der immer noch so aussehen?
159	B1: Wenn der trocken ist, würde das nicht mehr so Ritzen geben, weil trockener Sand ist nicht mehr so verbunden wie jetzt nasser Sand. Damit kann man ja auch besser eine Burg bauen mit etwas nasserem Sand, weil der eher zusammenhält. Und wenn man den jetzt wirklich ganz trocknen lässt, dann würde die Oberfläche

	ja auch wieder glatt werden und keine Ritzen mehr dazwischen sein.
160	I: Was glaubst du?
161	B2: Wenn der Sand trocken ist, heißt das ja dann auch irgendwie, dass da kein Wasser mehr dabei ist. Und wenn dann der Sand trocknen würde, würde der erstmal ein bisschen zusammenfallen, weil ja das Wasser da rausgeht sozusagen. Aber dann würde da auch nicht mehr wirklich Struktur sein, weil halt der Sand zusammenfällt und dann wieder so eine Fläche bildet und er nicht mehr so zusammenklebt.
162	I: Also mehr oder weniger würde er dann wieder so aussehen wie vorher?
163	B2: Ne, so auch nicht, weil der sich ja nicht einfach so selbst ein bisschen nach links und rechts bewegt. Der Berg würde vielleicht ein bisschen kleiner werden, weil die Sandkörner von oben vielleicht so ein bisschen runterrollen. Aber der würde sich nicht wieder so stark verteilen, nur ein bisschen.
164	I: Ok, dann halten wir fest, dass ihr als Erklärung für das Ganze „nur“ die Wellenbewegung habt und dann der Sand da abgetragen und mitgenommen wird und aufgehäuft wird. Und durch die verschiedenen Geschwindigkeiten der Wellen und verschiedenen Stärken der Wellen entsteht nicht ein großer Berg, sondern viele kleine. Und dadurch, dass viele kleine Berge entstehen, kann man auch diese Ritzen beobachten.
165	B2: Ja.
166	I: Gut, dann wär's das schon. Dann sind wir quasi fertig.

21.4.10 Interview J4B

- 1 I: Also hier haben wir so ein Wassergefäß, das hier durch einen Holzrahmen verstärkt ist, einfach damit die Platten halten. Da ist ganz normales Leitungswasser drin. Und hier rechts ist so eine Heizung. Die kann ich gleich einstecken, dann fängt die an zu heizen. Hier in diesem Gefäß ist Eis. Das Eis mache ich gleich hier rein, damit es nicht einfach so durcheinander schwimmt im Wasser. Das mache ich hier in den Becher rein und den Becher stelle ich hier links rein. Hier haben wir Tinte und eine Pipette und damit fülle ich dann gleich hier und hier Tinte in dieses Becken rein. Was meint ihr: was kann man daran sehen, wenn das passiert?
- 2 B2: Ich würde sagen, man sieht dann vielleicht, in welche Richtung sich das ausbreitet, wenn es wärmer wird.
- 3 B1: Das warme und das kalte Wasser.
- 4 B2: Genau, und wie sich das so verteilt mit der Tinte, sieht man wo das so lang geht.
- 5 I: Ja, was glaubt ihr denn, wo geht die Tinte lang? Oder was sieht man da?
- 6 B1: Also ich würde sagen, das sind beim warmen Wasser vielleicht so Schlieren, die so von rechts nach links laufen, also dass es das Ganze zum Schluss so ausgefüllt hat.
- 7 I: Ja.
- 8 B1: Und bei dem Eis würde ich das eigentlich auch sagen. Ok, vielleicht nicht so Schlieren, aber dass es vielleicht erst so um das Eisdings so herum ist und irgendwann sich weiter so fortbewegt.
- 9 B2: Ich glaube, bei der Wärme breitet es sich schneller aus.
- 10 B1: Das glaub ich auch, ja.
- 11 I: Was meint ihr denn, wie bewegt sich das fort. Also hier beim Eis: Wenn ich daneben dann so Tinte reintrope, dann glaubt ihr verteilt es sich erstmal so um den Eisbecher herum, und dann, wie bewegt es sich dann? Vielleicht in eine bestimmte Richtung?
- 12 B1: Erstmal so nach unten und dann nach rechts.
- 13 B2: Bei der Wärme würde ich sagen, schon relativ direkt nach so links oder unten.
- 14 B1: Also eigentlich überall bei der Wärme, würde ich sagen. Also nicht jetzt erst irgendwo in eine Richtung, sondern einfach so direkt.
- 15 I: Direkt nach links?
- 16 B: Ja.
- 17 I: Ok. Was glaubt ihr denn, warum das passiert? Warum bewegt sich die Tinte? Oder das Wasser mit der Tinte.
- 18 B2: Vielleicht wenn das Wasser erwärmt wird, vielleicht bewegen sich dann irgendwie die Moleküle da drin? Oder irgendwas? Und deswegen wird das dann so.
- 19 B1: Wahrscheinlich wird das beim Eis auch langsamer gehen, weil das halt kälter ist, und wenn das kälter ist, dann bewegen sich die Moleküle ja generell langsamer.

20	B2: Weniger, ja.
21	B1: Oder weniger, und dass deshalb beim Eis es länger dauert, bis sich das überhaupt verändert und ausbreitet.
22	I: Ja, ok. Und beim Eis geht es in welche Richtung?
23	B1: Erstmal runter. Also erstmal um den Behälter herum und dann runter.
24	I: Und warum runter und nicht rauf oder nach rechts?
25	B1: Ich würde das jetzt mit Luft vergleichen.
26	B2: Warme Luft steigt ja immer nach oben. Und das Eis ist dann ja kalt.
27	B1: Und es ist ja auch so, dass wenn man jetzt zum Beispiel im Schwimmbad schwimmt, es unten kälter ist als oben, weil es ja oben generell erwärmt wird von der Sonne. Und das ist denk ich mal da jetzt auch so in kleiner.
28	I: Ok, könnt ihr mir das noch mal als Skizze aufmalen? Was ihr glaubt, was ihr da gleich sehen würdet, wenn wir das Experiment machen. Das wäre super.
29	I: Super, dann versuchen wir mal, ob wir das Experiment in Gang kriegen. Beschreibt doch mal, was ihr da seht.
30	B2: Ja also beim Kalten ging es erst so unter dem Becher lang. Und dann auf den Boden. Und dann geht es jetzt nach rechts zum Wärmeren. Und beim Wärmeren ist es, also war ja überall so ein bisschen Tinte und das Obere ist direkt nach links gegangen und das Andere ist noch so ein bisschen da.
31	B1: Und jetzt ist es halt so ein Kreislauf. Jetzt fängt halt das, was vom Warmen angekommen ist, beim Eis wieder an, da runter zu gehen und wieder nach rechts zu gehen und immer so weiter.
32	I: Gucken wir noch mal ein bisschen zu, ob die da tatsächlich wieder runtergeht und dann nach rechts.
33	B: So ein ganz bisschen geht es wieder runter, aber da verändert sich nichts mehr, also doch kein Kreislauf.
34	I: Wo kommt denn das her, was da unter dem Becher runter geht?
35	B: Ich würde sagen vom Warmen, was sich dann von rechts nach links bewegt hat.
36	I: Ok, jetzt verdünnt sich die Tinte auch allmählich. So, was macht die neue Tinte?
37	B2: Eigentlich wieder recht ähnlich. Also beim Kalten ist es eigentlich ähnlich wie gerade eben. Beim Warmen ist es eigentlich nur sehr wenig, was sich da bewegt.
38	B1: Aber es ist eigentlich auch wie gerade. Es verteilt sich halt so ein bisschen. Also das Oberste geht schnell nach links und unten braucht es halt auch so ein bisschen länger, bis es sich nach unten hin verteilt. Ich würde sagen, beim Kalten wird einfach so diese Schicht, die sich nach rechts bewegt, so ein bisschen breiter einfach als vorher. Und beim Warmen passiert jetzt aber nicht mehr so viel. Also beim Kalten passiert mehr.
39	B2: Ein paar Schlieren gehen so nach links, so ganz feine. Der Rest geht eher nach unten.
40	B1: Stimmt. Sieht auch ganz anders aus.

41	B2: Das Kalte ist eher so eine durchmischte Masse und das andere sind ganz viele einzelne kleine Stränge.
42	I: Und jetzt, könnt ihr noch mal beschreiben, wie es sich da beim Warmen bewegt?
43	B2: Also ich würde sagen, die gesamte Tinte bewegt sich ein bisschen nach links. Also ganz am Anfang war es eher so still.
44	B1: Aber es sinkt halt auch ein bisschen ab. Also am Anfang war es ja weiter oben.
45	B2: Aber es bewegt sich schon nach links.
46	B1: Ja.
47	B2: Das Kalte breitet sich auf jeden Fall schneller aus.
48	B1: Jetzt geht es aber so richtig nach links. Jetzt zieht es alles nach links. Vorher war es ja nur der erste Teil, der am weitesten links war. Aber jetzt ist es ja eigentlich alles.
49	B2: Aber viel langsamer als beim ersten Mal.
50	B1: Ja. Und das Kalte ist jetzt auch langsam.
51	I: Kann man erkennen, was da jetzt, unten, die Tinte, die jetzt rechts angekommen ist, was die jetzt macht?
52	B1: Ich würde sagen, im Moment noch nichts. Aber ich würde halt vermuten, dass die dann auch wieder nach oben zu der warmen Tinte geht, sag ich mal.
53	I: Geht noch mal ran und guckt noch mal, was da rechts bei der Heizung ist.
54	B2: Doch, die geht doch nach oben. Ja, an der Heizung nach oben.
55	B1: Hier sieht man halt nur, dass es sich da am Becher so bündelt und so nach unten geht.
56	I: Ok, ihr habt genug beobachtet. Setzen wir uns dazu noch mal hin, denn vielleicht müsst ihr dazu noch was malen. Ihr habt ja vorhin gesagt, was ihr glaubt, was passieren wird und habt das hier auch aufgemalt auf der Skizze. Hat sich da bei euch jetzt was verändert, jetzt wo ihr das Experiment beobachtet habt.
57	B1: Also ich würde schon sagen, dass wir im Großen und Ganzen eigentlich recht hatten. Außer, dass es halt beim Warmen sich nicht direkt verteilt hat, sondern dass es erstmal so oben geblieben ist und das nur so oben war, wo es nach links gezogen ist.
58	B2: Also nicht alles hat sich verbreitet, sondern nur oben.
59	B1: Halt alles oben.
60	B2: Ja, genau. Beim zweiten Mal auch, als wir die Tinte reingemacht haben und so ein großer Ballen dageblieben ist und später erst sich das alles geteilt hat.
61	I: Was glaubt ihr denn, warum passiert das da jetzt so?
62	B1: Also ich habe gar keine Idee. Wahrscheinlich ist das halt wirklich so, dass das Kalte unten so ein bisschen bleibt und das Eis gibt ja auch so die Kälte ab und wenn sie dann so nach unten geht, dann stellt man das nur damit dar, dass man die Tinte

	dazu tut und dann sieht man, wie das kältere Wasser, dass durch das Eis kalt geworden ist, nach unten absinkt und sich am Boden verteilt.
63	B2: Beim Warmen vielleicht, weil das zuerst oben nur so weitergezogen ist. Vielleicht erwärmt es sich über die obere Schicht schneller, weil die vielleicht auch schon vorher wärmer war, oder so. Und deswegen zieht das oben erst lang und dann erst später so, wenn das Untere auch wärmer ist.
64	B1: Es ist halt viel einfacher, die oberste Schicht zu erwärmen, weil da musst du halt nur eine Schicht erwärmen und wenn du unten was erwärmen willst, musst du vorher durch alles durch.
65	I: Der Heizstab geht ja schon ganz runter. Der heizt ja überall.
66	B1: Aber vielleicht heizt der halt dafür zu wenig, wenn es unten kalt ist, dass die Kälte unten überwiegt und oben eher nicht.
67	B2: Vielleicht wärmt die Luft das oben. Vielleicht ist das generell ein bisschen wärmer oben. Schon von vornherein und dann wird es oben schneller warm.
68	B1: Auch wenn es überall sonst warm ist halt auch.
69	I: Könnt ihr mir das jetzt auch noch mal, nachdem wir das Experiment durchgeführt haben, in einer Skizze zeichnen? In der man auch sieht, warum wo welche Bewegungen sind.
70	I: Jetzt habt ihr hier eingezeichnet, dass es unter dem Eis nach unten sinkt. Und dann geht es von euch aus gesehen nach rechts. Könnte ihr noch mal einzeichnen, was dann passiert, also es geht nach rechts und was passiert dann, wenn es ganz rechts angekommen ist?
71	B1: Es geht ja erstmal nur an dem Heizstab nach oben, so entlang.
72	B2: Haben wir jetzt nicht gesehen. Es könnte ja sein, wie wir schon dachten, dass das jetzt ein Kreislauf ist. Aber beim ersten Mal ist ja auch nichts passiert.
73	I: Wisst ihr, ob es sowas auch woanders gibt? Dass es da was Kaltes gibt, da was Warmes, dass dann so Bewegungen entstehen?
74	B2: Ich würde sagen im Meer: irgendwelche Unterwasserströmungen.
75	I: Ja.
76	B2: Weiß nicht, ob jetzt irgendwie Warm und Kalt so nah aneinander sind, dass da solche Strömungen entstehen. Aber, vielleicht ist es auch an der Küste so ein bisschen wärmer das Wasser.
77	B1: Es ist ja auch so, wenn man badet, einfach wenn einem das Wasser zu warm ist und man lässt so kaltes Wasser nachlaufen, dann wird's ja auch als erstes wo es kalt wird, ist ja unten am Boden. Und dann, so nach und nach verteilt sich das dann so, auch erst von unten, aber dann nach oben und dann oben erstmal lang und dann ...
78	I: Kennt ihr es noch irgendwo anders her? Gibt es so was nur im Wasser?
79	B1: Ne, in der Luft ist es ja auch so. Das ist ja auch wie sich so Wolken und so was bilden.
80	I: Jetzt habt ihr hier gesagt, da wo das Wasser mit der Tinte kalt wird, sinkt es nach unten, hier geht es nach oben und nach rechts bei der Heizung. Wisst ihr, oder habt

	ihr eine Idee, warum das so ist? Warum geht denn das nach unten, nur weil es kalt ist?
81	B2: Weil das generell warm ist. Also hier oben ist es ja kalt, bei dem Becher und unten ist das Wasser am Anfang noch wärmer, würde ich sagen, weil die Kälte sich ja von oben ausbreitet...
82	B1: Weil es Schichten gibt: also, dass es oben viel einfacher ist, das so zu erwärmen, weil man nur durch die oberste Schicht hindurch muss, um das Ganze zu erwärmen und es dauert halt viel länger erstmal durch sechs, sieben, acht Schichten durchzukommen, bis man halt unten das erwärmen kann. Und auch, wenn das hier jetzt nur so stehen würde und die Sonne durch das Fenster scheinen würde, dann wäre es ja auch unten irgendwie ein bisschen kälter als oben. Und dass die Kälte, die vom Eis kommt, sich dann zum Kalten weiterbewegt.
83	I: Also das Kalte bewegt sich zum Kalten hin?
84	B2: Also hier oben ist es ja eher kälter würde ich sagen, weil das Eis da ja ist.
85	B1: Aber das ist ja nur dieser Bereich.
86	B2: Und da das dann nach unten strahlt, geht das dann auch nach unten.
87	I: Ok, und deswegen bewegt sich das Wasser nach unten.
88	B: Ja.
89	I: Wenn ihr jetzt einen Namen finden müsstet, für das, was ihr da gesehen habt, was für einen Namen würdet ihr diesem Prozess geben?
90	B1: Die Bewegung von Wasser in verschiedenen Temperaturen, oder bei Temperaturunterschieden oder so.
91	I: Also Bewegung von Wasser bei Temperaturunterschieden.
92	B: Ja.
93	I: Ok. Gibt es irgendwas, was euch überrascht hat, als ihr das beobachtet habt? Womit ihr vorher nicht gerechnet hättet?
94	B2: Also hier hätten wir zuerst gedacht, dass es sich überall verteilt. Und jetzt im Nachhinein ist es ja ganz logisch, weil die obere Schicht schon von vornherein ein bisschen wärmer ist, und es daher ein bisschen schneller zur Seite zieht.
95	B1: Also das hätte ich auch gesagt. Das war so das Einzige, dass sich das erstmal so verteilt und dann nach links zieht, aber das war ja wirklich nur, dass das oben geblieben ist.
96	B2: Und auch, dass es hier am Rand sich so runterzieht.
97	B1: Hier war ja eigentlich auch fast gar nichts. Das war ja wirklich nicht so, dass sich das erst verteilt hat, sondern direkt von gerade drunter und dann nach unten.
98	I: Ok, prima. Dann sind wir mit dem ersten Experiment schon fertig. Dann machen wir jetzt ein zweites. Ich zeig euch mal, was das für ein Experiment ist. Beim zweiten Experiment haben wir hier eine Kunststoffschale und da ist Sand drin, das ist ganz normaler Sand, den haben wir aus dem Baumarkt, und ein bisschen

	Wasser. Und ich werde gleich diese Schale nehmen und von links nach rechts immer so hin und herschütteln, zur Seite. Was glaubt ihr, was ihr beobachten könnt?
99	B2: Ich glaube, das ist wie im Watt. Also wenn jetzt Ebbe ist und das Wasser dann so z.B. von hier nach da gehen, weil hier ist jetzt ja so ein bisschen Meer... ne, immer nur so, oder?
100	I: Hin und her.
101	B2: Ach so, hin und her, dann würde ich sagen so Rillen entstehen, so ein bisschen, also nicht so stark, weil das wieder so ausgeglichen wird.
102	B1: Ich weiß halt nicht, ob sich dann der Sand so rechts und links so sammelt und dann in der Mitte quasi nur das Wasser ist. Oder ist es dann eher so, dass es dann so eben bleibt? Weil das macht man ja auch so, wenn man z.B. Mehl so abmessen will, damit das gerade wird, dann macht man das ja auch so hin und her.
103	B2: Ja, stimmt. Also ich würde sagen entweder, das mit dem rechts und links...
104	B1: Würde ich fast eher sagen, glaube ich, also dass sich rechts und links der Sand so absetzt und in der Mitte dann das Wasser ist. Vielleicht nicht so extrem, dass man dann den Boden sieht, aber schon, dass da so eine Kuhle ist.
105	I: Ok, setzt euch mal wieder hin. Könnte ihr mir das noch mal aufmalen, was ihr erwartet, was ihr da sehen werdet?
106	I: Also, was sehen wir da jetzt. In der Mitte, das ist das Wasser, richtig?
107	B2: Ja, also ein bisschen Sand mit Wasser drüber.
108	I: Ja.
109	B: Und rechts und links eher nur Sand, nicht so angehäuft, aber eher in der Mitte so ein bisschen ausgespült. Wie so ein kleiner Hügel.
110	I: Warum glaubt ihr, dass das passieren wird?
111	B2: Wenn wir das immer so hin und herbewegen, dann nimmt Wasser ja immer nach links und rechts so ein bisschen Sand mit aus der Mitte.
112	B1: Irgendwann ist halt in der Mitte kein Sand mehr da und dann muss das ja irgendwo anders hin transportiert worden sein. .
113	B2: Ich glaube schon, wenn man das nach links macht, dann geht natürlich erstmal ein bisschen Sand mit dahin, aber dann geht auch wieder was zurück. Aber im Ganzen bleibt mehr Sand da [an den Seiten].
114	I: Also es ist so, dass das Wasser sich hin- und herbewegt und nimmt den Sand dann mit. Ist es so?
115	B: Würde ich sagen.
116	B1: Ja gut, wenn Sie das so schütteln, dann wird wahrscheinlich der Sand von alleine sich mitbewegen.
117	B2: Aber eigentlich ist er schon so eine feste Masse. Also wenn das jetzt so trockener Sand wäre, so Pudersand...
118	B1: Ja dann würde sich das glätten.

- 119 B2: Genau. Aber das ist jetzt ja schon so gebunden und so fest. Ich glaube, wenn man jetzt nicht so richtig viel Wasser hätte, sondern nur dass es so gerade so eine feste Pampe ist, dann würde auch nichts passieren. Ich glaube, das ist schon wegen des Wassers.
- 120 B1: Wenn oben Wasser noch darauf steht.
- 121 B2: Ja genau.
- 122 I: Sollen wir es mal ausprobieren?
- 123 B: Ja.
- 124 I: Ok, ich nehme jetzt mal die Schale und bewege sie schnell und ruckartig hin und her.
- 125 B: Das Wasser arbeitet sich so ein bisschen nach unten. Es teilt sich. Wie ein Erdbeben sozusagen. Und in der Mitte ist so eine Ritze. Es ist ja schon in der Mitte so schmaler geworden. Aber nicht, weil das Wasser es wegspült. Dann hat sich das in der Mitte so aufgeteilt.
- 126 I: Ok, dann setzen wir uns doch damit mal hin und schauen uns das noch mal genau an. Also, was seht ihr da jetzt in der Schale?
- 127 B: Also links ist am meisten Sand. In der Mitte eher weniger, da ist mehr Wasser. Und rechts ist es ein bisschen niedriger, aber dafür sind da mehr so verschiedene Huckel. Aber schon Sand auch.
- 128 I: Und der Sand, ist der so wie ihr den erwartet habt vorher? Wie habt ihr euch das denn hier gedacht bei eurer Skizze? Ist der eher so glatt hier?
- 129 B: Das ist eher so, finde ich. Da ist halt auch Struktur drin. Links ist ganz viel Sand, in der Mitte ein bisschen weniger und rechts dann wieder ein bisschen mehr als in der Mitte. Nicht so, wie wir gedacht haben, dass rechts und links ganz viel ist und in der Mitte gar nichts. Also eher so in der Hälfte geteilt, würde ich sagen. Also, dass hier wenig Sand ist und da ist viel Sand.
- 130 I: Was glaubt ihr denn, warum ist das jetzt so gekommen?
- 131 B2: Also vielleicht könnte es sein, weil in eine Richtung so ein bisschen mehr geschüttelt, so geruckelt wurde und deswegen ist der meiste Sand da herüber gegangen. Und wenn das jetzt in die andere Richtung gewesen wäre, wäre dann auf der anderen Seite mehr Sand gewesen.
- 132 B1: Ja vielleicht, dass sich das generell auch so ein bisschen trennt zwischen Sand und Wasser. Also zu Anfang hat es sich so drunter geschoben und dann hat es sich aber so geteilt und ist dann so nach rechts rüber und dann ist ja immer noch der rechte Teil viel nasser als der linke Teil.
- 133 B2: Und in der Mitte sind auch noch so Kugeln.
- 134 B1: Ja, Sandkugeln.
- 135 I: Ihr habt eben schon das Wort Struktur benutzt. Warum sind denn jetzt hier so komische Formen im Sand? Warum ist der nicht glatt?
- 136 B2: Weil sich das so aneinandergeschoben hat. Also es wurde ja immer so von rechts nach links bewegt.

137	B1: Gab es so Risse und dann, wenn die sich wieder...
138	B2: ... aneinander geschoben haben...
139	I: Könnt ihr mir dazu, was ihr jetzt beobachtet habt, auch noch mal eine Skizze machen? Aus der wir dann nachher ersehen können, warum das so eine Form angenommen hat, wie sie es angenommen hat?
140	I: Ok. Jetzt habt ihr eine Skizze gemalt und diese waagerechten Wellenlinien, das ist eher das Wasser und dieses leicht schräg schraffierte, das ist der Sand. Warum sind denn jetzt, könnt ihr das noch mal sagen, hier diese Sandanhäufungen entstanden?
141	B: Irgendwie entstehen doch so auch Gebirge, wenn die sich so aufschieben. Faltengebirge oder so. Ja, das hat sich ja so aufgeschoben. Also erstmal war es ja so rissig. Also erstmal war es ja glatt. Und dann auf einmal kam so ein ganz großer Riss in der Mitte, dann waren es in der Mitte so zwei Teile sozusagen. Alles ist wieder so ein bisschen mehr in die Mitte gegangen, denn es war ja ganz weit links. Intern gab es noch mal so ganz viele kleine Risse. Und dann sind in der Mitte diese Kugeln so rausgekommen, wo dann die beiden Teile wieder aneinander gekommen sind, sind dann diese Kugeln so entstanden.
142	
143	I: Könnt ihr das irgendwie an einer Skizze verdeutlichen, wie das jetzt passiert ist, dass es zu dem kommt, was ihr da aufgemalt habt?
144	
145	I: Ok, gucken wir uns das mal an, was ihr alles aufgemalt habt. Wenn ich mir das hier vom ersten, über das zweite zum dritten anschau, dann hat sich da der Sand immer weiter zu einer Seite verteilt? Bis schließlich im dritten Bild man sogar den Schalenboden sehen konnte.
146	B: Genau.
147	I: Was glaubt ihr, warum ist das passiert? Warum ist der Sand nicht gleichmäßig geblieben, so wie er vorher war?
148	B: Das ist davon abhängig, wie stark man die schüttelt, oder ob man es auch gerade hält. Man hält es wahrscheinlich immer so schief.
149	I: Ok, ab dem vierten Bild haben sich dann anscheinend mehrere kleine Risse gebildet. Und dann anschließend auch solche.
150	B1: Und aus den Rissen diese Hügel.
151	B2: Weil die dann wieder so zusammengeschoben wurden.
152	I: Also noch mal: Könntet ihr mir noch mal erklären, wie entstehen diese Hügel jetzt, diese kleinen?
153	B2: Also, erst sind ja diese Risse da. Wenn man das wieder so hin und herbewegt.
154	B1 : Dann klatschen die so aneinander.
155	B2: Dann türmen die sich so auf.

156	B1: Damm geht der eine, der größere Riss über diesen anderen rüber und der kleinere verschwindet darunter und dann entsteht so ein Hügel halt.
157	I: Ok, und beim sechsten Bild?
158	B1: Das ist nur das, was nach dem vierten Bild passiert ist, also wie es dann aussieht. Dann ist links immer noch ganz viel Sand, also mehr als rechts.
159	B2: Und beim sechsten Bild haben sich diese Kügelchen gebildet.
160	B1: Ich würde sagen, das Wasser ist so von den Seiten da drunter gespült, so zur Mitte.
161	B2: Jedenfalls haben sich diese Kügelchen gebildet und durch dieses hin und her schütteln haben die sich dann so gerollt und sind so ein bisschen fester geworden.
162	B1: Und größer auch, würde ich sagen.
163	I: Was glaubt ihr, kann man so was, was ihr hier beobachtet habt, kann man das auch woanders beobachten?
164	B2: Ja ich glaub, das ist, wenn sich so zwei Erdplatten so übereinander schieben, ist ja auch so wie mit diesen Rissen und sich dann so Gebirge bilden. Dass die sich dann so hochschieben.
165	B1: Es ist vielleicht auch so bei Tsunamis. Also ich weiß nicht, ob das so direkt das Gleiche ist.
166	B2: Wenn sich Sachen so verschieben und Risse bilden.
167	B1: Oder sich dadurch so übereinander schieben und dann, ist ja bei Tsunamis auch so, dass dann halt diese Welle dann entsteht.
168	I: Und jetzt diese Form im Sand kann man sowas auch irgendwo beobachten?
169	B1: Ja, an der Küste. Also wenn hier am Strand so die Brandung ist: das seichte Wasser, wo man halt reingeht, und hier so das ganze Meer mit einer Unterwasserstruktur, also wo man als Besucher nicht mehr so hinkommt.
170	B2: Und das, also ganz rechts, wo diese Hügel sind, sieht auch ein bisschen so aus, wenn jetzt Ebbe oder so ist und das Wasser so abfließt. Wie auf dem Bild, wo die ganzen Rillen so drin waren, weil das Wasser sich bewegt. So sieht das auch ein bisschen aus.
171	I: Ok. Und wenn ihr dem Ganzen einen Namen geben solltet, wie würdet ihr das nennen, was ihr da beobachtet?
172	B1: Das Phänomen der Wasserbewegung durch Erschütterung oder so.
173	B2: Sand und Wasser bei Bewegung oder so.
174	B1: Als wäre das so von sich aus in Bewegung, weißt du? Ich würde es nicht Erschütterung nennen. Erschütterung ist ja eigentlich äußerlich.
175	B2: Das stimmt.
176	I: Wenn wir jetzt noch mal auf diese Strukturen hier eingehen, die ihr da im Sand seht, wo ihr sagt, das findet man irgendwie auch am Strand unter Wasser. Was glaubt ihr, wie kann man das noch erzeugen? Oder gibt es noch eine andere

	Möglichkeit das zu erzeugen? Jetzt habe ich das ja gemacht, indem ich eine Schale hin und her geschüttelt habe. Wie kann sowas noch entstehen?
177	B1: Meinen Sie jetzt so, wenn man das so nachstellen will?
178	I: Ja, oder ihr habt ja auch gesagt, sowas kann man in der Natur irgendwie finden. Wie kann denn sowas noch erzeugt werden?
179	B2: Durch Wind vielleicht? Wenn man jetzt so trockenen Sand hat, kann es so Wellen bilden.
180	B1: Stimmt, Verwehungen. Dünen zum Beispiel, würde ich jetzt sagen.
181	B2: Ja, genau. Das sind halt kleine Dünen dann sozusagen.
182	B1: Also von der großen Düne bilden sich halt so Verwehungen, diese Kügelchen. Weil das abgetragen wird, entsteht halt diese Kuhle, wo sich jetzt in dem Fall das Wasser drin sammelt, dann wird das aber von dem Wind so weitergetragen und das setzt sich woanders dann ab und dann entstehen diese kleinen Kügelchen.
183	I: Ok, und die entstehen durch was?
184	B1: Erosion, oder? Halt so Bodenerosion, so Abtragungen.
185	B2: Ja, durch den Wind. Der Sand wird dann so abgetragen und dann so weitergetragen.
186	I: Würdet ihr dann sagen, da ist es grundsätzlich so, wie wir es hier auch gemacht haben? Hier habe ich irgendwie Wasser und Sand geschüttelt. Gibt es da einen Zusammenhang zwischen dem, was der Wind macht, und dem, was ich mit dem Schütteln gemacht habe?
187	B2: Jetzt haben wir ja durch das Wasser und dieses Hin und herbewegen den Sand so hin und herbewegt. Und wenn man jetzt trockenen Sand und Wind hat, dann würde ich sagen, ist es durch den Wind, dass es so hin und herbewegt wird.
188	B1: Ja, und vielleicht auch wenn man das so zusammen sieht: also, dass der Wind das auch noch so beschleunigen kann. Jetzt beim Wasser zum Beispiel, wäre da jetzt auch noch so Wind gewesen und der Sand ohne Wasser, sondern einfach nur so ein bisschen trockener, würde das ja auch Sand vom Strandsand abtragen. Wenn der Wind da was mitnimmt und abträgt und das im Wasser landet, dann sinkt das ja auch und dann setzt sich das am Boden ja auch so wieder ab. Dass das zusammen sich gegenseitig unterstützt.
189	I: Ok. Wenn wir zum Schluss noch mal vergleichen, was ihr vorher erwartet habt und was ihr dann letztendlich beobachtet habt. Was würdet ihr sagen, was hat euch da am meisten überrascht?
190	B2: Mich hat überrascht, dass es zuerst ein Klumpen geworden ist und rechts und links ist es erstmal so aufgebrochen. Wir dachten ja, dass sich nur die obere Sandschicht hin und herbewegt und abträgt, aber da war es so, dass ein richtiger Riss da war.
191	B1: Auch so plötzlich.
192	B2: Also erst war es ja so ganz kompakt so ein Stück und dann hat es sich so aufgespaltet. Eigentlich hatte ich was ganz anderes erwartet.

- 193 B1: Also ich hatte schon damit gerechnet, dass sich das so wie ganz am Anfang so glatt gerade gemacht hat. Das habe ich schon erwartet, aber jetzt auch nicht so, dass sich vor allem diese Kügelchen da bilden.
- 194 B2: Auch dass es sich dann so aufsiebt, hätte ich auch nicht gedacht, dass sich auf einer Seite dann so kleine Risse bilden.
- 195 B1: Ja vor allem auch nur auf einer Seite so wirklich. Da gab es so Erhöhungen zwar, aber das ist ja nichts im Gegensatz zu der rechten Seite und dass der Unterschied so extrem ist und halt auch dass dann auch nur durch dieses Hin- und Herbewegen diese Kugeln entstehen.
- 196 B2: Ja, so verschiedene Sachen, also dass es wirklich so unterschiedlich ist und nicht so, wie wir gedacht haben: rechts und links Sand und in der Mitte Wasser. Sondern, dass es hier rechts diese Hügel sind, in der Mitte Wasser und links dann halt mehr Sand, aber gerade halt.
- 197 I: Super, dann würde ich sagen, sind wir fertig mit den Experimenten.

21.4.11 Interview J5B

4, 8, 10, 13	I: Wir fangen mal mit dem Versuch hier auf der rechten Seite an. Das ist hier so ein Kunststoffkasten. Der ist schlecht eingeklebt, deswegen ist das hier so ein bisschen wüst aus mit dem Klebstoff. Das ist aber egal, das hat nichts zu sagen für den Versuch selbst. Drinnen ist ganz normales Leitungswasser. Und hier haben wir noch etwas: Das ist eine Aquarienheizung hie rauf der Seite. Und hier haben wir einen Styroporkasten, da ist Eis drin, den brauchen wir später. Und hier ist noch ein Behälter, den ich hier nachher reinstecken werde, nachdem ich da Eis einfülle. Wenn ich das Eis direkt reinmachen würde, bewegt sich das Eis. Wir wollen aber, dass das Eis hier auf einer ganz bestimmten Seite bleibt, deswegen der Behälter. Wenn ich die Aquarienheizung eingeschaltet habe und auch das Eis eingefüllt habe, dann gebe ich mit dieser Pipette an diese Stellen Tinte in das Behältnis und wir gucken was passiert. Ich beschreibe nochmal den Ablauf und ihr stellt euch vor, was passiert. Ich mache gleich in diesen Behälter Eis rein. Dann sinkt er ein bisschen ein, weil das Eis eine gewisse Masse hat. Dann ist also hier Eis. Auf der anderen werde ich die Aquarienheizung einstecken. Im Inneren ist unten so ein Draht. Der Draht wird dann warm. Wenn das läuft, warten wir noch einen kleinen Moment, dann werde ich hier an der rechten Seite Tinte eingeben. Und auf der linken Seite gebe ich hier am Eisbehälter vorbei auch einen Tropfen. Jetzt möchte ich gerne von euch wissen, was ihr beobachtet werdet, was ihr sehen werdet, wenn ich das mache. Was meint ihr?
17	B2: Die eine Seite ist ja beheizt und die andere Seite wird ja gekühlt. Und das müsste sich auf die Farbe bzw. auf die Mischung oder das Mischverhältnis der Farbe mit dem Wasser auswirken.
18	I: Könntest du das näher beschreiben, wie sich das auswirken würde?
19	B2: Ich weiß nicht, ob das eine mehr oder besser irgendwie in das Wasser reingeht – so, wie man das kennt diesen Verlauf – oder ob das eine so klein bleibt und das andere größer wird.
20	I: Kannst du nochmal den Verlauf beschreiben, was du mit dem Verlauf meinst?
21	B2: Dass das von der Oberfläche Richtung Boden so runter...
22	I: Das würde auf beiden Seiten passieren oder auf einer?
23	B2: Auf der einen mehr, auf der anderen weniger.
24	I: Auf welcher Seite würde das mehr passieren?
25	B2: Ich meine, auf der erhitzten mehr, auf der gekühlten weniger.
26	I: Auf der erhitzten Seite würde sich das Wasser dann schneller nach unten bewegen?
27, 29, 31	B2: Nein, die Farbe. Das Wasser bewegt sich ja nicht nach unten. Das Wasser ist ja schon da. Die Farbe wird ja hinzugefügt.
32	I: Das heißt, die Farbe bewegt sich schneller nach unten?
33	B1: Die Farbe dehnt sich wahrscheinlich eher ein bisschen aus. Durch Hitze dehnt sich ja etwas aus. Ich könnt mir vorstellen, dass es bei dem Wasser

	auch so ist bzw. bei der Farbe. Wenn man auf der Seite, der beheizten Seite, Farbe reintut, dass man halt beobachten kann, dass die sich ausdehnt in alle Richtungen oder mit dem Wasser vermischt und so ein bisschen verläuft. Dasselbe passiert ziemlich wahrscheinlich auch auf der anderen Seite, wo es gekühlt wird, aber ein wenig langsamer.
34, 36, 38	I: Auf der erhitzten Seite dehnt sich das in alle Richtungen aus? Aber schneller als auf der kalten Seite?
35, 37	B1: hm (bejahend). Ein wenig.
40	I: Hast du eine Erklärung dafür?
41	B1: Hitze bzw. etwas Warmes braucht mehr Platz. Das hat was mit der Dichte zu tun. Etwas Kühles braucht etwas weniger Platz, ist auch schwerer und zieht sich zusammen.
42	I: Gibt es noch etwas was ihr erwartet, was man sehen können wird? Zum Beispiel, wenn die Zeit ein bisschen vorgespult werden würde?
43	B1: Vielleicht, dass die Farben irgendwann in der Mitte aufeinandertreffen, sich vermischen und man dann zum Schluss keinen deutlichen Unterschied mehr sieht. Das Wasser würde sich dann ja irgendwann auch ein bisschen vermischen.
44	B2: Ich weiß nicht, ob die Farbe vielleicht auch heller wird da durch die Wärme.
46	I: Du hast gerade davon gesprochen, dass sich das Wasser vermischen will. Was meinst du damit?
47	B1: Wobei, mir ist gerade eingefallen, dass da eigentlich ja so noch keine Bewegung drin ist. Aber vielleicht kommt ja ein wenig Bewegung dadurch rein, dass sich das erhitzte Wasser mehr ausdehnt als das gekühlte. Dadurch vermischt sich das ja vielleicht.
48	I: Kannst du noch ein bisschen näher beschreiben?
49	B1: Ich weiß ja nicht wie stark das so erhitzt wird. Wieviel ist das?
50, 53	I: Die Aquarienheizung erhitzt das Wasser in ihrer Umgebung bis 36°. Dann stellt die sich ab. Auf der anderen haben wir das Eis. Es ist natürlich kälter als 0° C. Das heißt, in seiner Umgebung kann es das Wasser auf 2/3° abkühlen, wenn es sich längere Zeit in der Nähe befindet.
54, 56	B1: Dadurch, dass das Wasser erhitzt wird, ist das ein wenig wärmer als jetzt. Das ist jetzt ja auf Raumtemperatur, 22/23° vielleicht. Das würde sich das halt wahrscheinlich minimal ausdehnen. Das würd man so mit bloßem Auge nicht erkennen, aber dadurch, dass da die Tinte drin ist, wird das Wasser sichtbar gemacht oder eingefärbt teilweise. Man wird wahrscheinlich schon erkennen, dass auf der anderen Seite halt nicht so die Bewegung durch diese Ausdehnung reinkommt.
57, 59	I: Jetzt haben wir ja zwei Linien: Du (B1) spracht jetzt gerade davon, das Wasser bewegt sich und man kann das sehen, weil man die Tinte reinmacht und es sichtbar macht. Und du (B2) hast gesagt, die Tinte bewegt sich, aber das Wasser bewegt sich nicht.

60,62,64	B2: Das ist ja eingefärbt. Die Tinte färbt ja das Wasser ein und wird dadurch so, ich will nicht Masse sagen, aber ein neues Mischverhältnis. Und dann bewegt sie sich. Aber ich weiß nicht, ob das jetzt irgendwie mit der Kälte besser oder weniger gut funktioniert als mit der Wärme.
65	I: Bewegt sich das Wasser oder nicht? Eben sprachst du davon, dass sich das Wasser nicht bewege.
66, 68	B2: Dieses Verhältnis, also diese Mischung aus Tinte und Wasser.
69	I: Was macht das? Das bewegt sich oder nicht?
70	B2: Das rinnt in dem Wasser.
71,73	B1: Ganz still ist das Wasser ja sowieso nicht, oder?
74	B2: Jetzt schon, aber wenn man die Heizung anmacht und Eis?
75, 77, 79, 82, 84	I: Also, ich werde nicht schütteln oder so, sondern ich lege ganz vorsichtig einfach nur das Eis rein, sodass sich das Wasser in dem Kunststoffbehälter nur minimal bewegt. Auf der rechten Seite steck ich einfach nur die Heizung ein. Da bewegt sich nichts. Ich gebe sozusagen keine Bewegung rein. Was meinst du mit dem Prinzip, dass sich das Wasser vermischt?
87	B1: Gehen wir mal davon, dass das Wasser kälter wird und auf der anderen Seite wärmer. Dadurch, dass etwas Warmes sich ausdehnt und mehr Platz braucht, könnt ich mir vorstellen, dass es irgendwann dann auf das kältere Wasser trifft und sich dann so ein bisschen vermischt. Und vielleicht geht das wärmere Wasser dann auch tendenziell nach oben über dem kälteren Wasser, weil es ja mehr Platz braucht und sich ausdehnt – Wärme steigt ja auch nach oben. Und das Kältere sich eher zusammenzieht und unten bleibt.
88	I: Vielleicht könnt ihr euch mal auf eine Zeichnung einigen, was wohl passieren würde.
107	B1: Was genau sollen wir jetzt aufmalen?
108	B2: Unsere Erwartung.
109	I: Was ihr wohl sehen werdet, wenn ich die Tinte eingegeben habe.
110	B2: Dann geht es so runter und dann müsste sie sich irgendwo treffen.
111	B1: Wo genau wird die denn hineingegeben?
115,117	I: Genau die Stelle und hier. An die Ränder.
118	B2: Ja, da ist schwieriger. Wenn sie da hineingegeben würde, könnten sie sich treffen.
119	B1: Ne, ich glaube, hier auch irgendwann.
120	B2: Irgendwann schon, nach Stunden.
122	B2: Also erstmal malen wir hier so Tinte.
127	B1: Sieht aus. Das sieht aus wie 'ne Qualle.
132	B2: Noch ein bisschen, aber das muss größer sein als das. Genau. So ist gut.

133	B1: Naja, ein bisschen geht noch. Kann man das noch ein bisschen verdeutlichen.
134	I: Habt ihr schon mal eine andere Situation erlebt, wo ihr sowas schon mal gesehen habt? Vom Prinzip her.
135	B2: Vom Prinzip, dass sich eine Farbe ausdehnt?
136	I: Zum Beispiel. Oder dass ihr was erhitzt habt, abgekühlt habt?
137	B1: Also die Farben kennt man ja aus dem Kunstunterricht.
139, 141	B1: Wenn man Tusche ins Wasser gibt, sieht man ja auch, dass sich die Farbe mit Wasser vermischt beziehungsweise sich ausbreitet.
140	B2: ...dann sieht man die Ringe, die sich so ausbreiten.
147	I: Und, und was passiert dann? Dann verteilt die Farbe sich?
148, 150	B1: Ja. Und färbt... obwohl, wenn man sich das überlegt, kommt keine Bewegung rein.
151	B2: Selbst, wenn du den Pinsel reintropfst, du tropfst da ja auch was rein, entstehen Kreise. Und das geht trotzdem nach unten.
154	B1: Das dürfte sich aber ziemlich schnell und ziemlich stark ausbreiten. Wenn ich was so in ein Tuscheglas gebe.
157	B2: Tusche ist dünner als das, denn Tusche ist ja ein Wassergemisch.
161	I: Wieso verteilt die sich denn in dem Wasser?
162	B1: Die verteilt sich ja nicht, die mischt sich ja auch mit dem Wasser.
163	I: Was ist der Unterschied?
164	B2: Das ist ja kein Feststoff.
165, 167	B1: Wenn sie sich verteilen würde, wäre es ja nur die Tusche an sich, die sich ausdehnt. Also so würde ich das verstehen. Und so vermischt sie sich mit dem Wasser. Also wird auch ein wenig dünner und heller die Farben
168	I: Warum passiert das?
169	B2: Weil das war von Anfang an ein Wassergemisch und flüssig.
170	B1: Das löst sich in Wasser. So heißt das.
171	B2: Das ist lösbar, das was mit der Struktur und der Dichte und so zu tun. Anders, als wenn man da jetzt einen Stein reinschmeißen würde. Das ist ja ein Feststoff und der löst sich nicht auf.
173	B1: Der verteilt sich auch nicht. Der bleibt einfach so an einer Stelle.
175	B2: Ja, egal ob warm oder kalt.
176	I: Warum ist es bei der Tusche im Vergleich zu dem Stein anders? Warum sinkt die nicht einfach zu Boden und verbleibt da.
177	B1: Das hat auch was mit der Struktur zu tun wie Tuschfarbe...(unterbrochen).

178	B2: Das ist ein Wassergemisch. Das kann noch mehr Wasser aufnehmen.
179	B1: Nein, es nimmt nicht direkt Wasser auf, oder?
180	B2: Es vermischt sich damit.
181	B1: Es löst sich. Heißt das nicht, es löst sich in Wasser?
183	I: Warum löst sich das?
184	B2: Weiß ich nicht.
185	B1: Das ist eine gute Frage (lacht).
186	B2: Das haben wir leider nicht studiert (lacht).
187, 189, 195	I: Gut. Dann machen wir folgendes: Wir gucken uns das an. So, ich mach mal Eis rein. Wenn ich das gleich anschmeiße und ich die Tinte reintropfe, dann beobachtet ihr das. Ihr beschreibt einfach alles, was ihr seht.
196	B1: Im gleichen Moment?
197	I: Einfach so im Livemoment, was ihr seht und dann werden wir danach nochmal drüber sprechen.
204	I: Ich mache jetzt einfach mal Tinte rein [Eisseite].
205	B1: Oh, so wenig Tinte nur.
206	I: Es reicht ein wenig, ja.
210	B1: Oh, wie schön.
211	I: Was seht ihr?
214	B2: Genau das, was ich gesagt habe. Es sinkt so langsam und das geht nur dahin. Ist schön.
215	I: Wohin?
216	B2: Es bleibt auf der Seite des Eises, es geht nach unten und dann wieder hoch.
217, 219	I: Ich mach mal hier auf der Seite was rein [Heizungsseite]. Schaut mal ganz genau hin. Was passiert?
220, 224	B1: Es dehnt sich auf jeden Fall sehr viel mehr aus. Wir haben gesehen, dass auf der Seite des Eises die Tinte erst nach unten gegangen ist. Ja, da sieht man jetzt das, was ich gemeint habe.
225	B2: Und die [Tinte von der kalten Seite] geht in den warmen Bereich. Die geht aus dem kalten Bereich raus und geht jetzt in den warmen. Und die bleibt im Warmen, weil es da oben noch wärmer ist.
226	B1: Aber man sieht genau, dass sich das kalte Wasser zusammenzieht bzw. schwerer ist und deswegen unten ist und die Tinte von der kalten Seite deswegen auch unten ist, weil die sich ja mit dem kalten Wasser vermischt hat. Und dass das warme Wasser oben ist bzw. sich ausdehnt und dementsprechend mehr Platz ist, weil warme Luft steigt ja auch nach oben und so. Und dass das Wasser auf der warmen Seite deswegen auch unten sich genauso

	vermischt, dass das übereinander liegt.
228	I: Beschreibt nochmal den Unterschied zwischen dem, was ihr bei dem kalten und bei dem warmen Wasser seht.
229, 231	B2: Die Tinte beim warmen Wasser ist nur am oberen Teil des Wassers sozusagen. Also hält sich nur oben auf, an der Oberfläche des Wassers. Die Tinte, die an der kalten Seite angefangen hat, geht nur in den unteren Teil. Die geht runter.
230, 232	B1: Die läuft im Prinzip hier in einem Kreis.
233	B2: Genau, sobald die Tinte, die im Warmen reingetropt wurde, an dem kalten Behälter oder an der kalten Seite ankommt, geht sie genau nach unten und nimmt den gleichen Kreislauf mit.
235	I: Wo ist jetzt hier der Kreislauf zu sehen?
236	B2: Es endet da unten. Die Tinte, die kalt war, geht nicht wieder in den warmen Kreislauf über.
237	I: Schaut euch nochmal die Tinte an, wenn die absinkt auf beiden Seiten und beschreibt mal.
238	B1: Auf der warmen Seite geht sie erst ziemlich nach unten und dehnt sich dann aber, von uns aus, auf die linke Seite aus. Weil das Wasser halt wärmer ist und mehr Platz braucht und deswegen oben schwimmt.
240	I: Wenn das Wasser nur oben schwimmt, wie kommt es dann zu einer Bewegung?
241	B2: Da braucht es einfach deutlich länger und bleibt aber an der kalten. Also es ist die ganze Zeit da drin.
242	B1: Das zieht sich halt zusammen kaltes Wasser bzw. braucht auch weniger Platz, als warmes.
243	B2: Diese Bewegung kommt ja irgendwie zustande durch das Verhältnis von warm und kalt.
244	I: Kannst du das noch ein bisschen genauer erklären? Was meinst du mit Verhältnis von warm und kalt?
245	B2: In dem Moment, wo sich das kalte Wasser zusammenzieht, wird ja letztlich Platz frei und das warme Wasser dehnt sich ja aus und geht dort rüber.
246, 248	B1: Bzw. andersrum: Wenn sich das warme Wasser ausdehnt, muss ja irgendwas zurückgehen.
249	B2: ... verdrängt werden, genau.
250	B1: Damit es da seinen Platz haben kann.
251	I: Angenommen, ich nehme die Heizung raus und ich nehme das Eis auch raus. Was würde dann passieren?
252	B2: Wäre ja immer noch eine kalte und eine warme Seite.
253	B1: Ich könnt mir aber vorstellen, dass das langsam aufhört, diesen Kreislauf zu gehen, da ja die Wärme- beziehungsweise die Kältequelle nicht mehr da

	ist.
254	I: Hier ist es immer noch warm, wenn ich die Heizung rausziehe.
255	B2: Anfangs.
258	B1: Ja, anfangs.
260, 262	B1: Es wird keine neue Energie hinzugefügt, keine Wärmeenergie.
263, 265	I: Ja, das mag ja richtig sein. Wenn ich es rausnehme, füge ich keine neue Wärmeenergie hinzu. Oder ich habe auch auf der linken Seite nichts Kaltes mehr.
266	B2: Dadurch gleicht sich das ganze Wasser an wegen der Raumtemperatur. Die eine Seite kühlt ab und die andere Seite erwärmt sich wieder und kommt somit wieder auf die gleiche Temperatur.
267	B1: Es ist ja nichts mehr da, was dazu anregt, sich wieder auszudehnen bzw. zusammenzuziehen. Dementsprechend wird das wahrscheinlich wirklich wieder auf eine Temperatur, mit der Zeit, gehen.
268, 270	I: Und was passiert, wenn das auf einer Temperatur ist? Du hast gerade davon gesprochen, das gleicht sich an. Warum ist es denn so, dass sich das angleicht? Man könnte sich ja auch vorstellen: Hier bleibt es einfach immer warm und hier ist es kalt.
271	B2: Wenn die Quellen raus sind oder wenn sie noch drin sind?
272	I: Wenn die Quellen raus sind.
273	B2: Weil das warme Wasser sich ja wieder rüber bewegt, also anfangs. Das kühlt dann ja ab.
274	B1: Da ist noch ein Rest Energie. Bewegung entsteht ja durch Hinzufügen von Energie bzw. andersrum: Man benötigt Energie für Bewegung und dadurch, dass man dann die Wärmequelle bzw. die Kältequelle rausnimmt, ist keine Energie mehr da, die irgendeine Bewegung verursachen kann, zum Beispiel durch Ausdehnen oder durch Wärmeenergie das Ausdehnen.
275, 277	I: Aber könnte man sich nicht auch vorstellen, dass das warme Wasser herüber fließt in den kalten Bereich kommt, abkühlt, sich dann wieder zurückbewegt und hier wieder erwärmt?
278, 280	B1: Ja, aber gleichzeitig, wenn das warme Wasser dahinfließt, fließt das kalte ja auch auf die andere Seite, dann vermischt sich das ja so ein bisschen.
282	B1: Wenn wir das mal rausnehmen würden, würde das warme Wasser ja auf die Seite fließen, aber gleichzeitig würde das kalte auch... und dann würd es hier in der Mitte wahrscheinlich schon anfangen, sich...
283	B2: ...anzugleichen.
284	B1: ... zu vermischen. Und wenn das kalte Wasser nach hier geflossen, ist hier ja kein kaltes mehr, dass das warme Wasser kühlen könnte.
285	I: Aber könnte man sich nicht auch vorstellen, dass die Seiten von einer kalten und warmen Region dann wechseln ständig? Und so die Bewegung erhalten bleibt.

286	B1: Wo soll denn die Energie herkommen dafür?
287	B2: Es wird ja nichts hinzugefügt, die Energiequellen gehen ja weg, Die werden ja weggenommen.
288, 290	B1: Wir hatten ja letztes Mal, dass Wasser Wärme bzw. Kälte speichert, aber halt auch nicht so (langgezogen) ewig. So viel Wärme ist es ja auch gar nicht.
291	B2: Außerdem ist ja noch die Raumtemperatur da, die kann man ja nicht wegnehmen. Es ist ja kein Vakuum. Und selbst in einem Vakuum würde das nicht funktionieren.
292	I: Was macht die Raumtemperatur?
293	B2: Ja, die gleicht ja auch das kalte Wasser wieder an das warme.
294	I: Warum?
295	B2: Weil das ja abgekühlt ist und die Raumtemperatur dementsprechend wärmer sein müsste, wenn es kalt ist oder wenn es kälter ist.
298	I: Ok, wir sprechen die ganze Zeit von einem Angleich. Ich frage mich jetzt gerade, warum kommt es überhaupt zu einem Angleich, zum Beispiel mit Eis. Warum bleibt es dann nicht kalt? Warum gleicht sich das dann am Ende wieder an die Raumtemperatur an?
299	B2: Es gibt hier wieder Energie ab.
300	B1: ich glaub auch, das hat was mit der Energie zu tun. Dass sie nicht gespeichert wird, beziehungsweise...
301	B2: ...nicht ewig.
302	B1: Wenn etwas gekühlt wird, verändert sich die Struktur, oder? Ne, aber die...
303	B2: Außer es friert. Aber so schlimm ist es ja noch nicht.
304	B1: Ist Kälte auch eine Art von Energie wie Wärme? Gehen wir mal davon aus: dann könnte das ja auch nicht so lange gespeichert werden.
305	B2: Es kann doch nicht ewig gespeichert werden. Selbst wenn da die ganze Zeit Eis hinzugefügt werden würde, würde es ja nicht die ganze Zeit auf der gleichen Temperatur bleiben. Also irgendwann schon, weil man dann irgendwann alles kalt hat, aber man würde permanent etwas hinzufügen bzw. das Ganze kühlen.
306	I: Das heißt, eurer Meinung nach, wäre für eine permanente Bewegung auch das permanente Hinzufügen von Wärme durch die Heizung und von Eis hier in den Behälter nötig?
307	B2: Ja, aber nicht die immer die gleiche Temperatur. Es müsste permanent kühler bzw. wärmer werden. Weil wir sehen ja jetzt, dass es die gleiche Temperatur beibehält und hier ja auch, das wird ja auch wärmer, weil es ja schmilzt, und dadurch funktioniert das nicht mehr so, wie es am Anfang war.
308	B1: Man sieht jetzt ja auch, dass sich das halt nicht wirklich bewegt. Ist die Heizung noch an?

309	B2: Ja, aber das gleicht sich jetzt so langsam an.
310	B1: Ist die Heizung noch an?
312	I: Ja.
313	B1: Man sieht jetzt ja auch, dass sich das nicht mehr bewegt, obwohl noch ein bisschen Eis drin ist und die Heizung noch an ist. Vielleicht hat sich genau durch diese Bewegung und durch diese Routine das Wasser auch schon teilweise vermischt und jetzt sich halt nichts mehr wirklich ausdehnt oder zusammenzieht.
314	I: Das heißt zusammenfassend: Was muss gegeben sein, dass eine Bewegung zustande kommt?
315, 317	B2: Auf jeden Fall Energie, die überhaupt das Ganze zu einer Bewegung bringt.
318	B1: Ja, ich würd halt sagen, die Reaktion auf entweder Wärme oder Kälte-... gibt es Kälteenergie?
319	B2: Ja, sag einfach. Es gibt auch Wärmeenergie!
320	B1: Wärmeenergie oder... Kälteenergie, das klingt falsch, aber vielleicht ist es ja richtig. Dadurch erfolgt dann eine Reaktion. Die Reaktion des Wassers wäre jetzt ja, dass es sich ausdehnt bzw. zusammenzieht und dass dadurch eine Routine oder Bewegung entsteht.
322	I: Gibts noch eine andere Möglichkeit, als Heizen und Kühlen, um die Tinte in Bewegung zu versetzen?
323	B2: Ja, rühren.
324, 326	B1: Oder gegen hauen. Das ist aber ja auch wieder Energie, die dann hinzugefügt wird.
325, 327	B2: Kraft... das wär ja eine äußere Kraft, die da irgendwas die ganze Zeit machen müsste.
328	B1: Ja, dann ist das ja nicht zwingend wärmer oder kälter.
329	B2: Ne, es wäre einfach eine Energie, die hinzugefügt wird.
330, 336	I: Ich würd jetzt folgendes vorschlagen: Wir setzen uns nochmal hin und ihr zeichnet jetzt nochmal zu euren Beobachtungen eine Erklärung. Das man nochmal zeigt, was man beobachten konnte und dass wir daran nochmal erklären, warum das passiert ist. Insbesondere im Vergleich hierzu [Erwartung].
337	B1: Ich deute die Tinte jetzt mal an.
338	B2: Wir haben das ja gesehen, das ging nur so runter. Genau. Das sah aber schon cool aus.
339	B1: Es geht ja auch erst so ein bisschen runter.
340	B2: Und dann geht es aber hoch. Genau. Und dann geht es so. Und dann kann man nicht mehr erkennen. Na, obwohl da, da ist so eher da.
341	I: Worin besteht jetzt der wesentliche Unterschied zwischen eurer Erwartung

	und zwischen der tatsächlichen Beobachtung?
342, 344, 346	B2: Dass wir bei unserer Erwartung gesagt haben, das geht runter auf der Wärmeseite, verteilt sich gröber und geht in jede Richtung. Und auf der Kälteseite, dass es sich weniger grob verteilt, aber trotzdem in alle Richtungen, obwohl da eher zum Boden. Bei unserer Beobachtung haben wir festgestellt, dass es sich bei der Wärmeseite nur an der Oberfläche befindet, bis es zu der Kälteseite kommt und ab der Kälteseite halt runtergeht, also in den unteren Bereich des Wassers.
348, 352	I: Passen denn die Gedanken, die ihr vorher geäußert habt von der Erwartung auch zu dieser Beobachtung? Vom Prinzip Ausdehnen, Verteilen und so weiter.
353	B2: Ja.
354	B1: Hm (bejahend).
355	I: Und was war jetzt der wesentliche Unterschied?
356	B2: Hm (überlegend), dass es... kann man sagen, bestimmte Bereiche nur?
357, 359	B1: Dass wir davon ausgegangen sind, dass sich die Tinte bei der kühlen Seite weniger schnell ausdehnt oder ausbreitet oder vermischt, dass wir aber gesehen haben, dass es eigentlich keinen großen Unterschied gibt, ob man die Tinte jetzt auf der warmen oder auf der kalten Seite dazugibt. Und dass wir nicht damit gerechnet hätten, dass man wirklich so stark und so schnell sieht, dass das kalte Wasser wirklich unten bleibt und das Warme sich ausdehnt und somit oben ist. Wir sind eher davon ausgegangen, dass das ein bisschen Zeit braucht und nicht so schnell geht.
361	I: Du sprachst jetzt ja gerade davon, dass das warme Wasser sich ausdehnt und dann bewegt es sich oben entlang.
362	B1: Beziehungsweise andersrum das kalte Wasser...
363	B2: ... sich zusammenzieht.
364	B1: ... ist unten, weil es schwerer ist.
366	I: Warum bewegt sich denn das Wasser dann unten, wenn ihr sagt, das zieht sich eigentlich zusammen. Ihr sagt, oben dehnt es sich aus, da konntet ihr eine Bewegung sehen. Aber unten, sagtet ihr, das zieht sich zusammen. Aber wir haben ja unten fast mit der gleichen Geschwindigkeit eine Bewegung bloß in die entgegengesetzte Richtung gesehen.
367, 369, 371, 373	B1: Ich würd gar nicht unbedingt sagen, dass es sich so stark zusammenzieht. Vielleicht minimal, aber ich glaub nicht, dass das der eigentliche Grund ist. Der eigentliche Grund ist, dass das Wasser schwerer ist, weil es kälter ist und deswegen unten ist. Und im selben Moment, wo das kalte Wasser unten ist, muss ja das Wasser, das da vorher war, das warm ist, dann nach oben. Deswegen ist dadurch dieselbe Geschwindigkeit in etwa da. Beziehungsweise andersrum: Das Wasser hier direkt neben dem Becher müsste es kalt sein und hier [Heizungsseite] müsste es warm sein. Aber in dem Moment, wo das kalte Wasser sinkt, macht es somit Platz für das warme. Beziehungsweise andersrum: Das warme Wasser ist leichter und steigt nach oben und macht somit Platz für das kalte Wasser.

375	I: Beim Becher sinkt es nach unten, weil es schwerer ist, sagst du. Und dadurch machts Platz hier. Und wie kommt es dann hier zu der Bewegung am Boden entlang?
376, 378	B2: Naja, das warme Wasser nimmt ja Platz weg, weil es sich erhitzt und beim Erhitzen entsteht irgendwann auch Dampf und es wird ja leichter und steigt nach oben. Minimal, also in dem Fall jetzt minimal, weil es sich ja nicht erhitzt. Und somit geht das kalte Wasser da drunter, weil der Platz da auch mehr verdrängt... bzw. sinkt es halt ab und dann geht es dahin. Wieso? Weil da Platz ist und da ja keine Lücken entstehen können!
379	I: Warum können da denn überhaupt gar keine Lücken entstehen?
380, 382, 384	B2: Wasser wird ja grundsätzlich verdrängt, wenn ein Gegenstand hinzugefügt wird. Eine Lücke kann nicht entstehen, weil Wasser nicht wirklich so wie jetzt ein Feststoff. Das ist ja flüssig. Und somit hat es immer eine Verbindung. Wasserstoffketten sind ja immer Brückenbindungen und die suchen ja immer eine weitere Verbindung, um zusammenzuhalten. Die Verbindungen lösen sich ja nur im festen beziehungsweise im gasförmigen Zustand.
385	I: Wenn ihr Namen für dieses Phänomen finden müsstet, wir würdet ihr das nennen und warum?
386	B2: Nicht Struktur (lacht).
389	B1: Ist es eine Rotation?
390	B2: Kann man dazu Strömung sagen?
391	I: Was meint ihr im Lichte eurer Erfahrungen von gestern?
392	B2: Wir würden sagen, es ist eine Strömung. Es ist das Experiment zur Strömung.
397, 399	B1: Man kann oben und unten eine Strömung, in die eine beziehungsweise andere Richtung, erkennen. Eine klare Richtung hatten wir beide ja gestern so für uns definiert. Wenn sich das Wasser jetzt einfach komplett mit der Tinte in alle Richtungen, ohne Struktur sag ich jetzt mal, verteilt hätte, wäre das keine Strömung gewesen. Ich hätte das jedenfalls nicht so definiert. Aber jetzt kann man eigentlich schon sagen, dass es eine Strömung ist.
401	I: Eine oder zwei?
402	B1: Zwei.
403	B2: Zwei.
404	B1: Obwohl?
405	B2: Es ist eine mit zwei Richtungen. Beziehungsweise ist es ja dadurch, dass es ein...
406	B1: ...ein Kreislauf?
407	B2: ... ein Kreislauf ist, eine Richtung.
408	I: Eine oder zwei?
409	B2: Es sind zwei strömende Kräfte, aber eine Strömung.

410, 412	B1: Eine Strömungsrichtungsrichtung ist es ja. Ich würde sagen, das ist eine Strömung.
413	B2: Eine.
414	I: Und warum ist es jetzt eine?
415, 417	B1: Weils ja zusammenhängend ist. Das Wasser hört ja nicht auf dann.
418, 420	B2: Wir haben ja schon geklärt, dass da ja nichts entstehen kann. Es kann kein Vakuum entstehen oder kein Raum dazwischen kann entstehen. Sie sind immer verbunden.
421, 423, 425, 430, 432	I: Gut, danke. Ich würde sagen, wir gehen jetzt mal zum zweiten Experiment über. Es ist sehr einfach aufgebaut. Wir haben hier eine Schüssel mit Sand und Wasser. Das ist so ein Sand- und Wassergemisch, einfach nur Leitungswasser so ein kleines bisschen sieht man das hier. Ich werde gleich folgendes machen. Ich werde jetzt die Schale in die Hand nehmen und dann werde ich das so ruckartig hin- und herbewegen. Immer von links nach rechts. Und was meint ihr? Was werdet ich beobachten, sehen können?
433	B1: Ich könnte mir vorstellen, dass sich das Wasser bewegt bzw. der Sand ist schwerer als das Wasser. Man sieht zwar, dass der Sand das Wasser aufgenommen hat, aber nicht komplett. Also das oben noch so eine kleine Pfütze ist. Und dass, wenn man die Schale bewegt, dadurch, dass der Sand halt schwerer ist, dass sich dann der Sand zwar ganz leicht mitbewegt...
434	B2: ...die obere Schicht.
435, 437	B1: Ja, die obere Schicht aber nur und sich nur das Wasser bewegt, weil es leichter ist bzw. weil es von dem Sand nicht komplett aufgenommen wurde und auch der Oberfläche schwimmt.
438	B2: Genau, der Sand ist schon vollgesogen, also er nimmt kein Wasser mehr auf. Somit staut sich das Wasser oben. Weil das ja eine geschlossene Schüssel ist, kann es ja auch nicht abfließen und somit ist das halt oben gestaut. Und wenn das bewegt wird, bewegt sich die obere Schicht mit, weil die obere Schicht nicht festgebunden ist an die untere Schicht und somit loser ist. Aber eigentlich bewegt sich nur dieses minimale Wasser-/Sandgemisch ganz oben, also das untere nicht.
439	I: Was wird man sehen können im Ergebnis? Wenn ich es zum Beispiel jetzt geschüttelt hab und ich stelle es wieder hin.
440	B2: Es würde genauso aussehen.
441	B1: Ja, jetzt sieht man, dass das Wasser in der Ecke ist. Dadurch, dass der Sand einfach ein bisschen Schräg ist oder vielleicht die Schüssel auch schräg steht. Und ich denke, dass es, nachdem man es geschüttelt hätte, wieder genauso ist, dass das Wasser in einer Ecke ist.
442	B2: Bzw. immer noch oben drauf, also es wird nicht aufgenommen vom Sand.
443, 445	B1: Nicht mehr. Bzw. ich könnte mir vorstellen, das Wasser hat ja vielleicht auch Teile von dem Sand aufgenommen, das oben schwimmt. Jetzt würde ich sagen, dass oben rechts in der Ecke der Sand ein bisschen höher ist als links unten. Vielleicht ist das nachher auch auf einer anderen Seite ein bisschen höher, weil das

	Wasser den Sand halt doch minimal verschiebt.
447	I: Zeichnet mal auf für die Unterlagen.
448	B1: Von oben jetzt?
449	I: Was ihr erwartet. Ja.
457	B2: Blau ist Wasser.
458	B1: Blau ist Wasser. Das ist der Sand. Das kannst du ja nochmal daneben schreiben. Das hier ist das Wasser.
459	I: Das sind dann sozusagen so Linien, die man erkennen wird oder was meint ihr damit?
460	B2: Nein, ich müsste eigentlich das Ganze mit kleinen Punkten machen und da würd ich jetzt auch drei Jahre für brauchen.
461	B1: Nein, das ist nur der angedeutete Sand. Das sieht man auch hier: Das ist einfach der Sand.
462	I: Dann macht noch einen Kommentar. Sind das Haufen oder ist das glatt?
463	B2: Glatt.
464	B1: Joa (zögerlich). Und das Wasser ist hier...
465	B2: ...in einer Ecke, so minimal.
466	B1: ...zwar überall und wenn man das jetzt von uns aus sieht, würde ich es hier ein bisschen stärker machen.
475	I: So, ich schüttele mal.
479	B1: Oh, doch nicht so doll!
480	B2: Wir dachten, Sie schütteln das so langsam hin und her.
481	I: Und was seht ihr?
482	B2: Der Sand geht so auf alle beide Seiten und es bilden sich so Bröckchen. Wenn er wieder steht, sieht man aber immer noch Wasser.
483	B1: Der Sand nimmt das Wasser doch ein wenig mehr auf, als erwartet. Ich hätte gedacht, dass mehr Wasser hinzugefügt ist und der Sand schon gesättigter ist.
486	B2: Aber hier ist ja immer noch Wasser. Also das Wasser ist immer noch da. Wenn man das jetzt x-Jahre stehen lassen würde, würde es halt irgendwann ansatzweise wieder so aussehen.
487, 489	B1: Man sieht jetzt, dass vielleicht so auf einem Drittel, dass der Sand da sehr viel höher ist als auf der anderen Seite. Und man sieht wieder, dass in diesem, ich nenne es jetzt mal Tal oder Kuhle, relativ mittig bzw. links, dass sich da Wasser bildet. Ich könnt mir einfach vorstellen wieder, weil es leichter ist als der Sand und deswegen ist es wieder an der Oberfläche.
490	I: Was meinst du mit: Wasser bildet?
491	B1: Das war falsch ausgedrückt. Dass sich da das Wasser wieder sammelt.

494	I: Und was ist jetzt der Unterschied, zu dem, was ihr da aufgemalt habt?
495,	B1: Wir hätten gedacht, dass das Wasser die ganze Zeit auf der Oberfläche bleibt.
497	Und dass es nicht erst vom Sand doch so gut aufgenommen wird.
498	B2: Bzw., sich auch mal daruntermischen kann oder so.
499	B1: Ja. Ich hätte auch gedacht, dass noch ein bisschen mehr Wasser drin ist. Es sah zuerst so aus, als wäre mehr Wasser da. Irgendwie ist Sand ja schwerer sonst hätte man ja keinen Meeresboden oder so.
500,	I: Ja, man sieht es ja, hier mit dem Aufnehmen. Aber, ich würd mich da mal...
502	dafür interessieren: Ihr habt ja aufgemalt, dass es glatt ist, aber hier ist es nicht glatt.
503	B2: Kommt ja drauf an, ich schüttele das einfach noch ein paar Mal mehr.
507	I: Ja, schieb mal hin und her. Mach mal.
508	B1: Bitte schüttele mich nicht an.
509	B2: Es bleibt glatt, es bleibt glatt (lacht).
510	I: Stärker!
511	B2: Stärker, oh Gott! Ja, ich möchte ungerne treffen.
513	B2: Das geht da in die Ecke so komisch.
514	B1: Ich glaube, du musst noch stärker. Genau.
515	B2: Ja, es bilden sich so...
516	B1: ... Rillen.
517	B2: ... Rillen, wie im Meer.
518	I: Wie im Meer?
519	B2: Wenn das Wasser so darüber ist. Das kennt man ja auch, dass das Wasser, das am Meerboden... (unterbrochen).
522	B1: ... es ist eine Struktur zu erkennen (betont) (lacht).
523	B2: Ja! (lacht).
524	I: Wo ist jetzt der Vergleich zum Meer?
525	B2: Naja, es sieht ja auch so aus, wenn das Wasser da drüber so... hin und her...
526	B1: Also der Meerboden schüttelt sich ja nicht, aber...
527	B2: Ne, weil es eine angeschlossene Ebene ist. Aber der obere Teil auch aus so einem Sand-/Wassergemisch besteht, der aber definitiv irgendwann kein Wasser mehr aufnehmen kann.
528	B1: Deswegen, das ist das, was ich grade meinte.
529	B2: Darf ich da noch ein bisschen Wasser reinpacken?
530	I: Nein, das sind jetzt die Bedingungen.
531	B2: Schade, sonst könnte man das noch besser darstellen.

532	I: Was willst du denn darstellen?
533	B2: Wenn noch mehr Wasser drin wäre, würde sich das ja nicht so bewegen.
535	B1: Wenn was? Nochmal.
536	B2: Also das Meer schüttelt sich ja auch nicht so extrem. Also da geht das Wasser nur so rüber.
537, 539	I: Und was hast du denn jetzt grade für eine Bewegung gemacht, mach das nochmal. Mit der du diese Rillen erzeugt hast.
540	B1: Mit viel Fantasie könnte das natürlich die Bewegung der Wellen sein.
541	B2: Genau, so hin und her gehen die Wellen ja. Und wenn die Wellen ein bisschen stärker sind, dann geht das Wasser theoretisch, was sich grade da sammelt in der einen Kuhle, überall rüber. Aber das geht grad nicht. Also mit mehr Wasser. Ich würde sagen, es entstehen Rillen, wo weniger Wasser dort ist und mehr an einer anderen Stelle und dadurch das Wasser noch mitgeht. Kann man das sagen?
543	I: Und warum bilden sich die Rillen? Das versteh ich nicht ganz.
544	B2: Weil da mehr trockener Sand ist beziehungsweise mehr aufgeschichteter Sand.
546, 548	B1: Nein, die Rillen entstehen dadurch, dass durch die Bewegung des Wassers, dass der Sand das Wasser vielleicht doch erst aufnimmt bzw. dass sich Sand und Wasser mehr vermischen. Aber dann, in dem Moment, wo keine Bewegung mehr da ist, haben wir ja auch gesehen, dass der Sand dann aufgrund seines Gewichtes...
549	B2: ... wieder zusammenfällt auf eine Ebene?
550	B1: ... nein, dann ist das Wasser oben.
551, 554	B2: Ja, also der Sand geht wieder nach unten, weil er jetzt nicht mehr aufgeschüttelt wurde und mit Wasser noch extremer versetzt wurde. Der Sand fällt jetzt wieder nach unten und bleibt... er ist ja schwerer als Wasser. Das Wasser nimmt ja keinen Sand, sondern der Sand nimmt ja das Wasser auf.
555, 557	B1: Ja, also aufnehmen ist jetzt nicht so das Richtige. Das vermischt sich ja, ein Stein nimmt kein Wasser auf. Und Sand sind Steine, also vermischen physikalisch und chemisch nicht korrekt.
558	B2: Aber man weiß, was wir meinen ungefähr.
559	I: Was seht ihr denn hier?
560	B2: Rillen, eine Struktur, Sandhügel.
561	B1: Eine Unregelmäßigkeit des Bodens.
562	B2: Genau, das ist nicht mehr glatt.
563	I: Wie kommt die zustande, was meint ihr?
564, 566	B2: Dadurch, dass das Wasser hin- und her geschüttelt wird. Mal regelmäßiger, mal unregelmäßiger.
567,	B1: Wir haben ja jetzt gesagt, dass sich der Sand durch die Bewegung des Wassers

569	auch verändert, bewegt und eine Art Form oder Struktur oder Muster oder wie auch immer bildet. Und in dem Moment, wo die Bewegung nicht mehr da ist, bleibt dadurch, dass der Sand schwerer ist, dieses Muster halt und das Wasser schwimmt oben drauf.
570, 572	B2: Und das Wasser schwimmt wieder dahin, wo weniger Sand ist und geht wieder in die Kuhle. Also es bleibt nicht da oben, auch wenn da so ein bisschen ist. Das meiste Wasser geht wieder da in so eine Kuhle.
573	I: Du hast grad davon gesprochen, dass ein Muster entsteht und dass das Wasser dann abfließt.
574	B1: Ja, ich meinte nicht direkt Muster, aber diese Unregelmäßigkeit im Sand, dass das eher ein Muster oder Struktur sein könnte.
575	I: Ok, diese Unregelmäßigkeit, wie kommt die denn überhaupt zustande und wieso?
576, 578	B1: Das hatten wir gestern ja schon: Dadurch, dass nicht jedes Sandkorn, also jeder Stein, dieselbe Form, Größe und Gewicht hat. Einfach auch durch unterschiedlich starkes Strömen des Wassers. Das Wasser strömt oder fließt an der einen Seite vielleicht ein bisschen stärker als an der anderen. Vielleicht weil es schon auf einem geformten Hügel getroffen ist oder so. Einfach durch solche Unregelmäßigkeiten entstehen die Unregelmäßigkeiten.
579	B2: Und es ist ja auch keine gleichmäßige, dauerhafte Bewegung.
581, 583, 585	I: Wenn ich das jetzt nochmal schüttele, nachdem ich es wieder glatt gemacht habe...
586	B2: Dann wird es trotzdem am Ende wieder so aussehen.
587	I: Sieht es denn genauso aus?
588	B2: Nein.
589	I: Warum nicht?
590	B1: Nein, es sieht ja jedes Mal anders aus.
591	B2: Es ist individuell veränderbar.
592	I: Warum?
593	B2: Weil es kein Gehirn hat?
594	B1: Was? Nein, das hatten wir gestern [1. Interview]: da spielen verschiedene Umweltfaktoren mit rein. Vielleicht hat es auch mit der Temperatur des Wassers ein wenig zu tun, mit der Struktur, Größe, Form, Gewicht usw. des Sandkorns und mit der Strömgeschwindigkeit. Kann man das sagen?
595	B2: Ja, mit der Geschwindigkeit.
596	B1: Vielleicht ist auch mal ein Fisch im Weg oder so, der hält das Wasser dann ja auch so ein bisschen auf. Also, da spielen halt ganz viele Faktoren mit rein.
597, 599	B2: Also in dem Experiment jetzt nicht [der Fisch], aber im echten Leben. Es ist ein Zusammenspiel aus...

602	B1: ...verschiedenen Umwelteinflüssen.
603, 605	B2: ...genau, aus Bewegung, aus Kraft. Es kommt ja immer drauf an, mit welcher Kraft... mal mehr, mal weniger. Wenn man das jetzt auf ein mechanisches Schüttelgerät für Farbe stellen würde, so wie man das kennt, dann wäre es am Ende auch glatt. Weil es durchgehend die gleiche... (unterbrochen)
606	B1: Es ist ja niemals zu 100 Prozent dieselbe Bewegung des Wassers.
607	B2: Das war bei Ihnen jetzt ja auch nicht zu 100 Prozent immer die gleiche Bewegung mit der gleichen Kraft, mit der gleichen Geschwindigkeit.
608	B1: Dann wäre es vermutlich gleichmäßig, wobei der Sand ja auch unterschiedlich aufgebaut ist. Also jedes Sandkorn ist anders.
610	I: Das hattest du eben schon gesagt. Da würde ich gerne nochmal ein bisschen dranbleiben. Du sagtest, die Sandkörner sind alle ein klein bisschen unterschiedlich und dadurch käme dann das Muster zustande.
616, 618	B1: Nö, dadurch ist aber eine Unregelmäßigkeit gegeben. Ein Sandkorn ist ein kleiner Stein. Da sind bestimmt auch verschiedene Gesteinssorten. Dadurch haben die auch eine unterschiedliche Dichte, Gewicht, Masse. Dann sind sie noch unterschiedlich geformt. Jeder ist anders geformt, wenn man das unter der Lupe betrachten würde oder unter dem Mikroskop. Und jeder hat halt auch durch die unterschiedliche Größe ein anderes Gewicht, eine andere Form und dadurch ist das an der einen Stelle vielleicht zufällig ein bisschen schwererer Sand, auf der anderen Seite ein bisschen leichter. Dadurch, dass das nicht zu 100 Prozent gleichmäßig bzw. regelmäßig ist.
619, 621, 625	I: Ok, also Sand ist unterschiedlich. Und wie kommt es dann zu dieser Anhäufung? Da ist sozusagen für mich jetzt gerade noch eine Lücke. Wieso kommt es dadurch, dass der Sand unterschiedlich ist, zu manchen Anhäufungen und Furchen?
626, 632, 634, 636	B2: Das ist ja ein Sand-/Wassergemisch. Das ist ja nicht nur Sand. Auf jeden Fall ist es ein Gemisch aus einem flüssigen Stoff und einem Feststoff. Und der Feststoff wird ja gebunden durch den flüssigen Stoff, der hinzugegeben wird. Würde man das jetzt ohne Wasser machen, also nur mit Sand, würde das immer in die gleiche Struktur wieder verfallen bzw. in die gleiche Ebene, weil da nichts bindet oder nichts stärker bindet oder leichter bindet und keine Hügel aufgebaut werden können.
637	B1: Ich könnte mir auch vorstellen, dass durch das Wasser, wenn es da langfließt, die Steine auch noch ein bisschen verändert werden. Dass im Wasser vielleicht ganz kleine Partikelchen sind, die dann an einem Stein langschürfen und dadurch den auch wieder verändern und dass der Sand halt sich ständig wandelt und verändert.
638, 642, 644	I: Ok, aber dann bleibt es immer noch bei der Story, dass der Sand sehr unterschiedlich ist. Ich frage mich, wie die Unterschiedlichkeit dieses Muster hervorrufen kann. Könnt ihr mir das kleinschrittig erklären, was da passiert?
645, 647	B2: Ja, können wir versuchen (lacht). Ja, die sind ja alle individuell, es ist ja nicht von Hand gefertigt und die sind alle nicht gleich groß. Somit hat es immer eine verschiedene Passform, wie es zusammenpasst dann. Ich will nicht sagen: andocken. Denn das stimmt ja nicht. Sand dockt sich ja nirgends an. Aber, wie bei

	Tetris, dass da so reinfällt. Das sind nicht alles gleiche Vierecke oder nur kleine Vierecke, weil dann würd das ja alles symmetrisch passen.
648, 650, 652	B1: Dadurch, dass der Sand so unterschiedlich ist, fließt das Wasser dann an der einen Seite, wie wir gesehen haben. Wenn Sie es schütteln oder bewegen, bewegt sich ja der Sand ein bisschen mit. Und wenn Sie dann aufhören, ist der Sand aber vielleicht grad auf einer Seite stärker, gehäufte, geballte oder wie auch immer. Und auf der anderen Seite weniger. Dementsprechend fließt das Wasser dann wieder ein wenig ab. Und zurück bleibt ein Muster oder eine Struktur.
653, 656, 658	I: Ok, wenn ich plötzlich aufhöre, dann bleibt es ja eben bei dem was grade so entstanden ist. Aber das erklärt immer noch nicht, warum das vorher im Verlauf entstanden ist, ne?
659	B1: Ja, ne (lacht).
660, 666, 668	I: Weil wenn ich stoppe, frier ich sozusagen den Zustand ein. Ihr habt ja sicherlich gesehen, dass man auch während des Schüttelns die Furchen und kleinen Hügelchen erkennen konnte.
669	B1: Ja.
670, 672	B2: Also es wird ja Sand sozusagen abgelöst durch das Schütteln. Und da formen sich solche kleinen Kügelchen oder lagern sich auch dann über andere Schichten des Sandes. Also es ist eigentlich eine Verlagerung von Sandschichten oder von Sandhügelchen oder von Sand. Es ist ja eine durchgängige Verlagerung. Und die ist ja nicht vorgegeben, sondern individuell und unregelmäßig. Und dadurch entstehen ja solche Sandhügelchen. Weil hier ist auch Verlagerung des Sandes zu sehen. Aber die sieht man nicht so krass. Also da ist es nur minimal und hier ist es extremer.
673	I: Mir ist immer noch nicht klar, wie es jetzt zu diesem Muster kommt.
674	B1: Ich glaub, das kommt auch nicht mehr (lacht). Ich glaube, da finden wir nicht die richtigen Worte für.
675, 677	B2: Es gibt keinen Bauplan. Also, das ist einfach so. Zufall.
678	I: Ja, ihr habt ja grade von Zufall gesprochen. Darauf möchte ich nochmal hinaus.
679	B2: Wir mögen den Zufall.
680	I: Du hast eben beschrieben, dass du sowas schon mal im Meer gesehen hast.
681	B2: Ja.
682	I: Kannst du mir davon ein bisschen erzählen?
683, 685	B2: Ja, wenn man in das Wasser reinläuft, also... Nordsee, Ostsee oder wo auch immer man meistens... außer an einer Steilküste. Aber überall wo Sand ist...
686	B1: ...Sandstrand.
687	B2: ... genau, überall wo Sandstrand ist, ist der Sand ja in verschiedenen Schichten überlagert. Es gibt festeren und lockeren. Und der lockere Sand... (unterbrochen)
688	B1: Beziehungsweise je weiter man nach unten... oh Gott, das ist jetzt schwierig.

689	B2: Ins Meer rein.
690, 696	B1: Ja (zögerlich). Wie viel Wasser ist denn unten in der Sandschicht noch? Weil wir ja gerade gesagt haben, dass der Sand beziehungsweise...(unterbrochen)
696, 698	B1: ... Wasser... wie viel Wasser ist denn unten in der Sandschicht noch? Weil wir ja gerade gesagt haben, dass der Sand bzw. die Steine schwerer sind als das Wasser. Wie viel Wasser ist denn da unten überhaupt noch aufgenommen, sag ich mal?
699	B2: Es kommt ja immer drauf an.
700	B1: Ja, deswegen.
701	B2: So wie man das Meer kennt, gibt es ja eine Schicht, die auf jeden Fall Wasser aufgenommen hat. Meistens kommt dann irgendeine stärkere Schicht. Wie wir das kennen oder wie mir das mal irgendwann erklärt wurde, gab es da auch eine Lehmschicht und die lässt kein Wasser durch. Andere Schichten lassen wieder Wasser durch. Aber das, was ich da gesehen habe, ist meistens, wenn das Wasser aufläuft bzw. abläuft. Da entstehen so Rillen, weil der Boden ja nicht gleichmäßig ist, aber Sand mitgenommen wird, wenn das Wasser aufläuft. Aber genau so auch wieder zurückgenommen wird. Aber sich auch irgendwo verlagert. Also es ist eine durchgängige Verlagerung des Sandes. Der zufällig passiert.
702	I: Kennst du den Namen dafür?
703	B2: Eine Sandverlagerung.
704	I: Diese Rippel. Schon mal das Wort gehört?
705	B1: Nein, jetzt nicht so.
706	B2: Ne (lacht).
707	I: Wie sehen die denn aus? Kannst du das mal aufmalen? Wie sieht das aus?
708	B1: Ich würd sagen, eine Art Rille, oder?
709	B2: Ja nicht Rillen, aber es sind so: Mal so, dann ist hier wieder weniger. Also ich will nicht sagen wellenartig, aber...
710	B1: Vielleicht hast du da auch mal ein Hügelchen und was Rundlicheres.
711, 713	B2: Es sind so Schichten, die so aneinander gedockt sind. Das (zeigt) muss jetzt höher sein als das und das (zeigt) kann tiefer. Dann überlappt sich das so. Ja genau, und es sind so Rillen.
714	B1: ... und kleine Hügelchen.
715	I: Es gibt noch solche Rippelstrukturen, die sind sehr regelmäßig. Da hat man hier eine Sandanhäufung und dann nichts, hier eine Sandanhäufung und nichts. Die gibts auch.
717	B2: Ja, ist ja auch so ähnlich, so ansatzweise.
720	B1: Vielleicht hat das auch aus irgendeinem Grund was mit dem Salzgehalt im Wasser zu tun.
721	I: Inwiefern?

722	B2: Wenn Meersalz, ich will nicht sagen: Chlorgehalt. Denn im Meer ist ja kein Chlor. Aber bei Süßwasser beziehungsweise bei Salzwasser, also an der Nordsee...
723, 725	B1: Vielleicht liege ich grade auch falsch, aber wenn ich grad an einen Süßwassersee denke, sieht man da vielleicht gelegentlich mal auch eine Art Muster, Struktur auf dem Boden. Aber jetzt nicht so extrem wie beispielsweise an der Nord- oder Ostsee. Vielleicht hat das wirklich was mit dem Salzgehalt zu tun.
726	I: Ja gut, das ist ja hier auch Süßwasser.
727, 729	B1: Deswegen. Ob das was damit zu tun hat bzw. es könnte auch einfach damit zu tun haben, dass am See ja... (unterbrochen).
730	B2: Es kommt ja immer auf die Struktur des Bodens, der sowieso gegeben ist, an. Und dann kommt mit dem Sand... (unterbrochen).
731	B1: Mit grob- oder feinkörnig?
732	B2: Ja.
733	B1: Ich meinte gerade, im See hat das eher was damit zu tun, dass da kein Wellengang ist, sag ich jetzt mal so ganz grob.
734	I: Wenn ihr einen Namen erfinden müsstet, wie würdet ihr das Phänomen nennen?
735	B2: Struktur, Muster? Zufallsstruktur?
736	B1: Zufällige Struktur oder eine Strukturbildung.
737	I: Welches jetzt von den Wörtern?
738	B2: Strukturbildung?
739	B1: Zufällige Strukturbildung.
740	B2: Das find ich gut.
741	B1: Das klingt professionell.
742	B2: Das unterstütz ich.
743	I: Was ist der Unterschied zu der anderen, nicht zufälligen Strukturbildung?
744, 746	B2: Ja, das eine ist von Menschenhand gemacht, beabsichtigt.
747	B1: Gewollt, immer dieselbe Handlung, derselbe Ablauf.
748	B2: Das [Seminarraum] ist ja auch eine Struktur. An jedem Tisch stehen zwei Stühle. Und das ist gewollt.
749	I: Und wie macht die Natur das? Weil der Mensch hat ja ein Gehirn, der kann machen, kann sich entscheiden.
752	B2: Na, es ist einfach so. Pi mal Nase (lacht). Ist einfach so.
753	B1: Ich glaub, da spielen wieder verschiedene Umweltfaktoren mit rein, weshalb das so ist.
754,	B2: Also, das kann ich nicht erklären. Das hab ich leider nicht studiert (lacht).

756 Aber auf jeden Fall irgendwie Umwelteinflüsse.

759 I: Gut, ok. Dann Dankeschön für das Interview.

22 Auswertung der Interviewstudie

22.1 Auswertungen zu Begriffsbildungen: Strömungen (Merkmale)

22.1.1 Interview E1A

Anhand von Auszügen aus dem Transkript des *Interviews E1A* wird im Folgenden die Begriffsbildung im Bereich Strömungen der befragten Person Sandra (Codename) rekonstruiert. Bei Sandras Ausführungen spielt der Aspekt der Bewegung stets eine wichtige Rolle. Das wird vor allem bei der ihr gestellten Aufgabe deutlich, sich zu überlegen, wie sie einer weiteren Person den Begriff der Strömung erklären würde.

29 I: Wie würdest du denn jemand anderen die Strömung erklären?

32 B: **Bewegung** von entweder Wasser oder Luft oder so... von solchen Elementen. Dass die eben **in Bewegung** ist. Egal, wie oder wodurch sie erzeugt worden sind. Aber, **dass man eben eine Bewegung erfährt an bestimmten Dingen.**

Bei der Aufgabe, verschiedene Bilder zum Begriff Strömung zuzuordnen und die Auswahl zu begründen, ist wahrgenommene Bewegung auf den Bildern ein wichtiges Auswahlkriterium für Sandra. Ausgewählte Bilder müssen mit Bewegung assoziiert werden, um zu Strömungen hinzugezählt zu werden.

59 I: Wo sind denn für dich da Gemeinsamkeiten? Wieso hast du diese Bilder jetzt ausgewählt und was war jetzt sozusagen das Essentielle, warum du die jetzt ausgewählt hast? Also warum gehörte das jetzt zu Strömung für dich?

60 B: Wir haben ja einmal hauptsächlich Wasser und Luft jetzt auf diesen Fotos, oder die **bewegte** Luft oder das **bewegte** Wasser oder auch Dinge, die durch die Luft **bewegt werden.**

Dass Bewegung ein wichtiges Auswahlkriterium darstellt, zeigt sich auch bei der Begründung für das Aussortieren bestimmter Bilder. Sandra macht klar, dass Bilder, die etwas Statisches zeigen, nicht dazugehören.

61 I: Also mit Luft und Wasser immer und das ist bei diesen Bildern, die du jetzt rausgelegt hast, nicht der Fall und deswegen hast du sie nicht dazu gewählt. Oder gibt es noch einen anderen Grund?

62 B: **Nein, das ist statisch.** Also gut, das Zebra bewegt sich halt auch, aber es würde jetzt nicht für mich in diese Kategorie, was ich jetzt eben gesagt habe, fallen. Die Lampe, das Licht würde ich jetzt auch nicht zu Strömung zählen. Also, das sind meine Interpretationspunkte, was Strömung für mich bedeutet.

Als erste Aussage über eine Strömung lässt sich rekonstruieren, dass jene sich durch Bewegung auszeichnen.

Tab. 119: Kategorie H-SG (E1A) zu Merkmalen von Strömungen inkl. kodierte Passagen

Kategorie	Strömung bedeutet Bewegung.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn Befragte Strömungen mit dem Terminus Bewegung oder dem korrespondierenden Verb beschreiben. Sie wird auch kodiert, wenn die Interviewten mit anderen Termini (z. B. fließen) deutlich machen, dass sich für das Vorhandensein einer Strömung Materie im Ort fortbewegt oder mit Blick auf das Gegenteil erläutern, dass es sich hierbei um etwas Statisches handelt.
Ankerbeispiele	„Ja, letztlich ist es ja eine fortlaufende Bewegung, die angestoßen wird durch Energie.“ (J5A, P. 669) „Es ist ja letztlich immer eine fortlaufende Bewegung.“ (J5A, P. 685).
Kodierte Textpassagen	E1A, P. 32, 60, 62

Die Ausführungen von Sandra zeigen, dass Bewegung für eine Strömung zwar notwendig, nicht jedoch hinreichend ist. So wird beispielsweise die Bewegung eines Zebras nicht als Strömung bezeichnet.

62 B: Nein, das ist statisch. Also gut, **das Zebra bewegt sich halt auch, aber es würde jetzt nicht für mich in diese Kategorie, was ich jetzt eben gesagt habe, fallen.**

Damit eine Bewegung als Strömung aufgefasst wird, bedarf es einer Spezifizierung der stattfindenden Bewegung. Zunächst lässt sich festhalten, dass für Sandra nur bestimmte Stoffe in der Lage sind zu strömen. Bei der Zuordnung der Bilder werden Wasser und Luft genannt.

59 I: Wo sind denn für dich da Gemeinsamkeiten? Wieso hast du diese Bilder jetzt ausgewählt und was war jetzt sozusagen das Essentielle, warum du die jetzt ausgewählt hast? Also warum gehörte das jetzt zu Strömung für dich?

60 B: Wir haben ja einmal **hauptsächlich Wasser und Luft jetzt auf diesen Fotos**, oder die **bewegte Luft** oder **das bewegte Wasser** oder auch Dinge, die **durch die Luft bewegt** werden.

29 I: Wie würdest du denn jemand anderen die Strömung erklären?

32 B: **Bewegung von entweder Wasser oder Luft oder so... von solchen Elementen.** Dass die eben in Bewegung ist. Egal, wie oder wodurch sie erzeugt worden sind. Aber, dass man eben eine Bewegung erfährt an bestimmten Dingen.

Konkret spricht sie auch von Sand, der über das Land strömen kann.

3	I: Woran denkst du, wenn ich von Strömungen spreche?
4	B: An Wasser .
7	I: Ok, und was findest du an Wasser so interessant? Also was ist da für dich Strömung oder was ist da so interessant für dich dann?
8, 10	B: Es ist die Assoziation mit Strömung, also natürlich kann auch Sand über Land strömen, aber für mich hat Strömung etwas mit Wasser zu tun, hauptsächlich . Ob es jetzt durch einen Kanal fließt oder sich als Welle am Strand bricht.

Damit lässt sich eine zweite Aussage über Strömungen rekonstruieren, bei der es um die Materie geht, die sich bewegt.

Tab. 120: Kategorie E1A-SG-M1 zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Nur bestimmte Materie strömt. Dazu zählen insbesondere Wasser und Luft, aber auch Sand.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten versuchen, eine Strömung an der sich bewegenden Materiesorte festzumachen und damit bestimmte Materie vom Terminus Strömung ausschließen. Sie wird auch kodiert, wenn Beispiele herangezogen werden, die sich auf bestimmte Materiesorten beziehen, z. B. eine sich brechende Welle als Beispiel für sich bewegendes Wasser.
Ankerbeispiele	„[...] natürlich kann auch Sand über Land strömen, aber für mich hat Strömung etwas mit Wasser zu tun, hauptsächlich.“
Kodierte Textpassagen	E1A, P. 4, 8, 10, 32, 60

Für Sandra existiert neben der Bewegung und den verschiedenen Materiesorten noch ein weiteres Merkmal des Strömungsbegriffs. Denn als Gegenteil für Strömungen benennt sie einen Sog bzw. einen auf den Bildern sichtbaren Wasserstrudel. Sie begründet die genannten Gegenteile auf der Basis von Eigenschaften, die eine Strömung für sie besitzt: Letztere sei etwas Entgegenkommendes, Drückendes und unterscheide sich daher von einem Sog, den sie mit dem Strudel verbindet.

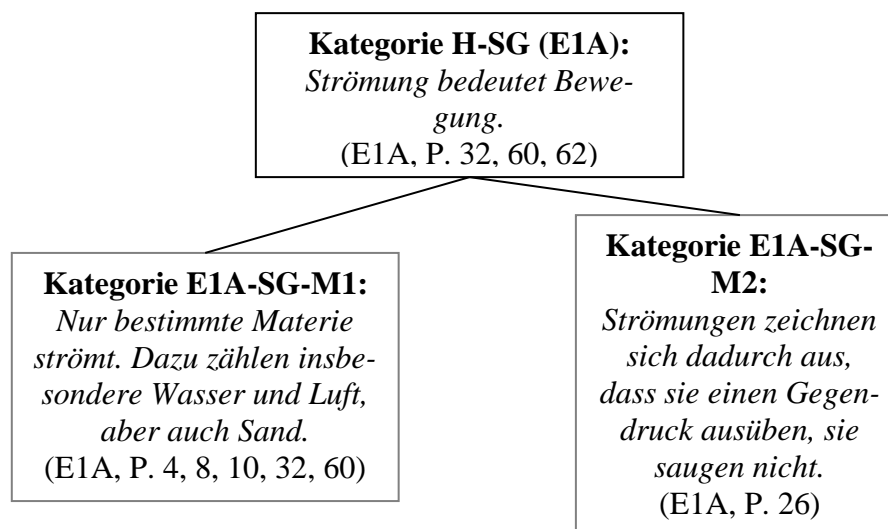
25	I: Was wäre für dich ein Gegenteil für Strömung oder das Gegenteil für Strömung?
26	B: Ein Sog würde ich eher sagen. Also ein Strudel , wie das auch auf den Fotos ist oder gewesen ist. Eine Strömung hat ja immer was mit Gegendruck zu tun, dass einem das mehr oder weniger entgegenkommt . Und das Gegenteil wäre für mich dann eventuell dieser Sog, der Strudel . Wo man dann eben das Gegenteil hat.

Daran ist zu erkennen, dass auch die Richtung einer Bewegung von Wasser zu Sandras Entscheidung beiträgt, jene als Strömung zu charakterisieren. Entsprechend lässt sich eine weitere Aussage über Strömungen nachzeichnen.

Tab. 121: Kategorie E1A-SG-M2 zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Strömungen zeichnen sich dadurch aus, dass sie einen Gegendruck ausüben, sie saugen nicht.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten deutlich machen, dass eine Strömung etwas Entgegenkommendes ist, das einen Druck ausübt. Sie wird ferner kodiert, wenn die Befragten mit Blick auf das Gegenteil davon sprechen, dass sich jenes durch eine Saugwirkung auszeichne.
Ankerbeispiel	„Eine Strömung hat ja immer was mit Gegendruck zu tun [...]“ (E1A, P. 26)
Kodierte Textpassagen	E1A, P. 26

Als Zusammenfassung dieser Analyse werden die gebildeten Kategorien in einem Netzwerk um die Hauptkategorie angeordnet. Dadurch entsteht das folgende Merkmalnetzwerk des Strömungsbegriffs aus dem Interview E1A.



22.1.2 Interview E2A

Anhand von Auszügen aus dem Transkript des Interviews E2A wird im Folgenden die Begriffsbildung im Bereich Strömungen der befragten Person Heinz (Codename) rekonstruiert. Für Heinz haben Strömungen primär etwas mit Bewegung zu tun. Bei der Aufgabe, jemand anderem den Begriff zu erklären, bezieht er sich vornehmlich auf den Bewegungsaspekt.

38 I: Wie würdest du jemand anderen erklären, was eine Strömung ist? Also wenn er jetzt irgendwie was sieht, irgendeine Strömung im Meer.

39 B: Dass sich etwas einfach **von der Natur aus gegeben bewegt**.

Auch als er die zur Verfügung gestellten Bilder sortiert, begründet er die Zuordnung mit wahrgenommener Bewegung. Es sei die erste Assoziation, die er habe.

83 I: Was war jetzt das Kriterium dafür, dass du die Bilder zur Strömung zugezählt hast? Was haben die gemeinsam oder was muss erfüllt sein, damit die für dich zu einer Strömung gehören?

84, B: **Strömung hat was mit Bewegung zu tun. Das ist so diese erste Assoziation,**
86 **die ich habe.** Oft mit Luft oder Natur. Bewegung, Wasser, Wind, Luft, Natur.

87 I: Und der Hauptpunkt dann die Bewegung für dich?

88 B: Genau.

Wahrgenommene Bewegung wird auch als Begründung herangezogen, Bilder von der Zuordnung zum Strömungsbegriff auszuschließen.

89 I: Warum hast du die konkret jetzt nicht dazu gezählt? Diese drei Bilder, also die zwei Zebras und diese Sandburgen?

90 B: **Die Sandburgen sind statische Elemente, die keinerlei Bewegung haben, das stehende Zebra auch nicht.** Das laufende Zebra mag vielleicht ein bisschen Luft verdrängen, aber das ist für mich dann keine offensichtliche Strömungserzeugung.

Entsprechend lässt sich Bewegung als erstes Merkmal einer Strömung nennen.

Tab. 122: Kategorie H-SG (E2A) zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Strömung bedeutet Bewegung.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn Befragte Strömungen mit dem Terminus Bewegung oder dem korrespondierenden Verb beschreiben. Sie wird auch kodiert, wenn die Interviewten mit anderen Termini (z. B. fließen) deutlich machen, dass sich für das Vorhandensein einer Strömung Materie im Ort fortbewegt oder mit Blick auf das Gegenteil erläutern, dass es sich hierbei um etwas Statisches handelt.
Ankerbeispiele	„Ja, letztlich ist es ja eine fortlaufende Bewegung, die angestoßen wird durch Energie.“ (J5A, P. 669) „Es ist ja letztlich immer eine fortlaufende Bewegung.“ (J5A, P. 685).
Kodierte Passagen	E2A, P. 39, 84, 86, 90

Bewegung ist für die Zuordnung zum Strömungsbegriff für den Befragten zwar notwendig, nicht jedoch hinreichend. Es kommt darauf an, was sich bewegt. Für Heinz gelten vornehmlich die Bewegungen von Wasser und Luft als Strömungen.

42 I: Könntest du auch eine Definition aufschreiben? Also was für dich Strömung ist.

47 B: **Strömung ist ein Antrieb und ein zurückgelegter Weg eines... nicht Materials, sondern von entweder Luft oder Wasser.** Also würde ich sagen. Ganz unphysikalisch, hat nichts mit Physik zu tun.

Die Bewegung von Wasser und Luft findet sich als Auswahlkriterium ebenso bei der Zuordnung der Bilder.

83 I: Was war jetzt das Kriterium dafür, dass du die Bilder zur Strömung zugezählt hast? Was haben die gemeinsam oder was muss erfüllt sein, damit die für dich zu einer Strömung gehören?

84, B: Strömung hat was mit Bewegung zu tun. Das ist so diese erste Assoziation, die
86 ich habe. **Oft mit Luft oder Natur. Bewegung, Wasser, Wind, Luft, Natur.**

99 I: Ok, was wäre für dich die Strömung schlechthin?

100 B: Eigentlich ist das für mich **Ebbe und Flut.**

Auch die persönlichen Erfahrungen des Befragten beziehen sich auf Erscheinungen mit Bezug zu bewegter Luft und bewegtem Wasser.

3 I: Woran denkst du, wenn ich von Strömungen spreche?

4 B: Erstmal an einen **Fluss**, so ganz intuitiv. Dann natürlich auch die Strömung bei uns gerade in der **Nordsee**, wenn die **Gezeiten** kommen und gehen, wenn die **Priele volllaufen. Die Strömungen, die damit einhergeht.**

7 I: Wo sind dir Strömungen schon einmal begegnet?

8 B: In der Regel **in Flüssen und im Meer.**

15 I: Hast du sonst noch Ideen, wo es sonst noch Strömungen gibt? Jetzt außer im Fluss.

16 B: Jetzt mal unabhängig von Wasser?

17 I: Ja, zum Beispiel.

18 B: **Wind.** Der ist natürlich nicht unbedingt sichtbar, höchstens in der zweiten Ebene dadurch, dass sich Äste bewegen oder Haare fliegen.

21 B: Ich war vor kurzem mit meiner Tochter **in Paris in den Metrogängen.** Da nimmt man riesigen **Zug** war irgendwie, wenn der...

22 I: ... der Wind da durchpeitscht.

23 B: Genau.

Damit lässt sich eine zweite Aussage über Strömungen rekonstruieren, bei der es sich um die Materie handelt, die sich so bewegen kann, dass deren Bewegung als Strömung aufgefasst wird.

Tab. 123: E2A-SG-M1 zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Nur bestimmte Materie strömt. Dazu zählen insbesondere Wasser und Luft.
Beschreibung	Diese Kategorie wird gebildet, wenn die Befragten sich auf die Materiesorte beziehen, deren Bewegung als Strömung aufgefasst wird. Sie wird auch kodiert, wenn für bestimmte Materie typische Beispiele angeführt werden, z. B. das Volllaufen der Priele als Beispiel für sich bewegendes Wasser.
Ankerbeispiel	„Dann natürlich auch die Strömung bei uns gerade in der Nordsee, wenn die Gezeiten kommen und gehen, wenn die Priele volllaufen. Die Strömungen, die damit einhergeht.“ (E2A, P. 4)
Kodierte Textpassagen	E2A, P. 4, 8, 18, 21, 47, 70, 72, 84, 86, 100

Bei den Ausführungen des Befragten wird darüber hinaus deutlich, dass nicht jede Bewegung von Wasser oder Luft als Strömung zu verstehen ist. Scheinbar spielt für Heinz die Menge der bewegten Materie auch eine Rolle. So gibt er an, dass ein Zebra zwar Luft verdränge, diese Luft jedoch nicht ausreichend sei, um von einer Strömung sprechen zu können. Er sagt, dies sei keine offensichtliche Strömungserzeugung.

89 I: Warum hast du die konkret jetzt nicht dazu gezählt? Diese drei Bilder, also die zwei Zebras und diese Sandburgen?

90 B: Die Sandburgen sind statische Elemente, die keinerlei Bewegung haben, das stehende Zebra auch nicht. **Das laufende Zebra mag vielleicht ein bisschen Luft verdrängen, aber das ist für mich dann keine offensichtliche Strömungserzeugung.**

Ein sich bewegnender Vogelschwarm führe für Heinz durch den Schlag der Flügel allerdings zu einer offensichtlichen Strömungserzeugung. Denn das entsprechende Bild zählt er zum Begriff Strömung.

91 I: Und warum ist es dann hier eine Strömungserzeugung bei den Vögeln?

92 B: Weil das ein **ganzer Schwarm** ist und die fliegen ja. Die schlagen ja mit ihren Flügeln und weil ich glaube, dass einfach **so viel Dynamik erzeugt wird in der Luft, dass das eine Strömung verursacht.**

Allerdings scheint die Menge, die für eine offensichtliche Strömungserzeugung nötig ist, Heinz nur vage bewusst zu sein. Wenngleich er die durch das Zebra bewegte Luft nicht zur Strömung hinzuzählt, gehört seiner Meinung nach die durch einen einzelnen Menschen bewegte Luft zu einer Strömung.

24 I: Hast du schon selbst Strömungen erzeugt?

25, B: Ich glaube, so ein bisschen **Strömung erzeugt jeder, wenn er durch die**

- 27 **Gegend läuft und einfach Luft verdrängt.** Würde ich spontan so sagen. Aber nicht bewusst, nicht mit Vorsatz.

Offenbar muss eine Strömung deutlich erkennbar sein, was seiner Meinung nach bei einem Fluss in der Regel der Fall ist.

- 9 I: Hast du da konkrete Beispiele was du da genau gesehen hast? Wie sah das aus, was dir da begegnet ist?
- 10 B: **Im Fluss sieht man in der Regel relativ schnell, in welche Richtung er fließt.** Zumindest, wenn es tagelang vorher geregnet hat und die Flüsse einen hohen Wasserstand haben. Zum Beispiel in der Hunte, wenn man dann da Kanu fährt und dann nimmt einen die Strömung quasi ganz schnell mit.

Damit lässt sich als weiteres kritisches Attribut festhalten, dass es sich bei Strömungen, je nach Gefühl, um eine offensichtliche Bewegung der fraglichen Materie handelt muss. Es muss eine nicht genau spezifizierbare, ausreichende Menge der Materie vorhanden sein, die sich bewegt.

Tab. 124: Kategorie E2A-SG-M2 zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Bei Strömungen bewegt sich Materie mit einem Mindestmaß an Intensität/bewegter Masse.
Beschreibung	Diese Kategorie wird gebildet, wenn die Befragten, die Klassifizierung einer Bewegung als Strömung davon abhängig machen, wie intensiv die Bewegung ist. Beispielsweise legen sie dar, dass sich zu wenig Masse einer bestimmten Materie bewege oder sie sich nicht schnell genug bewege, sodass man in diesen Fällen nicht von einer Strömung sprechen könne. Oder umgekehrt: Erst wenn eine gewisse Masse oder Geschwindigkeit erreicht sei, wird eine Bewegung als Strömung bezeichnet.
Ankerbeispiele	„Weil das ein ganzer Schwarm ist und die fliegen ja. Die schlagen ja mit ihren Flügeln und weil ich glaube, dass einfach so viel Dynamik erzeugt wird in der Luft, dass das eine Strömung verursacht.“ (E2A, P. 92)
Kodierte Textpassagen	E2A, P. 25, 27, 90, 92

Doch auch nicht nur das bloße Vorhandensein einer ausreichenden Menge/Geschwindigkeit sich bewegender Materie ist ausreichend, um als Strömung zu gelten. Als Heinz nach einem Gegenteil für eine Strömung gefragt wird, nennt er einen Sog. Er verweist auf Bilder, die einen Strudel zeigen. Da es sich hierbei um die Bewegung von Wasser handelt, müsse es noch ein weiteres Merkmal geben. Heinz begründet die Entscheidung für das Gegenteil mit der Richtung eines Sogs, die ihn von einer Strömung unterscheide: Ein Sog ziehe nach innen, eine Strömung gehe allerdings nach außen.

- 30 I: Was wäre für dich ein Gegenteil für die Strömung?
- 31 B: Sog.
- 32 I: Sog? Wieso? Kannst du das näher erklären?
- 33 B: **Weil sich das nach innen zieht und Strömung geht irgendwie nach außen,**

hat man immer das Gefühl. Wie die beiden Bilder, so Trichter, also rein intuitiv gesprochen.

Dass Richtungsaspekte für Heinz eine wichtige Rolle spielen, zeigt sich auch bei seinen persönlichen Erfahrungen und seiner Definition von Strömungen. Offenbar ist es wichtig, dass eine Strömung sich in eine bestimmte Richtung, also eine Vorzugsrichtung besitzt.

- 7 I: Wo sind dir Strömungen schon einmal begegnet?
- 8 B: In der Regel in Flüssen und im Meer.
- 9 I: Hast du da konkrete Beispiele was du da genau gesehen hast? Wie sah das aus, was dir da begegnet ist?
- 10 B: **Im Fluss sieht man in der Regel relativ schnell, in welche Richtung er fließt.** Zumindest, wenn es tagelang vorher geregnet hat und die Flüsse einen hohen Wasserstand haben. Zum Beispiel in der Hunte, wenn man dann da Kanu fährt und **dann nimmt einen die Strömung quasi ganz schnell mit.**

- 42 I: Könntest du auch eine Definition aufschreiben? Also was für dich Strömung ist.
- 47 B: **Strömung ist ein Antrieb und ein zurückgelegter Weg** eines... nicht Materials, sondern von entweder Luft oder Wasser. Also würde ich sagen. Ganz unphysikalisch, hat nichts mit Physik zu tun.

Und auch bei der gegebenen Definition für eine Strömung ergänzt der Befragte am Ende noch, dass die Definition jetzt den Richtungsaspekt noch nicht umfasse. Die gegebene Definition ist also aus seiner Sicht noch unvollständig.

- 34 I: Ok. Und was wäre für dich ein Synonym für die Strömung? Also irgendwie eine Umschreibung.
- 35 B: Eine antreibende Kraft.
- 36 I: Antreibende Kraft, ja.
- 37 B: **Wobei das natürlich nicht richtungsbezogen ist, ne? Aber gut.**

Damit lässt sich als weiteres Merkmal für Strömungen die Vorzugsrichtung der sich bewegenden Materie festhalten.

Tab. 125: Kategorie E2A-SG-M3 zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Strömungen bewegen sich in eine bestimmte Richtung: von der Quelle weg.
Beschreibung	Diese Kategorie wird gebildet, wenn die Befragten eine Strömung an ihrer Richtung festmachen, Bewegungen mittels Richtungsangaben als Strömung ausschließen oder erläutern, dass Strömungen sich nach außen bewegen, von der Quelle weg. Sie wird ebenfalls gebildet, wenn sie angeben, dass sich mithilfe einer Strömung ein bestimmter Weg zurücklegen lässt.
Ankerbeispiele	„Weil sich das nach innen zieht und Strömung geht irgendwie nach außen, hat man immer das Gefühl.“ (E2A, P. 33)

Kodierte Textpassagen

E2A, P. 10, 33, 37, 47

Außerdem scheint für den Befragten wichtig zu sein, dass Strömungen etwas bewirken. Er spricht er des Öfteren von Strömungen als eine Kraft der Natur, die als Antrieb dient.

- 3 I: Woran denkst du, wenn ich von Strömungen spreche?
- 4 B: Erstmal an einen Fluss, so ganz intuitiv. Dann natürlich auch die Strömung bei uns gerade in der Nordsee, wenn die Gezeiten kommen und gehen, **wenn die Priele volllaufen**. Die Strömungen, die damit einhergeht.
- 5 I: Was findest du an solchen Strömungen interessant? Oder findest du es überhaupt interessant?
- 6 B: Gerade Ebbe und Flut finde ich total spannend, weil **die Kraft der Natur** da ganz offensichtlich wird und weil sich auch im Boden diese **wellenförmigen Abdrücke** zeigen. Und weil die **Strände zum Beispiel auf den ostfriesischen Inseln jeden Tag unterschiedlich** sind.
- 15 I: Hast du sonst noch Ideen, wo es sonst noch Strömungen gibt? Jetzt außer im Fluss.
- 16 B: Jetzt mal unabhängig von Wasser?
- 17 I: Ja, zum Beispiel.
- 18 B: Wind. Der ist natürlich nicht unbedingt sichtbar, höchstens in der zweiten Ebene dadurch, dass sich **Äste bewegen** oder **Haare fliegen**.

- 34 I: Ok. Und was wäre für dich ein Synonym für die Strömung? Also irgendwie eine Umschreibung.
- 35 B: Eine **antreibende Kraft**.

- 42 I: Könntest du auch eine Definition aufschreiben? Also was für dich Strömung ist.
- 47 B: **Strömung ist ein Antrieb** und ein zurückgelegter Weg eines... nicht Materials, sondern von entweder Luft oder Wasser. Also würde ich sagen. Ganz unphysikalisch, hat nichts mit Physik zu tun.

Auch bei den Bildern, die dem Begriff der Strömung zugeordnet werden, ordnet Heinz die Bilder zu, die eine Wirkung, also eine Folge einer Strömung zeigen.

- 75 I: Welche Bilder davon würdest du dem Begriff der Strömung zuordnen?
- 80 B: Die **Landschaftsbildung** in 11 **hat mit Wind und dementsprechend auch mit Strömung zu tun**.
Die **Pflanzen** in Abbildung 4 sind so **umgekippt**, dass es eine **Folge der Strömung** ist.
Das ist zwar die Erdanziehungskraft, aber trotzdem bewegt sich in Abbildung 19 was nach unten.

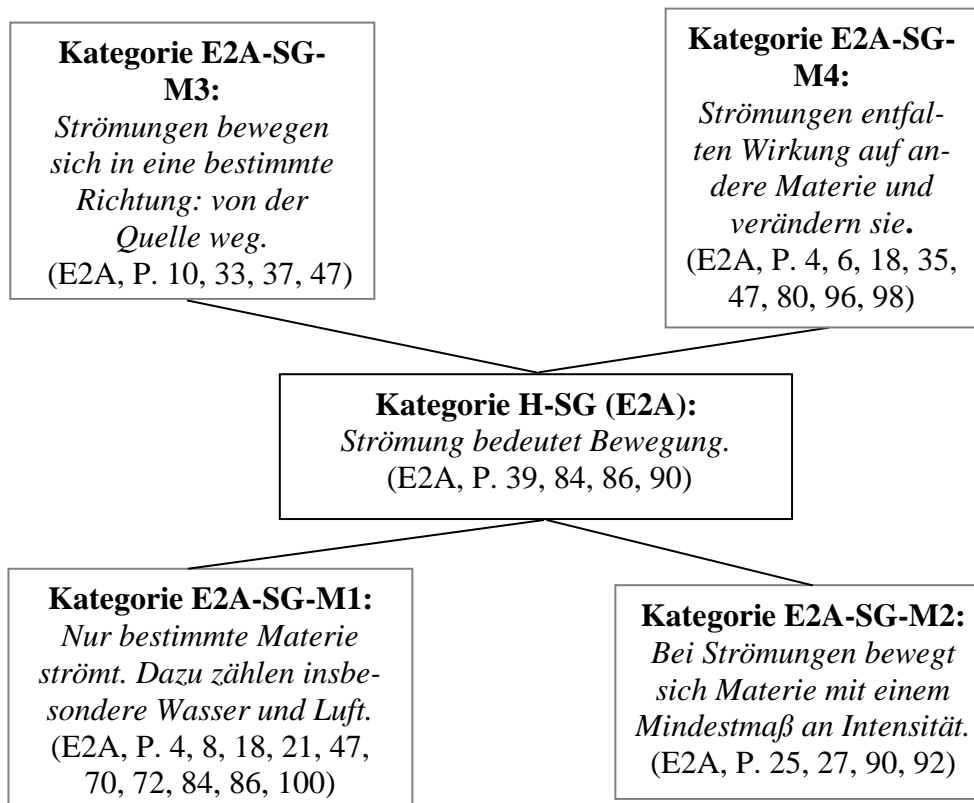
	Das waren jetzt viele.
96	B: Und Bild 11 ist einfach eine Folge der Strömung , der Luftzirkulation, dass die Landschaft so aussieht. Das ist nicht die direkte Abbildung einer Strömung.
97	I: Also da sieht man die Strömung nicht, sondern die Konsequenz.
98	B: Bei 4 auch, da sieht man auch nur die Konsequenz.

Als weiteres Merkmal von Strömungen lässt sich nachzeichnen, dass jene Strömungen große Wirkungen entfalten können. Strömungen verfügen über das Potenzial Veränderungen in der Umwelt zu initiieren. Dies hängt vermutlich mit den Argumenten von Heinz nach einer ausreichenden Menge des strömenden Materials zusammen. Erst bei ausreichender Menge sich bewegender Materie kann diese nämlich eine sichtbare Wirkung auf die sie umgebende Umwelt entfalten.

Tab. 126: Kategorie E2A-SG-M4 zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Strömungen entfalten Wirkung auf andere Materie und verändern sie.
Beschreibung	Diese Kategorie wird gebildet, wenn die Befragten eine Strömung als antreibende Kraft für Veränderungen weiterer Materie beschreiben, so dass beispielsweise Landschaften gebildet, wellenförmige Abdrücke erzeugt oder Äste bewegt werden.
Ankerbeispiele	„Strömung ist ein Antrieb [...]“ (E2A, P. 47) „Und Bild 11 ist einfach eine Folge der Strömung, der Luftzirkulation, dass die Landschaft so aussieht. Das ist nicht die direkte Abbildung einer Strömung.“ (E2A, P. 96)
Kodierte Textpassagen	E2A, P. 4, 6, 18, 35, 47, 80, 96, 98

Als Zusammenfassung dieser Analyse werden die gebildeten Kategorien in einem Netzwerk um die Hauptkategorie angeordnet. Dadurch entsteht das folgende Merkmalnetzwerk des Strömungsbegriffs aus dem Interview E2A.



22.1.3 Interview E3A

Anhand von Auszügen aus dem Transkript des Interviews E3A wird im Folgenden die Begriffsbildung im Bereich Strömungen der befragten Person Martina (Codename) rekonstruiert. Das Gespräch mit Martina durchzieht eine Verknüpfung von Strömung und Bewegung. Bei der Aufgabe, ein Synonym zu finden, bezieht sie sich auf eine Bewegung, die auf und ab geht.

43, 45 I: Was wäre für dich dann ein Synonym für Strömung, eine Umschreibung?

50 B: „**Bewegungs**-auf-und-ab“ oder so.

Auch bei ihren Erklärungen und ihrer Definition zum Strömungsbegriff ist die Argumentation über Bewegungen zentral.

53 I: Wie würdest du jemandem Strömung erklären?

56 B: Das ist ein bisschen schwierig. Das ist ein schwieriger Begriff zu erklären. Ich glaube, man umschreibt das zwar, aber wirklich erklären tut man das dann demjenigen nicht so wirklich. Einem fehlt in dem Moment wirklich das richtige Fachwissen.

Wenn man dann sagt: „**Durch Wind entsteht jetzt eine Bewegung in der Luft** und die wirkt sich auf Wasser aus, was bei der Flut **hineineinläuft**, also auf das Meerwasser, das **hereinkommt**.“

Das kann man vielleicht einem kleinen Kind so erklären. Aber ob das die richtige Erklärung für Strömung ist, wage ich zu bezweifeln.

61, I: Könntest du denn auch eine Definition für Strömung aufschreiben? Ich habe
63, hier einen Zettel.
65

70 B: Durch Wetter, Sonne und Erddrehung entsteht eine **Bewegung** des Wassers und der Luft.

71 I: Könntest du das irgendwie ein bisschen genauer erklären, wie du darauf jetzt gekommen bist oder wie du das jetzt siehst?

72 B: Durch das Gespräch jetzt und durch Nachdenken sehe ich in dem Begriff Strömung alles, was sich auf der Erde irgendwie durch Wettereinflüsse, durch Sonne, durch die Erddrehung **bewegt**. Das hat auch Einfluss auf die Strömung, Strömung von Wind und Wasser, Luft.

Bei der Aufgabe, Bilder zum Begriff Strömung zu sortieren, gibt Martina an, dass für die Zuordnung eine Form der Bewegung auf dem Bild zu erkennen sein müsse. Ferner empfiehlt sie eine Wasserbewegung als Strömung schlechthin.

176 B: Wenn man das jetzt auf Bilder bezieht, mir das Wort oder eine Strömung zeigen sollen, **dann müsste schon eine Form der Bewegung auf dem Bild oder Foto zu erkennen sein**. Bei den Wolken sieht man ja jetzt nicht unbedingt gleich die Bewegung, denn das ist ja ein feststehendes Bild. Aber man weiß, dass das eine Wolkenbildung ist.

179 I: Jetzt hast du ja so ein paar Bilder gesehen und wir haben ja auch schon ein bisschen drüber gesprochen: Was wäre für dich die Strömung schlechthin? Wenn

du jetzt das Wort Strömung hörst, welches Bild oder was würdest du da direkt mit assoziieren?

182 B: Als erstes würde ich eine **Wasserbewegung** als Strömung empfinden, also die auf mich zukommt.

Entsprechend dem wichtigen Status des Bewegungsaspekts gibt Martina als Gegenteil für eine Strömung Bewegungslosigkeit an. Dies macht sie am Beispiel der Windstille bzw. am glatten Wasser fest, da dort nichts passiert.

33 I: Was wäre für dich ein Gegenteil für die Strömung?

38, B: Wenn jetzt **absolute Windstille** ist und das **Wasser wirklich spiegelglatt** ist.
40 Man sagt ja, **es geht kein Lüftchen mehr** und das Wasser **bewegt sich wirklich gar nicht**. Dann kann man die Wasseroberfläche sehen und man denkt, man guckt in einen Spiegel, weil **nichts passiert**.

Auf Basis dieser Textpassagen lässt sich die folgende Kategorie bilden:

Tab. 127: Kategorie H-SG (E3A) zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Strömung bedeutet Bewegung.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn Befragte Strömungen mit dem Terminus Bewegung oder dem korrespondierenden Verb beschreiben. Sie wird auch kodiert, wenn die Interviewten mit anderen Termini (z. B. fließen) deutlich machen, dass sich für das Vorhandensein einer Strömung Materie im Ort fortbewegt oder mit Blick auf das Gegenteil erläutern, dass es sich hierbei um etwas Statisches handelt.
Ankerbeispiele	„Ja, letztlich ist es ja eine fortlaufende Bewegung, die angestoßen wird durch Energie.“ (J5A, P. 669) „Es ist ja letztlich immer eine fortlaufende Bewegung.“ (J5A, P. 685).
Kodierte Textpassagen	E3A, P. 38, 40, 50, 56, 70, 72, 176, 182

Bewegung wird jedoch in den seltensten Fällen allein zur Beschreibung einer Strömung herangezogen. An vielen Stellen im Gespräch wird der Aspekt der Bewegung zusammen mit ganz bestimmter Materie genannt, die sich bewegt. Als Martina von ihren bisherigen Erfahrungen mit Strömungen berichten soll, schildert sie im Wesentlichen Strömungen im Wasser. Bewegte Luft bzw. Wind finden ebenfalls Erwähnung.

3 I: Woran denkst du, wenn ich von Strömungen spreche?

4 B: **Strömungen des Wassers. Windströmung** gibt es natürlich auch. **Das sind eigentlich die Hauptströmungen, die mir jetzt so spontan einfallen.**

7 I: Was findest du daran interessant? Findest du es überhaupt interessant?

8 B: Ich find das total interessant. Da ich gerne Urlaub am **Wasser** mache und ich mich gern auf der Insel aufhalte, interessiert einen das schon, **wie das Wasser an das Ufer kommt** oder auch **wie der Wind das Wasser dahin transportiert.**

9	I: Wo sind dir schon mal Strömungen begegnet? Oder sind die dir schon mal begegnet?
10	B: Ja, jedes Mal, wenn ich irgendwo im Urlaub am Wasser war. Extrem war das jetzt in Portugal an der Atlantikküste, wo wir dann auch nicht baden durften, weil halt zu starke Strömung war.
19	I: Ok, hast du schon mal selbst Strömung erzeugt?
22	B: Ich glaube, ja. Ganz vage irgendwo in der Schule früher mal, dass man Wasser in Bewegung setzt durch irgendeinen Versuch. Ich weiß aber nicht mehr genau, wie der Versuchsaufbau war. Das ist ein bisschen zu lange her (lacht).
25, 27, 29	I: Hast du sonst noch konkrete Beispiele für Strömungen, die du jetzt benennen kannst? Du hattest als konkretes Beispiel für Strömung Wellen gesagt. Du hattest hier beim Fragebogen auch so ein paar konkrete Strömungen aufgeschrieben. Dieser Strudel war ja jetzt hier auch zu sehen. Sonst noch irgendwelche Ideen, konkreten Beispiele? Du hattest auch Wind gesagt oder Luft als Strömung. Hast du ein konkretes Beispiel, was man als Strömung bezeichnen würde dann?
30, 32	B: In Bezug auf Wind würde ich Sturm nennen oder einen Orkan. Wenn jetzt ganz viel Wind entsteht und man Orkanböen hat. Dann hier Tsunami und solche Dinge, die dann mit Wasser zusammen entsteht, eine Megaströmung, beides gleichzeitig.

Auch in ihrem Gegenteil für eine Strömung – gewissermaßen Bewegungslosigkeit – bezieht sie sich beispielhaft auf Wasser und Luft: Sie nennt eine Windstille und spiegelglattes Wasser.

33	I: Was wäre für dich ein Gegenteil für die Strömung?
38, 40	B: Wenn jetzt absolute Windstille ist und das Wasser wirklich spiegelglatt ist. Man sagt ja, es geht kein Lüftchen mehr und das Wasser bewegt sich wirklich gar nicht. Dann kann man die Wasseroberfläche sehen und man denkt, man guckt in einen Spiegel, weil nichts passiert.

Bei der Aufgabe, jemand anderem eine Strömung zu erklären, bezieht sich Martina auf das Wechselspiel zwischen Wind und Wasser. Letzteres werde durch die Gezeiten in Bewegung versetzt.

53	I: Wie würdest du jemandem Strömung erklären?
56	B: Das ist ein bisschen schwierig. Das ist ein schwieriger Begriff zu erklären. Ich glaube, man umschreibt das zwar, aber wirklich erklären tut man das dann demjenigen nicht so wirklich. Einem fehlt in dem Moment wirklich das richtige Fachwissen. Wenn man dann sagt: „Durch Wind entsteht jetzt eine Bewegung in der Luft und die wirkt sich auf Wasser aus, was bei der Flut hineineinläuft, also auf das Meerwasser , das hereinkommt. Das kann man vielleicht einem kleinen Kind so erklären. Aber ob das die richtige Erklärung für Strömung ist, wage ich zu bezweifeln.“

In ihrer Definition nennt sie die Bewegung von Wasser, Wind und Luft. Sie hält ihre Beschreibung zunächst jedoch offener und berichtet, dass sie unter eine Strömung alles verstehe, was sich durch bestimmte Einflüsse (Wetter, Sonne und Erddrehung) bewege.

61, I: Könntest du denn auch eine Definition für Strömung aufschreiben? Ich habe
63, hier einen Zettel.
65

70 B: Durch Wetter, Sonne und Erddrehung entsteht eine **Bewegung des Wassers und der Luft**.

71 I: Könntest du das irgendwie ein bisschen genauer erklären, wie du darauf jetzt gekommen bist oder wie du das jetzt siehst?

72 B: Durch das Gespräch jetzt und durch Nachdenken **sehe ich in dem Begriff Strömung alles, was sich auf der Erde irgendwie durch Wettereinflüsse, durch Sonne, durch die Erddrehung bewegt**. Das hat auch Einfluss auf die Strömung, **Strömung von Wind und Wasser, Luft**.

Diese Offenheit zeigt sich auch zu Beginn des Gesprächs als Martina mit Blick auf Wasser und Wind von Hauptströmungen spricht. Sie schließt durch diese Formulierung weitere Materie, die zu strömen vermag, nicht aus.

3 I: Woran denkst du, wenn ich von Strömungen spreche?

4 B: Strömungen des Wassers. Windströmung gibt es natürlich auch. **Das sind eigentlich die Hauptströmungen, die mir jetzt so spontan einfallen**.

Bei der Zuordnung der Bilder zum Begriff Strömung bildet Martina eine Gruppe, in der sich alle Bilder auf die Bewegung von Wasser und Luft beziehen. Ein Bild steht allerdings allein, da es aufgewirbelten Sand zeigt. Diesen Sand interpretiert Martina ebenfalls als eine Strömung.

155 I: Kannst du einmal erklären, wieso diese Bilder jetzt zur Strömung gehören? Sind das wieder einzelne Kategorien, weil du die so auseinandergelegt hast? Oder gehören die alle zusammen?

156 B: Diese drei, also 1, 16 und 17 sind Bewegungen vom **Wasser**. Die würde ich zusammenlassen. Die zeigen mir die Form der Bewegung der Strömung irgendwie mit **Wasser**.

2, 9 und 15 sind ja Wolken, die durch **Wind** und **Wasser** entstehen, die sich bewegen.

Bild 6 steht für mich im Moment allein. Das ist durch Wind aufgewirbelter Sand, ist auch irgendwie für mich in dem Sinne eine Strömung.

In alle anderen Bilder kann man irgendwo eine Strömung hineininterpretieren, aber man sieht so dann ja jetzt nicht irgendwie eine Bewegung.

179 I: Jetzt hast du ja so ein paar Bilder gesehen und wir haben ja auch schon ein bisschen drüber gesprochen: Was wäre für dich die Strömung schlechthin? Wenn du jetzt das Wort Strömung hörst, welches Bild oder was würdest du da direkt mit assoziieren?

182 B: Als erstes würde ich eine **Wasserbewegung** als Strömung empfinden, also

	die auf mich zukommt.
183	I: Also irgendwie eine Welle oder so?
184, 186	B: Eine Welle , ja. Oder eine Brandung oder irgendwie sowas.

Die drei Materiesorten Wasser, Luft und Sand finden sich auch im Logo wieder, das Martina für den Begriff der Strömung malt.

187	I: Ok, alles klar. Jetzt stellst dir vor, du bist in einer Werbeagentur angestellt und müsstest ein Logo für Strömung entwerfen. Könntest du mir so ein Logo einmal aufzeichnen?
196, 198	B: Ja, genau. Dann würde ich eine Welle in dem Logo unterbringen. Vielleicht würde ich im unteren Teil Sandfarbe wählen, damit man das auch noch hat. Ich würde wahrscheinlich ein Naturbild wählen mit Wolken und Zeichen für Wind . Das gibt es, glaub ich. Ein Mund, der...
199	I: ..., sowas so herausbläst.
200	B: ...so herausbläst .
201	I: Meistens wird es so gezeichnet, dass einfach nur so aus einem Punkt mehrere Striemen kommen, die so ein bisschen auseinandergehen.

Damit werden als eine Kategorie für die Merkmale von Strömungen die Materiesorten festgehalten, die aus der Sicht von Martina zu strömen in der Lage sind.

Tab. 128: Kategorie E3A-SG-M1 zu Merkmalen

Kategorie	Nur bestimmte Materie strömt. Dazu zählen insbesondere Wasser und Luft, aber auch Sand.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten auf die Sorte der Materie eingehen, um eine Strömung zu charakterisieren. Umgekehrt wird die Kategorie auch dann kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Materiesorten die Zuordnung zu einer Strömung ausschließen.
Ankerbeispiele	„Strömungen des Wassers. Windströmung gibt es natürlich auch. Das sind eigentlich die Hauptströmungen, die mir jetzt so spontan einfallen.“ (E3A, P. 4) „Das ist durch Wind aufgewirbelter Sand, ist auch irgendwie für mich in dem Sinne eine Strömung.“ (E3A, P. 156)
Kodierte Textpassagen	E3A, P. 4, 8, 10, 22, 30, 32, 38, 40, 56, 70, 72, 156, 182, 184, 186

Martina trifft ihre Einschätzung, ob bewegte Materie einer Strömung zuzuordnen ist, offenbar auch auf der Grundlage, wie die Materie in Bewegung versetzt wurde. So gibt sie zu verstehen, dass es sich bei einer Strömung um eine Bewegung von Wasser und Luft handle, die durch das Wetter, die Sonne oder die Erddrehung entstanden sei. Strömungen erscheinen hier streng mit Entstehungsmechanismen verknüpft zu sein, sodass jene den Rang eines begrifflichen Merkmals erhalten.

61, 63, 65	I: Könntest du denn auch eine Definition für Strömung aufschreiben? Ich habe hier einen Zettel.
70	B: Durch Wetter, Sonne und Erddrehung entsteht eine Bewegung des Wassers und der Luft.
71	I: Könntest du das irgendwie ein bisschen genauer erklären, wie du darauf jetzt gekommen bist oder wie du das jetzt siehst?
72	B: Durch das Gespräch jetzt und durch Nachdenken sehe ich in dem Begriff Strömung alles, was sich auf der Erde irgendwie durch Wettereinflüsse, durch Sonne, durch die Erddrehung bewegt. Das hat auch Einfluss auf die Strömung, Strömung von Wind und Wasser, Luft.

Damit ergeben sich spezifische Ursachen für die beobachtbaren Bewegungen als weitere Gruppe von Merkmalen einer Strömung.

Tab. 129: Kategorie E3A-SG-M2 zu Merkmalen von Strömungen inkl. kodierte Passagen

Kategorie	Strömungen entstehen durch spezifische Ursachen: Sonne, Wetter und Erddrehung.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn in den Äußerungen der Befragten deutlich gemacht wird, dass die Klassifizierung einer Bewegung als Strömung davon abhängig ist, durch welche Ursache die Bewegung entstanden ist.
Ankerbeispiele	„Durch das Gespräch jetzt und durch Nachdenken sehe ich in dem Begriff Strömung alles, was sich auf der Erde irgendwie durch Wettereinflüsse, durch Sonne, durch die Erddrehung bewegt.“ (E3A, P. 72)
Kodierte Textpassagen	E3A, P. 70, 72

Bei der Aufgabe, ein Gegenteil für den Begriff Strömung zu finden, geht Martina auf den Aspekt der Bewegungslosigkeit ein. Sie sagt aus, dass dann keine Strömung vorliege, wenn sich die Bewegung mit dem bloßen Auge nicht mehr erkennen lasse. Ob es sich um eine Strömung handelt oder nicht, macht sie somit von der Intensität der Strömung im Bezugsrahmen ihrer eigenen Wahrnehmung fest.

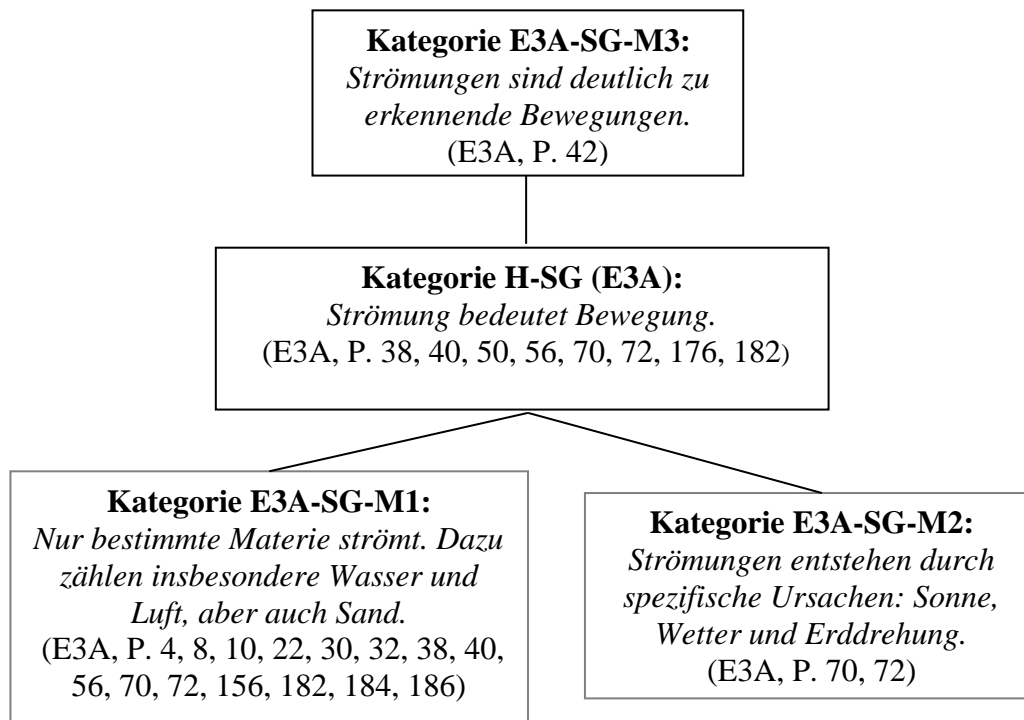
33	I: Was wäre für dich ein Gegenteil für die Strömung?
38, 40	B: Wenn jetzt absolute Windstille ist und das Wasser wirklich spiegelglatt ist. Man sagt ja, es geht kein Lüftchen mehr und das Wasser bewegt sich wirklich gar nicht. Dann kann man die Wasseroberfläche sehen und man denkt, man guckt in einen Spiegel, weil nichts passiert.
41	I: Wenn keine offensichtliche Bewegung vorhanden ist?
42	B: Richtig, so mit dem bloßen Auge nicht zu erkennen ist.

Ob es sich dabei um eine *ausreichende* Menge oder eine *ausreichende* Geschwindigkeit der Strömung handeln muss, wird nicht deutlich. Allerdings lässt dennoch sich als Merkmal festhalten, dass es sich bei Strömungen aus ihrer Sicht um eine deutlich zu erkennende Bewegung handeln muss.

Tab. 130: Kategorie E3A-SG-M3 zu Merkmalen von Strömungen inkl. kodierte Passagen

Kategorie	Strömungen sind deutlich zu erkennende Bewegungen.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten verdeutlichen, dass es sich bei einer Strömung um eine Bewegung handelt, die sich deutlich, mit bloßem Auge, erkennen lässt. Sie wird auch kodiert, wenn Umgekehrtes mit Blick auf das Gegenteil von Strömungen ausgesagt wird.
Ankerbeispiele	„[...] so mit dem bloßen Auge nicht zu erkennen ist.“ (E3A, P. 42)
Kodierte Textpassagen	E3A, P. 42

Als Zusammenfassung dieser Analyse werden die gebildeten Kategorien in einem Netzwerk um die Hauptkategorie angeordnet. Dadurch entsteht das folgende Merkmalnetzwerk des Strömungsbegriffs aus dem Interview E3A.



22.1.4 Interview S1A

Anhand von Auszügen aus dem Transkript des Interviews S1A wird im Folgenden die Begriffsbildung im Bereich Strömungen der befragten Person Hannah (Codename) rekonstruiert. Hannah gibt im Gespräch an mehreren Stellen an, dass sie Strömungen mit Bewegung verbindet, sowohl bei einer direkten Assoziation als auch bei einer Umschreibung, die sie für den Begriff finden soll.

37 I: Was verbindest du mit Strömung?

38 B: Dass sich etwas **bewegt**.

95 I: Und ein Synonym für Strömungen? Hast du eine Umschreibung?

96, B: **Bewegung allgemein**. Und eine Kraft geht davon aus von... äh in einer Strömung.
98 mal mehr, mal weniger. So starke Kräfte, dass man sogar Energie daraus gewinnen kann.

Auch das Gegenteil einer Strömung bezieht Hannah auf den Aspekt der Bewegung. Als Gegenteile benennt sie nämlich Ruhe in Form einer Windstille bzw. ruhigen Wassers.

93 I: Wenn du jetzt das Gegenteil von Strömung nennen müsstest, was wäre das für dich?

94 B: Das Gegenteil von der Windströmung ist die **Windstille**, also **Ruhe**. Auch auf dem Wasser: ganz **ruhiges Wasser**, eine ganz **ebene Fläche**.

Damit ist Bewegung als erstes Merkmal in Hannahs Begriffsbildung zu rekonstruieren.

Tab. 131: Kategorie H-SG (S1A) zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Strömung bedeutet Bewegung.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn Befragte Strömungen mit dem Terminus Bewegung oder dem korrespondierenden Verb beschreiben. Sie wird auch kodiert, wenn die Interviewten mit anderen Termini (z. B. fließen) deutlich machen, dass sich für das Vorhandensein einer Strömung Materie im Ort fortbewegt oder mit Blick auf das Gegenteil erläutern, dass es sich hierbei um etwas Statisches handelt.
Ankerbeispiele	„Ja, letztlich ist es ja eine fortlaufende Bewegung, die angestoßen wird durch Energie.“ (J5A, P. 669) „Es ist ja letztlich immer eine fortlaufende Bewegung.“ (J5A, P. 685).
Kodierte Textpassagen	S1A, P. 38, 94, 96, 98

Das Merkmal der Bewegung reicht für Hannah jedoch nicht aus, um eine Strömung begrifflich zu fassen. So macht Hannah deutlich, dass ein Kreisel zwar eine Bewegung vollführt, diese jedoch nicht zu einer Strömung zählt.

57 I: Nochmal zu dem Kreisel: Das hast du gerade so rausgeschmissen.

62	B: Weil ich den von Hand antreibe. Er wird nicht durch Wasser- oder Windströmung angetrieben.
63	I: Das stimmt. Aber ist das dann eine Strömung? Also nicht von Wasser oder von Wind, sondern allgemein? Würdest du sagen, da strömt irgendwie was?
64, 66	B: Ja, er bewegt sich im Kreis. Strömung würde ich das nicht nennen. Aber es ist eine Bewegung, die aber von Hand erzeuge. Deswegen habe ich ihn aussortiert.

Für Hannah hängt die Klassifizierung, ob etwas strömt, anscheinend davon ab, was sich bewegt. Als Hannah die Bilder nach eigenem Gutdünken sortieren soll, kommt sie relativ zügig auf Wind und auf eine Meeresströmung zu sprechen. Als der Begriff der Strömung in das Gespräch hineingegeben wird, verbindet sie den Begriff direkt mit Wind und spricht von einer Windströmung.

27	I: Ich suche mir jetzt noch eben ein paar Bilder heraus. Und zwar Bild 1, Bild 2, Bild 4, Bild 7, Bild 15 und 17. Die gehören zusammen für mich und du sollst herausfinden warum.
28	B: Dann kann es nur der Wind sein. Hier ist Wind drauf zu sehen, das ist von Wind beeinflusst und das ist von Wind beeinflusst. Das ist eigentlich eine Meeresströmung . Da spielt der Wind auch mit bei diesen beiden.
29, 31	I: Meeresströmung ist schon ein ganz guter Begriff. Und das andere?
32	B: Wind sicherlich, weil da ist ja der Wind drin. Und da auch, denn die Quellwolken werden auch vom Wind angetrieben. Das sowieso. Da spielt der Wind auch mit bei den Wellen . Und da auch.
33	I: Wenn ich jetzt sage, dass das ganze unter dem Aspekt Strömung verbunden ist?
34	B: Windströmung kann man auch sagen.
35	I: Windströmung oder auch Wasserströmung.
36	B: Wasserströmung , ja. Strömung allgemein.

Als Hannah nach ihr bekannten Strömungen befragt wird, spricht sie von Wind- und Wasserströmungen mit globalen Ausmaßen. Sie orientiert sich dabei an den vielen Modellen des Volkswagen-Konzerns, der viele Modelle nach Strömungsphänomenen benennt.

39	I: Hast du noch irgendwie eine Strömung schlechthin? Also die bekannteste Strömung irgendwie?
40, 42, 44, 46, 48	B: Es gibt ja Winde auf der Erde, Passatwind zum Beispiel. Oder der Scirocco ist auch ein Wind . VW benennt ja einige Fahrzeuge nach Windströmungen . Und Meeresströmung wäre der Golfstrom . Für unser Klima eine der wichtigsten oder die Wichtigste vielleicht.

Auch bei persönlichen Erfahrungen hinsichtlich des Erlebens und Erzeugens von Strömungen kommt Hannah auf Wasserströmungen und auf Luftströmungen in vielerlei

Kontexten zu sprechen. Beim Logo entscheidet sich Hannah für die Darstellung einer sich überschlagenden Welle.

69 I: Sind dir schon mal sonst Strömungen begegnet, die jetzt vielleicht nicht auf den Bildern sind?

70, B: Ja, **Meeresströmungen**. Jeder ist mal im **Meer** schwimmen gewesen und
72 kennt die **Wellen**, die einem dann entgegenschlagen. Das ist ja **Meeresströmung**. Das hat man sicherlich schon mal zu spüren bekommen. Es gibt ja auch **Wellenbäder** im **Freibad**. **Windströmung**, klar: Wenn man viel draußen ist, kriegt man auch mal **Wind** ab oder man fährt Fahrrad.

73 I: Selbst schon mal Strömungen erzeugt?

74, B: **Wasserströmung** auf jeden Fall, wenn ich draußen die **Pflanzen wässere**,
76, dann mach ich den **Kanal** auf und erzeuge eine **Wasserströmung**. **Windströmung** erzeugt man auch, wenn man mit dem Fahrrad schnell durch die Gegend fährt. Man bemerkt das besonders, wenn ich morgens zur Arbeit fahre. In letzter Zeit kommen mir häufig viele LKWs morgens früh entgegen. Das merkt man ganz deutlich, wenn man dicht am Straßenrand fährt und es kommt dann ein Sattelschlepper und **saust** an dir vorbei. Dann kriegst du richtig so einen **Schlag ins Gesicht** und das **Vorwärtskommen ist dann schwieriger**.

87 I: Wenn du jetzt in einer Werbeagentur arbeitest und du sollst für eine Firma ein Logo zum Thema Strömungen entwerfen. Wie würde das aussehen?

88 B: Eine **Welle** würde ich wahrscheinlich nehmen.

89 I: Wenn du es skizzierst, dann reicht mir das.

90 B: Eine **sich überschlagene Welle**.

Auch beim Finden eines Gegenteils für den Strömungsbegriff zieht Hannah als Beispiele Wasser und Wind heran: Sie benennt eine Windstille und ebenes Wasser.

93 I: Wenn du jetzt das Gegenteil von Strömung nennen müsstest, was wäre das für dich?

94 B: Das Gegenteil von der **Windströmung** ist die Windstille, also Ruhe. Auch auf dem **Wasser**: ganz ruhiges **Wasser**, eine ganz ebene Fläche.

Allerdings geht Hannah auch über bewegte Luft und bewegtes Wasser hinaus. Bei einer Definition des Strömungsbegriffs nennt sie ebenfalls Menschen. Bei einer großen Anzahl von Menschen, die sich bewegen, handele es sich um eine Strömung. Sie nennt ebenfalls viele Autos auf einer Autobahn. Auch dort läge eine Strömung vor.

105 I: Das ist doch schon super. Du hast jetzt einmal die Menschen und einmal Wasser und Luft. Was ist da für dich die Gemeinsamkeit oder wieso verbindest du das?

106 B: Strömungen, Bewegung in einer in einer Richtung... es kann auch in verschiedene Richtungen. Bei **Menschenmassen** kann sowas auch passieren. Damals war das in Duisburg der Fall.

107	I: Bei der Loveparade?
108, 110	B: Genau, die Menschen sind da ums Leben gekommen. Da strömt etwas in eine Richtung. Und das führt zum Chaos. Was kann noch Strömungen erzeugen? Autos auf einer Autobahn: ist auch eine Strömungsrichtung.

Damit lässt sich eine weitere Aussage über Strömungen treffen, wobei es um die Materie geht, die sich bewegt.

Tab. 132: Kategorie S1A-SG-M1 zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Nur bestimmte Materie strömt. Dazu zählen insbesondere Wasser und Luft, aber auch Menschen und Autos.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten auf die Sorte der Materie eingehen, um eine Strömung zu verdeutlichen – also z. B. von Wasser, Wind, Autos oder Menschen sprechen – die strömen können. Umgekehrt wird die Kategorie auch dann kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Materiesorten die Zuordnung zu einer Strömung ausschließen. Auch das Nennen von Beispielen, die eine bestimmte Materiesorte implizieren (Golfstrom für Wasser oder Scirocco für Wind) werden entsprechend kodiert.
Ankerbeispiele	„Was kann noch Strömungen erzeugen? Autos auf einer Autobahn: ist auch eine Strömungsrichtung.“ (S1A, P. 108, 110) „Es gibt ja Winde auf der Erde, Passatwind zum Beispiel. Oder der Scirocco ist auch ein Wind. VW benennt ja einige Fahrzeuge nach Windströmungen. Und Meeresströmung wäre der Golfstrom.“ (S1A, P. 40, 42, 44, 46, 48)
Kodierte Textpassagen	S1A, P. 28, 32, 36, 40, 42, 44, 46, 48, 70, 72, 74, 76, 78, 88, 90, 94, 106, 108, 110

An dieser Stelle offenbart sich noch ein weiteres Merkmal, denn sie nennt hinsichtlich Menschenmassen und Autos einen Richtungsaspekt. Zu Beginn ist sie sich noch recht unsicher und sagt aus, es müsse sich in eine Richtung bewegen. Dann spricht sie aber schließlich auch von verschiedenen Richtungen.

105	I: Das ist doch schon super. Du hast jetzt einmal die Menschen und einmal Wasser und Luft. Was ist da für dich die Gemeinsamkeit oder wieso verbindest du das?
106	B: Strömungen, Bewegung in einer Richtung ... es kann auch in verschiedene Richtungen . Bei Menschenmassen kann sowas auch passieren. Damals war das in Duisburg der Fall.
107	I: Bei der Loveparade?

Im Anschluss nennt sie erneut *eine* Richtung, dann eine *gewisse* Richtung. Sie schließt damit, dass sie von einer allgemeinen Bewegung in eine Richtung spricht. Anscheinend meint sie damit eine kollektive Bewegung. Menschen bzw. Autos bewegen sich gemeinsam. Jede Richtung ist zwar grundsätzlich möglich, aber sie wird kollektiv eingenommen. Dafür spricht auch das Beispiel mit den Autos auf der Autobahn. Es gibt zwar Autobahnen in alle möglichen Richtungen, auf einem bestimmten Streckenabschnitt bewegen sich die Autos jedoch in eine gemeinsame Richtung bzw. kollektiv.

108, 110	B: Genau, die Menschen sind da ums Leben gekommen. Da strömt etwas in eine Richtung . Und das führt zum Chaos. Was kann noch Strömungen erzeugen? Autos auf einer Autobahn: ist auch eine Strömungsrichtung.
111	I: Also sowas, wo viele kleine Teilchen quasi zusammen ein Ganzes ergeben.
112	B: Und in eine gewisse Richtung sich bewegen oder irgendeine Richtung, allgemein in eine Richtung sich bewegen.

Aus Hannahs Angaben lässt sich ein Merkmal von Strömungen nachzeichnen, das sich auf die Richtung bezieht. Hannahs Angaben zufolge zeichnet eine Strömung aus, dass eine gemeinsame Bewegung der Materie erfolgt. Jede Richtung ist dabei grundsätzlich möglich, wichtig ist lediglich, dass die Bewegung der Materie gemeinsam erfolgt.

Tab. 133: Kategorie S1A-AG-M2 zu Merkmalen von Strömungen inkl. kodierte Passagen

Kategorie	Bei einer Strömung handelt es sich um eine kollektive Bewegung.
Beschreibung	Diese Kategorie wird gebildet, wenn die Befragten deutlich machen, dass es sich bei einer Strömung um eine Bewegung handelt, in der die Materie sich kollektiv bewegt, also gemeinsam in eine bestimmte Richtung. Die Richtung darf sich zwar ändern, dann muss sie sich jedoch für die Materie als Ganzes verändern.
Ankerbeispiel	„Und in eine gewisse Richtung sich bewegen oder irgendeine Richtung, allgemein in eine Richtung sich bewegen.“ (S1A, P. 112)
Kodierte Textpassagen	S1A, P. 106, 108, 110, 112

Des Weiteren gibt Hannah an, dass von einer Strömung eine Kraft ausginge, sodass aus ihr sogar Energie gewonnen werden könne.

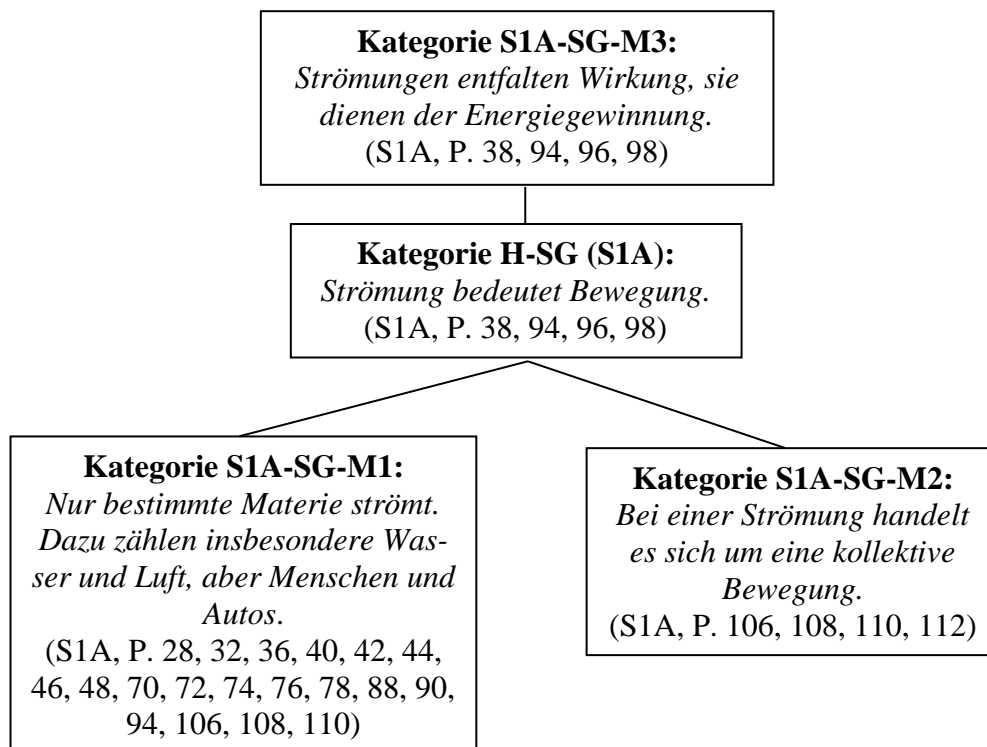
95	I: Und ein Synonym für Strömungen? Hast du eine Umschreibung?
96 98	B: Bewegung allgemein. Und eine Kraft geht davon aus von... äh in einer Strömung. Mal mehr, mal weniger. So starke Kräfte, dass man sogar Energie daraus gewinnen kann.

Dass eine Strömung Wirkung entfaltet – hier in Form von Energiegewinnung – lässt sich daher als weiteres Merkmal auffassen.

Tab. 134: Kategorie S1A-SG-M3 zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Strömungen entfalten Wirkung, sie dienen der Energiegewinnung.
Beschreibung	Diese Kategorie wird gebildet, wenn die Befragten davon sprechen, dass von einer Strömung eine Kraft ausgeht und sie so eine Wirkung entfaltet, sodass sie der Energiegewinnung dient.
Ankerbeispiel	„Und eine Kraft geht davon aus [...] So starke Kräfte, dass man sogar Energie daraus gewinnen kann“ (S1A, P. 96, 98)
Kodierte Textpassagen	S1A, P. 96, 98

Als Zusammenfassung dieser Analyse werden die gebildeten Kategorien in einem Netzwerk um die Hauptkategorie angeordnet. Dadurch entsteht das folgende Merkmalnetzwerk des Strömungsbegriffs aus dem Interview S1A.



22.1.5 Interview S2A

Anhand von Auszügen aus dem Transkript des Interviews S2A wird im Folgenden die Begriffsbildung im Bereich Strömungen der befragten Person Mimi (Codename) rekonstruiert. Bei der Zuordnung der Bilder zum Begriff der Strömung wird Mimi befragt, weshalb bestimmte Bilder dazugehören und andere nicht. Sie sagt aus, dass Strömung mit Bewegung zu tun habe. Anscheinend ist wahrgenommene Bewegung ein wichtiges Auswahlkriterium für Mimi.

229 I: Wie hast du dich jetzt entschieden? Was gehört für dich dazu und was warum nicht?

234 B: **Bewegung ist für mich auch Strömung.**

Der Bewegungsaspekt findet sich auch wieder, als Mimi sich ein Gegenteil für den Strömungsbegriff überlegen soll. Sie entscheidet sich für ein Vakuum und begründet es damit, dass im Vakuum nichts ist, eben auch keine Bewegung der Luft und somit auch keine Strömung.

319, I: Hast du noch mal ein Gegenteil von Strömungen für mich? Was wäre das?
321

322 B: Vakuum.

323 I: Vakuum?

324, B: Ja, ist ja nichts. Im Vakuum ist **keine Luftbewegung**, da ist keine Strö-
326 mung, da ist nichts.

Damit lässt sich Bewegung als erstes Merkmal einer Strömung festhalten:

Tab. 135: Kategorie H-SG (S2A) zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Strömung bedeutet Bewegung.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn Befragte Strömungen mit dem Terminus Bewegung oder dem korrespondierenden Verb beschreiben. Sie wird auch kodiert, wenn die Interviewten mit anderen Termini (z. B. fließen) deutlich machen, dass sich für das Vorhandensein einer Strömung Materie im Ort fortbewegt oder mit Blick auf das Gegenteil erläutern, dass es sich hierbei um etwas Statisches handelt.
Ankerbeispiele	„Ja, letztlich ist es ja eine fortlaufende Bewegung, die angestoßen wird durch Energie.“ (J5A, P. 669) „Es ist ja letztlich immer eine fortlaufende Bewegung.“ (J5A, P. 685).
Kodierte Textpassagen	S2A, P. 234, 324, 326

Mimi macht im Gespräch aber auch deutlich, dass nicht jede Bewegung zu einer Strömung zählt. Das, was sich bewegt, muss bestimmte Bedingungen erfüllen. Die Bewegung eines einzelnen Pferdes zählt offensichtlich nicht zu einer Strömung. In gleichem Atemzug nennt sie als vergleichendes Beispiel einen Fluss. Ebenso nutzt sie das Verb fließen. In Bezug auf den Vogelschwarm spricht sie allerdings von einem Strom. Schließt diesen Begriff allerdings für einen einzelnen Vogel wiederum aus. Das sei für sie noch (!) keine

Strömung. Abgesehen von sich bewegendem Wasser zählt für Mimi auch Materie zu einer Strömung, die aus vielen Einzelteilen besteht, wenn sie in „geballter Form“ (S2A, P. 240) auftritt.

235	I: Und das Pferd da? Da hast du ja auch Bewegung gesagt.
236, 238	B: Ja, aber ist doch keine Strömung. Strömung entsteht durch das Wetter. Durch Wind. Einen Fluss durchfließen.
239	I: Weil du hier zum Beispiel auch Tiere hast. Und das ist für dich eine Strömung.
240	B: Ja, ist auch ein Strom in dieser geballten Form entsteht ja ein Strom oder nicht?
243	I: Aber mit einem Tier ist das für dich dann noch kein Strom.
244	B: Ne, für mich noch nicht.
245	I: Also ein Vogel wär auch kein Strom?
246	B: Nein.
247	I: Also es müssen mehrere Sachen sein.
248	B: In diesem Fall, ja.

Diese Äußerungen passen auch zu einer späteren Angabe. Dort sagt Mimi, sie war einmal in einem Menschenstrudel. Es handelt sich dabei offenbar um viele Personen, denn sie spricht von einer Masse, mit der man mitginge.

267	I: Hast du schon mal selbst irgendwie Strömung erfahren oder selbst erzeugt? Dass du mal selbst irgendwie in so einem Strudel drin warst?
268	B: Ja, in einem Menschenstrudel. Dann gehst du ja mit der Masse mit.

Nachdem der Begriff Strömung vom Interviewenden genannt wurde, hatte Mimi die Aufgabe, weitere Bilder zu diesem Begriff zuzuordnen. Sie entscheidet sich sowohl für Bilder, die bewegtes Wasser zeigen, als auch für Bilder, die die Wirkung von bewegter Luft illustrieren. Und auch der Vogelschwarm wird als Strom bezeichnet. Sie nennt zwar noch weitere Bilder, aber hier lässt sich nicht mit Sicherheit behaupten, dass sie beispielsweise bewegten Sand im Bild 6 als Strömung ansieht. Sie könnte hier auch auf den aufwirbelnden Wind fokussieren.

183	I: Welche Bilder würdest du Strömungen noch zuordnen? Wenn du hier durchgehst nochmal eben, welche würdest du noch mit draufschmeißen?
186, 188, 190, 192, 194, 196, 198, 200, 202, 218, 222	B: Das [Bild 14], das ist auch ein Strom [Bild 13]. Das gehört auch eigentlich dazu: Ebbe und Flut, das war doch hier diese Strömung [Bild 21]. Wasser strömt auch [Bild 19]. Das ist auch Strömung [Bild 16]. Das gehört dazu [Bild 5]. Wenn ich den Fluss begucke, das auch [Bild 20]. Bild 10 gehört dazu, Bild 9 und 6 gehören dazu.

I ANHANG

Bei der Erstellung eines Logos zum Strömungsbegriffs bezieht sich Mimi vornehmlich auf bewegtes Wasser und bewegte Luft. Sie schwankt zwischen der Darstellung eines Wolkenwirbels (wie in Bild 14), einer Welle (wie in Bild 1) und eines Flusses. Ferner nennt sie als geeignete Beispiele auch Windkrafträder (Bild 10). Letztlich wählt sie einen Fluss.

289	I: Ja, du sollst dir jetzt vorstellen, dass du in irgendeiner Firma arbeitest, in einer Werbeagentur. Und du sollst für eine Firma ein Logo entwerfen zum Thema Strömungen.
298	B: Wirbel . Soll ich das wirklich aufmalen? Das ist ja blöd. Ich würde Bild 14 nehmen.
301	I: Und dann als Logo?
302	B: Als Logo würde ich Bild 1 nehmen.
303	I: Bild 1, also so eine Welle.
304, 306	B: Das ist jetzt aber jetzt nicht mit dem Hintergedanken Kraft und Strömung, sondern einfach, weil es schön aussieht. Wenn ich in der Werbung bin, muss ich ja ein schlagkräftiges Bild haben. Das ist ein bisschen ansprechender als wenn ich so eins lege, als wenn ich Nummer 20 nehmen würde. Was könnte man noch als Strömung nehmen? Bild Nummer 10 , ist für ein Werbeposter ansprechender als ein Bild Nummer 11.
309	I: Versuche mal ein bisschen was zu malen.
312	B: Gut, Strömung. Krieg ich das hin? Soll ich mal ein Bild abmalen?
313	I: Nein, du brauchst nichts abmalen, nur eine ganz kurze Skizze.
314, 316, 318	B: Strömung, Fluss . So, soll ich dabei schreiben, dass das ein Fluss ist?

Beim Gegenteil einer Strömung bezieht sich Mimi wiederum auf Luft. Sie sagt aus, dass es im Vakuum keinerlei Luftbewegung und daher auch keine Strömung mehr gebe.

319, 321	I: Hast du noch mal ein Gegenteil von Strömungen für mich? Was wäre das?
322	B: Vakuum.
323	I: Vakuum?
324, 326	B: Ja, ist ja nichts. Im Vakuum ist keine Luftbewegung , da ist keine Strömung, da ist nichts.

Damit lässt sich als Merkmal diejenige Materie festhalten, die aus Mimis Sicht zu strömen in der Lage ist.

Tab. 136: Kategorie S2A-SG-M1 zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Nur bestimmte Materie strömt. Dazu zählen insbesondere Wasser und Luft, aber auch Menschen und Vögel.
------------------	---

Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten auf die Sorte der Materie eingehen, um eine Strömung zu verdeutlichen – z. B. von Wasser, Wind, Vögel oder Menschen sprechen – die strömen können. Umgekehrt wird die Kategorie auch dann kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Materiesorten die Zuordnung zu einer Strömung ausschließen. Auch das Nennen von Beispielen, die eine bestimmte Materiesorte implizieren, werden entsprechend kodiert.
Ankerbeispiele	„Ja, aber ist doch keine Strömung. Strömung entsteht durch das Wetter. Durch Wind. Einen Fluss durchfließen.“ (S2A, P. 236, 238) „Ja, ist auch ein Strom in dieser geballten Form entsteht ja ein Strom oder nicht?“ (S2A, P. 240)
Kodierte Textpassagen	S2A, 186, 188, 190, 192, 194, 196, 198, 200, 202, 218, 222 236, 238, 240, 244, 268, 298, 302, 304, 306, 314, 316, 318, 324, 326

Die Äußerungen Mimis machen ferner deutlich, dass sie sich unter einer Strömung eine kollektive Bewegung vorstellt. Sie spricht von einer geballten Form und dass man in einem Strudel mit der Masse mitginge.

234	B: Bewegung ist für mich auch Strömung.
235	I: Und das Pferd da? Da hast du ja auch Bewegung gesagt.
236, 238	B: Ja, aber ist doch keine Strömung. Strömung entsteht durch das Wetter. Durch Wind. Einen Fluss durchfließen.
239	I: Weil du hier zum Beispiel auch Tiere hast. Und das ist für dich eine Strömung.
240	B: Ja, ist auch ein Strom in dieser geballten Form entsteht ja ein Strom oder nicht?
243	I: Aber mit einem Tier ist das für dich dann noch kein Strom.
244	B: Ne, für mich noch nicht.
245	I: Also ein Vogel wär auch kein Strom?
246	B: Nein.
247	I: Also es müssen mehrere Sachen sein.
248	B: In diesem Fall, ja.
267	I: Hast du schon mal selbst irgendwie Strömung erfahren oder selbst erzeugt? Dass du mal selbst irgendwie in so einem Strudel drin warst?
268	B: Ja, in einem Menschenstrudel. Dann gehst du ja mit der Masse mit.

Dass eine Bewegung, die als Strömung gilt, kollektiv erfolgen muss, lässt sich als weitere Aussage über Strömungen festhalten.

Tab. 137: Kategorie S2A-SG-M2 zu Merkmalen von Strömungen inkl. kodierte Passagen

Kategorie	Bei einer Strömung handelt es sich um eine kollektive Bewegung.
Beschreibung	Diese Kategorie wird gebildet, wenn die Befragten angeben, dass es sich bei einer Strömung um eine Bewegung handelt, bei der Materie sich kollektiv, in einer geballten Form bewegt.
Ankerbeispiele	„Dann gehst du ja mit der Masse mit.“ (S2A, P. 268)
Kodierte Textpassagen	S2A, P. 240, 268

Das Gespräch mit Mimi durchzieht ferner ein emotionaler Aspekt: Mimi macht immer wieder deutlich, dass sie eine Strömung mit Gefahr verbindet. Sei denke bei den dargestellten Bildern an Gefahr. Außerdem sagt sie, dass sie sich von solchen Strömungen stets zurückgezogen habe.

1 I: Ich habe dir mal ein paar Bilder mitgebracht. Kannst ja einfach mal eben angucken. Sind jetzt nicht irgendwie sortiert, außer nach der Zahl. Die Zahlen sind darauf, damit ich das nachher anhören kann und weiß, über welches Bild du redest.

4 B: Soll ich jetzt nur was zu den Bildern sagen?

5 I: Ja, wie das für dich aussieht.

6 B: **Bild 1: Surfen, gefährlich, Bild 2: Ähm drohendes Unwetter**, Bild 3: Da kommt all unser Unrat rein.

9 I: Hast du sowas schon mal in echt gesehen?

10 B: Ja, wenn **Unwetter** sich anbahnt.

175 I: Wenn du jetzt Strömung hörst, hast du irgendwie so eine Strömung, wo du direkt dran denkst?

176 B: Also du meinst, wenn ich jetzt irgendwie hier sowas höre [Schlurfgeräusch]?

177 I: Ja.

178, B: Wo ich dann direkt dran denke? Bei diesen Bildern denke ich an **Gefahr**. Das
180 ist mein erster Gedanke.

181 I: Findest du da irgendwas interessant? Hast du dich damit schon mal mit auseinandergesetzt?

182 B: Nein, auseinandergesetzt hab ich mich nicht. Ich hab mich **da immer zurückgezogen**, wenn sowas mal gewesen ist.

Anscheinend rühren die Bedrohlichkeit und Gefahr von den starken Wirkungen her, die eine Strömung nach Mimis Vorstellungen zu entfalten vermag. Immer wieder betont sie, dass sie Strömungen mit Kraft verbindet und Wind Kraft habe.

173 I: Was verbindest du mit Strömung?

174 B: **Kraft.**

24, B: Ist das über den Wolken, Bild 6?
26

27, I: Nein, das ist Sand. Das ist am Strand und da ist irgendwie der Sand aufgewirbelt
29, worden.
31

38 B: Kann man mal sehen, was für eine **Kraft** auch der Wind hat.

287 I: Wie hast du Strömungen erzeugt, wenn du welche gemacht hast? Was muss dafür gegeben sein?

288 B: **Eigene Kraft, Energie.**

Bei Strömungen spricht sie von Gewalt und Urgewalten. Man sitze quasi in einer Strömung fest und brauche viel Kraft und Stärke, um aus einer Strömung herauszukommen.

329 I: Und ein Synonym für Strömungen? Oder eine Umschreibung irgendwie?

330 B: Was mir bei Strömung einfällt, sind **Urgewalten.**

335 I: Wenn du jetzt jemandem Strömung erklären müsstest, wie würdest du das machen? Womit würdest du anfangen?

336 B: Womit ich anfangen würde? **Wenn du drin bist, hast du keine Möglichkeit mehr rauszukommen.** Du brauchst **viel Kraft**, um dort rauszukommen, **viel Stärke.**

Diese Gedanken passen ebenso zu ihrer Aussage über den Menschenstrudel: Eine Strömung besitzt für Mimi etwas, dass Individualität unterbindet. Es handelt sich anscheinend um aufgezwungene Gewalt. Einzelteile bewegen sich dann genau so wie die Strömung, was bedrohlich sein kann. Als Beispiel hierzu nennt sie ein Erlebnis im Urlaub: Durch eine Strömung wurden sie von rettenden Felsen weggetrieben, sodass sie Angst hatte zu ertrinken.

267 I: Hast du schon mal selbst irgendwie Strömung erfahren oder selbst erzeugt? Dass du mal selbst irgendwie in so einem Strudel drin warst?

268 B: Ja, in einem Menschenstrudel. **Dann gehst du ja mit der Masse mit.**

269 I: Im Schwimmbad bestimmt schon mal so eine Stromschnelle irgendwo. Hast du bestimmt auch schon mal gemacht oder nicht?

270 B: Ja.

271 I: Was hast du dann gefühlt? Wie ist das?

272, B: Wir wären ja **beinah mal ertrunken.** Auf Madeira ist ja Atlantik. Ging keiner
274 baden. Wir haben gesagt, wir gehen schwimmen. Haben aber nicht gewusst, wie stark der Atlantik ist. Und dann kamen wir nicht wieder zurück an die Felsen ran. [Name] ist an die Felsen gespült worden. Ich hatte echt arge Probleme,

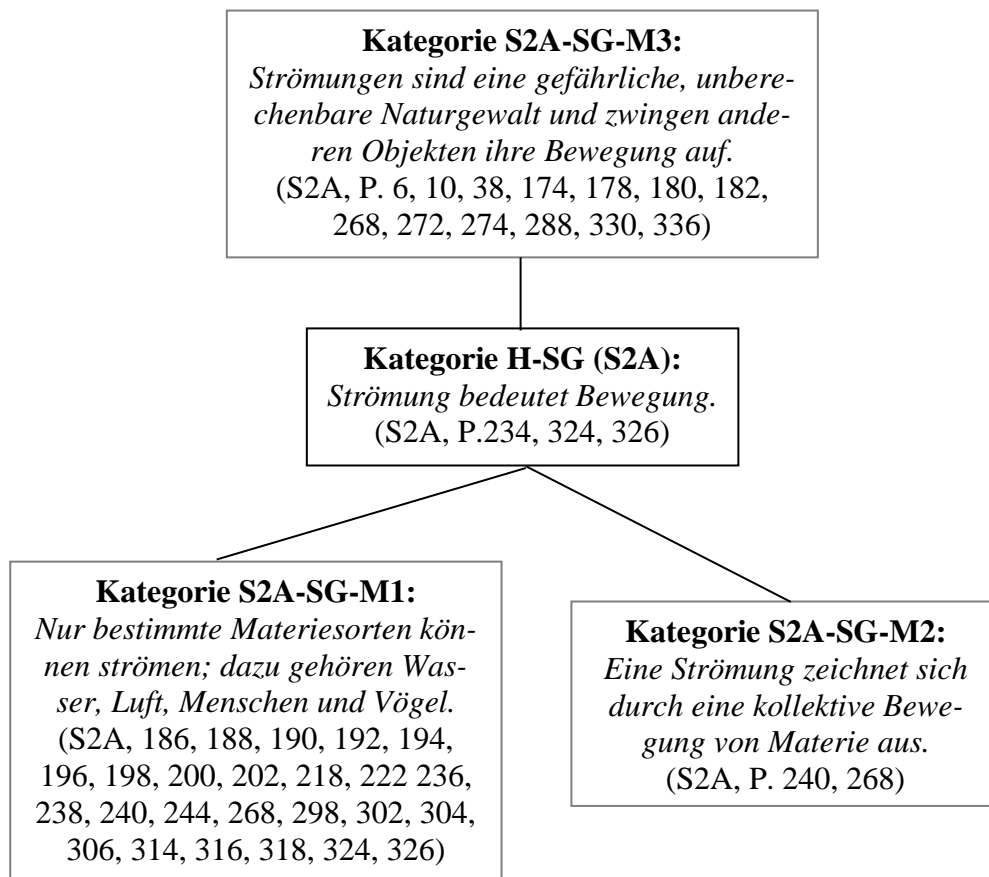
wieder an Land zu kommen. Da war ich froh, dass ich Sport getrieben habe. Ich hätte das sonst nicht geschafft. **Wir wären beide ertrunken. Also das war auch Strömung.** Und da kannst du nicht gegen an. Das ist **Gewalt**, wo du nicht gegen ankommst. Oder ist schwer.

Aus diesem Grund wird als ein weiteres Merkmal die Wirkung einer Strömung nachgezeichnet, dass sie Zwang bewirkt, der als gefährlich wahrgenommen wird, weil die Bewegung der Strömung die individuellen Bewegungen von Objekten auslöscht/unterbindet und den Objekten die Strömungsbewegung aufgezwungen wird.

Tab. 138: Kategorie S2A-SG-M3 zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Strömungen sind eine gefährliche, unberechenbare Naturgewalt und zwingen anderen Objekten ihre Bewegung auf.
Beschreibung	Diese Kategorie wird gebildet, wenn die Befragten Strömungen mit einer Gefahr verbinden und sie als unberechenbare Naturgewalt oder Naturkraft beschreiben. Sie wird auch dann kodiert, wenn die Befragten verdeutlichen, dass Strömungen in der Lage sind, die individuellen Bewegung von Objekten zu unterdrücken, indem sie ihnen ihre eigene Strömungsbewegung oktroyiert, beispielsweise dass Personen durch eine Strömung mitgerissen werden.
Ankerbeispiele	„Was mir bei Strömung einfällt, sind Urgewalten.“ (S2A, P. 330) „Wenn du drin bist, hast du keine Möglichkeit mehr rauszukommen. Du brauchst viel Kraft, um dort rauszukommen, viel Stärke.“ (S2A, P. 336)
Kodierte Textpassagen	S2A, P. 6, 10, 38, 174, 178, 180, 182, 268, 272, 274, 288, 330, 336

Als Zusammenfassung dieser Analyse werden die gebildeten Kategorien in einem Netzwerk um die Hauptkategorie angeordnet. Dadurch entsteht das folgende Merkmalnetzwerk des Strömungsbegriffs aus dem Interview S2A.



22.1.6 Interview S3A

Anhand von Auszügen aus dem Transkript des Interviews S3A wird im Folgenden die Begriffsbildung im Bereich Strömungen der befragten Person Hans (Codename) rekonstruiert. In erster Linie verbindet Hans mit einer Strömung Bewegung. Er vergleicht eine Strömung mit einem Fluss und stellt fest, dass dort Bewegung, also Strömung herrsche. Als er verschiedene Bilder zum Begriff Strömungen zuordnen soll, sieht er sich die Bilder an und trifft eine Vorauswahl, indem er entscheidet, ob dort eine Bewegung zu erkennen ist. Er sagt, das jeweilige Bild zeige, ob dort eine Bewegung vorhanden sei.

103	I: Was verbindest du mit Strömung?
104	B1: Energie, also Bewegung . Bewegung von Wasser, die umgesetzt wird dann wieder in Energie.
105	I: Wenn ich Strömung sage, gibt es etwas, woran du sofort denkst?
106, 110, 114	B1: Ja, an einen Fluss. Das ist Bewegung, also Strömung . Ein stehendes Gewässer ist ja was anderes. Ein Fluss bewegt sich, hat also eine Strömung .
115	I: Und welche Bilder würdest du dazu noch einordnen von denen hier?
116, 118, 120, 122, 124	B1: Die hier. Also dieses auf jeden Fall hier. Dieses auch. Hier ist der Fluss. Dies hat auch Bewegung . Hier ist auch Bewegung . Das ist jetzt ruhend.
153	I: Was muss erfüllt sein? Also was muss sich bewegen, damit du sagst, das ist für mich eine Strömung?
154	B1: Das Bild selbst gibt es ja her. Das Bild selbst zeigt ja, dass da eine Bewegung ist .

Auch bei seinen Erklärungen bezieht er sich abermals auf den Aspekt der Bewegung. Damit ein Fluss entsteht, müsse Bewegung hineinkommen. Wenn Bewegung da ist, sei ein Fluss da.

227	I: Du hast jetzt schon viele Strömungen hier gesehen. Und was ist denn der Grund für Strömungen? Kannst du das sagen? Warum strömt das?
228	B1: Da ist ein gewisser Nachschub immer da. Ein Fluss fängt ja ganz klein an in der Entstehung. Und dann durch die Zuläufe usw. kommt immer Bewegung rein. Bis es nachher ein großer Fluss wird. Dann ist Bewegung da, dann ist ein Fluss da . Es kann ein reißender Fluss sein, es kann ein langsam fließender Fluss sein. Aber das ist ja alles Bewegung .

Entsprechend der Dominanz des Bewegungsaspekts einer Strömung in Hans' Begriffsbildung nennt er als Gegenteil für eine Strömung das Gegenteil einer Bewegung: Stillstand.

215	I: Was ist für dich das Gegenteil von Strömung?
216	B1: Stillstand.

Folglich lässt sich folgendes Merkmal nachzeichnen:

Tab. 139: Kategorie H-SG (S3A) zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Strömung bedeutet Bewegung.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn Befragte Strömungen mit dem Terminus Bewegung oder dem korrespondierenden Verb beschreiben. Sie wird auch kodiert, wenn die Interviewten mit anderen Termini (z. B. fließen) deutlich machen, dass sich für das Vorhandensein einer Strömung Materie im Ort fortbewegt oder mit Blick auf das Gegenteil erläutern, dass es sich hierbei um etwas Statisches handelt.
Ankerbeispiele	„Ja, letztlich ist es ja eine fortlaufende Bewegung, die angestoßen wird durch Energie.“ (J5A, P. 669) „Es ist ja letztlich immer eine fortlaufende Bewegung.“ (J5A, P. 685).
Kodierte Textpassagen	S3A, P. 104, 106, 110, 114, 120, 122, 154, 216, 228

Im Interview mit Hans gibt es allerdings viele Evidenzen, dass Bewegung allein nicht ausreicht, um eine Strömung begrifflich zu fassen. Bewegung ist eine notwendige Bedingung für eine Strömung, keine hinreichende. So wird Hans gefragt, ob die Bewegung eines Zebras auch eine Strömung darstellt. Er verneint das.

125	I: Was ist zum Beispiel mit dem Zebra?
126	B1: Ja gut, es läuft. Es hat also auch eine Bewegung.
127	I: Ist das für dich eine Strömung?
128	B1: Nö, nö.

An anderen Stellen ist zu erkennen, dass Hans durchaus zwischen einer Strömung und einer Bewegung unterscheidet. Bei einigen Bildern sagt er explizit, dass es sich um eine Bewegung handele, nicht jedoch um eine Strömung.

162, 166	B1: Und das hier ist auch Bewegung und Strömung. Und das hier ist Bewegung, aber keine Strömung, in diesem hier. Das gehört zu dem dahinten.
----------	---

169	I: Warum hast du hier rausgeschmissen?
170	B1: Weil da nur eine Bewegung ist.
171	I: Das ist nur eine Bewegung und das ist eine Strömung.
172	B1: Das ist eine Strömung.

I ANHANG

Auch beim Malen des Logos wird deutlich, dass Bewegung und Strömung nicht dasselbe sind. Der Interviewende gibt Hans mit dem Begriff Bewegung einen Tipp zum Erstellen eines Logos. Für Hans allerdings ist das nicht genug, denn es solle schließlich ein Logo für Strömungen gemalt werden.

193 I: Du sollst dir jetzt mal vorstellen, dass du in einer Werbeagentur arbeitest. Die brauchen ein Logo für Strömungen von dir. Kannst du mir das aufmalen?

200 B1: Tja, Strömung. Das ist nicht so einfach jetzt.

201 I: Du hast ja gesagt Bewegung.

202 B1: **Jaja. Bewegung, aber du willst ja jetzt Strömung haben.**

Im Gespräch wird deutlich, dass nur Bewegungen bestimmter Materiesorten für Hans als Strömungen gelten. Mit Strömungen verbindet Hans die Bewegung von Wasser. Außerdem nennt er als Beispiel für eine Strömung im Haushalt laufendes Wasser.

103 I: Was verbindest du mit Strömung?

104 B1: Energie, also Bewegung. **Bewegung von Wasser**, die umgesetzt wird dann wieder in Energie.

105 I: Wenn ich Strömung sage, gibt es etwas, woran du sofort denkst?

106, B1: Ja, an einen **Fluss**. Das ist Bewegung, also Strömung. Ein stehendes **Gewäs-**
110, **ser** ist ja was anderes. Ein **Fluss** bewegt sich, hat also eine Strömung.
114

185 I: Hast du sonst Strömungen, die dir so im Alltag oder so begegnet sind? Jetzt nicht unbedingt im Meer oder so, sondern vielleicht auch mal hier im Haushalt, oder?

186 B1: **Wenn das Wasser läuft.**

187 I: Zum Beispiel, wenn du einen Stöpsel ziehst.

188, B1: Ja. Dann passiert das auch, dass das **Wasser auf einmal weggeht**, dann
190 entsteht ein **Sog**.

Neben bewegtem Wasser zählt er auch einen Vogelschwarm zu einer Strömung. Eine große Anzahl von Einzelteilen drückt also für Hans offenbar Fließeigenschaften aus – anders als ein einzelnes Zebra.

115 I: Und welche Bilder würdest du dazu noch einordnen von denen hier?

116, B1: Die hier.

118, Also dieses auf jeden Fall hier [Bild 6].

120, **Dieses auch [Bild 13].**

122, Hier ist der **Fluss**.

124 Dies hat auch Bewegung.

Hier ist auch Bewegung.

Das ist jetzt ruhend.

143	I: Gut, dann sag ich einmal eben die Nummern, damit ich das mal habe. Bild Nummer 1,4, 15, 2, 13, 20, 6, 7, 17, 16, 14, 19, 10 und 9. Die anderen kann ich dann ja rausschmeißen.
144	B1: Ja.
145	I: Das sieht doch hier auf jeden Fall gut aus. Gemeinsamkeiten hast du jetzt gerade alle schon genannt, warum du das so sortiert hast. Die hast du rausgeschmissen, weil sich da nichts bewegt. Oder zum Beispiel bei dem Zebra...
146	B1: Jo, dieses ist keine Bewegung.
147	I: Und hier?
148	B1: Da ja. Da ist ja viel Bewegung drin.
149	I: Ok, das ist, weil viele Dinge sich bewegen oder?
150	B1: Ja, weil der Vogelschwarm sich selbst bewegt.

Folglich wird als zweites Merkmal deutlich, dass für Hans nur bestimmte Materie strömen kann.

Tab. 140: Kategorie S3A-SG-M1 zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Nur bestimmte Materie strömt, dazu zählt Wasser und ein Vogelschwarm.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten zur Beschreibung einer Strömung eine ganz bestimmte Materiesorte heranziehen. Sie wird auch kodiert, wenn sie Beispiele für Strömungen nennen, die das Vorhandensein einer bestimmten Materiesorte implizieren, z. B. Wasser in einem Fluss.
Ankerbeispiele	„Energie, also Bewegung. Bewegung von Wasser, die umgesetzt wird dann wieder in Energie.“ (S3A, P. 104)
Kodierte Textpassagen	S3A, P. 104, 106, 110, 114, 116, 118, 120, 150, 186, 188, 190

Ferner wird bei der Auseinandersetzung mit diesem Merkmal gleichzeitig als drittes Merkmal deutlich, dass es sich um eine fließende Bewegung handeln muss. Er spricht von fließendem und laufendem Wasser. Deutlich wird dies auch, als Hans davon berichtet, dass bei einer Strömung immer ein gewisser Nachschub da sein müsse. Anscheinend muss die Bewegung lückenlos erfolgen, was auch zur großen Anzahl von Vögeln in einem Schwarm passt, der als Strömung identifiziert wird.

217	I: Und ein Synonym für Strömung oder eine Umschreibung?
218	B1: Hatten wir das nicht gerade schon?
219	I: Ja, noch ein bisschen genauer.
220, 224	B1: Etwas, was fließt . Das ist für mich Strömung. Etwas, das sich bewegt und sich von einem Punkt zum anderen entfernt.

185 I: Hast du sonst Strömungen, die dir so im Alltag oder so begegnet sind? Jetzt nicht unbedingt im Meer oder so, sondern vielleicht auch mal hier im Haushalt, oder?

186 B1: Wenn **das Wasser läuft**.

227 I: Du hast jetzt schon viele Strömungen hier gesehen. Und was ist denn der Grund für Strömungen? Kannst du das sagen? Warum strömt das?

228 B1: **Da ist ein gewisser Nachschub immer da**. Ein Fluss fängt ja ganz klein an in der Entstehung. Und dann durch die Zuläufe usw. kommt immer Bewegung rein. Bis es nachher ein großer Fluss wird. Dann ist Bewegung da, dann ist ein Fluss da. Es kann ein reißender Fluss sein, es kann ein langsam fließender Fluss sein. Aber das ist ja alles Bewegung.

Ein weiteres Indiz für die beschriebene Sichtweise ist Hans' Beschreibung von Bild Nr. 19. Das zeigt zum einen tropfendes Wasser und zum anderen fließendes Wasser nebeneinander. Als Strömung bezeichnet er nur letzteren Teil des Bildes.

153 I: Was muss erfüllt sein? Also was muss sich bewegen, damit du sagst, das ist für mich eine Strömung?

154 B1: Das Bild selbst gibt es ja her. Das Bild selbst zeigt ja, dass da eine Bewegung ist.

155 I: Ok, aber eine Bewegung von was?

156 B1: Eine Strömung.
Dies ist keine Strömung.
Und das auch nicht.
Das auch nicht, das ist ein Tropfen [Bild 19].
Aber das ist eine Strömung [Bild 19].
Das ist eine Strömung.
Dieses ist Bewegung.

Demnach ist als drittes Merkmal einer Strömung zu rekonstruieren, dass eine Bewegung stattfindet, die ohne Unterlass erfolgt, wodurch sich immer genügend Materie nachbewegen muss.

Tab. 141: Kategorie S3A-SG-M2 zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Bei einer Strömung handelt es sich um eine kontinuierliche, lückenlose Bewegung.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten verdeutlichen, dass sich bei einer Strömung stets Materie nachbewegt, was zur Bedingung führt, dass ein stetiger Nachschub gewährleistet sein muss. Sie wird auch kodiert, wenn an konkreten Beispielen kontinuierliche, fließende Materie dargestellt wird.
Ankerbeispiele	„Etwas, was fließt. Das ist für mich Strömung.“ (S3A, P. 220, 224)
Kodierte Textpassagen	S3A, P. 156, 186, 220, 224, 228

Außerdem finden sich im Datenmaterial Evidenzen, dass auch die Richtung für die Klassifizierung einer fließenden Bewegung als Strömung von Bedeutung ist. Hans betont, dass sich etwas von einem Punkt zu einem anderen fließend bewegen müsse. Strömung sei für ihn eine Bewegung in eine Richtung.

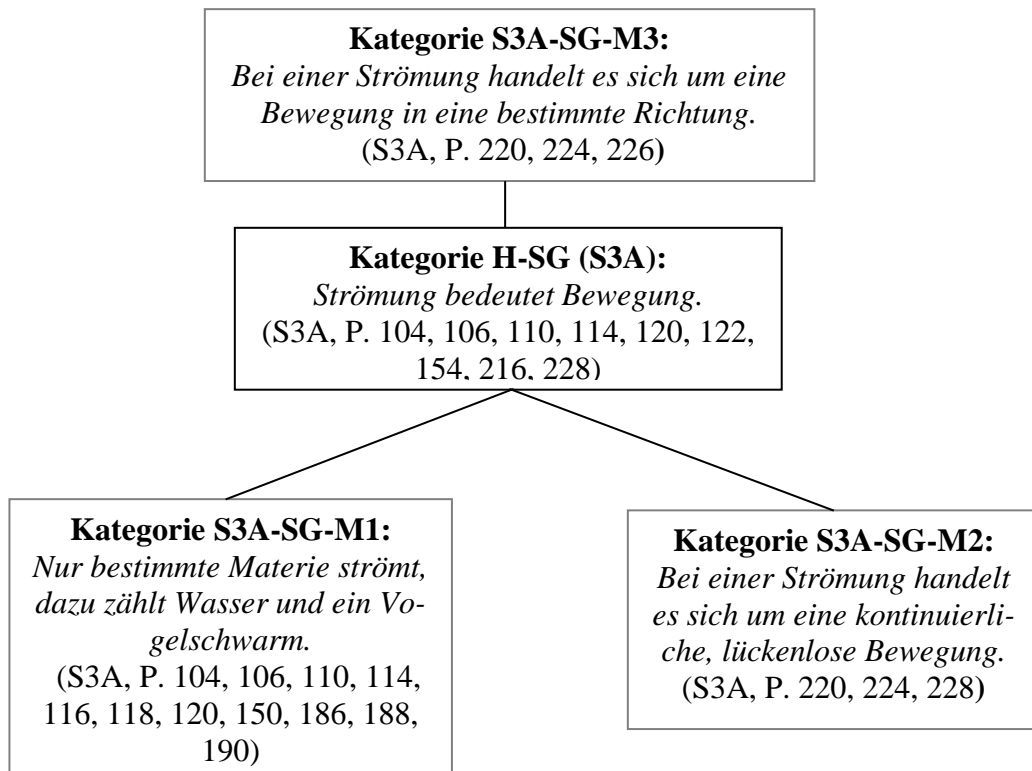
217	I: Und ein Synonym für Strömung oder eine Umschreibung?
218	B1: Hatten wir das nicht gerade schon?
219	I: Ja, noch ein bisschen genauer.
220, 224	B1: Etwas, was fließt. Das ist für mich Strömung. Etwas, das sich bewegt und sich von einem Punkt zum anderen entfernt.
225	I: Kannst du dazu nochmal eine Definition aufschreiben, wie du das gerade gesagt hast. Damit ich die später noch habe.
226	B1: Strömung ist Bewegung in eine Richtung.

Die Richtung ist somit das finale Merkmal, das sich aus dem Interview mit Hans rekonstruieren lässt.

Tab. 142: Kategorie S3A-SG-M3 zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Bei einer Strömung handelt es sich um eine Bewegung in eine bestimmte Richtung.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten verdeutlichen, dass sich bei einer Strömung die Materie in eine bestimmte Richtung bewegt.
Ankerbeispiele	„Strömung ist Bewegung in eine Richtung.“ (S3A, P. 226)
Kodierte Textpassagen	S3A, P. 220, 224, 226

Als Zusammenfassung dieser Analyse werden die gebildeten Kategorien in einem Netzwerk um die Hauptkategorie angeordnet. Dadurch entsteht das folgende Merkmalnetzwerk des Strömungsbegriffs aus dem Interview S3A.



22.1.7 Interview JIA

Anhand von Auszügen aus dem Transkript des Interviews JIA wird im Folgenden die Begriffsbildung im Bereich Strömungen der befragten Personen George und Barry (Codennamen) rekonstruiert. Im Gespräch mit George und Barry wird deutlich, dass beide Strömungen zunächst mit Bewegung verbinden.

267 I: Was verbindet ihr denn mit Strömung?

268 B2: Ja, eigentlich dasselbe wie beim Meer. Etwas, was wir hier auch schon gesagt haben. Ich verbinde mit einer Strömung halt Meer.

269 B1: **Bewegung vor allem.** Dass durch eine Strömung halt zum Beispiel das Wasser **bewegt** wird oder durch Strömung der Wind **bewegt** wird, in eine gewisse Richtung.

Auch nach der Bilderzuordnung zum Begriff der Strömung sprechen sie von einem Bewegungsverlauf, der auf den meisten Bildern illustriert werde. Sogar bei den sichtbaren Rippeln im Wattenmeer schließen sie auf den Bewegungsaspekt, da ihnen bewusst ist, dass solche Muster durch die Bewegung des Wassers entstehen.

315, I: Also für euch wären Strömungsbilder die 1, 5, 7, 14, 15, 16, 17, 20 und 21.
317, Was glaubt ihr denn, was gegeben sein muss, damit von Strömung sprechen
319 kann? Also was haben die Bilder alle gemeinsam?

320 B1: Einen **Bewegungsverlauf**. Man weiß ja jetzt bei jedem, dass sich hier was **bewegt**.

321 I: Was bewegt sich denn bei Bild 5 und 21?

322 B1: Man weiß ja hier, wenn das das Wattenmeer ist, dass sich halt das Meer einmal **hinzieht**, einmal **zurückzieht**. Sieht man zwar jetzt nicht direkt am Bild, aber, wenn man jetzt so dort stehen würde, würde man das halt mitbekommen.

Auch bei der Aufgabe, jemand anderem eine Strömung zu erklären, dominiert der Aspekt der Bewegung.

411 I: Könntet ihr denn jemandem erklären, was eine Strömung ist? Wenn ihr vielleicht auf die Rückseite eine Definition von Strömung schreiben könntet, die euch vielleicht einfällt.

415 B2: Eine **Bewegung**.

416 B1: **Bewegung**, fließende **Bewegung**.

419 B2: **Bewegung**, die durch Druck oder Höhenunterschiede erzeugt wird. Die durch Druck oder Höhenunterschiede erzeugt werden kann, aber auch durch zum Beispiel den Mond, ist ja Ebbe quasi.

420 B1: Ja, durch die Gezeiten halt.

Entsprechend beziehen sie sich bei der Nennung eins Gegenteils auf den Bewegungsaspekt einer Strömung: sie benennen Stillstand als Gegenteil.

399	I: Dann könnt ihr mir denn sagen, was das Gegenteil von Strömung ist für euch?
400	B2: Stillstand.
402	B1: Ja, das könnte man sagen.
403	I: Was glaubst du?
404	B1: Ja, das ist ein guter Begriff, denn ich kenne auch keine Strömung, die halt stillsteht . Deswegen ist das ein guter Gegensatz.

Damit lässt sich Bewegung als erstes Merkmal einer Strömung rekonstruieren:

Tab. 143: Kategorie H-SG (J1A) zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Strömung bedeutet Bewegung.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn Befragte Strömungen mit dem Terminus Bewegung oder dem korrespondierenden Verb beschreiben. Sie wird auch kodiert, wenn die Interviewten mit anderen Termini (z. B. fließen) deutlich machen, dass sich für das Vorhandensein einer Strömung Materie im Ort fortbewegt oder mit Blick auf das Gegenteil erläutern, dass es sich hierbei um etwas Statisches handelt.
Ankerbeispiele	„Ja, letztlich ist es ja eine fortlaufende Bewegung, die angestoßen wird durch Energie.“ (J5A, P. 669) „Es ist ja letztlich immer eine fortlaufende Bewegung.“ (J5A, P. 685).
Kodierte Textpassagen	J1A, P. 269, 320, 400, 404, 415, 416, 419

Allerdings wird nicht jede Bewegung automatisch zu einer Strömung hinzugezählt. Sand, der durch den Wind hochgewirbelt wird, gilt für sie nicht als Strömung.

343	B2: Ist das das gleiche wie eine Strömung?
344, 346	B1: Ja, dann sollten wir das doch dazu nehmen. Durch den Wind wird ja erst der Sand so nach oben gefegt.
347	B2: Ja, ich weiß es nicht genau bei dem Sand. Ich sehe das selbst nicht als Strömung an , weil es entsteht halt durch eine Strömung , aber ist halt nicht der Verursacher quasi davon.

In erster Linie verbinden George und Barry mit einer Strömung die Bewegung von Wasser. Auch als der Begriff der Strömung vom Interviewenden eingeführt wird, verknüpfen sie die Begriffe Strömung und Wasser selbstständig zum Begriff Wasserströmung.

259	I: Zusammen ordnen kannst du nicht. Die gehören für mich zusammen die Bilder eben, weil die alle etwas mit Strömung zu tun haben.
260	B2: Ja.
261	B1: Mit Strömung und Wasserströmung .

Ferner beziehen sie sich bei persönlichen Erlebnissen mit Strömungen stets auf Wasser, sei es beim Schwimmen, beim Tauchen oder im Schwimmbad. Auch wird ein Fluss als Beispiel für eine Strömung herangezogen.

291 I: Was ist denn für euch, wenn ihr das Wort Strömung hört? Was ist für euch die Strömung schlechthin, die aller stärkste Strömung, die ihr euch vorstellen könnt?

295 B1: Wenn wir irgendwie **schwimmen** gehen, da ist die Strömung echt sehr stark.

296 B2: Da kommt man nicht gegen an.

298 I: Gibt es etwas, was ihr daran interessant findet?

299 B2: Ja, also ich finde es halt interessant, sich dann irgendwo anders hinzulegen oder einfach **unterzutauchen** und dann so nach 15 Minuten aufzutauchen und zu gucken, wo man ist.

300 B1: Also generell, wieso in der **Elbe** oder so starke Strömung, also ich könnt mir das gar nicht vorstellen.

359 I: Ok, habt ihr denn schon mal selbst Strömungen erzeugt? Und wenn ja, wie?

360 B2: Ja, in der **Salü** [Schwimmbad]. Da gibt es ein Becken, wenn man da mit drei Leuten die ganze Zeit im Kreis rumläuft, im **Wasser**, dann entsteht so ein Strudel da drin.

361, B1: Genau, und dann lässt man sich immer von dem **Wasser** dann weiterziehen.
363 Wenn man im Schwimmbad ist und irgendwie mit dem Arm so kurz unter der Wasseroberfläche ist, dann erzeugt man ja so eine Welle, wie wir das hier zur Strömung hinzugepackt haben.

364, B2: Ich war in Sankt Peter-Ording, da gibt es so einen Zylinder, wo **Wasser** drin
366 ist und da gibt es so eine Kurbel. Wenn man daran kurbelt, dann entsteht ein Strudel. So ein **Wasserstrudel** wie auf Bild 17.

Ihr Logo, das sie zum Thema Strömung erstellen sollen, gestalten sie mit einer Kombination aus einer Welle und einem Strudel.

367 I: Jetzt gehen wir noch mal ein bisschen in den künstlerischen Bereich. Stellt euch mal vor, ihr arbeitet in einer Werbeagentur und ihr sollt jetzt ein Logo oder ein Symbol für Strömungen erfinden. Wie würde das denn für euch aussehen? Ich würde mich freuen, wenn das jeder von euch einmal aufmalen würde.

376 B2: Ich würde eine **Welle** machen, die gerade in der Brandung ist, so kippt.

377 B1: Mach mal erstmal eine Skizze.

378, B2: So, ist die ja irgendwie. Die geht hier weiter und dass man dann hier so das
382 Logo macht quasi. Es fließt ja eine **Welle**. Also wenn die gerade brandet, dann bricht die ja in sich zusammen. Dann entsteht ja diese fast Kugel. Da könnt man ja da ein Logo reinmachen, so ein rundes.

383, B1: Wir könnten in der **Welle** dann vielleicht noch innen drin so einen **Strudel**
385 machen, dass wir bildlich zwei Sachen drin haben. Versuch das mal.

- 391 I: Also ich sehe da jetzt eine Welle, die bricht und in der Welle ist ein Strudel.
393 B1: Genau, und das soll halt so zwei verschiedene **Strömungen** darstellen.

In den Äußerungen von George und Barry kommt auch die Bewegung von Wind bei Strömungen vor.

- 267 I: Was verbindet ihr denn mit Strömung?
268 B2: Ja, eigentlich dasselbe wie beim **Meer**. Etwas, was wir hier auch schon gesagt haben. Ich verbinde mit einer Strömung halt **Meer**.
269 B1: Bewegung vor allem. Dass durch eine Strömung halt zum Beispiel das **Wasser** bewegt wird oder durch Strömung der **Wind** bewegt wird, in eine gewisse Richtung.

Den Begriff der Windströmung nutzen sie eigenständig im Rahmen ihrer Einordnung verschiedener Bildung zum Strömungsbegriff.

- 303 I: Welche Bilder würdet ihr denn jetzt Strömung noch dazu ordnen.
304 B2: Das hier.
305 B1: Nein, das nehmen wir nicht. Hier das passt nicht.
306 B2: **Windströmung** ist hier ja auch.
307 B1: Jo.
308 B2: Das nicht, ne?
309 B1: Ne.
310 B2: Naja, obwohl, das hier könnt man auch wieder nehmen. **Gezeiten** ist ja auch eine Strömung.

Bei der Bildzuordnung nutzen sie sowohl die Bewegung von Wasser als auch die Bewegung von Wind an vielen Stellen, um ihre Zuordnungen zu begründen.

- 315, I: Also für euch wären Strömungsbilder die 1, 5, 7, 14, 15, 16, 17, 20 und 21.
317, Was glaubt ihr denn, was gegeben sein muss, damit von Strömung sprechen
319 kann? Also was haben die Bilder alle gemeinsam?
320 B1: Einen Bewegungsverlauf. Man weiß ja jetzt bei jedem, dass sich hier was bewegt.
321 I: Was bewegt sich denn bei Bild 5 und 21?
322 B1: Man weiß ja hier, wenn das das Wattenmeer ist, dass sich halt das **Meer** einmal hinzieht, einmal zurückzieht. Sieht man zwar jetzt nicht direkt am Bild, aber, wenn man jetzt so dort stehen würde, würde man das halt mitbekommen.
324, B2: Und bei **Windströmung** braucht man ja auch, zum Beispiel bei dem Fluss
326 oder beim **Wind**, einen Höhenunterschied oder einen Druckunterschied. Man braucht ja einmal Hoch- und Tiefdruckgebiet, damit eine **Windströmung**

entsteht. Und man braucht eine höhere Quelle und einen tieferen Punkt, damit das **Wasser** fließt.

341 I: Was ist denn mit Bild 6? Da interessiert mich ganz besonders, warum für euch das nicht dazugehört.

342 B1: Ich würde eher sagen, das ist **Wind**, ein **Windstoß** oder...

343 B2: Ist das das gleiche wie eine Strömung?

344, B1: Ja, dann sollten wir das doch dazu nehmen. **Durch den Wind wird ja erst**
346 **der Sand so nach oben gefegt.**

347 B2: Ja, ich weiß es nicht genau bei dem Sand. **Ich sehe das selbst nicht als Strömung an**, weil es **entsteht halt durch eine Strömung**, aber ist halt nicht der Verursacher quasi davon.

Darüber hinaus benennen sie eine sich bewegende Menschenmasse als eine Menschenströmung. Einer der Befragten führt auch elektrischen Strom an, da er sich in einem Kreislauf bewege.

348 I: Habt ihr denn schon mal Strömung gesehen oder seid ihr schon mal Strömungen begegnet, die man auf keinem der Bilder sehen kann?

349 B2: Es gibt ja **Menschenströmungen**. Wenn es eine riesige Menschenmasse ist, sagt man ja auch. Bei der Love Parade sind ja auch alle gestürmt, es ist ja auch vielleicht eine **Menschenströmung**.

352 I: Fällt euch ein, wo man Strömungen noch sehen kann außer im Meer, im Wasser oder in der Luft? Oder auf der Love Parade (lacht)?

353 B2: Strömung, hm (überlegend).

354 I: Wenn euch nichts einfällt, dann ist das auch in Ordnung.

355 B1: Ne, ne.

356, B2: Man kann ja sehr weit hergeholt sagen, dass es bei **elektrischem Strom** eine
358 **Strömungsrichtung** gibt, ist ja auch ein Kreislauf. Ist halt sehr weit hergeholt. Es gibt ja einen Kreislauf und man sieht, wo der Strom längs fließt dann.

357 B1: Ja, das stimmt.

Damit ergibt sich eine zweite Gruppe Merkmale einer Strömung, bei der es sich um die Materie handelt, die zu strömen vermag.

Tab. 144: Kategorie J1A-SG-M1 zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Nur bestimmte Materie strömt, dazu zählen Wasser, Luft, Menschen und Elektrizität.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten zur Beschreibung einer Strömung eine ganz bestimmte Materiesorte heranziehen. Sie wird auch kodiert, wenn sie Beispiele für Strömungen, die das Vorhandensein

	einer bestimmten Materiesorte implizieren, z. B. einen Fluss oder eine Welle, nennen.
Ankerbeispiele	„Es gibt ja Menschenströmungen. Wenn es eine riesige Menschenmasse ist, sagt man ja auch.“ (J1A, P. 349)
Kodierte Textpassagen	J1A, P. 242, 261, 268, 269, 295, 299, 300, 306, 310, 322, 324, 326, 344, 346, 347, 349, 356, 358, 360, 361, 363, 364, 366, 376, 378, 382, 383, 385

Doch nicht nur die Bewegung und die Materiesorte charakterisieren eine Strömung. Für George und Barry spielt auch ihre Richtung eine bedeutende Rolle. Die Begriffe Strömung und Richtung werden an zwei Stellen selbstständig zum Begriff Strömungsrichtung verknüpft.

222	B1: Das ist halt Wasser geformt.
223	B2: Es ist halt auch eigentlich schon wieder eine Strömungs richtung , denn es fließt ja auch.
224	B1: Von wo tropft denn das runter?
225	B2: Es ist ja so herum, denn die 19 wäre ja sonst ja falsch rum. Das lassen wir halt einfach so.

352	I: Fällt euch ein, wo man Strömungen noch sehen kann außer im Meer, im Wasser oder in der Luft? Oder auf der Love Parade (lacht)?
353	B2: Strömung, hm (überlegend).
354	I: Wenn euch nichts einfällt, dann ist das auch in Ordnung.
355	B1: Ne, ne.
356, 358	B2: Man kann ja sehr weit hergeholt sagen, dass es bei elektrischem Strom eine Strömungs richtung gibt, ist ja auch ein Kreislauf. Ist halt sehr weit hergeholt. Es gibt ja einen Kreislauf und man sieht, wo der Strom längs fließt dann.
357	B1: Ja, das stimmt.

Auch schon in ihren ersten Assoziationen mit dem Begriff ist die Richtung für die Befragten wichtig. Zwar seien für eine Strömung alle Richtungen erlaubt, allerdings bewegen sich eine Strömung in eine gewisse Richtung.

267	I: Was verbindet ihr denn mit Strömung?
268	B2: Ja, eigentlich dasselbe wie beim Meer. Etwas, was wir hier auch schon gesagt haben. Ich verbinde mit einer Strömung halt Meer.
269	B1: Bewegung vor allem. Dass durch eine Strömung halt zum Beispiel das Wasser bewegt wird oder durch Strömung der Wind bewegt wird, in eine gewisse Richtung .
270	I: Muss das immer dieselbe Richtung sein?
271, 273	B1: Nein, natürlich nicht.

272 B2: Nö.

274, I: Ihr habt ja hier schon in eurem Zettel was geschrieben von Gezeiten. Eine
276 Bewegung und Küste und Gezeiten. Ihr habt ja Gezeiten aufgeschrieben.

277, B1: Da bewegt sich das halt auch **in zwei Richtungen**. Einmal natürlich Ebbe
279 und einmal die Flut. **Also einmal wird es zurückgezogen und einmal wieder hin.**

Für die Befragten meint eine gewisse Richtung anscheinend nicht nur eine lineare Bewegung. Es geht also nicht darum, dass es nur eine einzige Richtung gibt, in die sich die Materie die ganze Zeit bewegt. An mehreren Stellen beschreiben sie mit Blick auf Strömungen nämlich ihre Erfahrungen aus dem Schwimmbad. Dort seien sie im Kreis gelau-
fen und erzeugten so einen Strudel, der sie im Anschluss weitergezogen habe.

359 I: Ok, habt ihr denn schon mal selbst Strömungen erzeugt? Und wenn ja, wie?

360 B2: Ja, in der Salü [Schwimmbad]. Da gibt es ein Becken, wenn man da mit drei
Leuten die ganze Zeit **im Kreis** rumläuft, im Wasser, dann entsteht so ein Strudel
da drin.

361, B1: Genau, und dann lässt man sich immer von dem Wasser dann **weiterziehen**.
363 Wenn man im Schwimmbad ist und irgendwie mit dem Arm so kurz unter der
Wasseroberfläche ist, dann erzeugt man ja so eine Welle, wie wir das hier zur
Strömung hinzugepackt haben.

426 I: Ihr habt viele Strömungen gesehen auf den Bildern hier. Wie kommt es denn
überhaupt dazu. Ihr habt gesagt Gezeiten, ja? Wind. Wie kann das denn noch?
Was kann es noch für Gründe geben? Und wie kann man das aufhalten?

427 B2: Eine Strömung aufhalten?

428 I: Ja, wie kann man eine Strömung aufhalten? Oder wie kann man die Stärke von
einer Strömung vielleicht sogar auch beeinflussen?

429, B2: Wenn man in dem Salü [Schwimmbad] ist, **wenn man in die andere Rich-**
431 **tung läuft, dann wird die gebremst**, z. B. dieser Strudel. **Oder sie wird stärke-**
ker, wenn halt noch eine Person reinkommt und sie mitläuft. Ich finde das
eigentlich ein ganz gutes Beispiel.

Daraus lässt sich ein weiteres Merkmal einer Strömung für die beiden Befragten ableiten. Eine Strömung bedeutet offenbar eine kollektive Bewegung, was nicht unbedingt eine lineare Bewegung heißen muss. Es geht vielmehr um eine gemeinsame, kollektive Bewegung der Materie, bei der sich die Richtung auch ändern kann.

Tab. 145: Kategorie J1A-SG-M2 zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Bei einer Strömung handelt es sich um eine kollektive Bewegung.
Beschreibung	Diese Kategorie wird gebildet, wenn sie Befragten erläutern, dass sich bei einer Strömung die bewegte Materie als Ganzes, also gemeinsam bewegt. Dazu zählen ebenfalls Bewegungen in eine bestimmte Richtung und auch kreisförmige Bewegungen.

Ankerbeispiele	„Dass durch eine Strömung halt zum Beispiel das Wasser bewegt wird oder durch Strömung der Wind bewegt wird, in eine gewisse Richtung.“ (J1A, P. 269)
Kodierte Textpassagen	J1A, P. 269, 277, 279, 360, 361, 363, 429, 431

Auffällig ist des Weiteren, dass beide Befragten im Gespräch häufig das Verb *fließen* nutzen, um eine Strömung zu beschreiben. Außerdem wird die Bewegung als Bewegungsverlauf spezifiziert.

315, 317, 319	I: Also für euch wären Strömungsbilder die 1, 5, 7, 14, 15, 16, 17, 20 und 21. Was glaubt ihr denn, was gegeben sein muss, damit von Strömung sprechen kann? Also was haben die Bilder alle gemeinsam?
320	B1: Einen Bewegungs verlauf . Man weiß ja jetzt bei jedem, dass sich hier was bewegt.
321	I: Was bewegt sich denn bei Bild 5 und 21?
322	B1: Man weiß ja hier, wenn das das Wattenmeer ist, dass sich halt das Meer einmal hinzieht, einmal zurückzieht. Sieht man zwar jetzt nicht direkt am Bild, aber, wenn man jetzt so dort stehen würde, würde man das halt mitbekommen.
324, 326	B2: Und bei Windströmung braucht man ja auch, zum Beispiel bei dem Fluss oder beim Wind, einen Höhenunterschied oder einen Druckunterschied. Man braucht ja einmal Hoch- und Tiefdruckgebiet, damit eine Windströmung entsteht. Und man braucht eine höhere Quelle und einen tieferen Punkt, damit das Wasser fließt .
367	I: Jetzt gehen wir noch mal ein bisschen in den künstlerischen Bereich. Stellt euch mal vor, ihr arbeitet in einer Werbeagentur und ihr sollt jetzt ein Logo oder ein Symbol für Strömungen erfinden. Wie würde das denn für euch aussehen? Ich würde mich freuen, wenn das jeder von euch einmal aufmalen würde.
376	B2: Ich würde eine Welle machen, die gerade in der Brandung ist, so kippt.
377	B1: Mach mal erstmal eine Skizze.
378, 382	B2: So, ist die ja irgendwie. Die geht hier weiter und dass man dann hier so das Logo macht quasi. Es fließt ja eine Welle. Also wenn die gerade brandet, dann bricht die ja in sich zusammen. Dann entsteht ja diese fast Kugel. Da könnt man ja da ein Logo reinmachen, so ein rundes.
411	I: Könntet ihr denn jemandem erklären, was eine Strömung ist? Wenn ihr vielleicht auf die Rückseite eine Definition von Strömung schreiben könntet, die euch vielleicht einfällt.
415	B2: Eine Bewegung.
416	B1: Bewegung, fließende Bewegung.

Das Verb wenden die Befragten nicht nur auf Luft und Wasser an, sondern auch auf elektrischen Strom.

352	I: Fällt euch ein, wo man Strömungen noch sehen kann außer im Meer, im Wasser oder in der Luft? Oder auf der Love Parade (lacht)?
353	B2: Strömung, hm (überlegend).
354	I: Wenn euch nichts einfällt, dann ist das auch in Ordnung.
355	B1: Ne, ne.
356, 358	B2: Man kann ja sehr weit hergeholt sagen, dass es bei elektrischem Strom eine Strömungsrichtung gibt, ist ja auch ein Kreislauf. Ist halt sehr weit hergeholt. Es gibt ja einen Kreislauf und man sieht, wo der Strom längs fließt dann .
357	B1: Ja, das stimmt.

Für die Probanden scheint somit eine lückenlose, fließende Bewegung für eine Strömung charakteristisch zu sein, was als weiteres Merkmal ihres Strömungsbegriffs rekonstruiert wird.

Tab. 146: Kategorie J1A-SG-M3 zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Bei einer Strömung handelt es sich um eine kontinuierliche, fließende Bewegung.
Beschreibung	Diese Kategorie wird gebildet, wenn die Befragten davon berichten, dass sich bei einer Strömung die Materie fließend und lückenlos bewegt. Die Materie ist also gewissermaßen aus ihrer Sicht kontinuierlich verteilt und es handelt sich um einen Bewegungsverlauf.
Ankerbeispiele	„Bewegung, fließende Bewegung.“ (J1A, P. 416)
Kodierte Textpassagen	J1A, P. 320, 324, 326, 356, 358, 378, 382, 416

Zuletzt spielt für die Befragten auch eine Rolle, ob die Bewegung durch bestimmte Ursachen entstanden ist, zu denen Höhenunterschiede und Druckunterschiede sowie Gezeiten zählen. Auch auf dieser Basis wird die Zuordnung der Bilder zum Strömungsbegriff entschieden.

321	I: Was bewegt sich denn bei Bild 5 und 21?
322	B1: Man weiß ja hier, wenn das das Wattenmeer ist, dass sich halt das Meer einmal hinzieht, einmal zurückzieht. Sieht man zwar jetzt nicht direkt am Bild, aber, wenn man jetzt so dort stehen würde, würde man das halt mitbekommen.
324, 326	B2: Und bei Windströmung braucht man ja auch, zum Beispiel bei dem Fluss oder beim Wind, einen Höhenunterschied oder einen Druckunterschied . Man braucht ja einmal Hoch- und Tiefdruckgebiet , damit eine Windströmung entsteht. Und man braucht eine höhere Quelle und einen tieferen Punkt , damit das Wasser fließt.
332	I: Was ist denn mit den anderen Bildern? Warum gehören die nicht zu den

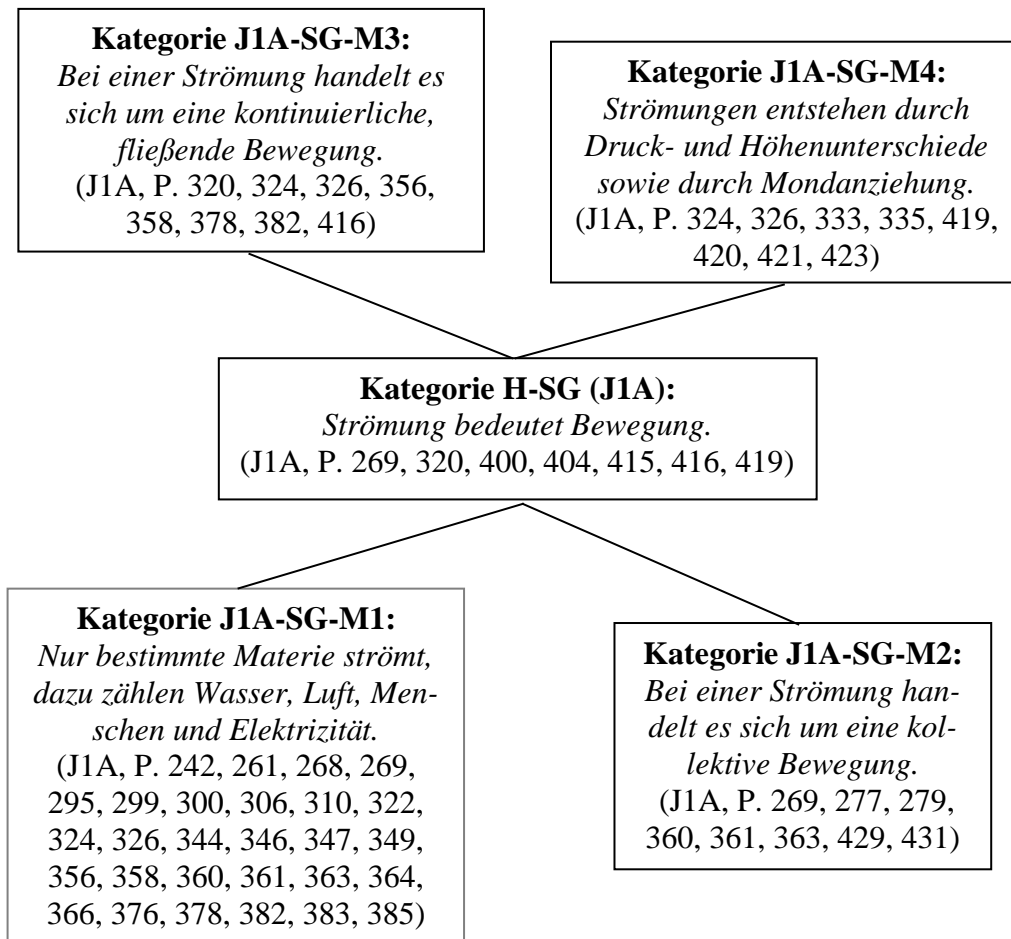
	Strömungen? Warum gehört der Gully nicht dazu, also Bild 3? Warum gehört das Zebra auf Bild 8 nicht dazu, oder die 6?
333, 335	B1: Wenn wir jetzt hier von ausgehen, dass das alles bisher nur durch Wind, Druck, Höhenunterschied, Tiefdruck entstanden ist, dann passt halt zum Beispiel 8 einfach nicht rein, genau wie 13.
411	I: Könntet ihr denn jemandem erklären, was eine Strömung ist? Wenn ihr vielleicht auf die Rückseite eine Definition von Strömung schreiben könntet, die euch vielleicht einfällt.
415	B2: Eine Bewegung.
416	B1: Bewegung, fließende Bewegung.
419	B2: Bewegung, die durch Druck oder Höhenunterschiede erzeugt wird. Die durch Druck oder Höhenunterschiede erzeugt werden kann, aber auch durch zum Beispiel den Mond , ist ja Ebbe quasi.
420	B1: Ja, durch die Gezeiten halt.
421	B2: Gezeiten hat der Mond ja was zu tun mit. Wollen wir das schreiben?
422	B1: Schreib aber nicht durch den Mond , sondern durch die Gezeiten .
423	B2: Eine Strömung ist eine Bewegung, die durch Druck und Höhenunterschiede entstehen kann, aber auch durch die Gezeiten .

Als letztes Merkmal einer Strömung, das im Interview deutlich wird, wird eine Gruppe von Ursachen nachgezeichnet. Denn die Verknüpfung zwischen den genannten Ursachen und dem Strömungsbegriff ist so stark, dass die Ursachen als Merkmale fungieren.

Tab. 147: Kategorie J1A-SG-M4 zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Strömungen entstehen durch Druck- und Höhenunterschiede sowie durch Mondanziehung.
Beschreibung	Diese Kategorie wird gebildet, wenn die Befragten eine Strömung an der Ursache festmachen, durch die eine entsprechende Bewegung von Materie zustande gekommen ist.
Ankerbeispiele	„Eine Strömung ist eine Bewegung, die durch Druck und Höhenunterschiede entstehen kann, aber auch durch die Gezeiten.“ (J1A, P. 423)
Kodierte Textpassagen	J1A, P. 324, 326, 333, 335, 419, 420, 421, 423

Als Zusammenfassung dieser Analyse werden die gebildeten Kategorien in einem Netzwerk um die Hauptkategorie angeordnet. Dadurch entsteht das folgende Merkmalnetzwerk des Strömungsbegriffs aus dem Interview J1A.



22.1.8 Interview J2A

Anhand von Auszügen aus dem Transkript des Interviews J2A wird im Folgenden die Begriffsbildung im Bereich Strömungen der befragten Personen Hans und Franz (Codennamen) rekonstruiert. Nach der Einführung des Begriffs Strömung durch die Interviewenden werden die Probanden gefragt, was sie mit dem Begriff verbinden. Beide geben an, dass Strömung etwas mit Bewegung zu tun habe.

125 I: Ja, schön. Das sind eure Kategorien, die ihr euch gedacht hattet. Gut, wenn ich jetzt mir mal was raussuche. So, wir nehmen noch die 6 noch mit dazu, was ihr unter Strömung und Strudel gebracht habt. Das wäre auch der Begriff, den ich euch irgendwie jetzt erstmal ans Herz legen möchte, den Begriff der Strömung. Was verbindet ihr mit Strömung?

126 B2: **Bewegung**, Gefahr.

136 B1: Das ist halt eine **Bewegung** der Masse. Bei einer Strömung findet eine **Bewegung** von A nach B statt.

Bei der von beiden Probanden gemeinsam erarbeiteten Definition wird Bewegung als erstes genannt.

310 I: So, dann lest mal einmal vor.

311 B2: Strömung beschreibt die **Bewegung** von Massen in eine gerichtete Richtung. Hierbei ist es egal, ob es Windmassen, Wassermassen oder andere sind. Strömung bewegt bzw. transportiert meist andere Objekte von A nach B als Nebeneffekt. Zu finden ist sie z. B. in Flüssen, Meeren oder als Wind.

Auch das Gegenteil einer Strömung beziehen sie im Wesentlichen auf den Bewegungsaspekt. Ein Befragter spricht sich für einen Stein aus, denn dieser läge meist herum und bewege sich nicht. Der andere bezieht sich auf einen See, dessen Wasser stillsteht. Damit ist der erste Befragte allerdings nicht einverstanden und merkt an, dass ein See immer noch zu bewegungslastig sei, weil dort bspw. ein Sog entstehen könne.

263 I: Was ist denn das Gegenteil von Strömungen für euch? So, ihr habt jetzt überlegt, was Strömung ist und was wäre so das Gegenteil davon?

264 B2: Ein **Stein**.

265 B1: Ein **See**.

266 B2: Nein, find ich nicht.

267 B1: **Wenn etwas steht**. Doch!

268 B2: **Steine**!

269 B1: Steine?

270 B2: Ja, weil sie erstens ein anderes Element haben. Man kann sie nicht so in der Form verändern, sie können keinerlei Strudel oder sonst was haben, **sie liegen die meiste Zeit**.

271	B1: Aber ein Sandsturm kann die ändern.
272, 274	B2: Ja, aber nicht so normale Steine. Aber die Steine können sich ja nur ändern, wenn ein anderer Sandsturm kommt, wo schon Bewegung drin ist. Für mich ist das Gegenteil von Strömung generell: Stein .
276	I: Ein Stein einfach nur? Und wenn ihr das mal auf eure Dynamik bezieht? Ihr habt hier im Fragebogen auch von Sog gesprochen. Oder von Bewegung von Massen. So, wenn ihr da mal in die Richtung euch was überlegt. Das Gegenteil von Strömung ist ein Stein. Da kann ich mir relativ wenig darunter vorstellen. Versuche das mal so ein bisschen zu erklären.
277, 279	B2: Naja, also meine Überlegung war, dass so ein Sog oder Strömung was ist, das letztendlich durch Bewegung von Sachen entsteht, was eine Bewegung benötigt. Wenn man eben ans Wasser denkt: Es bewegt sich die ganze Zeit, es entstehen immer wieder neue Strömung Soge. Und so ein Stein ist für mich ein Symbol dafür auch, dass es einfach was ist, was schon jahrelang wirklich so liegt. Was sich eigentlich nicht bewegt , was Energie von anderswo benötigt, damit es bewegt werden kann, was einfach flach ist, was keinerlei Bewegung in sich hat .
280	B1: Oder wo keine Bewegung vorzufinden ist einfach .
281	B2: Ja, was eben, damit es sich von A nach B bewegen kann, Energie von außerhalb benötigt, sei es durch Stürme, durch Menschen oder sonst was.
282	I: Ok, und von dir hatte ich noch eine andere Idee gehört.
283	B1: Wenn man es jetzt mal auf einen Fluss bezieht, wäre für mich halt wirklich das Gegenteil so ein See , ein stehendes Gewässer, wo sich halt nichts drin bewegt.
284	I: Ok, wenn ich dich richtig verstanden habe, meinst du das auch mit dem Stein, oder? Weil sich der Stein ja auch, wie du sagtest, nicht bewegt.
285	B2: Ja, mehr oder weniger, aber ich find ein See ist immer noch zu bewegungs-lastig . Denn auch im See können halt Soge entstehen und sowas.

Als primäres Merkmal einer Strömung lässt sich im vorliegenden Interview damit der Aspekt der Bewegung nachzeichnen.

Tab. 148: Kategorie H-SG (J2A) zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Strömung bedeutet Bewegung.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn Befragte Strömungen mit dem Terminus Bewegung oder dem korrespondierenden Verb beschreiben. Sie wird auch kodiert, wenn die Interviewten mit anderen Termini (z. B. fließen) deutlich machen, dass sich für das Vorhandensein einer Strömung Materie im Ort fortbewegt oder mit Blick auf das Gegenteil erläutern, dass es sich hierbei um etwas Statisches handelt.
Ankerbeispiele	„Ja, letztlich ist es ja eine fortlaufende Bewegung, die angestoßen wird durch Energie.“ (J5A, P. 669) „Es ist ja letztlich immer eine fortlaufende Bewegung.“ (J5A, P. 685).
Kodierte Passagen	J2A, P. 126, 136, 267, 270, 277, 279, 280, 283, 285, 311

Die Aussagen zum Gegenteil stellen aber auch einen Übergang dar. Einer der Befragten entscheidet sich nicht nur wegen der Bewegungslosigkeit für einen Stein, sondern auch weil es dabei um ein, wie er sagt, anderes Element handele. Bei der Formulierung des Gegenteils ist anscheinend auch mitentscheidend, welches Material sich bewegt. Offenbar existieren Materialien, die eher zu einer Strömung hinzugezählt werden.

- | | |
|-----|---|
| 263 | I: Was ist denn das Gegenteil von Strömungen für euch? So, ihr habt jetzt überlegt, was Strömung ist und was wäre so das Gegenteil davon? |
| 264 | B2: Ein Stein . |
| 265 | B1: Ein See. |
| 266 | B2: Nein, find ich nicht. |
| 267 | B1: Wenn etwas steht. Doch! |
| 268 | B2: Steine! |
| 269 | B1: Steine? |
| 270 | B2: Ja, weil sie erstens ein anderes Element haben . Man kann sie nicht so in der Form verändern, sie können keinerlei Strudel oder sonst was haben, sie liegen die meiste Zeit. |

Vornehmlich werden von Hans und Franz Luft und Wasser mit Strömungen in Verbindung gebracht. Verschiedene Beispiele für Wasserströmungen sowie Windströmungen werden als Antwort auf beinahe jede Interviewfrage benannt.

- | | |
|-----|--|
| 127 | I: Gibt es für euch denn eine Strömung schlechthin. Wenn ich euch "Strömung" sage, gibt es da was, was euch sofort einfällt? |
| 128 | B2: Ja, eine Flussströmung . |
| 131 | B1: Oder das Meer . |

- | | |
|---------------|--|
| 139 | B2: Man könnte ja auch die Windströmung nehmen. |
| 140 | B1: Ja, Windströmung gibt es halt auch , stimmt. |
| 141 | I: Was kann man denn daraus erkennen? Was würde denn zum Thema Windströmung passen? Was von den Bildern? |
| 142 | B1: Bild 10, also das passt mit der Windenergie halt wieder. |
| 144, 146, 148 | B2: Und Bild 7. Die sieht man immer bei den Nachrichten, wie das Wetter wird. Und da zeigen sie ja auch immer so wie die Windströmungen sind. |

Bei der Erklärung einer Strömung und bei Beispielen für erlebte Strömungen beziehen sich die Befragten stets auf bewegtes Wasser und auf bewegte Luft.

- | | |
|-----|--|
| 312 | I: So würdet ihr jemand anderem das erklären. Es ist ja insgesamt schon mal relativ viel. Wenn ihr euch die Bilder nochmal anguckt, dann haben wir irgendwie jetzt die gerade die ganze Zeit eben sehr viele Strömungsarten gesehen. Was |
|-----|--|

	glaubt ihr denn, wie das überhaupt entsteht? Wie kommt es dazu, dass diese Strudel oder diese Wellen überhaupt entstehen?
313, 315	B1: Wellen entstehen ja durch Wind . Durch Windströme halt auch. Also dadurch, dass der Wind in eine Richtung das Wasser nach unten, also wegdrückt.
316, 320	B2: Wenn die dann z. B. auf Land oder so langsam auflaufen, brechen sie. Ich sage dir, das hat irgendwie noch mit warmem und kaltem Wind zu tun.
149	I: Sind euch schon mal Strömungen begegnet, die man auf den Bildern nicht sehen kann oder die auf keinem der Bilder drauf sind? Wie sahen die Strömungen denn aus, die ihr dort schon mal gesehen habt? Hast du schon mal eine Strömung selbst erzeugt?
150	B1: Halt im Waschbecken, wenn man den Stöpsel gezogen hat . Dann hat man ja einen Sog , den man entstehen lässt.
151	I: Ihr habt auch hier geschrieben, ihr habt das verkleinert schon im Waschbecken gesehen oder in einer Badewanne. Was könnte es denn noch für Orte geben, wo man selbst Strömungen erzeugt hat?
152	B1: Kann man nicht einen Luftstrom entstehen lassen?
153	I: Ihr habt ja auch hier zum Beispiel gesagt, bei den beiden Bildern im Fragebogen, dass das für euch hier eigentlich Naturphänomene sind, aber dass man da von Bewegung von Massen reden kann und das auf Elemente zurückgeht. Wenn ihr mal so an "Bewegung von Massen" denkt, könntet ihr euch vorstellen, dass ihr da schon mal selbst was produziert habt?
154, 156	B2: Meine Großeltern haben bei ihrem See so eine Art Spielplatz und da drehst du irgendeine Kurbel und da kommt das Wasser hoch. Also du hast erstens unten so einen Strudel im Becken. Dann machst du die Stöpsel auf. Und dann strömt es da sozusagen aus dem Becken wieder raus und so eine ganze Bahn entlang, bis es wieder im Wasser ist. Somit habe ich also auch schon mehrere Strömungen erschaffen.
157, 160	B1: Wie eine Wasserpumpe auf dem Spielplatz.

Am Rande wird auch noch von weiterer Materie berichtet, deren Bewegung sich als Strömung klassifizieren lässt. So wird von einer Strömung der Vögel gesprochen.

134	I: Was glaubt ihr denn, was diese Bilder hier für Gemeinsamkeiten haben? Was muss gegeben sein, damit man von einer Strömung spricht? Und warum spricht man zum Beispiel auf Bild 13 nicht von einer Strömung eurer Meinung nach?
135	B2: Man könnte übertragen im Sinn von einer Strömung der Vögel sprechen oder von einer Windströmung , die man hier nicht sieht. Aber das ist für mich eher so Natur.

Neben Wasser und Luft vermag für die Befragten offenbar auch Sand zu strömen. Als die Befragten ein Logo für den Begriff Strömung anfertigen, wollen sie ein sogenanntes *Strömungs-Strudel-Ding* und ein *Sandstrudel-Ding* zeichnen. Sie begründen ihr Vorhaben

damit, dass sie zeigen wollen, wie vielseitig eine Strömung sei. Außen am Logo schreiben sie die Wörter Wasser, Wind und Sand. Der gezeichnete Strudel sei hierbei interpretationsbedürftig, da er sich auf die Bewegung aller drei Materiearten beziehen könne.

162	I: Ihr könnt euch mal vorstellen, ihr arbeitet jetzt in einer Werbeagentur. Und ihr sollt ein Symbol oder ein Logo für die Strömung entwerfen. Wie würde das aussehen? Malt mir das mal bitte auf.
174	B2: Wir machen so ein Strudelding .
175	B1: Ja, aber du musst ja trotzdem sagen, für was du werben willst.
177	I: Wir wollen für Strömung werben.
178, 180, 182, 184	B2: Wir machen so ein Strömungs-Strudel-Ding . Dann machst du das so einen Kreis und dann machst du oben die verschiedenen Elemente. Denn es gibt ja auch so Sandstrudel-Dinger . Treibsand ist ja auch nichts anderes, als dass der Sand sich so wegdreht und du einsinkst. Oben machen wir so in der Mitte ein Strudelding , Strömungsding . An der Seite machen wir die Elemente des Wassers , der Luft und des Sandes . Und wir verpacken das dann schön zeichnerisch und schreiben auf, wo meinetwegen so Strömung ist. Ich kann mal die Ideen aufschreiben. Du kannst das (unv.) schon setzen.
185, 187	B1: Also dann Strömungen und dann willst du sozusagen durch die Mitte sozusagen so einen Wirbelsturm , oder? Und Elemente würde ich nur Wasser und Wind nehmen. Willst du halt wirklich Sand noch dazu nehmen?
188	B2: Ja, wir wollen zeigen, wie vielseitig unsere Strömung sein kann.
189	B1: Ok, aber wie willst du die denn darstellen. Einfach einen Sandhaufen?
190	B2: Du machst eine Wolke mit einem Gesicht, die so pustet .
193	I: Das muss ja nicht super schön, nur dass nur dass man eure Ideen hat.
244	B2: Ich male hier noch Wasser . Ich male hier Wasser , du kannst da Wind oder Sand malen.
245	B1: Wind haben wir doch jetzt schon
246	B2: Nein, das ist generelle Strömung. Wir brauchen jetzt hier noch Wind .
247	I: Ja, die Wolke, die Wind pustet.
248	B2: Ich male hier mal unsere Pyramide.
254	I: Also, wir haben ein rundes Logo, Strömung steht oben drüber. In der Mitte ist ein Wirbelsturm oder ein Wasserstrudel .
255	B2: Das ist eben die Frage.
256	B1: Das ist die Frage.
257	B2: Das kann man ja anhand unserer Elemente entscheiden.
258	I: Deswegen habt ihr außen rum: Wasser, Wind und Sand. Das heißt, mit jedem Element kann diese Verwirbelung stattfinden.
259	B1: Exakt.

Auch in ihrer Definition wird deutlich, dass Strömungen nicht nur auf Wasser und Luft beschränkt sind, denn die Definition hält ihre Aussage offen, da die Befragten neben Wind und Wasser auch noch von anderen Massen sprechen.

310 I: So, dann lest mal einmal vor.

311 B2: Strömung beschreibt die Bewegung von Massen in eine gerichtete Richtung. **Hierbei ist es egal, ob es Windmassen, Wassermassen oder andere sind.** Strömung bewegt bzw. transportiert meist andere Objekte von A nach B als Nebeneffekt. Zu finden ist sie z. B. in Flüssen, Meeren oder als Wind.

Ein weiteres Merkmal einer Strömung ist, dass nicht jede Materie strömen kann. Die Befragten nennen einige Beispiele, die als Gruppe als zweites Merkmal einer Strömung im Begriffssystem der Befragten nachgezeichnet werden.

Tab. 149: Kategorie J2A-SG-M1 zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Nur bestimmte Materie strömt, dazu zählen Wasser, Luft, Vögel und Sand.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten zur Beschreibung einer Strömung eine ganz bestimmte Materiesorte heranziehen. Sie wird auch kodiert, wenn sie Beispiele für Strömungen, die das Vorhandensein einer bestimmten Materiesorte implizieren, z. B. einen Wirbelsturm, der das Vorhandensein von Luft impliziert.
Ankerbeispiele	„Ja, Windströmung gibt es halt auch, stimmt.“ (J2A, P. 140) „Man könnte übertragen im Sinn von einer Strömung der Vögel sprechen oder von einer Windströmung, die man hier nicht sieht.“ (J2A, P. 135)
Kodierte Textpassagen	J2A, P. 128, 131, 135, 139, 140, 144, 146, 148, 150, 152, 154, 156, 157, 160, 178, 180, 182, 184, 185, 187, 244, 311, 313, 315, 316, 320

Beide Personen sprechen darüber hinaus häufig von Richtungen, die bei einer Strömung eine Rolle spielen. So bewege sich etwas bei einer Strömung von A nach B.

132 I: Ja, und was findet ihr an Strömung interessant? Findet ihr da überhaupt was interessant dran?

133 B2: Wie die Strömung letztendlich Lebewesen hilft, **von A nach B** zu kommen. Und wie sie doch wichtig für Lebensraum ist und auch für den Fluss.

136 B1: Das ist halt eine Bewegung der Masse. Bei einer Strömung findet eine Bewegung **von A nach B** statt.

Ob sich die Richtung während der Strömung ändern kann oder nicht und ob eine lineare Bewegung gemeint ist, ist strittig. An einigen Stellen im Gespräch unterscheiden sie zwischen Strömungen, die in eine bestimmte Richtung gehen und zwischen einem Strudel bzw. Sog, der in einer Kreisform gerichtet sei.

290 I: Jetzt habe ich schon verschiedene Worte schon gehört von euch: Sog, Strudel, Strömung. Ist das für das Gleiche? Beschreibt es dasselbe Wort? Beschreibt das alles Strömungen oder habt ihr andere Synonyme dafür.

291 B2: **Also für mich ist Strömung etwas, was in eine Richtung geht**, wie z. B. beim Fluss oder einer Windrichtung. **Und bei einem Strudel ist das, was in einer Kreisform gerichtet ist.**

293 I: Also wäre das für euch nicht dasselbe?

294 B2: Strudel und Strömung wäre nicht das Gleiche. **Da wäre eher Sog und Strudel ein Synonym**, würde ich sagen.

Auch schon bei der anfänglichen freien Kategorisierung der Bilder erzeugen Hans und Franz die Kategorie der Strömungen und Strudel, sie trennen also zwischen diesen beiden Begriffen.

99, I: Und dann haben wir hier Bild 17, 16, 15, 14 und 1. Unter was für einen Ober-
103 begriff habt ihr euch das ausgesucht?

104, B1: **Strömungen und Strudel.**
106

An anderen Stellen im Gespräch werden Strudel und Söge aber auch als Beispiele für Strömungen herangezogen. Und auch bei der Erstellung des Logos wird ein strudelartiges Gebilde gezeichnet.

149 I: Sind euch schon mal Strömungen begegnet, die man auf den Bildern nicht sehen kann oder die auf keinem der Bilder drauf sind? Wie sahen die Strömungen denn aus, die ihr dort schon mal gesehen habt? Hast du schon mal eine Strömung selbst erzeugt?

150 B1: Halt im Waschbecken, wenn man den Stöpsel gezogen hat. Dann hat man ja einen **Sog**, den man entstehen lässt.

162 I: Ihr könnt euch mal vorstellen, ihr arbeitet jetzt in einer Werbeagentur. Und ihr sollt ein Symbol oder ein Logo für die Strömung entwerfen. Wie würde das aussehen? Malt mir das mal bitte auf.

174 B2: Wir machen so ein **Strudelding**.

175 B1: Ja, aber du musst ja trotzdem sagen, für was du werben willst.

177 I: Wir wollen für Strömung werben.

178, B2: Wir machen so ein **Strömungs-Strudel-Ding**. Dann machst du das so einen
180, Kreis und dann machst du oben die verschiedenen Elemente. Denn es gibt ja
182, auch so **Sandstrudel-Dinger**. Treibsand ist ja auch nichts anderes, als dass der
184 Sand sich so wegdreht und du einsinkst. Oben machen wir so in der Mitte ein **Strudelding, Strömungsding**. An der Seite machen wir die Elemente des Wassers, der Luft und des Sandes. Und wir verpacken das dann schön zeichnerisch und schreiben auf, wo meinetwegen so Strömung ist. Ich kann mal die Ideen aufschreiben. Du kannst das (unv.) schon setzen.

Letztlich setzt sich in Gespräch allerdings durch, dass eine Strömung eher als etwas anzusehen ist, dessen Bewegung linear verläuft, nicht jedoch im Kreis. Wie beim Fluss sind

zwar geringe Abweichungen anscheinend erlaubt, allerdings eben keine Bewegung im Kreis, da sie vom Begriff des Strudels bzw. Sogs gefasst wird.

295	I: Fällt euch denn ein anderes Synonym für Strömung ein?
296	B2: Einseitige Bewegungsrichtung.
297	I: Einseitige Bewegungsrichtung, ok. Wie würdest du denn jemandem erklären, der keine Ahnung von Strömung hat, was das ist? Habt ihr eine Definition? Also ich würde mich tatsächlich freuen, wenn ihr mir eine Definition aufschreiben würdet, also vielleicht auf der Rückseite eures Logos.
300	B1: Strömung ist Bewegung einer Masse in eigentlich ja nur eine Richtung. Also Strömung zieht ja nur in eine Richtung hin.
301	B2: Hm (bejahend).
302, 304, 306	B1: Und vorzufinden ist es z. B. in einem Fluss. Wir können ja schreiben, was es bewirkt und wo du es findest. Es ist ja Bewegung einer Masse, die nur in eine Richtung verläuft. Aber Windmassen, Wassermassen, was gibt es denn noch? Wir können ja noch schreiben, wo man es finden kann. Strömung findet man in Flüssen.

310	I: So, dann lest mal einmal vor.
311	B2: Strömung beschreibt die Bewegung von Massen in eine gerichtete Richtung. Hierbei ist es egal, ob es Windmassen, Wassermassen oder andere sind. Strömung bewegt bzw. transportiert meist andere Objekte von A nach B als Nebeneffekt. Zu finden ist sie z. B. in Flüssen, Meeren oder als Wind.

Ferner sprechen Hans und Franz bei Strömungen von Massen, die sich bewegen. Nicht nur Einzelteile, sondern vieles bewege sich als Masse gemeinsam.

136	B1: Das ist halt eine Bewegung der Masse. Bei einer Strömung findet eine Bewegung von A nach B statt.
137	B2: Und sie muss messbar sein, dann können wir von Strömung reden.

310	I: So, dann lest mal einmal vor.
311	B2: Strömung beschreibt die Bewegung von Massen in eine gerichtete Richtung. Hierbei ist es egal, ob es Windmassen, Wassermassen oder andere sind. Strömung bewegt bzw. transportiert meist andere Objekte von A nach B als Nebeneffekt. Zu finden ist sie z. B. in Flüssen, Meeren oder als Wind.

284	I: Ok, wenn ich dich richtig verstanden habe, meinst du das auch mit dem Stein, oder? Weil sich der Stein ja auch, wie du sagtest, nicht bewegt.
285	B2: Ja, mehr oder weniger, aber ich find ein See ist immer noch zu bewegungslos. Denn auch im See können halt Soge entstehen und sowas.
286	B1: Aber da muss ja auch was drauf einwirken, also z. B. Wind oder so, es muss ja irgendwas stattfinden.

- 287 B2: Ja, aber da haben wir ja auch **das Erwärmen von Massen**, von warm und kalt und sowas. Und ich glaub, da kann auch irgendwie dann ein Strudel entstehen, ich weiß es nicht.

Diese Interpretation wird vor allem im folgenden Textabschnitt deutlich, in dem die Befragten sich überlegen sollen, wie sie eine Strömung aufhalten können. Dort geben sie an, dass die Wassermassen sich immer weiter aufbauen. Es komme immer mehr Wasser bei einem Tsunami oder bei einem Strudel dazu, sodass es sich gemeinsam bewegt.

- 333 I: Wie auf Bild 17: Glaubt ihr, man kann das nicht aufhalten?

- 334 B2: Nein, das probieren die auch mit den Tsunamiwellen. Die probieren sie vorherzusagen und sowas. Die entstehen ja meistens durch Erdbeben. Dass sich so bewegt, dass die **Wassermassen** sich immer mehr aufbauen. Und da probiert man ja sowas vorherzusagen, aber meistens ist die Konsequenz daraus, dass die Menschen ja auch nur fliehen können und sowas. Wenn man solche Naturphänomene sehr schwer aufhalten kann, dann müsste man ja irgendwie die **Wassermassen**, die sich aufbauen, so stoppen können.

- 335 B1: Riesenwellenbrecher.

- 336 B2: Wenn man sich das vorstellt, dass es eben an so eine Wand klatscht, das Wasser dann so runter und dann eben zurückläuft und ohne Nebenwirkung. Und dementsprechend, glaub ich, ist es sehr schwer solche Wellen und Bewegungen, die sich erstmal aufbauen, zu stoppen. Auch bei so einem Strudel, das ist ja eine Bewegung des Wassers, die im Kreis ist und sich immer mehr aufbaut, weil immer mehr **Masse** dazu kommt und somit der Strudel größer werden kann. Und um das aufzuhalten, müsste man ja eine Gegenbewegung starten, um die **Wassermassen** zu beruhigen. Und ich glaube, das ist unmöglich teilweise.

Damit lässt sich als weiteres Merkmal festhalten, dass sich bei einer Strömung die Materie gemeinsam in eine bestimmte Richtung bewegt.

Tab. 150: Kategorie J2A-SG-M2 zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Bei einer Strömung handelt es sich um eine kollektive Bewegung in eine Richtung.
Beschreibung	Diese Kategorie wird gebildet, wenn sie Befragten erläutern, dass sich bei Strömungen die Materie stets in eine ganz bestimmte Richtung bewegt und dass die Materie der Richtung gemeinsam, also kollektiv folgt.
Ankerbeispiele	„Strömung beschreibt die Bewegung von Massen in eine gerichtete Richtung.“ (J2A, P. 311)
Kodierte Textpassagen	J2A, P. 136, 287, 291, 296, 300, 302, 304, 306, 311, 334, 336

Auch ist den Befragten scheinbar wichtig, dass eine Strömung messbar sein müsse, erst dann könne man davon sprechen. Damit ist scheinbar die Menge der Materie gemeint, die sich bewegt, denn die Befragten sprechen stets von Massen, die sich bewegen, womit nicht die physikalische Einheit, sondern eine umgangssprachliche Formulierung (für eine große Menge) gemeint zu sein scheint.

136 B1: Das ist halt eine **Bewegung der Masse**. Bei einer Strömung findet eine Bewegung von A nach B statt.

137 B2: **Und sie muss messbar sein, dann können wir von Strömung reden.**

310 I: So, dann lest mal einmal vor.

311 B2: Strömung beschreibt die Bewegung **von Massen** in eine gerichtete Richtung. Hierbei ist es egal, ob es **Windmassen**, **Wassermassen** oder andere sind. Strömung bewegt bzw. transportiert meist andere Objekte von A nach B als Nebeneffekt. Zu finden ist sie z. B. in Flüssen, Meeren oder als Wind.

333 I: Wie auf Bild 17: Glaubt ihr, man kann das nicht aufhalten?

334 B2: Nein, das probieren die auch mit den Tsunamiwellen. Die probieren sie vorherzusagen und sowas. Die entstehen ja meistens durch Erdbeben. Dass sich so bewegt, dass die **Wassermassen** sich immer mehr aufbauen. Und da probiert man ja sowas vorherzusagen, aber meistens ist die Konsequenz daraus, dass die Menschen ja auch nur fliehen können und sowas. Wenn man solche Naturphänomene sehr schwer aufhalten kann, dann müsste man ja irgendwie die **Wassermassen**, die sich aufbauen, so stoppen können.

Damit lässt sich als weiteres Merkmal einer Strömung festhalten, dass erst eine gewisse Intensität der Bewegung erreicht sein muss, ab der man von einer Strömung sprechen kann.

Tab. 151: Kategorie J2A-SG-M3 zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Strömungen zeichnen sich durch eine gewisse Intensität aus.
Beschreibung	Diese Kategorie wird gebildet, wenn die Befragten deutlich machen, dass eine Bewegung erst ab einer bestimmten Menge als Strömung bezeichnet werden kann, bzw. eine Strömung das Vorhandensein großer Mengen von Materie impliziert. Sie wird auch kodiert, wenn die Befragten eine Messbarkeit der Bewegung fordern, damit diese Bewegung einer Strömung zugeordnet werden kann.
Ankerbeispiele	„Und sie muss messbar sein, dann können wir von Strömung reden.“ (J2A, P. 137)
Kodierte Textpassagen	J2A, P. 136, 137, 311, 334

Zuletzt wird im Gespräch deutlich, dass für Hans und Franz Strömungen auch mit einer Wirkung verbunden sind. Insbesondere in ihrer Definition sprechen sie davon, dass Objekte als Nebeneffekt einer Strömung von einem Ort zum anderen transportiert werden.

138 B1: Ich finde, Bild 6 würde auch zu der Strömung passen, denn eine Strömung oder halt auch **Wellen tragen ja immer Land ab** und verkleinern das und tragen das an andere Orte hin. **Und da entstehen auch z. B. diese Sandbänke.**

310 I: So, dann lest mal einmal vor.

311 B2: Strömung beschreibt die Bewegung von Massen in eine gerichtete Richtung. Hierbei ist es egal, ob es Windmassen, Wassermassen oder andere sind. Strömung bewegt bzw. **transportiert meist andere Objekte** von A nach B als Nebeneffekt. Zu finden ist sie z. B. in Flüssen, Meeren oder als Wind.

Die Wirkung einer Strömung scheint für die Befragten recht ausgeprägt zu sein, offenbar so sehr, dass sie eine Strömung mit einer Gefahr verbinden.

125 I: Ja, schön. Das sind eure Kategorien, die ihr euch gedacht hattet. Gut, wenn ich jetzt mir mal was raussuche. So, wir nehmen noch die 6 noch mit dazu, was ihr unter Strömung und Strudel gebracht habt. Das wäre auch der Begriff, den ich euch irgendwie jetzt erstmal ans Herz legen möchte, den Begriff der Strömung. Was verbindet ihr mit Strömung?

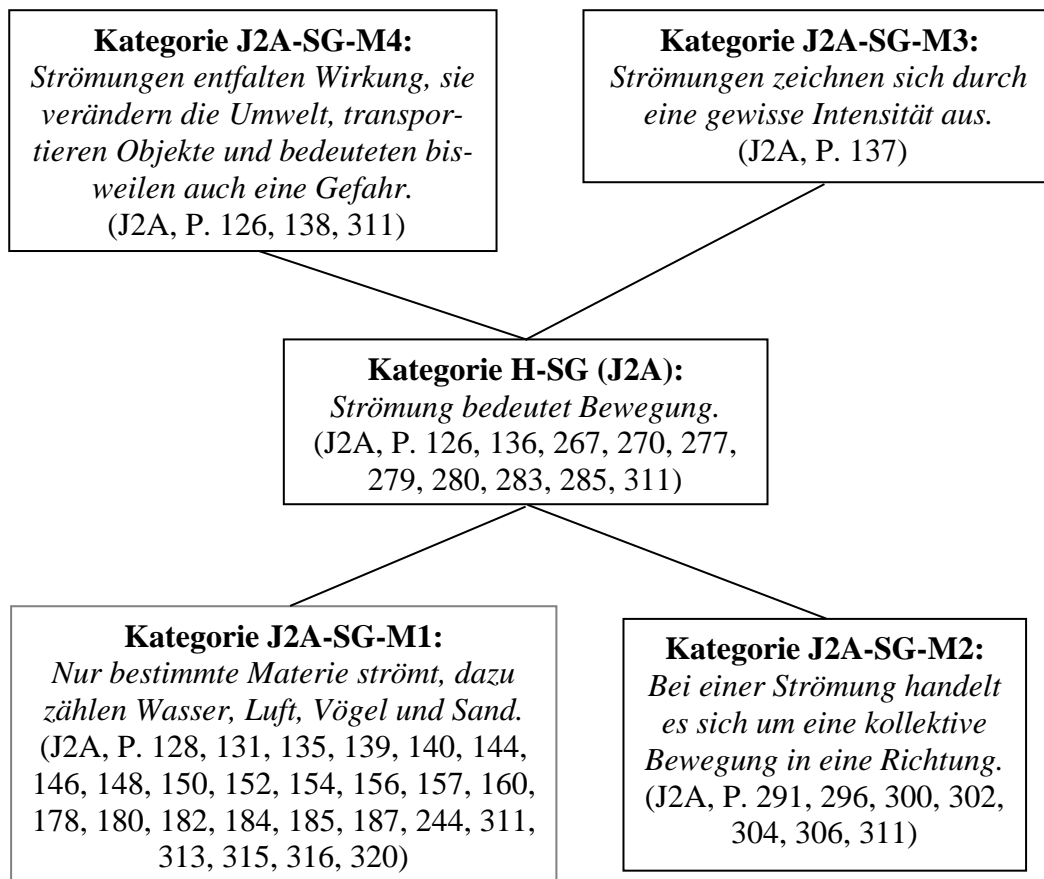
126 B2: Bewegung, **Gefahr**.

Demnach lässt sich aus dem Gespräch das letzte Merkmal einer Strömung rekonstruieren: Eine Strömung entfaltet Wirkung und initiiert Veränderung. Bisweilen wird sie dadurch als Gefahr wahrgenommen.

Tab. 152: Kategorie J2A-SG-M4 zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Strömungen entfalten Wirkung, sie verändern die Umwelt, transportieren Objekte und bedeuteten bisweilen auch eine Gefahr.
Beschreibung	Diese Kategorie wird gebildet, wenn die Befragten deutlich machen, dass Strömungen eine Wirkung auf ihre Umwelt entfalten können und anderen Objekten ihre eigene Bewegung aufzwingen. Auch wird diese Kategorie kodiert, falls die Befragten eine Strömung als gefährlich ansehen.
Ankerbeispiele	„Strömung bewegt bzw. transportiert meist andere Objekte von A nach B als Nebeneffekt.“ (J2A, P. 311)
Kodierte Textpassagen	J2A, P. 126, 138, 311

Auf Basis der gebildeten Kategorien wird im Folgenden ein Kategoriennetzwerk erzeugt, das als Zusammenfassung der Analysen zur Begriffsbildung von Strömungen im Interview J2A angesehen wird.



22.1.9 Interview J3A

Anhand von Auszügen aus dem Transkript des Interviews J3A wird im Folgenden die Begriffsbildung im Bereich Strömungen der befragten Personen Hanni und Nanni (Codennamen) rekonstruiert. Auch im Gespräch mit Hanni und Nanni spielt der Bewegungsaspekt für eine Strömung eine zentrale Rolle. Bei der Umschreibung für eine Strömung im Rahmen einer gegebenen Definition bzw. eines Synonyms wird von einer sich bewegenden Masse gesprochen.

181 I: Ok, würdet ihr denn ein Synonym oder eine Umschreibung finden für Strömung? Und dann im selben Zusammenhang: Wie würdet ihr denn jemandem erklären, was eine Strömung ist?

182 B1: Ist vielleicht sowas wie eine **bewegende** Masse.

183 I: Ihr könnt euch ja vielleicht eine kurze Definition überlegen, die ihr mir aufschreiben könntet.

186 B1: Eine sich in die gleiche Richtung **fortbewegende** Masse.

Bei der Erstellung des Logos wird als besonders wichtig erachtet, dass durch die Betrachtung des Logos eine Bewegung wahrgenommen wird.

154, I: Gut, dann stellt euch doch mal vor, ihr seid jetzt Mitarbeiter in einer Werbe-
156 agentur. Ihr sollt ein Symbol oder ein Logo für Strömungen erfinden. Wie würde das aussehen? Und dann tut ihr mir den Gefallen und malt das auf. Es muss kein künstlerisches Meisterwerk sein, nur so eine ungefähre Überlegung, wie das aussehen könnte.

157 B2: Man muss in dem Symbol irgendwie sehen, dass es was mit **Bewegung** zu tun hat.

158 B1: Ich hätte jetzt sonst einfach einen Fluss gezeichnet mit Pfeilen in eine Richtung. Das denke ich nicht als Symbol für eine bestimmte Marke oder als Werbeagentur finde ich das...

161 B2: (Lacht).

168 B1: Ja, ich denke so in etwa.

171 I: Ja, also im Prinzip würdet ihr sagen, dass so ein Symbol oder ein Logo für Strömung eine Welle beinhalten muss. Eine Welle soll das sicherlich sein, ja?

172 B1: Ja... (unterbrochen).

173 I: Die symbolisiert, dass der Strom in eine Richtung geht.

174 B1: Genau, ich denke vor allem, dass alles in eine Richtung geht. Das ist für mich das Wichtige.

175 B2: Und dass da **Bewegung** drin ist.

Beim Finden eines Gegenteils beziehen sich beide ebenfalls auf Bewegung. Die erste Befragte macht dies explizit. Sie sagt aus, bei einer Strömung gehe es um Bewegung, daher sei das Gegenteil etwas Ruhiges, Stilles, was sich nicht bewegt. Die andere Befragte

pflichtet bei, sagt aber auch, dass es noch andere Aspekte gebe, die bei der Findung des Gegenteils zu berücksichtigen seien.

176 I: Überlegt, was für euch das Gegenteil von Strömung ist. Und ob es vielleicht noch eine Umschreibung gibt für Strömung.

177 B2: Das Gegenteil von Strömung?

178 B1: Ja, **da es bei Strömung auch um Bewegung** geht, denk ich, dass es irgendwas **Ruhiges, Stilles** ist, **was sich nicht bewegt**. Ich denke jetzt an einen Teich oder einen See, wo sich das Wasser nicht bewegt oder sowas Ruhiges. Das ist für mich so das Gegenteil einer Strömung. Dass halt einfach alles ruhig ist.

179 I: Und was glaubst du?

180 B2: **Also an sich halt auch, dass es ruhig ist**, aber das ist jetzt genauso wie "Fenster ist das Gegenteil von Tür", „See ist das Gegenteil von einer Strömung“. Denn wir haben ja auch Strömung als im Wasser definiert und dann weiß ich nicht, wie man da so genau das Gegenteil findet. Weil es ja auch irgendwie das Gegenteil von Wasser sein muss, wenn man wirklich das Gegenteil von Strömung sucht so.

Damit lässt sich als erstes Merkmal aus dem Gespräch der Bewegungsaspekt einer Strömung rekonstruieren.

Tab. 153: Kategorie H-SG (J3A) zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Strömung bedeutet Bewegung.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn Befragte Strömungen mit dem Terminus Bewegung oder dem korrespondierenden Verb beschreiben. Sie wird auch kodiert, wenn die Interviewten mit anderen Termini (z. B. fließen) deutlich machen, dass sich für das Vorhandensein einer Strömung Materie im Ort fortbewegt oder mit Blick auf das Gegenteil erläutern, dass es sich hierbei um etwas Statisches handelt.
Ankerbeispiele	„Ja, letztlich ist es ja eine fortlaufende Bewegung, die angestoßen wird durch Energie.“ (J5A, P. 669) „Es ist ja letztlich immer eine fortlaufende Bewegung.“ (J5A, P. 685).
Kodierte Textpassagen	J3A, P. 157, 175, 178, 180, 182, 186

Die Beschreibung des Gegenteils zeigt bei der zweiten Person auf, dass es für sie bei einer Strömung nicht nur um Bewegung geht. Auch die Materie, die sich bewegt, ist von Bedeutung, um die Bewegung als Strömung klassifizieren zu können. Die Probandin spricht von Wasser. Daher sei als Gegenteil einer Strömung nicht nur Bewegungslosigkeit zu nennen, sondern man müsse auch ein Gegenteil für Wasser finden.

176 I: Überlegt, was für euch das Gegenteil von Strömung ist. Und ob es vielleicht noch eine Umschreibung gibt für Strömung.

177 B2: Das Gegenteil von Strömung?

178 B1: Ja, da es bei Strömung auch um Bewegung geht, denk ich, dass es irgendwas Ruhiges, Stilles ist, was sich nicht bewegt. Ich denke jetzt an einen **Teich** oder

einen **See**, wo sich das **Wasser** nicht bewegt oder sowas Ruhiges. Das ist für mich so das Gegenteil einer Strömung. Dass halt einfach alles ruhig ist.

179 I: Und was glaubst du?

180 B2: Also an sich halt auch, dass es ruhig ist, aber das ist jetzt genauso wie "Fenster ist das Gegenteil von Tür", „See ist das Gegenteil von einer Strömung“. Denn wir haben ja auch **Strömung als im Wasser definiert** und dann weiß ich nicht, wie man da so genau das Gegenteil findet. Weil es ja auch irgendwie das **Gegenteil von Wasser** sein muss, wenn man wirklich das Gegenteil von Strömung sucht so.

Im Gespräch besitzt Wasser als strömende Materie eine starke Dominanz. Direkt bei den ersten Assoziationen mit dem Begriff Strömung nennen die Befragten verschiedene Varianten bewegten Wassers, z. B. einen Fluss oder eine Gegenstromanlage in einem Pool. Dennoch merkt eine der Befragten an, dass eine Strömung auch metaphorisch genutzt werden könne.

111 I: Habt ihr Strömung schon mal gehört? Was verbindet ihr mit Strömung?

112 B2: Ja, also eigentlich so ein **Fluss** oder so ist ja immer eine Strömung in eine Richtung. Aber das gibt es ja auch im Kreis oder so. Das würde ich dann mit dem Bild in Verbindung bringen. Weil ich denke, dass dadurch auch sowas entstanden ist wie eine Strömung.

113 I: Was verbindet ihr mit Strömung? Was ist für euch die Strömung schlechthin? Wenn ihr an Strömung denkt, was fällt euch sofort dazu ein, so: „Boah, das ist eine Strömung“.

114 B1: Eigentlich **erst an einen Fluss** oder so, wo halt automatisch eine Strömung ist. Wenn man sich reinlegt, dass man in eine Richtung treibt. Da denke ich als erstes dran, wenn ich Strömung höre. Dann habe ich an so eine **Anlage im Pool** gedacht. **Die hat auch so eine Strömung, damit man auch im Pool schwimmen kann.** Das hätte ich so als erstes mit Strömung verbunden.

115 I: Und du?

116 B2: Also, an sich **auch im Fluss** halt die Strömung. Aber wenn es nicht unbedingt um Wasser geht, dann kann man **Strömung ja auch metaphorisch** verwenden.

117 I: Ja.

118 B2: Dass sozusagen alles so in eine Richtung geht.

Der Fokus auf Wasser und die Öffnung des Begriffs, so wie es die zweite Befragte vorschlägt, findet sich auch in den Zuordnungen der Bilder zum Begriff wieder. Bei Wasser sind die Befragten schnell für die Zuordnung zum Strömungsbegriff. Aber sie nennen auch andere Materie, die sie mit einer Strömung verbinden: Vögel, die sich bewegen. Sie sprechen im Anschluss mit Blick auf Strömungen von einer Bewegung einer großen Menge von Wasser oder von Tieren. Später wird dies erweitert, indem auch ein Menschenstrom genannt wird. Bemerkenswert ist, dass sie Wind ausschließen. Aus ihrer Sicht handele es sich bei Wind um keine Strömung.

125, I: Das ist ok. Wenn ihr jetzt den Begriff Strömung gehört habt, welche Bilder
127 würdet ihr denn dann jetzt dem Begriff dann noch zuordnen? Findet ihr da noch

	irgendwas, was da für euch dazu passen würde und warum?
128	B1: Das ist Bild 20 auf jeden Fall wegen des Flusses . Wir haben ja schon darüber geredet, dass da im Fluss eigentlich immer eine Strömung ist.
131	B2: Die Vögel strömen in eine Richtung .
132	B1: Ja, Bild 13 vielleicht auch noch.
133	I: Was sind denn sonst noch Gemeinsamkeiten? Was glaubt ihr, muss erfüllt sein, damit man von einer Strömung sprechen kann?
134	B1: Ich denke, das ist, wenn eine große Menge, zum Beispiel Wasser oder Tiere, in eine bestimmte Richtung gehen . Das Wasser fließt in eine bestimmte Richtung. Die Vögel fliegen. Weil es eine große Menge ist. Wenn jetzt nur einer oder ein bisschen Wasser in eine Richtung fließt, würde ich nicht direkt von einer Strömung reden. Ich finde, das ist was Größeres.
135	B2: Ja.
137	I: Warum habt ihr die anderen Bilder nicht da zugeordnet, z. B. Bild 4 oder Bild 6? Warum ist das für euch keine Strömung?
138	B2: Das hat ja was mit Wind zu tun. Und wir haben ja schon gesagt, dass Strömung in eine Richtung geht und Wind ändert ja seine Richtung. Deswegen hätte ich das da nicht zugeordnet.
139	B1: Ich denke auch bei Strömung immer als erstes ans Wasser vor allem. Na gut, Wind strömt oder fliegt an sich auch, aber ich denke da nicht direkt an eine Strömung. Wenn es jetzt ein starker Wind ist, dass ich dann sag: "Oh, das ist aber eine Strömung jetzt! (lacht).
140	B2: (Lacht).
141	B1: Das finde ich ein bisschen komisch. Deswegen dann eher im Wasser, dass es da eine Strömung gibt. Der Wind weht und strömt nicht , deswegen. Und die Bilder verbinde ich jetzt auch halt eher mit Wind, deswegen würd ich da nicht Strömung sagen.
142	I: Sind euch denn ansonsten Strömungen begegnet, die man nicht auf den Bildern sieht? Und wenn ja, wie sahen die aus?
143	B2: Es gibt ja so einen Menschenstrom , wenn alle in eine Richtung gehen, ist ja so ähnlich wie die Vögel.

Im Laufe des Gesprächs öffnen die Befragten den Begriff weiter und zählen kurzzeitig auch die Bewegung von Autos auf der Autobahn zu einer Strömung. Allerdings zweifeln sie im selben Atemzug ihre Einschätzung an und nehmen sie wieder zurück.

151	I: Aber sonst per se begegnet sind euch Strömungen noch nicht so oft?
152	B2: Also im Wasser halt, wenn man im Fluss baden geht, aber sonst...
153	B1: Ich weiß nicht, ob man das auf einer Autobahn als eine Strömung bezeichnen kann, wenn da ganz viele Autos in eine Richtung fahren . Also ich finde, auch eher nicht. Sonst im Wasser halt und sonst eigentlich eher nicht.

Daher lässt sich als zweites Merkmal einer Strömung nachzeichnen, dass nicht jede Materie aus der Sicht der Befragten zu einer Strömung fähig ist. Hierzu fähige Materie sind Wasser, viele Tiere (z. B. Vögel) und Menschen. Wind wird von den Befragten ausgeschlossen und die Bewegung von Autos auf der Autobahn wird von den Befragten zurückgenommen.

Tab. 154: Kategorie J3A-SG-M1 zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Nur bestimmte Materie strömt, dazu zählt vornehmlich Wasser, aber auch Menschen und Vögel.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten zur Beschreibung einer Strömung eine ganz bestimmte Materiesorte heranziehen oder wenn sie Beispiele für Strömungen nennen, die das Vorhandensein einer bestimmten Materiesorte implizieren, z. B. einen Teich, der das Vorhandensein von Wasser impliziert. Sie wird auch kodiert, wenn die Befragten versuchen, mithilfe von Gegenteil das Gegenteil der sich bewegenden Materie auszudrücken.
Ankerbeispiele	„Es gibt ja so einen Menschenstrom, wenn alle in eine Richtung gehen, ist ja so ähnlich wie die Vögel.“ (J3A, P. 143)
Kodierte Textpassagen	J3A, P. 112, 114, 116, 128, 131, 134, 143 152, 178, 180

Im Gespräch mit Hanni und Nanni lässt sich noch ein weiteres Merkmal ausmachen, das für die Befragten offenbar über eine zentrale Bedeutung verfügt. Sie machen eine Strömung sehr häufig an einer Richtung fest, in der sich die besagte Materie bewegt.

183 I: Ihr könnt euch ja vielleicht eine kurze Definition überlegen, die ihr mir aufschreiben könntet.

186 B1: Eine sich **in die gleiche Richtung** fortbewegende Masse.

Bei der Erstellung eines Logos zum Thema Strömungen sei dies für eine der Probandinnen besonders wichtig.

171 I: Ja, also im Prinzip würdet ihr sagen, dass so ein Symbol oder ein Logo für Strömung eine Welle beinhalten muss. Eine Welle soll das sicherlich sein, ja?

172 B1: Ja... (unterbrochen).

173 I: Die symbolisiert, dass der Strom in eine Richtung geht.

174 B1: Genau, ich denke vor allem, dass **alles in eine Richtung geht**. Das ist für mich das Wichtige.

Bei ihren Überlegungen, was zu einer Strömung hinzuzählt, scheinen sie sich sehr häufig zu überlegen, ob sich die fraglichen Objekte in eine bestimmte Richtung bewegen. Aus diesem Grund zählen sie auch die Bewegung von Menschen und Vögeln zu einer Strömung hinzu, sofern sie sich in eine Richtung bewegen.

116 B2: Also, an sich auch im Fluss halt die Strömung. Aber wenn es nicht unbedingt um Wasser geht, dann kann man **Strömung ja auch metaphorisch verwenden**.

117 I: Ja.

118 B2: Dass sozusagen **alles so in eine Richtung geht**.

131 B2: Die Vögel strömen **in eine Richtung**.

132 B1: Ja, Bild 13 vielleicht auch noch.

133 I: Was sind denn sonst noch Gemeinsamkeiten? Was glaubt ihr, muss erfüllt sein, damit man von einer Strömung sprechen kann?

134 B1: Ich denke, das ist, wenn eine große Menge, zum Beispiel Wasser oder Tiere, **in eine bestimmte Richtung gehen**. Das Wasser fließt **in eine bestimmte Richtung**. Die Vögel fliegen. Weil es eine große Menge ist. Wenn jetzt nur einer oder ein bisschen Wasser in eine Richtung fließt, würde ich nicht direkt von einer Strömung reden. Ich finde, das ist was Größeres.

135 B2: Ja.

137 I: Warum habt ihr die anderen Bilder nicht da zugeordnet, z. B. Bild 4 oder Bild 6? Warum ist das für euch keine Strömung?

138 B2: Das hat ja was mit Wind zu tun. Und wir haben ja schon gesagt, **dass Strömung in eine Richtung geht und Wind ändert ja seine Richtung. Deswegen hätte ich das da nicht zugeordnet**.

142 I: Sind euch denn ansonsten Strömungen begegnet, die man nicht auf den Bildern sieht? Und wenn ja, wie sahen die aus?

143 B2: Es gibt ja so einen Menschenstrom, **wenn alle in eine Richtung gehen**, ist ja so ähnlich wie die Vögel.

Bemerkenswert ist, dass sie trotzdem auch eine kreisförmige Bewegung des Wassers zu einer Strömung hinzuzählen, obwohl sie zunächst nur von *einer* Richtung sprechen. Für sie zählt also eine Kreisbewegung trotz ihrer Forderungen an die gleichbleibende Richtung zu einer Strömung hinzu.

111 I: Habt ihr Strömung schon mal gehört? Was verbindet ihr mit Strömung?

112 B2: Ja, also eigentlich so ein Fluss oder so ist ja immer eine Strömung **in eine Richtung. Aber das gibt es ja auch im Kreis** oder so. Das würde ich dann mit dem Bild in Verbindung bringen. Weil ich denke, dass dadurch auch sowas entstanden ist wie eine Strömung.

113 I: Was verbindet ihr mit Strömung? Was ist für euch die Strömung schlechthin? Wenn ihr an Strömung denkt, was fällt euch sofort dazu ein, so: „Boah, das ist eine Strömung“.

114 B1: Eigentlich erst an einen Fluss oder so, wo halt automatisch eine Strömung ist. Wenn man sich reinlegt, **dass man in eine Richtung treibt**. Da denke ich als erstes dran, wenn ich Strömung höre. Dann habe ich an so eine Anlage im Pool gedacht. Die hat auch so eine Strömung, damit man auch im Pool schwimmen kann. Das hätte ich so als erstes mit Strömung verbunden.

115 I: Und du?

Bei der Erzeugung einer Strömung gibt eine Probandin an, dass sie dazu im Pool in eine Richtung gelaufen sei. Die andere Person bestätigt dies und ergänzt, dass sie im Kreis gelaufen sei. Auch hier zeigt sich, dass sie eine Kreisbewegung anscheinend nicht so auffassen, als stünde dies im Konflikt mit ihrer Richtungsbedingung. Insgesamt scheinen sie daher mit ihrem Richtungsaspekt eher eine kollektive Bewegung zu meinen. Bei einer Bewegung in eine Richtung handelt es sich ebenfalls um eine kollektive Bewegung. Umgekehrt gilt dies jedoch nicht, da kollektive Bewegungen auch mit einer Richtungsänderung einhergehen. Wichtig scheint für die Befragten lediglich zu sein, dass etwaige Richtungsänderungen gemeinsam erfolgen.

144 I: Habt ihr denn schon mal Strömungen erzeugt?

145 B2: Im Pool.

146 B1: Ja, im Pool.

147 I: Und wie?

148 B1: Wir **sind in eine Richtung gelaufen**, die ganze Zeit.

149 B2: Ja, im Kreis.

150 B1: Dann hatten wir eine leichte Strömung.

Auch der obige Auszug kann als kollektive Bewegung gedeutet werden, denn die Befragten geben an, dass alles in eine Richtung gehen müssen. Wichtig ist hierbei nicht, dass alle in eine bestimmte Richtung gehen, sondern dass die Bewegung im Kollektiv ausgeführt wird.

142 I: Sind euch denn ansonsten Strömungen begegnet, die man nicht auf den Bildern sieht? Und wenn ja, wie sahen die aus?

143 B2: Es gibt ja so einen Menschenstrom, wenn **alle in eine Richtung gehen**, ist ja so ähnlich wie die Vögel.

Diese Auffassung wird von den Angaben im weiteren Verlauf des Gesprächs untermauert. Dort sollen die Probandinnen sich überlegen, wie eine Strömung aufgehalten werden kann. Eine ihrer Ideen ist es, ungleichmäßige Bewegung auszuführen, um die Strömung zu schwächen. Man solle eben in verschiedene Richtungen gehen um eine Strömung *kaputtzumachen*.

207 I: Ja, was glaubst du?

208 B1: Ich denke auch, man müsste der Strömung entgegenwirken. Also zum Beispiel, dass man in den Fluss auf der anderen Seite viel Wasser reinfließen lässt. Dadurch kann man die Strömung zumindest vielleicht langsamer machen oder schwächer oder zumindest an der Stelle dann stoppen, dass die dann da nicht weiterfließen kann. **Und ich denke, bei kleineren Strömungen kann man die vielleicht auch mit ungleichmäßigen Bewegungen schon schwächer machen, wenn man da irgendwie mal in verschiedene Richtungen geht. Das Wasser in alle Richtungen bewegen**, dadurch kann man dann schon kleinere Strömungen kaputtmachen oder sie schwächer machen.

Im weiteren Verlauf sprechen die Befragten von einer sich bewegenden Masse. Auch dies ist als eine kollektive Bewegung zu interpretieren, da sich eine größere Menge der besagten Materie gemeinsam in eine bestimmte Richtung bewegt.

181	I: Ok, würdet ihr denn ein Synonym oder eine Umschreibung finden für Strömung? Und dann im selben Zusammenhang: Wie würdet ihr denn jemandem erklären, was eine Strömung ist?
182	B1: Ist vielleicht sowas wie eine bewegende Masse.
183	I: Ihr könnt euch ja vielleicht eine kurze Definition überlegen, die ihr mir aufschreiben könntet.
186	B1: Eine sich in die gleiche Richtung fortbewegende Masse.
187	B2: Ja.
188	I: Wenn das eure Definition ist, dann ist das ok. Das ist für euch so eine ganz kurze, knackige Definition.

Daher lässt sich als weiteres Merkmal einer Strömung nachzeichnen, dass es sich bei ihr um eine kollektive Bewegung handelt, die bevorzugt in eine konstante Richtung verläuft.

Tab. 155: Kategorie J3A-SG-M2 zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Bei einer Strömung handelt es sich um eine kollektive Bewegung, die bevorzugt in eine konstante Richtung verläuft.
Beschreibung	Diese Kategorie wird gebildet, wenn die Befragten erläutern, dass sich bei Strömungen die Materie gemeinsam als Masse bewegt und dabei wenige bis keine Richtungswechsel erfolgen.
Ankerbeispiele	„Eine sich in die gleiche Richtung fortbewegende Masse.“ (J3A, P. 186)
Kodierte Textpassagen	J3A, P. 112, 114, 118, 131, 134, 138, 143, 148, 174, 182, 186, 208

Zuletzt spielt für die Befragten bei ihren Klassifizierungen die Menge der Materie eine Rolle, die sich gerichtet und als Masse bewegt. So geben sie an, dass sie deshalb viele Bilder zum Strömungsbegriff zuordneten, da es sich dabei um viel Wasser bzw. viele Tiere gehandelt habe. Strömung sei für sie etwas Größeres.

181	I: Ok, würdet ihr denn ein Synonym oder eine Umschreibung finden für Strömung? Und dann im selben Zusammenhang: Wie würdet ihr denn jemandem erklären, was eine Strömung ist?
182	B1: Ist vielleicht sowas wie eine bewegende Masse .
183	I: Ihr könnt euch ja vielleicht eine kurze Definition überlegen, die ihr mir aufschreiben könntet.
186	B1: Eine sich in die gleiche Richtung fortbewegende Masse .
187	B2: Ja.
188	I: Wenn das eure Definition ist, dann ist das ok. Das ist für euch so eine ganz

kurze, knackige Definition.

133 I: Was sind denn sonst noch Gemeinsamkeiten? Was glaubt ihr, muss erfüllt sein, damit man von einer Strömung sprechen kann?

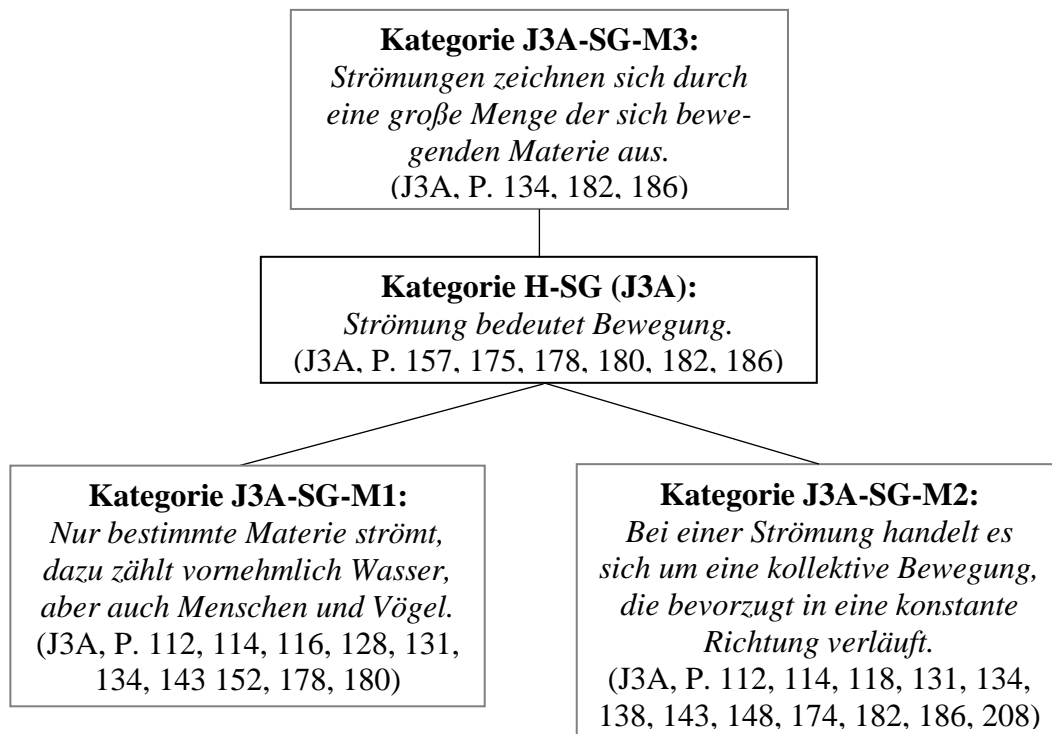
134 B1: Ich denke, das ist, wenn eine **große Menge**, zum Beispiel Wasser oder Tiere, in eine bestimmte Richtung gehen. Das Wasser fließt in eine bestimmte Richtung. Die Vögel fliegen. **Weil es eine große Menge ist. Wenn jetzt nur einer oder ein bisschen Wasser in eine Richtung fließt, würde ich nicht direkt von einer Strömung reden. Ich finde, das ist was Größeres.**

Beim letzten Merkmal von Strömungen handelt es sich damit um eine große Menge, die sich bewegt.

Tab. 156: Kategorie J3A-SG-M3 zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Strömungen zeichnen sich durch eine große Menge der sich bewegenden Materie aus.
Beschreibung	Diese Kategorie wird gebildet, wenn die Befragten erläutern, dass sich bei einer Strömung um eine große Menge, also eine Masse, sich bewegender Materie handelt und dass man bei einer kleinen Menge nicht von einer Strömung sprechen kann.
Ankerbeispiele	„Wenn jetzt nur einer oder ein bisschen Wasser in eine Richtung fließt, würde ich nicht direkt von einer Strömung reden.“ (J3A, P. 134)
Kodierte Textpassagen	J3A, P. 134, 182, 186

Auf Basis der gebildeten Kategorien wird im Folgenden ein Kategoriennetzwerk erzeugt, das als Zusammenfassung der Analysen zur Begriffsbildung von Strömungen im Interview J3A angesehen wird.



22.1.10 Interview J4A

Anhand von Auszügen aus dem Transkript des Interviews J4A wird im Folgenden die Begriffsbildung im Bereich Strömungen der befragten Personen Stephanie und Sebastian (Codennamen) rekonstruiert. Wie auch in allen anderen Interviews ist das Vorhandensein von Bewegung für das Auftreten von Strömungen zentral. Entsprechend benennen Sebastian und Stephanie einen Stillstand als Gegenteil von Strömungen, weil sich bei einer Strömung stets etwas bewege. Während Stephanie als konkretes Beispiel einen ruhenden See nennt, wendet Sebastian ein, dass sich dort unter der Wasseroberfläche durchaus Strömungen befinden können, die jedoch nicht direkt zu sehen seien – beispielsweise dadurch, dass Fische im See schwimmen, die so das Wasser bewegen. Entsprechend sei ein Glas Wasser ohne Kohlensäure, das einfach so dasteht, ein gutes Beispiel für Stillstand und damit für das Gegenteil einer Strömung.

- 126 I: Wir haben hier jetzt ganz viele Beispiele für Strömungen auf den Bildern. Was ist denn für euch das Gegenteil von Strömung?
- 127 B1: **Stillstand.**
- 128 B2: **Wenn sich nichts bewegt. Bei Strömung geht irgendwas, bewegt sich.**
- 129 B1: So ein See.
- 130 B2: Es kann auch unter Wasser Strömungen sein, die man nicht sieht. **Also eher so ein Glas mit Wasser, was einfach so steht.**
- 131 B1: **Auch ohne Kohlensäure.**
- 132 B2: Ich würd jetzt nicht sagen, irgendwas Natürliches. Da ist glaub ich immer irgendwie so Strömung. **Aber so ein Glas Wasser, was einfach steht, ohne Kohlensäure, wo sich nichts bewegt.**
- 133 B: **Wo nichts drin ist. Wenn da Fische drin schwimmen, ist ja auch irgendwie eine Strömung, eine Bewegung zumindest.**

In den Äußerungen der Befragten finden sich stets Verweise auf Bewegung. So sei ein gutes Beispiel für eine Strömung ein mit Wasser gefülltes Glas, dessen Inhalt umgerührt werde. Die resultierende Bewegung sei eine Strömung. Und auch außerhalb von der Materiesorte Wasser beziehen die Befragten Bewegungsaspekte mit ein, indem sie von Menschen oder von Tieren berichten, die zu einem bestimmten Ort rennen oder alle hinter einem Tier herrennen.

- 63 I: Ja, genau. Angenommen, ich weiß gar nicht, was eine Strömung ist, und ihr wollt mir da so ein ganz typisches Beispiel für eine Strömung zeigen.
- 64 B1: Ja, dann würde ich im **Wasserglas umrühren. Die Bewegung, das ist eine Strömung.**
- 113 I: Ok, prima. Sind euch sonst schon mal irgendwo Strömungen begegnet? Irgendwas, was man nicht auf diesen Bildern sieht?
- 114 B1: Ja, in der Innenstadt, wenn es irgendwo irgendwas umsonst gibt, **dann rennen sie da alle hin** und wollen es haben.
- 115 I: Ja, so Menschenstrom, ok.

116 B2: Oder bei Pferden im Herdenverband. **Wenn einer losrennt, rennen alle hinterher.**

117 B1: **Das ist auch wie ein Strom.**

Und auch bei der Zuordnung der Bilder zur Gruppe der Strömungen spielt wahrgenommene Bewegung auf den Bildern eine entscheidende Rolle, ob die Abbildung zu einer Strömung gezählt wird oder nicht. So erklären die Probandin und der Proband, dass bestimmte Bilder nicht zur Gruppe hinzugezählt werden, weil sich dort nichts bewege.

101 B: **Diese vier nicht**, das Zebra und das Haus auch eigentlich weniger. **Da bewegt sich ja in dem Sinne nichts.**

Damit lässt sich Bewegung als erstes Merkmal einer Strömung nachzeichnen:

Tab. 157: Kategorie H-SG (J4A) zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Strömung bedeutet Bewegung.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn Befragte Strömungen mit dem Terminus Bewegung oder dem korrespondierenden Verb beschreiben. Sie wird auch kodiert, wenn die Interviewten mit anderen Termini (z. B. fließen) deutlich machen, dass sich für das Vorhandensein einer Strömung Materie im Ort fortbewegt oder mit Blick auf das Gegenteil erläutern, dass es sich hierbei um etwas Statisches handelt.
Ankerbeispiele	„Ja, letztlich ist es ja eine fortlaufende Bewegung, die angestoßen wird durch Energie.“ (J5A, P. 669) „Es ist ja letztlich immer eine fortlaufende Bewegung.“ (J5A, P. 685).
Kodierte Textpassagen	J4A, P. 64, 101, 114, 116, 117, 127, 128, 130, 131, 132, 133

Zwar handelt es sich bei Bewegung um ein notwendiges, nicht jedoch hinreichendes Merkmal für Strömungen. Gut lässt sich dies daran erkennen, dass trotz wahrgenommener Bewegung bei einigen der fotografischen Abbildungen keine Zuordnung zur Gruppe der Strömungen vorgenommen wird. So habe die Bewegung eines einzelnen Zebras oder die Drehung eines Kreisels in ihren Augen nichts mit einer Strömung zu tun.

103 B2: **Die beiden, die sich bewegen, wären das Zebra und der Kreisel. Aber die haben ja nichts mit Strömung zu tun.** Also das würde ich jetzt nicht darunter verstehen.

An dieser Stelle ist ein Vergleich mit einer bereits dargelegten Textpassage möglich, die einen interessanten Einblick in die Denk- und Erfahrungswelt der Befragten bietet: Offenbar spielt die Anzahl der sich bewegenden Objekte für die Zuordnung zu einer Strömung eine wichtige Rolle. Denn obwohl es sich bei der Bewegung eines einzelnen Zebras nicht um eine Strömung handelt, wird die Bewegung einer Herde – bei der die anderen Tiere einem führenden Tier hinterherlaufen – als Strom bezeichnet.

116 B2: Oder bei **Pferden im Herdenverband. Wenn einer losrennt, rennen alle hinterher.**

117 B1: **Das ist auch wie ein Strom.**

Eine große Anzahl sich bewegendes Objekte in die Nähe einer Strömung zu rücken, findet sich ebenfalls bei einem Vogelschwarm oder einer sich bewegendes Menschenmasse. In Bezug auf letzteres wird als Beispiel ein Ort in einer Stadt genannt, an dem es etwas Kostenloses gibt, sodass sich viele Menschen dorthin auf den Weg machen.

113 I: Ok, prima. Sind euch sonst schon mal irgendwo Strömungen begegnet? Irgendwas, was man nicht auf diesen Bildern sieht?

114 B1: **Ja, in der Innenstadt, wenn es irgendwo irgendwas umsonst gibt, dann rennen sie da alle hin und wollen es haben.**

90 B2: Das Zebra bewegt sich ja auch, aber da **würde ich eher die Vögel als Strom bezeichnen, weil die sich zusammen so bewegen.**

91 B1: Die Vögel haben daraus ja auch einen Vorteil. Das Zebra läuft da allein rum. **Die Vögel fliegen, aber das ist halt einfacher, wenn die im Strom fliegen, weil, wenn man innerhalb von dem Strom ist, dann ist es einfacher da mitzukommen.**

Neben einer großen Anzahl von Pferden, Vögeln oder Menschen sind auch Wasser und Luft Materiesorten, die im Kontext von Strömungen sehr häufig genannt werden.

58 I: Ok, ich gebe euch jetzt mal einen Begriff vor, den habt ihr eben auch schon genannt. Den Begriff Strömung. Was verbindet ihr damit?

59 B1: **Also generell Wasser halt, so die Meeresströmung. Aber, es gibt ja auch so Wind.** Wenn man jetzt am Deich steht, merkt man das ja auch: diese Windströmung, da weht es mal ein bisschen stärker und mal nicht so stark.

60 I: Ja, genau. Wenn ihr mir irgendwie so eine ganz typische Strömung zeigen solltet, was würdet ihr mir da zeigen?

61 B2: **Also generell eine Wasserströmung.** Wenn jetzt **Flut** ist, dann ist die **Strömung eher in Richtung Ufer, in Richtung Strand.**

69 B2: **Es ist die Frage, ob Wind auch eine Strömung ist.**

70 B1: **Ja, eigentlich schon.** Der Kreisel ist ja keine Strömung. Der geht ja nur in die Runde.

71 B2: Das hier hat ja auch eine Strömung. **Der Fluss hat ja auch eine Strömung, in welche Richtung der fließt.**

Dass die Befragten einen Vogelschwarm der Bildergruppe der Strömungen zuordnen, machen sie offenbar daran fest, dass sich die Vögel in Gänze in etwa so wie Wasser verhalten.

93 I: Aber ihr lasst die trotzdem da draußen oder wollt ihr die Vögel noch mit dazu nehmen zu der Strömung?

94 B2: **Das ist ja so ein Großes, das ist ja so wie Wasser, eigentlich.**

95 B1: **Die Vögel würde ich eher dazu packen** als das Zebra.

Doch auch Wasser strömt nicht immer, wenn es sich bewegt. Am Beispiel von Wassertropfen, die sich gerade von einem Ast lösen, machen Stephanie und Sebastian deutlich, dass sie sich unter Strömungen eher etwas Längeres, Gleichbleibendes vorstellen. Auch der Sand, der auf Bild 6 in die Luft gewirbelt wird, stelle für die deshalb keine Strömung dar.

107 B2: **Das ist ja keine Strömung in dem Sinne. Das tropft ja einfach runter**, weil es auf den Boden möchte, das Wasser.

108 B1: Wegen der Schwerkraft.

109 B2: Ja, genau.

110 I: Bei Bild 19, ok. Also Bild 19 nicht und Bild 6 auch nicht.

111 B1: **Bild 6, das ist ja nur keine lang gleichbleibende Strömung, sondern das ist nur eine kurze Strömung. Ich würde mir unter Strömung was anderes vorstellen, als Sand, der nur so hochfliegt.**

112 B2: **Ja, würde ich auch sagen.**

Das Gleichbleibende drückt sich in ihrem Synonym für Strömungen aus: Sie benennen einen Fluss oder das Fließen. Ebenfalls sprechen sie von einer gleichförmigen Bewegung. In Bezug auf die Menschen nennen sie sogar einen Gruppenzwang, der dafür Sorge, dass alle hintereinander herrennen.

134 I: Ja, ok. Habt ihr ein anderes Wort für Strömung? Also ein Synonym? Oder eine Umschreibung, eine ganz kurze? Wo ihr sagen würdet: ja, das hat jetzt dieselbe Bedeutung wie das Wort Strömung.

135 B2: **Fließen oder Fluss. Fluss in dem Sinne, dass da ein Fluss ist, wo Wasser drin ist.**

136 B1: Wenn man das so auf Menschen überträgt, würde ich fast sagen: **Gruppenzwang. Weil, wenn einer dahinfliegt, strömen die anderen meistens immer hinterher.** Das kannst du ja nicht auf die Natur anwenden, das ist halt schwer.

137 I: Ok. Wenn ihr jetzt jemanden erklären solltet – ihr habt jetzt ja schon eine Zeit lang über Strömung nachgedacht – was eine Strömung ist, was wäre eure Erklärung?

138 B1: Also ich würde sagen, so eine **gleichförmige Bewegung** in eine Richtung.

Aus den dargelegten Textpassagen lässt sich zweierlei nachzeichnen. Zum einen gibt es Materiesorten, die von den Befragten häufig mit Strömungen assoziiert werden. Hierbei handelt es sich um Wasser und Luft. Darüber hinaus sind auch Lebewesen in der Lage zu

strömen, sofern sie in großer Zahl vorkommen: eine Pferdeherde, ein Vogelschwarm, Menschenmassen etc. Zum anderen stellen sie sich unter einer Strömung etwas Fließendes vor. Bei Wasser und bei Luft handelt es sich um kontinuierliche Medien, um Flüssigkeiten und Gase, die sich fließend bewegen. Damit Feststoffe sich ähnlich verhalten wie Flüssigkeiten oder Gase, ist ein hoher Zerteilungsgrad nötig. Das heißt, es müssen viele Objekte auftreten, deren Ausmaß klein gegenüber dem Ausmaß der gesamten Bewegung ist. Ist die Bedingung erfüllt, dann stellen sich die Materiesorten als quasi-kontinuierlich dar und ihre Bewegung kommt einem Fließen gleich. Das wird am Vergleich der Befragten zwischen fließendem Wasser und dem Vogelschwarm gut deutlich. Hieran wird deutlich, dass die Befragten als Merkmal einer Strömung, eine fließende, gleichbleibende, also kontinuierliche Bewegung ansehen.

Tab. 158: Kategorie J4A-SG-M1 zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Bei einer Strömung handelt es sich um eine fließende, gleichförmige Bewegung eines entweder kontinuierlichen Mediums (Luft und Wasser) oder einer größeren Anzahl von Objekten (Pferde, Menschen, Vögel).
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten verdeutlichen, dass es sich bei einer Strömung nicht um die Bewegung eines einzelnen Objekts handelt oder die Bewegung von kurzer Dauer ist, sondern erläutern, dass sich bei einer Strömung entweder ein kontinuierliches Medium (Wasser und Luft) über längere Zeit bewegt oder einzelne Objekte (Pferde, Menschen, Vögel) sich in großer Zahl bewegen – auch durch Gruppenzwang bei Menschen – und somit als gleichförmig fließend betrachtet werden können. Sie wird ebenfalls kodiert, wenn die Befragten mittels gegenteiliger Betrachtungen das Gegenteil von Strömungen deutlich zu machen versuchen.
Ankerbeispiele	„Oder bei Pferden im Herdenverband. Wenn einer losrennt, rennen alle hinterher. Das ist auch wie ein Strom.“ (J4A, P. 116, 117)
Kodierte Textpassagen	J4A, P. 59, 61, 69, 70, 71, 90, 91, 94, 95, 107, 111, 112, 114, 116, 117, 135, 136, 138

Zusätzlich lassen sich aus dem Datenmaterial viele Indizien anführen, die darauf hindeuten, dass die Richtung der sich bewegenden Materie von entscheidender Bedeutung ist, um deren Bewegung als Strömung zu klassifizieren oder nicht. Zunächst sprechen die Befragten davon, dass es sich bei einer Strömung um eine Bewegung (von beispielsweise Wasser) handelt, die in eine ganz bestimmte Richtung verläuft.

84 I: So lassen? Ok, dann gucken wir, was dazu gekommen ist. Bild 10, Bild 20, Bild 14, Bild 21, Bild 5 und Bild 16. Also die haben alle was mit Strömung zu tun. Was ist denn das, was denen gemeinsam ist? Was muss erfüllt sein, damit man da von einer Strömung spricht?

85 B2: Ich würde sagen – wenn man jetzt von einer Wasserströmung spricht – **das Wasser geht in eine bestimmte Richtung** durch z.B. Wind.

137 I: Ok. Wenn ihr jetzt jemanden erklären solltet – ihr habt jetzt ja schon eine Zeit lang über Strömung nachgedacht – was eine Strömung ist, was wäre eure Erklärung?

138 B1: Also ich würde sagen, so eine gleichförmige **Bewegung in eine Richtung**.

60 I: Ja, genau. Wenn ihr mir irgendwie so eine ganz typische Strömung zeigen solltet, was würdet ihr mir da zeigen?

61 B2: Also generell eine Wasserströmung. Wenn jetzt Flut ist, dann ist die Strömung **eher in Richtung Ufer, in Richtung Strand**.

Offenbar ist mit ihrer Richtungsmerkmal jedoch nicht gemeint, dass sich die fragliche Materie stets in eine bestimmte Richtung bewegt. Vielmehr scheint wichtig zu sein, dass sich die Materie gemeinsam, also kollektiv bewegt. So fliegen die Vögel in einen Schwarm zwar nicht immer in die gleiche Richtung, allerdings fliegen sie kollektiv. Und auch ein Fluss ändert seine Richtung, wobei das Wasser in Gänze der Richtungsänderung folgt, die durch den Flussverlauf vorgegeben ist.

90 B2: Das Zebra bewegt sich ja auch, aber **da würde ich eher die Vögel als Strom bezeichnen, weil die sich zusammen so bewegen**.

71 B2: Das hier hat ja auch eine Strömung. **Der Fluss hat ja auch eine Strömung, in welche Richtung der fließt**.

86 B1: Wenn das jetzt so ein Hügel ist und das fließt da runter, dann beschleunigt das ja und dann entsteht ja auch eine Strömung. Dann fängt quasi eins so an und der Rest geht halt hinterher. **Also so generell, dass sich etwas zusammen in eine Richtung bewegt**.

146 I: Ok, Bewegung in eine Richtung. Aber der Kreisel dreht sich ja auch die ganze Zeit im Kreis, oder das Zebra läuft ja auch in eine Richtung.

147 B: **Das ist eine Bewegung, wo die anderen quasi mitgehen, also dass es nicht unabhängig voneinander ist**. Der Kreisel dreht sich allein. Wenn der Mensch das macht, hat es ja nichts mit der Natur in dem Sinne zu tun. Das Zebra läuft, weil es was Leckeres zu essen sieht. Aber in der Natur, da passiert es halt einfach so, das lässt sich ja nicht beeinflussen. Das Zebra macht es ja aus einem eigenen Entschluss, dass es dahinläuft. Das hat ja nichts mit Strom in dem Sinne zu tun, weil es windig ist.

Demnach lässt sich festhalten, dass es sich aus der Sicht der Befragten bei einer Strömung um eine Bewegung handelt, die sich durch eine Kollektivität sich bewogender Materie auszeichnet.

Tab. 159: Kategorie J4A-SG-M2 zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Bei einer Strömung handelt es sich um eine kollektive Bewegung.
Beschreibung	Diese Kategorie wird gebildet, wenn die Befragten erläutern, dass sich bei Strömungen die Materie in eine bestimmte Richtung bewegt und deren Bewegung nicht unabhängig voneinander, sondern zusammen, also kollektiv erfolgt.
Ankerbeispiele	„Das ist eine Bewegung, wo die anderen quasi mitgehen, also dass es nicht unabhängig voneinander ist.“ (J4A, P. 147)

Kodierte Textpassagen

In der letztgenannten Textpassage zeigt sich auch eine Verbindung zum eingangs erläuterten Gruppenzwang, der aus ihrer Sicht zu einer Menschenströmung führt, weil sich dann viele Menschen gemeinsam bewegen. Die Befragten erklären, dass es sich bei einer Strömung um eine Bewegung handelt, die nicht unabhängig voneinander erfolgt. Das einzelne Zebra stelle also ebenfalls keine Strömung dar, weil es sich selbst entscheide zu einem bestimmten Ort zu laufen. Aus den Darlegungen wird deutlich, dass bei einer Strömung der freie Wille eingeschränkt wird, denn die Befragten bezeichnen die Bewegungen von Vögeln in einem Schwarm oder von Pferden in einer Herde durchaus als Strömungen. In Bezug auf Menschenmassen nennen sie einen Gruppenzwang. Hieraus wird insgesamt deutlich, dass Strömungsbewegungen andere, individuelle Bewegungstendenzen zu unterdrücken vermögen. Somit wird die Strömungsbewegung auf einzelne Objekte und Lebewesen übertragen und sie bewegen sich mit. Dies geschieht zum Beispiel durch Gruppenzwang, der Vorteile für einzelne Lebewesen verspricht. Hier nennen die Befragten u. a. geringeren Windwiderstand bei der Bewegung der Vögel oder aber kostengünstige Artikel aus dem Laden, die zu einer Strömung von Menschen führen.

146 I: Ok, Bewegung in eine Richtung. Aber der Kreisel dreht sich ja auch die ganze Zeit im Kreis, oder das Zebra läuft ja auch in eine Richtung.

147 B: **Das ist eine Bewegung, wo die anderen quasi mitgehen, also dass es nicht unabhängig voneinander ist.** Der Kreisel dreht sich allein. Wenn der Mensch das macht, hat es ja nichts mit der Natur in dem Sinne zu tun. Das Zebra läuft, weil es was Leckeres zu essen sieht. Aber in der Natur, da passiert es halt einfach so, das lässt sich ja nicht beeinflussen. **Das Zebra macht es ja aus einem eigenen Entschluss, dass es dahinfläuft.** Das hat ja nichts mit Strom in dem Sinne zu tun, weil es windig ist.

136 B1: Wenn man das so auf Menschen überträgt, würde ich fast sagen: **Gruppenzwang. Weil, wenn einer dahinfläuft, strömen die anderen meistens immer hinterher.** Das kannst du ja nicht auf die Natur anwenden, das ist halt schwer.

72 B1: Vögel fliegen doch auch immer mit dieser Strömung, oder nicht? **Die macht sich doch, wie sagt man, so dynamisch, dass sie möglichst wenig Widerstand haben.**

73 B2: **Ja, dass einer vorfliegt und im Windschatten so.**

91 B1: **Die Vögel haben daraus ja auch einen Vorteil.** Das Zebra läuft da allein rum. **Die Vögel fliegen, aber das ist halt einfacher, wenn die im Strom fliegen, weil, wenn man innerhalb von dem Strom ist, dann ist es einfacher da mitzukommen.**

113 I: Ok, prima. Sind euch sonst schon mal irgendwo Strömungen begegnet? Irgendwas, was man nicht auf diesen Bildern sieht?

114 B1: **Ja, in der Innenstadt, wenn es irgendwo irgendwas umsonst gibt, dann rennen sie da alle hin und wollen es haben.**

Aus den Darlegungen lässt sich schließen, dass Strömungen Zwänge ausüben und so die individuelle Bewegung von Objekten und Lebewesen unterdrücken können. Dies geschieht bei Lebewesen durch einen Gruppenzwang, der darauf basiert, dass die Lebewesen einen Vorteil erhalten, wenn sie der von der Strömung vorgegeben Bewegung folgen.

Tab. 160: Kategorie J4A-SG-M3 zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Strömungen haben Wirkung auf unbelebte Materie und Lebewesen. Sie unterdrücken deren Individualität und zwingen ihnen so ihre eigene Bewegung auf.
Beschreibung	Diese Kategorie wird gebildet, wenn sie Befragten erläutern, dass Strömungen eine Wirkung auf unbelebte Materie und Lebewesen entfalten, indem sie deren individuelle Bewegungen unterbinden und ihnen die Strömungsbewegung aufzwingen. Dazu gehört ebenfalls ein Gruppenzwang den Lebewesen auf sich ausüben, sodass sie sich gemeinsam in eine bestimmte Richtung, also strömend, bewegen. Sie wird auch kodiert, wenn die Ursachen für den Gruppenzwang beschrieben werden, z. B. dass es den Lebewesen Vorteile bietet, wenn sie sich gemeinsam bewegen.
Ankerbeispiele	„Wenn man das so auf Menschen überträgt, würde ich fast sagen: Gruppenzwang. Weil, wenn einer dahinfläuft, strömen die anderen meistens immer hinterher.“ (J4A, P. 136)
Kodierte Textpassagen	J4A, P. 72, 73, 91, 113, 114, 136, 147

In Bezug auf das letzte Merkmal zeigen sich Indizien, dass die Lernenden eine Strömung mit einer gewissen Geschwindigkeit verbinden. So führen sie als Beispiele in den meisten Fällen deutlich sichtbare bzw. spürbare Bewegungen von Wasser und Wind an.

58 I: Ok, ich gebe euch jetzt mal einen Begriff vor, den habt ihr eben auch schon genannt. Den Begriff Strömung. Was verbindet ihr damit?

59 B1: Also generell Wasser halt, so die **Meeresströmung**. Aber, es gibt ja auch so **Wind**. Wenn man jetzt am Deich steht, **merkt man das ja auch: diese Windströmung**, da weht es mal ein bisschen stärker und mal nicht so stark.

60 I: Ja, genau. Wenn ihr mir irgendwie so eine ganz typische Strömung zeigen solltet, was würdet ihr mir da zeigen?

61 B2: Also generell eine Wasserströmung. Wenn **jetzt Flut ist, dann ist die Strömung eher in Richtung Ufer, in Richtung Strand**.

Dass eine bestimmte Grenzgeschwindigkeit bei Strömungen erwartet wird, zeigt sich bei der Betrachtung des Fotos mit einem Romanesco. Diesbezüglich erläutern sie, dass sich dort schon etwas bewege, aber nichts direkt Sichtbares, was sich mit einer Geschwindigkeit bewege, wie es beim Wasser der Fall ist. Aus diesem Grund zähle das Foto nicht zur Kategorie der Strömungen.

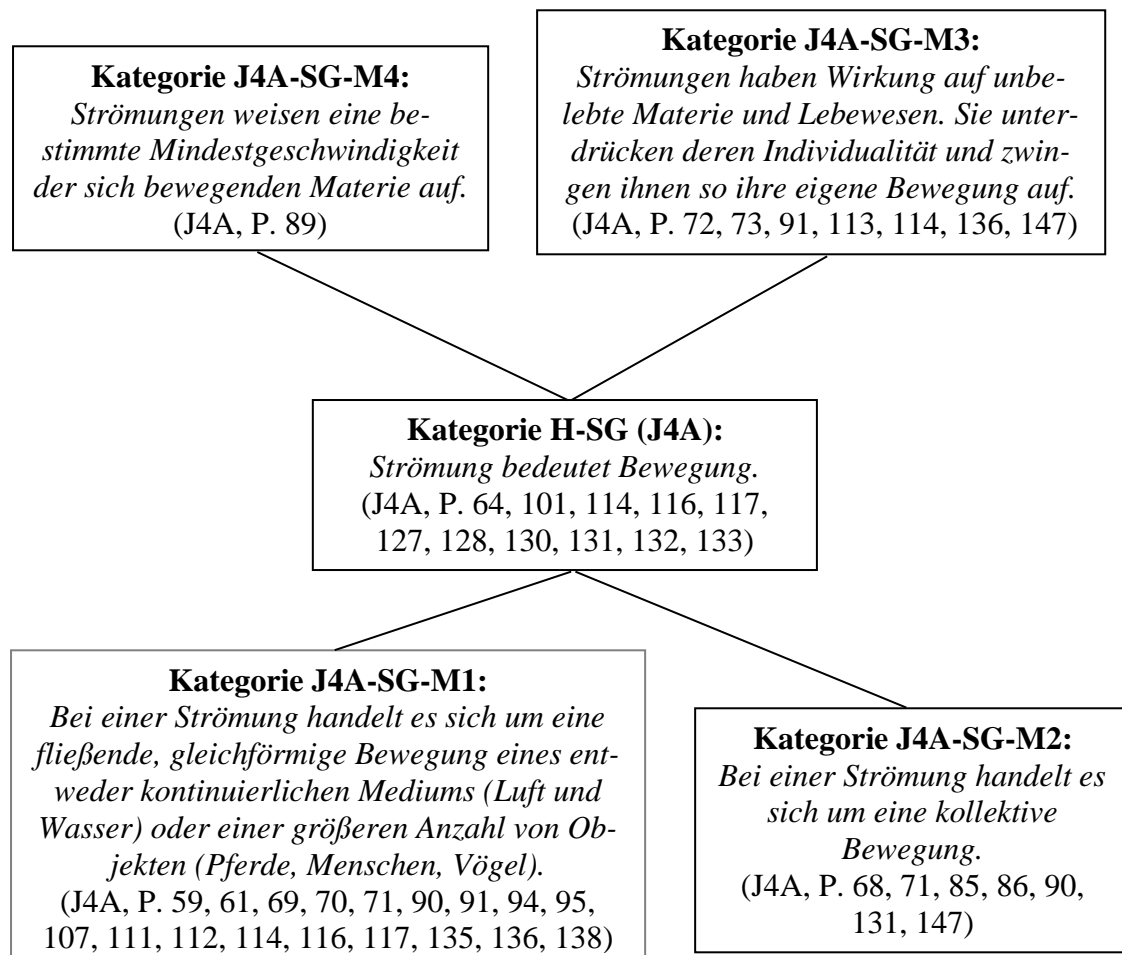
- 87 I: Wenn sich etwas zusammen in eine Richtung bewegt. Ok. Wie ist es dann mit den anderen Bildern? Ist das dann ein Unterschied, also etwas, was ihr auf den anderen Bildern nicht findet?
- 88 B2: Naja, also, wenn man jetzt hier z.B. diese Pflanze – ich weiß nicht genau, was das ist – aber da bewegt sich so erstmal nichts.
- 89 B1: **Also nichts so direkt Sichtbares. Es bewegt sich ja schon was, aber nicht in der Geschwindigkeit wie Wasser.**

Anscheinend machen die Befragten Strömungen an ihren Alltagserfahrungen fest. Dort kennen sie sie als Wellen oder als Wind, die deutlich wahrzunehmen sind. Entsprechend nehmen sie für das Vorhandensein von Strömungen bestimmte Geschwindigkeiten an, die ihren bisherigen Erfahrungen nahekommen.

Tab. 161: Kategorie J4A-SG-M4 zu Merkmalen von Strömungen

Kategorie	Strömungen weisen eine bestimmte Mindestgeschwindigkeit der sich bewegenden Materie auf.
Beschreibung	Diese Kategorie wird gebildet, wenn die Befragten deutlich sichtbare bzw. spürbare Beispiele für Strömungen angeben und ausschließen, dass bestimmte Bewegungen zu Strömungen hinzugezählt werden können, da die Geschwindigkeit der Bewegung zu gering ist.
Ankerbeispiele	„Also nichts so direkt Sichtbares. Es bewegt sich ja schon was, aber nicht in der Geschwindigkeit wie Wasser.“ (J4A, P. 89)
Kodierte Textpassagen	J4A, P. 89

Auf Basis der gebildeten Kategorien wird im Folgenden ein Kategoriennetzwerk erzeugt, das als Zusammenfassung der Analysen zur Begriffsbildung von Strömungen im Interview J4A angesehen wird.



22.2 Auswertungen zu Begriffsbildungen: Strömungen (Prototypen)

22.2.1 Interview E1A

Sandra betont an verschiedenen Stellen des Interviews, dass eine Strömung vornehmlich etwas mit Wasser zu tun habe. Beim Begriff Strömung denke sie als erstes an Wasser, konkret an eine sich brechende Welle und an Wasser, das in einem Kanal fließt.

3	I: Woran denkst du, wenn ich von Strömungen spreche?
4	B: An Wasser.
7	I: Ok, und was findest du an Wasser so interessant? Also was ist da für dich Strömung oder was ist da so interessant für dich dann?
8, 10	B: Es ist die Assoziation mit Strömung, also natürlich kann auch Sand über Land strömen, aber für mich hat Strömung etwas mit Wasser zu tun, hauptsächlich. Ob es jetzt durch einen Kanal fließt oder sich als Welle am Strand bricht .

Auch die persönlichen Erfahrungen von Sandra mit Strömungen beziehen sich auf das Wasser. Das geht von Urlaubserlebnissen beim Schnorcheln im Meer bis hin zur Produktion von Strömungen in der Badewanne. Unterstrichen wird der Fokus auf bewegtes Wasser auch dadurch, dass sie nur am Rande Luftströmungen erwähnt. Sie setzt diese explizit an zweite Stelle.

11	I: Sind dir Strömungen sonst irgendwo noch schonmal begegnet?
12	B: Ja, auf Kreta habe ich geschnorchelt und ich habe plötzlich nichts mehr gesehen und das kam daher, weil landseitig ein Kaltwasserfluss, oder Kaltwasser von einem Fluss , in das Meer gemündet ist und dort hatte ich also zwei unterschiedliche Dichtegerade des Salz- und Süßwassers, also eine Unterströmung sozusagen des kalten Wassers über das warme Meereswasser. Das wäre so das Eindrucksvollste, sagen wir mal so, wo man es auch sieht.
13	I: Ja, wo man es dann wirklich so selbst erlebt hat und spürt.
14, 16	B: Wo man es sieht und erlebt und auch fühlt, genau. Also wirklich zwei verschiedene Strömungen.
21	I: Hast du schon einmal selbst Strömung erzeugt?
22	B: Als Kind in der Badewanne vielleicht. Indem man den Schaum produziert hat. Aber ansonsten wüsste ich jetzt nicht. Also nicht bewusst, dass man jetzt sagt: „Ok, ich muss jetzt Strömung erzeugen“!
23	I: Kennst du sonst noch konkrete Beispiele für Strömungen, die du sonst noch kennst, also nicht unbedingt selbst gesehen.
24	B: Ja, vielleicht hier diesen Strömungskanal im Schiffbau, um Schiffsformen auszutesten. Natürlich hier auch der Windkanal , vielleicht dieses Windlap. Da sind ja auch Strömungen, Luftströmungen, das ist ja nicht immer nur Wasser.

Bei der Aufgabe, ein Logo für Strömungen zu entwerfen, bezieht sich Sandra abermals auf Wasser und entscheidet sich für eine Welle, die sich aufbaut und dann bricht. Diese setzt sie quasi mit Strömung gleich.

69	I: Ok, jetzt stell dir einmal vor, du wärst in einer Werbeagentur angestellt und müsstest ein Logo entwerfen für Strömung. Könntest du mir da einmal eins aufzeichnen?
70, 72	B: (Pusten) Ja, also ein Logo für Strömung. Würde ich jetzt zuerst an eine Welle denken. Sagen wir mal, es soll eine Welle werden, sagen wir mal so eine Welle, die sich irgendwie aufbaut und dann quasi...
73	I: ...die sich so bricht dann.
74	B: ... die sich bricht genauso , wenn man hier so die die Oberfläche hätte. Also so Strömung.

Entsprechend den Ausführungen von Sandra sieht sie bewegtes Wasser als einen typischen Vertreter für eine Strömung an. Konkret lassen sich die folgenden Prototypen nachzeichnen:

Tab. 14: Kategorie E1A-SG-P zu Prototypen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strömungen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strömungen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strömungen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Ja, also ein Logo für Strömung. Würde ich jetzt zuerst an eine Welle denken.“ (E1A, P. 70, 72)		
Kodierte Subkategorien	E1A-SG-P1	Kanal	E1A, P. 8, 10
	E1A-SG-P2	Welle	E1A, P. 8, 10, 70, 72, 74
	E1A-SG-P3	Badewanne	E1A, P. 22
	E1A-SG-P4	Strömungskanal	E1A, P. 24
	E1A-SG-P5	Windkanal	E1A, P. 24
	E1A-SG-P6	Fluss	E1A, P. 12
	E1A-SG-P7	Meer	E1A, P. 12

22.2.2 Interview E2A

Bei der Zuordnung der Bilder wird deutlich, dass es Heinz vornehmlich um das Vorhandensein von bewegtem Wasser in der Natur geht. Darüber hinaus kommt er in den meisten der Fragebereiche auf bewegtes Wasser in verschiedenen Variationen in Meeren und Flüssen zu sprechen.

3 I: Woran denkst du, wenn ich von Strömungen spreche?

4 B: Erstmal an einen **Fluss, so ganz intuitiv**. Dann natürlich auch die Strömung bei uns gerade in der **Nordsee**, wenn die **Gezeiten** kommen und gehen, wenn die Priele volllaufen. Die Strömungen, die damit einhergeht.

5 I: Was findest du an solchen Strömungen interessant? Oder findest du es überhaupt interessant?

6 B: Gerade **Ebbe und Flut** finde ich total spannend, weil die Kraft der Natur da ganz offensichtlich wird und weil sich auch im Boden diese wellenförmigen Abdrücke zeigen. Und weil die Strände zum Beispiel auf den ostfriesischen Inseln jeden Tag unterschiedlich sind.

7 I: Wo sind dir Strömungen schon einmal begegnet?

8 B: In der Regel in **Flüssen** und im **Meer**.

9 I: Hast du da konkrete Beispiele was du da genau gesehen hast? Wie sah das aus, was dir da begegnet ist?

10 B: Im **Fluss** sieht man in der Regel relativ schnell, in welche Richtung er fließt. Zumindest, wenn es tagelang vorher geregnet hat und die **Flüsse** einen hohen Wasserstand haben. Zum Beispiel in der **Hunte**, wenn man dann da Kanu fährt und dann nimmt einen die Strömung quasi ganz schnell mit.

99 I: Ok, was wäre für dich die Strömung schlechthin?

100 B: Eigentlich ist das für mich **Ebbe und Flut**.

Konkret werden auf Basis der Analyse die folgendem Prototypen nachgezeichnet:

Tab. 15: Kategorie E2A-SG-P zu Prototypen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strömungen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strömungen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strömungen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Gerade Ebbe und Flut finde ich total spannend [...]“. (E2A, P. 6)		
Kodierte Subkategorien	E2A-SG-P1	Fluss	E2A, P. 4, 8, 10
	E2A-SG-P2	Nordsee	E2A, P. 4
	E2A-SG-P3	Gezeiten	E2A, P. 4, 6, 10, 100
	E2A-SG-P4	Meer	E2A, P. 8

22.2.3 Interview E3A

Martina betont mit Blick auf ihre persönlichen Erfahrungen mit Strömungen die Bewegungen von Wasser und Luft. Wasser wird jedoch häufiger genannt.

3	I: Woran denkst du, wenn ich von Strömungen spreche?
4	B: Strömungen des Wassers. Windströmung gibt es natürlich auch. Das sind eigentlich die Hauptströmungen, die mir jetzt so spontan einfallen.
7	I: Was findest du daran interessant? Findest du es überhaupt interessant?
8	B: Ich find das total interessant. Da ich gerne Urlaub am Wasser mache und ich mich gern auf der Insel aufhalte, interessiert einen das schon, wie das Wasser an das Ufer kommt oder auch wie der Wind das Wasser dahin transportiert .
9	I: Wo sind dir schon mal Strömungen begegnet? Oder sind die dir schon mal begegnet?
10	B: Ja, jedes Mal, wenn ich irgendwo im Urlaub am Wasser war. Extrem war das jetzt in Portugal an der Atlantikküste, wo wir dann auch nicht baden durften, weil halt zu starke Strömung war .

In ihrem Logo für Strömungen kommen, neben Sand, bewegtes Wasser in Form einer Welle und Wind in Form eines Symbols (pustender Mund) vor.

187	I: Ok, alles klar. Jetzt stellst dir vor, du bist in einer Werbeagentur angestellt und müsstest ein Logo für Strömung entwerfen. Könntest du mir so ein Logo einmal aufzeichnen?
196, 198	B: Ja, genau. Dann würde ich eine Welle in dem Logo unterbringen. Vielleicht würde ich im unteren Teil Sandfarbe wählen, damit man das auch noch hat. Ich würde wahrscheinlich ein Naturbild wählen mit Wolken und Zeichen für Wind . Das gibt es, glaub ich. Ein Mund , der...
199	I: ..., sowas so herausbläst.
200	B: ...so herausbläst .

Ansonsten bezieht sich die Befragte vornehmlich auf eine Wellenbewegung. Ihr Synonym beschreibt eine Bewegung, die sich auf und ab bewegt, ähnlich einer Wellenbewegung.

43, 45	I: Was wäre für dich dann ein Synonym für Strömung, eine Umschreibung?
50	B: „ Bewegungs-auf-und-ab “ oder so.

Zuletzt konstatiert Martina, dass sie als eine typische Strömung eine Wasserbewegung empfindet, die auf die zukomme.

179	I: Jetzt hast du ja so ein paar Bilder gesehen und wir haben ja auch schon ein bisschen drüber gesprochen: Was wäre für dich die Strömung schlechthin? Wenn du jetzt das Wort "Strömung" hörst, welches Bild oder was würdest du da direkt mit assoziieren?
-----	---

180	B: Als erstes?
181	I: Hm (bejahend).
182	B: Als erstes würde ich eine Wasserbewegung als Strömung empfinden, also die auf mich zukommt.
183	I: Also irgendwie eine Welle oder so?
184, 186	B: Eine Welle, ja. Oder eine Brandung oder irgendwie sowas.

Konkret werden auf Basis der Analyse die folgenden Prototypen gebildet:

Tab. 16: Kategorie E3A-SG-P zu Prototypen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strömungen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strömungen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strömungen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Dann würde ich eine Welle in dem Logo unterbringen.“ (E3A, P. 196, 198)		
Kodierte Subkategorien	E3A-SG-P1	Brandung/ am Ufer ankommendes Wasser	E3A, P. 8, 184, 186
	E3A-SG-P2	Meer	E3A, P. 8, 10
	E3A-SG-P3	Welle	E3A, P. 50, 196, 198
	E3A-SG-P4	Wind	E3A, P. 8, 196, 198

22.2.4 Interview SIA

Direkt zu Beginn des Gesprächs dominiert für Hannah der Wind in den verschiedenen, vorgelegten Bildern. Als der Begriff Strömung in das Gespräch hineingegeben wird, verbindet Hannah diesen Begriff direkt und bildet eigenständig den Begriff der Windströmung.

- | | |
|--------|---|
| 27 | I: Ich suche mir jetzt noch eben ein paar Bilder heraus. Und zwar Bild 1, Bild 2, Bild 4, Bild 7, Bild 15 und 17. Die gehören zusammen für mich und du sollst herausfinden warum. |
| 28 | B: Dann kann es nur der Wind sein. Hier ist Wind drauf zu sehen, das ist von Wind beeinflusst und das ist von Wind beeinflusst. Das ist eigentlich eine Meeresströmung. Da spielt der Wind auch mit bei diesen beiden. |
| 29, 31 | I: Meeresströmung ist schon ein ganz guter Begriff. Und das andere? |
| 32 | B: Wind sicherlich, weil da ist ja der Wind drin. Und da auch, denn die Quellwolken werden auch vom Wind angetrieben. Das sowieso. Da spielt der Wind auch mit bei den Wellen. Und da auch. |
| 33 | I: Wenn ich jetzt sage, dass das ganze unter dem Aspekt Strömung verbunden ist? |
| 34 | B: Windströmung kann man auch sagen. |

Neben der Bewegung der Luft in Form von Wind kommt im Gespräch in allen Bereichen ebenso die Bewegung von Wasser in verschiedensten Variationen vor.

- | | |
|--------|---|
| 69 | I: Sind dir schon mal sonst Strömungen begegnet, die jetzt vielleicht nicht auf den Bildern sind? |
| 70, 72 | B: Ja, Meeresströmungen . Jeder ist mal im Meer schwimmen gewesen und kennt die Wellen , die einem dann entgegenschlagen. Das ist ja Meeresströmung . Das hat man sicherlich schon mal zu spüren bekommen. Es gibt ja auch Wellenbäder im Freibad. Windströmung , klar: Wenn man viel draußen ist, kriegt man auch mal Wind ab oder man fährt Fahrrad. |

Auch globale Strömungssysteme von Wasser und Wind werden anhand von VW-Modellen benannt.

- | | |
|--------------------|---|
| 39 | I: Hast du noch irgendwie eine Strömung schlechthin? Also die bekannteste Strömung irgendwie? |
| 40, 42, 44, 46, 48 | B: Es gibt ja Winde auf der Erde, Passatwind zum Beispiel. Oder der Scirocco ist auch ein Wind. VW benennt ja einige Fahrzeuge nach Windströmungen . Und Meeresströmung wäre der Golfstrom . Für unser Klima eine der wichtigsten oder die Wichtigste vielleicht. |

Während Hannah als Logo eine sich überschlagende Welle darstellt, wird das Gegenteil sowohl auf eine Windströmung als auch auf Wasser bezogen.

- | | |
|----|---|
| 87 | I: Wenn du jetzt in einer Werbeagentur arbeitest und du sollst für eine Firma ein |
|----|---|

Logo zum Thema Strömungen entwerfen. Wie würde das aussehen?	
88	B: Eine Welle würde ich wahrscheinlich nehmen.
89	I: Wenn du es skizzierst, dann reicht mir das.
90	B: Eine sich überschlagene Welle .
93	I: Wenn du jetzt das Gegenteil von Strömung nennen müsstest, was wäre das für dich?
94	B: Das Gegenteil von der Windströmung ist die Windstille , also Ruhe. Auch auf dem Wasser: ganz ruhiges Wasser, eine ganz ebene Fläche.

Konkret werden auf Basis der Analyse die folgenden Prototypen nachgezeichnet:

Tab. 17: Kategorie S1A-SG-P zu Prototypen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strömungen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strömungen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strömungen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Ja, Meeresströmungen. Jeder ist mal im Meer schwimmen gewesen und kennt die Wellen, die einem dann entgegenschlagen.“ (S1A, P. 70, 72)		
Kodierte Subkategorien	S1A-SG-P1	Wind	S1A, P. 28, 32, 34, 40, 42, 44, 46, 48, 70, 72
	S1A-SG-P2	Meer	S1A, P. 29, 31, 70, 72
	S1A-SG-P3	Passatwind	S1A, P. 40, 42, 44, 46, 48
	S1A-SG-P4	Scirocco	S1A, P. 40, 42, 44, 46, 48
	S1A-SG-P5	Golfstrom	S1A, P. 40, 42, 44, 46, 48
	S1A-SG-P6	Wellenbad	S1A, P. 70, 72
	S1A-SG-P7	Welle	S1A, P. 88, 90

22.2.5 Interview S2A

Ein besonderes Erlebnis von Mimi war die Tatsache, dass sie im Urlaub wegen der starken Strömung im Atlantik beinahe ertrunken ist. Diese Situation hat sie offenbar geprägt, denn bei vielen weiteren assoziativen Fragen wird deutlich, dass Mimi bei Strömungen an Gefahr denkt. Daraus ist zu schließen, dass Mimi in diesen Situationen vornehmlich mit der nachfolgend beschriebenen Situation einer gefährlichen Meeresströmung abgleicht.

267	I: Hast du schon mal selbst irgendwie Strömung erfahren oder selbst erzeugt? Dass du mal selbst irgendwie in so einem Strudel drin warst?
272, 274	B: Wir wären ja beinah mal ertrunken. Auf Madeira ist ja Atlantik . Ging keiner baden. Wir haben gesagt, wir gehen schwimmen. Haben aber nicht gewusst, wie stark der Atlantik ist. Und dann kamen wir nicht wieder zurück an die Felsen ran. [Name] ist an die Felsen gespült worden. Ich hatte echt arge Probleme, wieder an Land zu kommen. Da war ich froh, dass ich Sport getrieben habe. Ich hätte das sonst nicht geschafft. Wir wären beide ersoffen. Also das war auch Strömung . Und da kannst du nicht gegen an. Das ist Gewalt, wo du nicht gegen ankommst. Oder ist schwer.

Nachdem Mimi beim Erstellen des Logos zunächst zwischen einem Luftwirbel und einer Welle schwankt, entscheidet sie sich letztlich für einen Fluss.

289	I: Ja, du sollst dir jetzt vorstellen, dass du in irgendeiner Firma arbeitest, in einer Werbeagentur. Und du sollst für eine Firma ein Logo entwerfen zum Thema Strömungen.
298	B: Wirbel . Soll ich das wirklich aufmalen? Das ist ja blöd. Ich würde Bild 14 nehmen.
301	I: Und dann als Logo?
302	B: Als Logo würde ich Bild 1 nehmen.
303	I: Bild 1, also so eine Welle .
304, 306	B: Das ist jetzt aber jetzt nicht mit dem Hintergedanken Kraft und Strömung, sondern einfach, weil es schön aussieht. Wenn ich in der Werbung bin, muss ich ja ein schlagkräftiges Bild haben. Das ist ein bisschen ansprechender als wenn ich so eins lege, als wenn ich Nummer 20 nehmen würde. Was könnte man noch als Strömung nehmen? Bild Nummer 10, ist für ein Werbeposter ansprechender als ein Bild Nummer 11.
309	I: Versuche mal ein bisschen was zu malen.
312	B: Gut, Strömung. Krieg ich das hin? Soll ich mal ein Bild abmalen?
313	I: Nein, du brauchst nichts abmalen, nur eine ganz kurze Skizze.
314, 316, 318	B: Strömung. Fluss . So, soll ich dabei schreiben, dass das ein Fluss ist?

Mimi macht deutlich, dass nicht jede Bewegung als eine Strömung zu verstehen ist. Sie unterstreicht ihre Aussage mit einer typischen Strömung, die von ihr als solche anerkannt sind: Sie nennt einen Fluss.

229	I: Wie hast du dich jetzt entschieden? Was gehört für dich und was warum nicht?
234	B: Bewegung ist für mich auch Strömung.
235	I: Und das Pferd da? Da hast du ja auch Bewegung gesagt.
236, 238	B: Ja, aber ist doch keine Strömung. Strömung entsteht durch das Wetter. Durch Wind. Einen Fluss durchfließen.

Ein weiterer Abgleich mit einem Prototypen wird bei der Frage deutlich, wie eine Strömung aufgehalten werden kann. Hier fragt Mimi sich, ob es Wellenbrecher gibt, die so etwas können. Sie nutzt den Begriff Welle, obwohl dieser vorher nicht genannt wurde. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass sie bei der Frage nach dem Aufhalten einer Strömung gedanklich offenbar das Aufhalten einer Welle prüft.

355	I: Genau. Dadurch kann eine Strömung entstehen. Und durch Temperaturunterschiede hattest du jetzt gesagt. Wie kann man Strömungen aufhalten?
356	B: Das kann man nicht aufhalten. Oder gibt es auch schon solche Wellenbrecher ?
357	I: Weiß ich nicht.

Konkret werden auf Basis der Analyse die Prototypen nachgezeichnet:

Tab. 18: Kategorie S2A-SG-P zu Prototypen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strömungen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strömungen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strömungen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Strömung entsteht durch das Wetter. Durch Wind. Einen Fluss durchfließen.“ (S2A, P. 235, 238)		
Kodierte	S2A-SG-P1	Atlantik	S2A, P. 272, 274
Subkategorien	S2A-SG-P2	Wirbel	S2A, P. 298
	S2A-SG-P3	Welle	S2A, P. 302
	S2A-SG-P4	Fluss	S2A, P. 236, 238, 314, 316, 318

22.2.6 Interview S3A

Hans verbindet eine Strömung in erster Linie mit der Bewegung von Wasser und nennt als Beispiel einen Fluss.

103	I: Was verbindest du mit Strömung?
104	B1: Energie, also Bewegung. Bewegung von Wasser, die umgesetzt wird dann wieder in Energie.

105	I: Wenn ich Strömung sage, gibt es etwas, woran du sofort denkst?
106, 110, 114	B1: Ja, an einen Fluss . Das ist Bewegung, also Strömung. Ein stehendes Gewässer ist ja was anderes. Ein Fluss bewegt sich, hat also eine Strömung.

Auch beim Erstellen eines Logos bezieht sich Hans auf bewegtes Wasser. Er zeichnet einen Wirbel.

193	I: Du sollst dir jetzt mal vorstellen, dass du in einer Werbeagentur arbeitest. Die brauchen ein Logo für Strömungen von dir. Kannst du mir das aufmalen?
200	B1: Tja, Strömung. Das ist nicht so einfach jetzt.
201	I: Du hast ja gesagt Bewegung.
202	B1: Jaja. Bewegung, aber du willst ja jetzt Strömung haben.
209	I: Das sieht doch schon gut aus. Das soll jetzt so ein Wirbel sein, den du da gemalt hast?
210	B1: Ja.
211	I: Kann man schon erkennen.

Der Fluss wird als Beispiel häufig herangezogen und passt auch zu allen Attributen, die sich aus Hans' Aussagen für eine Strömung rekonstruieren lassen.

227	I: Du hast jetzt schon viele Strömungen hier gesehen. Und was ist denn der Grund für Strömungen? Kannst du das sagen? Warum strömt das?
228	B1: Da ist ein gewisser Nachschub immer da. Ein Fluss fängt ja ganz klein an in der Entstehung. Und dann durch die Zuläufe usw. kommt immer Bewegung rein. Bis es nachher ein großer Fluss wird. Dann ist Bewegung da, dann ist ein Fluss da. Es kann ein reißender Fluss sein, es kann ein langsam fließender Fluss sein. Aber das ist ja alles Bewegung.

Konkret werden auf Basis der Analyse die folgende Prototypen nachgezeichnet:

Tab. 19: Kategorie S3A-SG-P zu Prototypen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strömungen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strömungen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strömungen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Ein Fluss bewegt sich, hat also eine Strömung.“ (S3A, P. 106, 110, 114)		
Kodierte Subkategorien	S3A-SG-P1	Fluss	S3A, P. 106, 110, 114, 228
	S3A-SG-P2	Wirbel	S3A, P. 209, 210

22.2.7 Interview J1A

In erster Linie verbinden George und Barry mit einer Strömung das Meer und die dortige Bewegung von Wasser und Wind.

- 267 I: Was verbindet ihr denn mit Strömung?
- 268 B2: Ja, eigentlich dasselbe wie beim **Meer**. Etwas, was wir hier auch schon gesagt haben. Ich verbinde mit einer Strömung halt **Meer**.
- 269 B1: Bewegung vor allem. Dass durch eine Strömung halt zum Beispiel das Wasser bewegt wird oder durch Strömung der **Wind** bewegt wird, in eine gewisse Richtung.

Wenn sie von ihren persönlichen Erfahrungen mit einer Strömung berichten und Beispiele bringen sollen, beziehen sich die Probanden stets auf Wasser. Sie berichten von ihren Erlebnissen beim Schwimmen im Schwimmbad, beim Tauchen und von der Elbe. In ihren Erzählungen kommen neben Wellen auch Strudel häufig vor.

- 291 I: Was ist denn für euch, wenn ihr das Wort Strömung hört? Was ist für euch die Strömung schlechthin, die aller stärkste Strömung, die ihr euch vorstellen könnt?
- 295 B1: Wenn wir irgendwie schwimmen gehen, da ist die Strömung echt sehr stark.
- 296 B2: Da kommt man nicht gegen an.
- 298 I: Gibt es etwas, was ihr daran interessant findet?
- 299 B2: Ja, also ich finde es halt interessant, sich dann irgendwo anders hinzulegen oder einfach unterzutauchen und dann so nach 15 Minuten aufzutauchen und zu gucken, wo man ist.
- 300 B1: Also generell, wieso in der **Elbe** oder so starke Strömung, also ich könnt mir das gar nicht vorstellen.

- 359 I: Ok, habt ihr denn schon mal selbst Strömungen erzeugt? Und wenn ja, wie?
- 360 B2: Ja, in der **Salü** [Schwimmbad]. Da gibt es ein Becken, wenn man da mit drei Leuten die ganze Zeit im Kreis rumläuft, im Wasser, dann entsteht so ein **Strudel** da drin.
- 361, 363 B1: Genau, und dann lässt man sich immer von dem Wasser dann weiterziehen. Wenn man im **Schwimmbad** ist und irgendwie mit dem Arm so kurz unter der Wasseroberfläche ist, dann erzeugt man ja so eine **Welle**, wie wir das hier zur Strömung hinzugepackt haben.
- 364, 366 B2: Ich war in Sankt Peter-Ording, da gibt es so einen Zylinder, wo Wasser drin ist und da gibt es so eine Kurbel. Wenn man daran kurbelt, dann entsteht ein Strudel. So ein **Wasserstrudel** wie auf Bild 17.

- 426 I: Ihr habt viele Strömungen gesehen auf den Bildern hier. Wie kommt es denn überhaupt dazu. Ihr habt gesagt Gezeiten, ja? Wind. Wie kann das denn noch? Was kann es noch für Gründe geben? Und wie kann man das aufhalten?
- 427 B2: Eine Strömung aufhalten?
- 428 I: Ja, wie kann man eine Strömung aufhalten? Oder wie kann man die Stärke von einer Strömung vielleicht sogar auch beeinflussen?
- 429, B2: Wenn man in dem **Salü** [Schwimmbad] ist, wenn man in die andere

- 431 Richtung läuft, dann wird die gebremst, z. B. dieser **Strudel**. Oder sie wird stärker, wenn halt noch eine Person reinkommt und sie mitläuft. Ich finde das eigentlich ein ganz gutes Beispiel.

Auch bei der Erstellung des Logos entscheiden sie sich für Wasser, da sie eine Welle und einen Strudel zeichnen.

- 367 I: Jetzt gehen wir noch mal ein bisschen in den künstlerischen Bereich. Stellt euch mal vor, ihr arbeitet in einer Werbeagentur und ihr sollt jetzt ein Logo oder ein Symbol für Strömungen erfinden. Wie würde das denn für euch aussehen? Ich würde mich freuen, wenn das jeder von euch einmal aufmalen würde.

- 376 B2: Ich würde eine **Welle** machen, die gerade in der **Brandung** ist, so kippt.

- 383, B1: Wir könnten in der Welle dann vielleicht noch innen drin so einen **Strudel**
385 machen, dass wir bildlich zwei Sachen drin haben. Versuch das mal.

Als sie nach der Entstehung einer Strömung gefragt werden, sprechen sie sowohl von Wind als auch von Wasser. Allerdings nutzen sie den Wind lediglich, um damit die Entstehung einer Wasserströmung zu erklären. Der Fokus liegt abermals auf dem Wasser: Sie benennen sowohl eine Welle als auch einen Strudel.

- 433 I: Was glaubt ihr, wie die Natur das macht?

- 434 B1: Also durch den **Wind** zum Beispiel. Das passiert ja auch wenn man über das Wasser pustet. Dann bewegt sich das ja auch, als wenn du da so drin rumlaufen würdest. Also wenn das jetzt alle machen würden, an einem Glas oder so, dann würde im Glas auch ein **Strudel** entstehen.

- 435 B2: Ich glaub, man kann selbst in der Natur nicht wirklich was ausrichten, weil man braucht immer eine Gegenkomponente. Bei einer Strömung oder einer **Welle**, bricht es ja dadurch, dass, der Strand höher wird, dann bricht sie, wenn die auf den Strand geht und dann der obere Teil überholt quasi den unteren Teil.

- 436 I: Was gibt ja unterschiedlich große und starke **Wellen**. Dann muss die Natur ja eine Möglichkeit haben, die Stärke zu beeinflussen. Was glaubt ihr denn, wie die Natur das macht?

- 437 B1: Durch die Stärke des Windes zum Beispiel. Je stärker der **Wind**, desto höher und gewaltiger die **Welle**.

- 438, B2: Und große Wellen können auch noch entstehen durch halt Epizentren, wenn
440 zwei Platten aufeinandertreffen, also zum Beispiel eine ozeanische Platte und eine Kontinentalplatte. Dann gibt es ja ein Epizentrum. **Ist ja wie ein Erdbeben unter Wasser dann**. Und dadurch können auch **Wellen** entstehen.

- 441 B1: Dadurch entstehen **Wellen**!

Konkret werden auf Basis der Analyse die folgenden Prototypen nachgezeichnet:

Tab. 20: Kategorie J1A-SG-P zu Prototypen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strömungen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strömungen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strömungen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Ich verbinde mit einer Strömung halt Meer.“ (J1A, P. 268)		
Kodierte Subkategorien	J1A-SG-P1	Meer	J1A, P. 268, 269
	J1A-SG-P2	Fluss	J1A, P. 300
	J1A-SG-P3	Schwimmbad	J1A, P. 360, 361, 363
	J1A-SG-P4	Wind	J1A, P. 269, 434, 437
	J1A-SG-P5	Strudel	J1A, P. 364, 366, 383, 385, 434
	J1A-SG-P6	Tsunami	J1A, P. 438, 440
	J1A-SG-P7	Welle	J1A, P. 361, 363, 376, 435, 436, 438, 440, 441
	J1A-SG-P8	Brandung	J1A, P. 373

22.2.8 Interview J2A

Im Gespräch mit Hans und Franz dominiert für Strömungen die Bewegung von Wasser. Bereits bei den ersten Assoziationen sprechen sie von der Strömung in einem Fluss und vom Meer.

127 I: Gibt es für euch denn eine Strömung schlechthin. Wenn ich euch "Strömung" sage, gibt es da was, was euch sofort einfällt?

128 B2: Ja, eine **Flussströmung**.

131 B1: Oder das **Meer**.

Als sie aufgefordert werden, verschiedene Bilder dem Strömungsbegriff zuzuordnen, entscheiden sie sich neben dem direkt sichtbaren Wasser auch für Bilder, die z. B. die Auswirkung von Wellen zeigen. Daraus lässt sich schließen, dass sie verschiedene Bilder eben nicht nur nach bewegtem Wasser, sondern auch nach dessen Auswirkungen durchleuchten. Eine Windströmung wird nur an zweiter Stelle genannt.

138 B1: Ich finde, Bild 6 würde auch zu der Strömung passen, denn eine Strömung oder halt auch **Wellen** tragen ja immer Land ab und verkleinern das und tragen das an andere Orte hin. Und da entstehen auch z. B. diese Sandbänke.

139 B2: Man könnte ja auch die **Windströmung** nehmen.

140 B1: Ja, **Windströmung** gibt es halt auch, stimmt.

Auch die persönlichen Erlebnisse der Befragten mit Strömungen drehen sich vornehmlich um bewegtes Wasser, ein Luftstrom kommt nur am Rande vor.

149 I: Sind euch schon mal Strömungen begegnet, die man auf den Bildern nicht sehen kann oder die auf keinem der Bilder drauf sind? Wie sahen die Strömungen denn aus, die ihr dort schon mal gesehen habt? Hast du schon mal eine Strömung selbst erzeugt?

150 B1: Halt im **Waschbecken**, wenn man den Stöpsel gezogen hat. Dann hat man ja einen **Sog**, den man entstehen lässt.

Bei der Aufgabe, ein Gegenteil zu finden, bezieht sich einer der Befragten auf einen See, ein stehendes Gewässer. Damit versucht er von einem Fluss und einem Strudel, der prototypisch für eine Strömung steht, abzugrenzen.

263 I: Was ist denn das Gegenteil von Strömungen für euch? So, ihr habt jetzt überlegt, was Strömung ist und was wäre so das Gegenteil davon?

264 B2: Ein Stein.

265 B1: Ein See.

266 B2: Nein, find ich nicht.

267 B1: Wenn etwas steht. Doch!

268 B2: Steine!

269 B1: Steine?

270 B2: Ja, weil sie erstens ein anderes Element haben. Man kann sie nicht so in der Form verändern, sie können keinerlei **Strudel** oder sonst was haben, sie liegen die meiste Zeit.

282 I: Ok, und von dir hatte ich noch eine andere Idee gehört.

283 B1: Wenn man es jetzt mal auf einen **Fluss** bezieht, wäre für mich halt wirklich das Gegenteil so ein See, ein stehendes Gewässer, wo sich halt nichts drin bewegt.

Bewegtes Wasser wird ebenso bei der Definition einer Strömung zuerst genannt. Während die Befragten ihre Definition aufbauen, wird stets mit Wasser begonnen. So spricht ein Befragter davon, dass eine Strömung in einem Fluss zu finden sei. Erst im weiteren Verlauf des Gesprächs wird auch Wind genannt.

297 I: Einseitige Bewegungsrichtung, ok. Wie würdest du denn jemandem erklären, der keine Ahnung von Strömung hat, was das ist? Habt ihr eine Definition? Also ich würde mich tatsächlich freuen, wenn ihr mir eine Definition aufschreiben würdet, also vielleicht auf der Rückseite eures Logos.

300 B1: Strömung ist Bewegung einer Masse in eigentlich ja nur eine Richtung. Also Strömung zieht ja nur in eine Richtung hin.

301 B2: Hm (bejahend).

302, B1: Und vorzufinden ist es z. B. in einem **Fluss**. Wir können ja schreiben, was
304, es bewirkt und wo du es findest. Es ist ja Bewegung einer Masse, die nur in eine
306 Richtung verläuft. Aber Windmassen, Wassermassen, was gibt es denn noch? Wir können ja noch schreiben, wo man es finden kann. Strömung findet man in **Flüssen**.

310 I: So, dann lest mal einmal vor.

311 B2: Strömung beschreibt die Bewegung von Massen in eine gerichtete Richtung. Hierbei ist es egal, ob es Windmassen, Wassermassen oder andere sind. Strömung bewegt bzw. transportiert meist andere Objekte von A nach B als Nebeneffekt. Zu finden ist sie z. B. in **Flüssen, Meeren** oder als **Wind**.

Konkret werden auf Basis der Analyse die folgenden Prototypen nachgezeichnet:

Tab. 21: Kategorie J2A-SG-P zu Prototypen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strömungen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strömungen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strömungen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Strömung findet man in Flüssen.“ (J2A, P. 302, 304, 306)		
Kodierte Subkategorien	J2A-SG-P1	Meer	J2A, P. 131, 311
	J2A-SG-P2	Fluss	J2A, P. 128, 283, 302, 304, 306, 311
	J2A-SG-P3	Wind	J2A, P. 139, 140, 311

J2A-SG-P4	Sog im Waschbecken	J2A, P. 150
J2A-SG-P5	Strudel	J2A, P. 270

22.2.9 Interview J3A

Dadurch, dass Wind als eine Strömung von den Probandinnen explizit ausgeschlossen wird, besitzt Wasser eine sehr hohe Dominanz im Gespräch. Sollen die Befragten Fragen zu Strömungen beantworten, so ziehen sie stets bewegtes Wasser heran. Konkret sprechen sie beide, neben Strömungen im Pool, am häufigsten von einer Strömung in einem Fluss.

113 I: Was verbindet ihr mit Strömung? Was ist für euch die Strömung schlechthin? Wenn ihr an Strömung denkt, was fällt euch sofort dazu ein, so: „Boah, das ist eine Strömung“.

114 B1: Eigentlich erst an einen **Fluss** oder so, wo halt automatisch eine Strömung ist. Wenn man sich reinlegt, dass man in eine Richtung treibt. Da denke ich als erstes dran, wenn ich Strömung höre. Dann habe ich an so eine **Anlage im Pool** gedacht. Die hat auch so eine Strömung, **damit man auch im Pool schwimmen kann**. Das hätte ich so als erstes mit Strömung verbunden.

115 I: Und du?

116 B2: Also, an sich auch im **Fluss** halt die Strömung. Aber wenn es nicht unbedingt um Wasser geht, dann kann man Strömung ja auch metaphorisch verwenden.

117 I: Ja.

118 B2: Dass sozusagen alles so in eine Richtung geht.

119 I: Ja, das kann man. Wir wollen uns aber tatsächlich auf naturgegebene Strömungen irgendwie beschränken. Aber ja, das kann man auch.
Ok, findet ihr denn an Strömung etwas interessant? Und wenn ja, was?

120 B2: An sich sind sie ja einfach da, also z. B. **im Fluss**. Ich wüsste nicht, woher die kommt. Also sie kommt, sag ich mal, von da, wo der **Fluss** entstanden ist. Aber die ist halt die ganze Zeit da und ich kann eigentlich nichts dagegen machen, Zumindest so eine Strömung kann ich ja nicht abstellen.

144 I: Habt ihr denn schon mal Strömungen erzeugt?

145 B2: Im **Pool**.

146 B1: Ja, im **Pool**.

147 I: Und wie?

148 B1: Wir sind in eine Richtung gelaufen, die ganze Zeit.

149 B2: Ja, im Kreis.

150 B1: Dann hatten wir eine leichte Strömung.

151 I: Aber sonst per se begegnet sind euch Strömungen noch nicht so oft?

152 B2: Also im Wasser halt, wenn man im **Fluss** baden geht, aber sonst...

Auch beim Logo ist es ihre erste Assoziation, einen Fluss mit Pfeilen zu zeichnen, wobei die Pfeile eine Richtung verdeutlichen sollen. Nach eigenen Angaben sei es ihnen besonders wichtig, dass sich alles in eine Richtung bewege.

- | | |
|-------------|---|
| 154,
156 | I: Gut, dann stellt euch doch mal vor, ihr seid jetzt Mitarbeiter in einer Werbeagentur. Ihr sollt ein Symbol oder ein Logo für Strömungen erfinden. Wie würde das aussehen? Und dann tut ihr mir den Gefallen und malt das auf. Es muss kein künstlerisches Meisterwerk sein, nur so eine ungefähre Überlegung, wie das aussehen könnte. |
| 157 | B2: Man muss in dem Symbol irgendwie sehen, dass es was mit Bewegung zu tun hat. |
| 158 | B1: Ich hätte jetzt sonst einfach einen Fluss gezeichnet mit Pfeilen in eine Richtung. Das denke ich nicht als Symbol für eine bestimmte Marke oder als Werbeagentur finde ich das... |

Bei Fragen dazu, wie Strömungen entstehen und sich aufhalten lassen, beziehen Hanni und Nanni ihre Erläuterungen ferner beispielhaft auf Wellen. Der Fluss kommt aber dennoch weiterhin vor.

- | | |
|-----|---|
| 194 | I: Dann kommen wir auch gleich schon zum Ende des ersten Teils. Wir haben ja hier ganz viele Strömungen gesehen und benannt, wie die hier auf den Bildern sind. Was glaubt ihr denn, wie es überhaupt dazu kommt? Wie entsteht sowas? |
| 195 | B1: Wellen entstehen ja, weil Wasser aufeinandertrifft. Eine geht in die eine Richtung, das andere in die andere Richtung. Und ich denke, dadurch brechen die Wellen . Das ist ja, weil Wasser zur Seite geschoben wird, wenn z. B. mal ein Schiff vorbeifährt, dann wird es zur Seite geschoben, dadurch entstehen auch Wellen , weil das Wasser da verdrängt wird. |

- | | |
|-----|---|
| 202 | I: Das ist in Ordnung. Glaubst ihr denn, man kann die Strömungen aufhalten? |
| 203 | B1: Hm (überlegend). |
| 204 | B2: Kommt drauf an. |
| 205 | I: Wie kann man sie aufhalten? Worauf kommt das an? |
| 206 | B2: Wenn wir im Pool eine Strömung gemacht haben, dann muss man in die andere Richtung gehen, um die aufzuhalten. Aber wenn das so größere Strömungen sind, dann ist das schwieriger. Denn sozusagen in dem Fluss müsste an einer Stelle irgendwas zwischen stehen, irgendwie eine Mauer oder so, damit die Strömung da gar nicht weiterfließen kann, um die sozusagen abzubrechen dann. |
| 207 | I: Ja, was glaubst du? |
| 208 | B1: Ich denke auch, man müsste der Strömung entgegenwirken. Also zum Beispiel, dass man in den Fluss auf der anderen Seite viel Wasser reinfließen lässt. Dadurch kann man die Strömung zumindest vielleicht langsamer machen oder schwächer oder zumindest an der Stelle dann stoppen, dass die dann da nicht weiterfließen kann. Und ich denke, bei kleineren Strömungen kann man die vielleicht auch mit ungleichmäßigen Bewegungen schon schwächer machen, wenn man da irgendwie mal in verschiedene Richtungen geht. Das Wasser in alle |

	Richtungen bewegen, dadurch kann man dann schon kleinere Strömungen kaputtmachen oder sie schwächer machen.
209	I: Ok, dann kommen wir dann zur letzten Frage: Wie glaubt ihr denn, kann die Natur oder man selbst die Stärke von diesen Strömungen beeinflussen? Du sagtest, man kann bei einem Fluss von der anderen Seite Wasser reinschütten, damit die Strömung irgendwie abgeschwächt wird. Das wäre ja so in der Art, was du selbst machen kannst. Was glaubst du denn, wie die Natur das macht? Das ist ja nicht Welle gleich stark. Es gibt ja viele verschiedene Wellen.
210, 212	B1: Ich denke, das kommt auch mit auf den Wind drauf an. Wenn der Wind auch in die Richtung weht, in der eine Strömung geht, kann der Wind die Strömung etwas verstärken. Ich denke, dadurch entstehen auch größere Wellen , wenn es einen starken Wind von See aus in Richtung Küste gibt. Dass da so das Wasser stärker in Richtung Küste gedrückt wird. Hängt ja auch vom Wind ab, wie stark da eine Welle ist. Weil wenn es windstill ist, dann gibt es ja fast gar keine oder nur kleine Wellen .

Konkret werden auf Basis der Analyse die folgenden Prototypen nachgezeichnet:

Tab. 22: Kategorie J3A-SG-P zu Prototypen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strömungen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strömungen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strömungen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Dann habe ich an so eine Anlage im Pool gedacht. Die hat auch so eine Strömung, damit man auch im Pool schwimmen kann.“ (J3A, P. 114)		
Kodierte Subkategorien	J3A-SG-P1	Fluss	J3A, P. 114, 116, 120, 152, 158, 206, 208
	J3A-SG-P2	Pool	J3A, P. 145, 146
	J3A-SG-P3	Gegenstromanlage	J3A, P. 114
	J3A-SG-P4	Welle	J3A, P. 195, 210, 212

22.2.10 Interview J4A

Stephanie und Sebastian nennen als Beispiele für Strömungen sowohl Bewegungen in der Luft als auch im Wasser. Darüber hinaus kommen auch Bewegungen von Menschen und Tieren vor. In Bezug auf die bewegte Luft kommen sie lediglich auf den Wind zu sprechen.

58	I: Ok, ich gebe euch jetzt mal einen Begriff vor, den habt ihr eben auch schon genannt. Den Begriff Strömung. Was verbindet ihr damit?
59	B1: Also generell Wasser halt, so die Meeresströmung. Aber, es gibt ja auch so Wind . Wenn man jetzt am Deich steht, merkt man das ja auch: diese Windströmung , da weht es mal ein bisschen stärker und mal nicht so stark.
137	I: Ok. Wenn ihr jetzt jemanden erklären solltet – ihr habt jetzt ja schon eine Zeit lang über Strömung nachgedacht – was eine Strömung ist, was wäre eure Erklärung?

138 B1: Also ich würde sagen, so eine gleichförmige Bewegung in eine Richtung.

139 B2: **In der Natur zum Beispiel vom Wind.**

Hinsichtlich bewegten Wassers nennen sie mehrere konkrete Beispiele, z. B. in Form von Wellen, die sie mit Strömungen gleichsetzen. Auch können als Prototypen Meeresströmungen nachzeichnet werden, die bei Flut am Ufer auftreten.

45 B1: Ja, das ist halt so überall, wo so richtig Wasser drauf ist. Also nicht Wasser, das da mal war, so wie beim Watt, sondern richtig, dass da was zu sehen ist. Aber auch in verschiedenen Formen, also einmal dieser Fluss und nur ein Tropfen und auch wieder diese Strömung.

46 B2: Oder Wellen.

47 B1: **Ja, Wellen, sind ja quasi auch Strömungen.**

58 I: Ok, ich gebe euch jetzt mal einen Begriff vor, den habt ihr eben auch schon genannt. Den Begriff Strömung. Was verbindet ihr damit?

59 B1: Also generell Wasser halt, so die **Meeresströmung**. Aber, es gibt ja auch so Wind. Wenn man jetzt am Deich steht, merkt man das ja auch: diese Windströmung, da weht es mal ein bisschen stärker und mal nicht so stark.

60 I: Ja, genau. Wenn ihr mir irgendwie so eine ganz typische Strömung zeigen solltet, was würdet ihr mir da zeigen?

61 B2: **Also generell eine Wasserströmung. Wenn jetzt Flut ist, dann ist die Strömung eher in Richtung Ufer, in Richtung Strand.**

Darüber hinaus gehören Strudel im Wasser durch die Bewegung eines Löffels im Glas oder das Ziehen eines Stöpsels ebenfalls zu typischen Strömungen.

63 I: Ja, genau. Angenommen, ich weiß gar nicht, was eine Strömung ist, und ihr wollt mir da so ein ganz typisches Beispiel für eine Strömung zeigen.

64 B1: **Ja, dann würde ich im Wasserglas umrühren. Die Bewegung, das ist eine Strömung.**

120 B2: **Wenn man jetzt in so einem Glas umrührt, entsteht ja auch ein Strudel.**

121 B: **Auch im Waschbecken, in der Badewanne: wenn man das Wasser rauslässt.**

Und auch ein Fluss lässt sich als Prototyp nachzeichnen, da das Fließen und der Fluss von den Befragten als Synonyme für Strömungen ausgewählt werden. Zusätzlich scheinen auch Tsunamis typische Strömungserscheinungen für die Befragten zu sein.

134 I: Ja, ok. Habt ihr ein anderes Wort für Strömung? Also ein Synonym? Oder eine Umschreibung, eine ganz kurze? Wo ihr sagen würdet: ja, das hat jetzt dieselbe Bedeutung wie das Wort Strömung.

135 B2: **Fließen oder Fluss. Fluss in dem Sinne, dass da ein Fluss ist, wo Wasser drin ist.**

141 B2: **Das entsteht ja auch, wenn sich so Erdplatten übereinander schieben. So entstehen ja auch Erdbeben unter Wasser.**

159 B: **Und beim Wasser ist es ja auch so.** Wellen entstehen ja auch durch Wind und **mit Tsunami zum Beispiel.** Das ist ja auch, wenn sich irgendwo eine Kante erst zurückzieht und dann mit Schwung nach vorne geht. Das zum Beispiel ist eher so durch Höhenunterschiede oder mit diesen Platten, wenn sich das verschiebt, dass dann halt irgendwie eine Kante entsteht. Dann hast du oben eine Kante und der hintere Teil ist quasi tiefer.

Des Weiteren nennen Stephanie und Sebastian auch die gemeinsame Bewegung von Menschenmassen oder die Bewegung von Tieren in einer Herde als typische Beispiele für Strömungen.

113 I: Ok, prima. Sind euch sonst schon mal irgendwo Strömungen begegnet? Irgendwas, was man nicht auf diesen Bildern sieht?

114 B1: **Ja, in der Innenstadt, wenn es irgendwo irgendwas umsonst gibt, dann rennen sie da alle hin und wollen es haben.**

115 I: Ja, so Menschenstrom, ok.

116 B2: **Oder bei Pferden im Herdenverband. Wenn einer losrennt, rennen alle hinterher.**

117 B1: **Das ist auch wie ein Strom.**

Konkret werden auf Basis der Analyse die folgenden Prototypen nachgezeichnet:

Tab. 23: Kategorie J4A-SG-P zu Prototypen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strömungen
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strömungen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen

	bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strömungen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Ja, dann würde ich im Wasserglas umrühren. Die Bewegung, das ist eine Strömung.“ (J4A, P. 64)		
Kodierte Subkategorien	J4A-SG-P1	Wind	J4A, P. 59, 139
	J4A-SG-P2	Welle	J4A, P. 47
	J4A-SG-P3	Meeresströmung	J4A, P. 59
	J4A-SG-P4	Flut	J4A, P. 61
	J4A-SG-P5	Strudel	J4A, P. 64, 120, 121
	J4A-SG-P6	Fluss	J4A, P. 135
	J4A-SG-P7	Tsunami	J4A, P. 141, 159
	J4A-SG-P8	Gerichtete Menschenmassen	J4A, P. 114
	J4A-SG-P9	Sich bewegende Tierherde	J4A, P. 116, 117

22.3 Auswertungen zu Begriffsbildungen: Struktur (Merkmale)

22.3.1 Interview E1A

Anhand von Auszügen aus dem Transkript des *Interviews E1A* wird im Folgenden die Begriffsbildung im Bereich Strukturbildungen der befragten Person Sandra (Codename) rekonstruiert. Im Gespräch mit Sandra wird deutlich, dass sie als Gegenteil einer Struktur etwas Gleichmäßiges ansieht. Sie spricht von einer ebenen, glatten Fläche. Am Ende merkt sie jedoch an, dass der Tisch auch eine Struktur habe, obwohl er glatt und flach sei. Offenbar ist mit dem Gegenteil insgesamt gemeint, dass auf einer Oberfläche keinerlei Unterschiede wahrzunehmen sind.

105 I: Was wäre das Gegenteil von Strukturen für dich?

106 B: Eine **ebene Fläche**. Also wo es einfach **gleichmäßig** ist.

107 I: Also wo nichts Besonderes ist.

108 B: Eine **glatte Oberfläche** so wie diese Tischoberfläche. Das hat zwar auch eine Struktur, aber das ist es dann auch. Das ist halt **glatt und flach**.

Gleichmäßigkeit als zentrales Gegenteil von Struktur anzusehen, ist konsistent zum weiteren Gesprächsverlauf. Dort beschreibt sie, dass für eine Struktur eine gewisse Unregelmäßigkeit gegeben sein müsse, diese sei für sie ausschlaggebend. Diese Unregelmäßigkeit sorgt offenbar für einen Bruch mit der Gleichmäßigkeit und stellt somit eine notwendige Bedingung für Strukturen dar. Sie macht dies an einem Beispiel von Sandhäufchen fest, die mit einem Eimer erzeugt werden.

117 I: Ok, was muss konkret für dich erfüllt sein, dass du es jetzt zu einer Struktur zählst?

118 B: Man könnte sagen, eine **Unregelmäßigkeit** in dem Sinne. Also diese Sandhäufchen oder Eimerhäufchen, die sehen zwar unterschiedlich aus, sie haben eine unterschiedliche Struktur, einige sind rund einige sind halt eckig, aber **diese Unregelmäßigkeit ist für mich ausschlaggebend** dann, dass es sich eben hier um diese Sandeimer handelt. Das würde ich damit verbinden.

Offenbar versucht die Befragte mit dem Begriffspaar Gleichmäßigkeit und Unregelmäßigkeit zu verdeutlichen, dass es sich bei einer Struktur um etwas handelt, das sich vor einem gleichmäßigen Hintergrund abzeichnet, besonders deutlich hervortritt und daher besonders aktiv wahrgenommen wird. Dies zeigt sich an vielen Stellen im Gespräch. So spricht Sandra mit Blick auf Strukturen im Sand von Bildern: Sie führt aus, dass es sich um Sandgebilde handle oder beschreibt, dass man von der Küste ein bestimmtes Bild habe. Der Begriff des Bildes verdeutlicht diesbezüglich eine spezielle Abfolge von Objekten, die besonders deutlich wahrzunehmen sind, z. B. Dünen und Rippel.

95 I: Das ist hier so Rippelbildung im Sand.

96 B: **Sandgebilde** im Wattenmeer, genau. Gut, das eine auf Bild 21 sieht man ja weniger selbst. Gut, **man sieht natürlich Strukturen**, wenn da jetzt eine Sanddüne dazu zählt. Weiß ich nicht, inwieweit ihr das da jetzt definiert. Man weiß, wie die Küstenlinie oder diese Sanddüne vor einem Sturm zum Beispiel ausgesehen hat und man guckt sich das dann nach diesem Sturm wieder an und es fehlen plötzlich 1,50

m oder 2 m. Dann ist das ja eine einschneidende Veränderung. **Man hat ein bestimmtes Bild von einer Küstenlinie** oder man fährt da in den Urlaub immer hin und es hat sich ja letztendlich die Struktur geändert, also das würde ich mit einer Struktur mit Meer verbinden.

Im weiteren Verlauf setzt die Befragte den Begriff der Struktur mit einer Spur gleich. Sie nennt das Beispiel eines Landwirts, der an bestimmten Stellen Korn mäht und so eine Struktur im Feld erzeugt. Und auch kreisförmige und geradlinige Felszeichnungen aus Südamerika werden genannt, die auf Satellitenbildern zu erkennen sind. Sie setzen sich so stark von ihrer Umgebung ab, dass der Parawissenschaftler Erich von Däniken diese als Zeichen außerirdischen Wirkens deutete.

101 I: Ja, fallen dir sonst noch irgendwelche Strukturen ein, so Beispiele für Strukturen, die man kennt?

102 B: Von der Küste jetzt direkt?

103 I: Ja, zum Beispiel, also kann auch sonst außerhalb der Küste sein, wenn dir da irgendwie auch noch ein paar einfallen.

104 B: Wenn man von oben betrachtet, wie der Landwirt sein Feld angelegt hat: **seine Spuren**, die dann später irgendwie zuwachsen, wenn das Korn höher wird, **aber letztendlich man immer noch sieht, wo er denn gefahren ist oder wie er enden will, solche Strukturen**. Ja, was ganz was Blödes von Erich von Däniken, wo wir gerade bei Feldern sind: **irgendwelche Kreise oder auch Satellitenaufnahmen von Südamerika, wo wirklich mit einem Lineal gezogene Linien irgendwie sind**, die irgendwer ja gemacht haben muss. Also solche Strukturen fallen mir jetzt ein.

Aus den obigen Angaben lässt sich das erste Merkmal einer Struktur rekonstruieren: Bei allen genannten Strukturen handelt es sich um einen räumlichen Aufbau, der durch Abweichungen von einer gleichmäßigen und glatten Oberfläche entsteht. Es muss also gegenüber einer glatten, einheitlichen Fläche eine gewisse Unregelmäßigkeit auftreten. Es muss also z. B. Objekte und Anordnungen geben, die aus einer ebenen Fläche hervor- oder zurücktreten (gemähtes Feld, Sandgebilde) oder es müssen Zeichnungen auf einer glatten Fläche (Geoglyphen) existieren. In jedem Fall muss die strukturlose Gleichmäßigkeit einer Oberfläche gebrochen werden.

Tab. 162: Kategorie H-SR (E1A) zu den Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Struktur bedeutet Aufbau und/oder Ablauf; hier: Zeichnungen auf einer Oberfläche sowie Erhebungen oder Vertiefungen von Oberflächen.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, falls die Befragten verdeutlichen, dass es sich bei einer Struktur um einen räumlichen Aufbau und/oder um einen zeitlichen Ablauf handelt. Sie wird ebenfalls kodiert, wenn entsprechende Beispiele für Strukturen angeführt werden (z. B. eine Perlenkette für einen Aufbau).
Ankerbeispiele	„Das ist für mich eine Struktur, also wenn die aufgereiht sind wie eine Perlenkette oder so.“ (E3A, P. 248) „[...] Struktur ist bei mir viel immer Ablauf, nicht Aufbau.“ (S2A, P. 528)
Kodierte Passagen	E1A, P. 96, 104, 106, 108, 118

Im obigen Abschnitt des Interviews wird deutlich, dass eine Struktur bei der Befragten mehr anregt als nur die Vorstellung und Wahrnehmung von etwas, das sich durch eine gewisse Unregelmäßigkeit von einer strukturlosen Gleichmäßigkeit abgrenzt. Besonders gut lässt sich dies im Vergleich zwischen dem von der Befragten genannten Gegenteil und der notwendigen Bedingung für das Vorhandensein von Strukturen erkennen. Beim Gegenteil handelt es sich aus ihrer Sicht um eine glatte Fläche. Daher sei eine notwendige Bedingung für Strukturen eine gewisse Unregelmäßigkeit, die sich von der Gleichmäßigkeit abgrenzt.

105 I: Was wäre das Gegenteil von Strukturen für dich?

106 B: Eine **ebene Fläche**. Also wo es einfach **gleichmäßig** ist.

107 I: Also wo nichts Besonderes ist.

108 B: Eine **glatte Oberfläche** so wie diese Tischoberfläche. Das hat zwar auch eine Struktur, aber das ist es dann auch. Das ist halt **glatt und flach**.

117 I: Ok, was muss konkret für dich erfüllt sein, dass du es jetzt zu einer Struktur zählst?

118 B: Man könnte sagen, eine **Unregelmäßigkeit** in dem Sinne. Also diese Sandhäufchen oder Eimerhäufchen, die sehen zwar unterschiedlich aus, sie haben eine unterschiedliche Struktur, einige sind rund einige sind halt eckig, aber **diese Unregelmäßigkeit ist für mich ausschlaggebend** dann, dass es sich eben hier um diese Sandeimer handelt. Das würde ich damit verbinden.

Zusammenfassend lässt sich also aussagen, dass bei einer Struktur ein Unterschied vorhanden sein muss. Es darf nicht alles absolut gleich sein, denn dann handelt es sich um das Gegenteil von einer Struktur. Ist mindestens ein Unterschied vorhanden, dann stellt sich eine gewisse Unregelmäßigkeit dar, die als Struktur zu erkennen ist.

Tab. 163: Kategorie E1A-SR-M1 zu Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Damit sich eine Struktur darstellt, darf keine absolute Gleichartigkeit herrschen, es muss mindestens einen Unterschied (eine Unregelmäßigkeit) geben, die mit der Gleichartigkeit bricht.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten verdeutlichen, dass innerhalb einer Struktur keine absolute Gleichartigkeit herrschen darf, sondern dass es erstmal eines Unterschieds oder einer Unregelmäßigkeit bedarf, um eine Struktur erkennen zu können. Sie wird auch kodiert, wenn erläutert wird, dass es sich bei dem Gegenteil von Strukturen um eine gleichartige, glatte und flache Fläche handelt.
Ankerbeispiele	„Man könnte sagen, eine Unregelmäßigkeit in dem Sinne. Also diese Sandhäufchen oder Eimerhäufchen, die sehen zwar unterschiedlich aus, sie haben eine unterschiedliche Struktur, einige sind rund einige sind halt eckig, aber diese Unregelmäßigkeit ist für mich ausschlaggebend dann, dass es sich eben hier um diese Sandeimer handelt. (E1A, P. 118)
Kodierte Textpassagen	E1A, P. 106, 108, 118

Eine Struktur ist ferner mit Bedeutung verknüpft. Sie gibt beispielsweise einen Hinweis auf ihre eigene Entstehung, obwohl die eigentliche Ursache dieser Struktur nicht mehr sichtbar ist. Die Befragte spricht mit Blick auf das gemähte Korn von Spuren des Landwirts. Eine Spur ist ein Anzeichen für einen Vorgang, der in der Vergangenheit stattgefunden hat. Die Struktur lässt also den Schluss zu, dass einst ein Landwirt eine Unregelmäßigkeit in dieses ansonsten gleichmäßige Feld gemäht haben muss. Ähnliches findet sich auch bei den Äußerungen zu Erich von Däniken. Auch dieser Parawissenschaftler sah sich durch bestimmte Kreise und Linien auf Felsen dazu veranlasst, sie als eine Spur außerirdischen Lebens zu deuten. Obwohl es sich lediglich um Felszeichnungen handelt, werden diese Strukturen also interpretiert und zusätzliches Vorwissen beim Betrachten aktiviert, sodass eine Bedeutungskonstruktion unterstützt wird.

- | | |
|-----|---|
| 101 | I: Ja, fallen dir sonst noch irgendwelche Strukturen ein, so Beispiele für Strukturen, die man kennt? |
| 102 | B: Von der Küste jetzt direkt? |
| 103 | I: Ja, zum Beispiel, also kann auch sonst außerhalb der Küste sein, wenn dir da irgendwie auch noch ein paar einfallen. |
| 104 | B: Wenn man von oben betrachtet, wie der Landwirt sein Feld angelegt hat: seine Spuren , die dann später irgendwie zuwachsen, wenn das Korn höher wird, aber letztendlich man immer noch sieht, wo er denn gefahren ist oder wie er enden will, solche Strukturen . Ja, was ganz was Blödes von Erich von Däniken, wo wir gerade bei Feldern sind: irgendwelche Kreise oder auch Satellitenaufnahmen von Südamerika, wo wirklich mit einem Lineal gezogene Linien irgendwie sind, die irgendwer ja gemacht haben muss . Also solche Strukturen fallen mir jetzt ein. |

Das Aktivieren von Vorwissen wird im gesamten Gespräch immer wieder deutlich. Die Befragte unterscheidet beispielsweise zwischen den Strukturen an der Nordsee und der Ostsee und auch auf einer weiteren Ebene generell zwischen den Strukturen an der Küste. Die Strukturen an der Ostsee seien für sie besonders interessant und sorgten für Urlaubsstimmung. Die Strukturen an der Nordsee jedoch nicht. Auch hier aktivieren die zu beobachtenden Strukturen für den Befragten offenbar Wissen, Erinnerungen und Erfahrungen. In diesem Fall über den Ort, an dem sie zu finden sind.

- | | |
|-----|--|
| 97 | I: Was ist für dich da interessant dran? |
| 98 | B: Ich fahre gerne zu einer Struktur hin, die für mich anziehend ist, also zum Beispiel fahre ich gerne ans Meer, weil ich die Vielfalt schätze oder liebe. Nicht unbedingt die Wattenmeerseite, die Struktur des Wattenmeeres , sondern eher die Seite der Ostsee . Also weil der Sandstrand, die Bäume, also diese abwechslungsreichere Landschaft, Struktur der Landschaft, mich mehr in den Urlaubsmodus versetzen würde als jetzt die Küste, weil hier bin ich halt aufgewachsen. Das hat jetzt weniger was mit Urlaub dann zu tun. |
| 99 | I: Hast du denn schonmal Strukturen gesehen? |
| 100 | B: Ja gut, dieses hier bei 5 das siehst du in der Ostsee und an der Nordsee oder auf Kreta oder Mallorca . 21, diese Strukturen letztendlich aus dem Fernsehen, würde ich sagen. „Deutschland von oben“ ist so eine Sendung gewesen. |

Bei der Zuordnung der Bilder zum Begriff Struktur nutzt die Befragte den Begriff der Charakteristik und macht dies an einem Beispiel fest: Die spezielle Formgebung der Streifen eines Zebras sei so charakteristisch, dass sich das Zebra erst durch jene Struktur von einem Pferd unterscheide.

115 I: Ok. Alles klar. Dann kommen wir jetzt hier auch zu den Bildern. Also, ich lege mal wieder alle so hin und dann kannst du dir auch wieder so raussuchen, welche zu Strukturen gehören, welche nicht. Die anderen kannst du wieder zur Seite legen.

116 B: Ich glaube, diesmal würde ich nur die Lampe wegnehmen. **Alles andere hat für mich eine Charakteristik, also diese bestimmte Struktur. Auch das Zebra durch diese Formgebung der Streifen hat eine bestimmte Struktur und damit ist klar: es ist ein Zebra. Wenn das nicht wäre, wäre es auf den ersten Blick für mich ein Pferd.** Das ist vielleicht eine gute Erklärung. Und bei der anderen Struktur, dem Vogelschwarm, da ändert sich die Struktur stetig, aber es ist eben ein Schwarm zu erkennen und das gleiche würde ich jetzt auch bei der Welle sagen, die letztendlich auch immer eine gleiche Struktur hat, aber auch ganz unterschiedlich aussehen kann.

Die Sicht der Befragten erklärt daher ebenfalls, weshalb sie sich bei einem Synonym für den Strukturbegriff für das Aussehen entscheidet. Offenbar ist mit dem Aussehen eine spezielle Charakteristik gemeint.

109 I: Ok, dann auch wieder: Was wäre ein Synonym für dich für eine Struktur?

110 B: Das **Aussehen** vielleicht, würde ich sagen.

Das gilt auch für das erzeugte Logo. Sandra entscheidet sich für einen Stern und zeichnet ein fünfzackiges Gebilde. Sie betont, dass ein Stern in Wirklichkeit nicht so aussehe, aber er werde immer so gezeigt. Diese Struktur sei laut Sandra eben ein Stern. Das fünfzackige Gebilde ist quasi ein Stellvertreter für einen Stern. Die Betrachtende nimmt nicht nur ein fünfzackiges Gebilde wahr. Durch die Zeichnung wird ihre Wahrnehmung dahingehend angeregt, dass das Gebilde als Stern interpretiert wird. Durch die Zeichnung werden also zusätzliche Erfahrungsbereiche angeregt, die von der Interpretation der Betrachtenden abhängig sind.

133 I: Ok, und jetzt wieder ein Logo designen. Wieder für die Werbeagentur, was für dich Struktur ist.

134 B: **Ich würde einen Stern wählen. Weiß nicht, so ein fünfzackiger Stern.** Gut, ist jetzt nicht so ein besonders guter Stern. Aber so einen Stern würde ich mit Struktur verbinden.

135 I: Wieso?

136 B: Naja, weil ich versucht habe, erst nur Striche zu malen, die in eine bestimmte Richtung gehen oder von etwas weg zeigen. Aber das ergibt für den Betrachter keinen Sinn. Also eine Welle würde man vielleicht jetzt mit Bewegung, mit Dynamik verbinden. **Und einen Stern sieht man so nicht am Himmel, aber er wird immer so gezeigt. Diese bestimmte Struktur, das ist eben ein Stern ist.** Und ich finde, es ist ausdrucksvoller als wenn ich eine Teekanne zeichne.

Als weiteres Merkmal einer Struktur lässt sich daher rekonstruieren, dass eine Struktur spezifisch ist und beim Menschen mehr anregt als nur die bloße Wahrnehmung der Struktur selbst. Eine Struktur steht beispielsweise für einen Ort, an dem sie auftritt, für einen Vorgang, durch den sie erzeugt wird oder auch für eine Tierart, die die Struktur charakterisiert. Eine Struktur ist zusammenfassend nicht jedwede Zeichnung auf einer Oberfläche oder eine Erhebung und Vertiefung von Oberflächen. Sie ist auch ein Erkennungsmerkmal.

Tab. 164: Kategorie E1A-SR-M2 zu Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Strukturen fungieren als Erkennungsmerkmal
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten verdeutlichen, dass eine Struktur mehr anregt als nur die bloße Wahrnehmung der Struktur selbst: Dass Strukturen also für einen Ort stehen, an dem sie auftreten, für einen Vorgang, durch den sie erzeugt werden oder für eine Tierart, deren Aussehen sie charakterisieren.
Ankerbeispiele	„Auch das Zebra durch diese Formgebung der Streifen hat eine bestimmte Struktur und damit ist klar: es ist ein Zebra. Wenn das nicht wäre, wäre es auf den ersten Blick für mich ein Pferd.“ (E1A, P. 116)
Kodierte Textpassagen	E1A, P. 98, 100, 104, 116, 134, 136

Im Gespräch macht Sandra darüber hinaus deutlich, dass es sich bei einer Struktur nicht um etwas Starres handelt. Sie spricht von sich verändernden Strukturen und nennt als Beispiel die Struktur einer Küstenlinie, die sich nach einem Sturm stark verändert.

95 I: Das ist hier so Rippelbildung im Sand.

96 B: Sandgebilde im Wattenmeer, genau. Gut, das eine auf Bild 21 sieht man ja weniger selbst. Gut, man sieht natürlich Strukturen, wenn da jetzt eine Sanddüne dazu zählt. Weiß ich nicht, inwieweit ihr das da jetzt definiert. Man weiß, wie die Küstenlinie oder diese Sanddüne vor einem Sturm zum Beispiel ausgesehen hat und man guckt sich das dann nach diesem Sturm wieder an und es fehlen plötzlich 1,50 m oder 2 m. **Dann ist das ja eine einschneidende Veränderung.** Man hat ein bestimmtes Bild von einer Küstenlinie oder man fährt da in den Urlaub immer hin und **es hat sich ja letztendlich die Struktur geändert**, also das würde ich mit einer Struktur mit Meer verbinden.

Auch bei ihrem Beispiel mit dem Landwirt verdeutlicht sie die Veränderbarkeit. Das Korn wachse zwar wieder, die Struktur sei aber dennoch zu erkennen. Der Weg des Landwirts sei daher immer noch erkennen.

101 I: Ja, fallen dir sonst noch irgendwelche Strukturen ein, so Beispiele für Strukturen, die man kennt?

102 B: Von der Küste jetzt direkt?

103 I: Ja, zum Beispiel, also kann auch sonst außerhalb der Küste sein, wenn dir da irgendwie auch noch ein paar einfallen.

104 B: **Wenn man von oben betrachtet, wie der Landwirt sein Feld angelegt hat: seine Spuren, die dann später irgendwie zuwachsen, wenn das Korn höher**

wird, aber letztendlich man immer noch sieht, wo er denn gefahren ist oder wie er enden will, solche Strukturen. Ja, was ganz was Blödes von Erich von Däniken, wo wir gerade bei Feldern sind: irgendwelche Kreise oder auch Satellitenaufnahmen von Südamerika, wo wirklich mit einem Lineal gezogene Linien irgendwie sind, die irgendwer ja gemacht haben muss. Also solche Strukturen fallen mir jetzt ein.

Offenbar können Strukturen für Sandra in gewissen Grenzen variieren und dennoch als Erkennungsmerkmal fungieren. Ein Schwarm ist nicht nur bei einer ganz bestimmten Position der Vögel als solcher zu erkennen. Die Positionen der Vögel können durchaus variieren. Und auch eine Welle könne ganz unterschiedlich aussehen, sie sei jedoch noch immer als eine Wellenstruktur zu erkennen. Als weiteres Beispiel nennt Sandra die Struktur von Sandhäufchen, die mit einem Eimer erzeugt werden. Auch diese können unterschiedlich aussehen. Es gebe runde und auch eckige Sandhäufchen. Dennoch handele es sich noch immer um dieselbe Struktur, die durch mit Sand gefüllte Eimer hervorgerufen werde.

115 I: Ok. Alles klar. Dann kommen wir jetzt hier auch zu den Bildern. Also, ich lege mal wieder alle so hin und dann kannst du dir auch wieder so raussuchen, welche zu Strukturen gehören, welche nicht. Die anderen kannst du wieder zur Seite legen.

116 B: Ich glaube, diesmal würde ich nur die Lampe wegnehmen. Alles andere hat für mich eine Charakteristik, also diese bestimmte Struktur. Auch das Zebra durch diese Formgebung der Streifen hat eine bestimmte Struktur und damit ist klar: es ist ein Zebra. Wenn das nicht wäre, wäre es auf den ersten Blick für mich ein Pferd. Das ist vielleicht eine gute Erklärung. **Und bei der anderen Struktur, dem Vogelschwarm, da ändert sich die Struktur stetig, aber es ist eben ein Schwarm zu erkennen und das Gleiche würde ich jetzt auch bei der Welle sagen, die letztendlich auch immer eine gleiche Struktur hat, aber auch ganz unterschiedlich aussehen kann.**

117 I: Ok, was muss konkret für dich erfüllt sein, dass du es jetzt zu einer Struktur zählst?

118 B: Man könnte sagen, eine Unregelmäßigkeit in dem Sinne. **Also diese Sandhäufchen oder Eimerhäufchen, die sehen zwar unterschiedlich aus, sie haben eine unterschiedliche Struktur, einige sind rund einige sind halt eckig, aber diese Unregelmäßigkeit ist für mich ausschlaggebend dann, dass es sich eben hier um diese Sandeimer handelt.** Das würde ich damit verbinden.

Als weiteres Merkmal lässt sich rekonstruieren, dass eine Struktur veränderlich sein kann. Sie muss nicht starr sein. Der Veränderbarkeit sind jedoch Grenzen gesetzt: Auch wenn sich die konkrete Struktur eines Vogelschwarms ständig ändert, so handelt es sich doch stets um einen Vogelschwarm. Der Vogelschwarm bildet also eine Strukturklasse, innerhalb derer konkrete Schwarmstrukturen variieren können.

Tab. 165: Kategorie E1A-SR-M3 zu Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Strukturen sind in den Grenzen ihrer Strukturklasse veränderlich.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten erläutern, dass Strukturen nicht starr sind und sich mit der Zeit, in gewissen Grenzen, verändern. Sie wird auch kodiert, wenn verdeutlicht wird, dass die sich verändernden Strukturen trotz ihrer Veränderung noch genau so bezeichnet werden können wie die ursprünglichen Strukturen.
Ankerbeispiele	„Und bei der anderen Struktur, dem Vogelschwarm, da ändert sich die Struktur stetig, aber es ist eben ein Schwarm zu erkennen und das Gleiche würde ich jetzt auch bei der Welle sagen, die letztendlich auch immer eine gleiche Struktur hat, aber auch ganz unterschiedlich aussehen kann.“ (E1A, P. 116)
Kodierte Textpassagen	E1A, P. 96, 104, 116, 118

Sandra unterscheidet explizit zwischen künstlich hervorgerufenen Strukturen, die durch eine Intelligenz entstanden sind und zwischen naturgegebenen Strukturen.

111 I: Ja, ok. Wie würdest du jemand anderen eine Struktur erklären, was eine Struktur ist?

112 B: Ja, vielleicht auch über das Aussehen. Also Struktur ist ja eine Umgebung oder eine Landschaft oder ein Gegenstand. **Entweder durch Menschen geschaffen oder eben durch die Naturgewalten. Das würde ich unter Struktur ganz schnell so erklären hm (bejahend).**

139 I: Ok perfekt, legen wir das einmal zur Seite. Dann kommen wir jetzt auch wieder zum Erklärungsbegriff ein bisschen. Was glaubst du, wie kommt es zu solchen Strukturen?

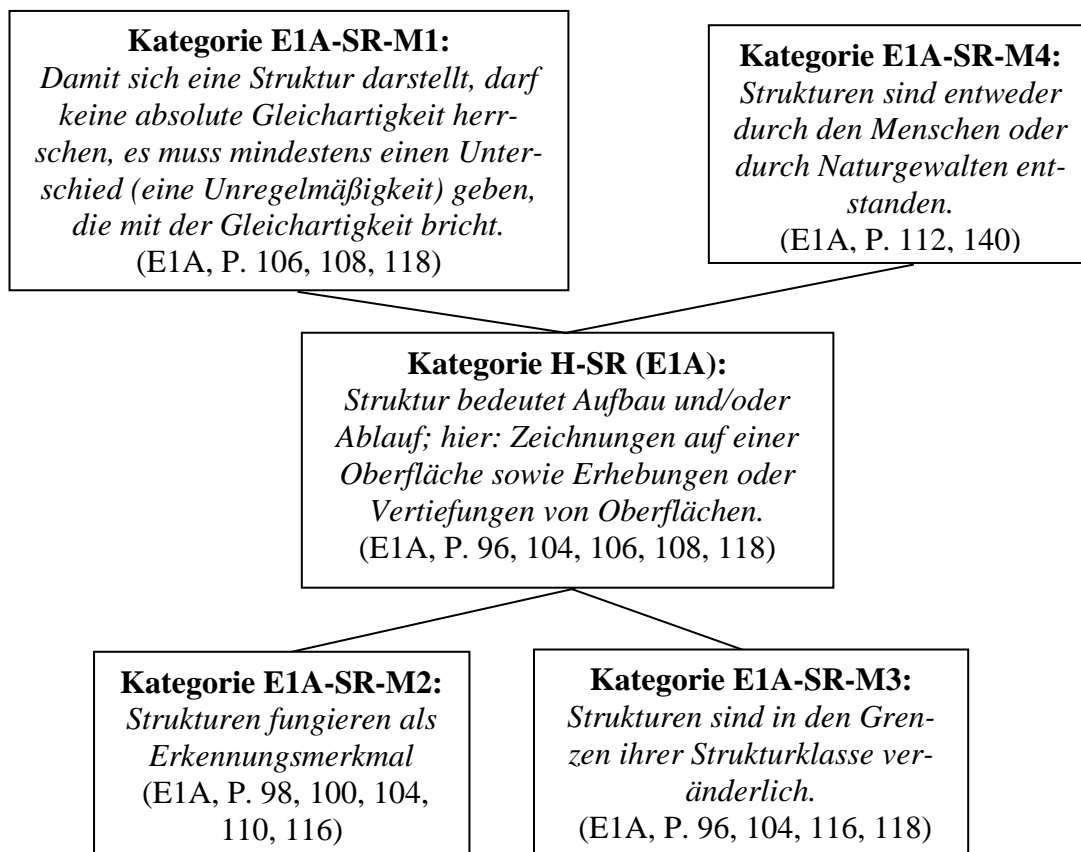
140 B: Ich glaube, **da gibt es verschiedene Möglichkeiten, mindestens zwei. Also eine sind vom Menschen gemachte, bestimmte Strukturen durch Einflussnahme auf die Landschaft** eventuell. Das man dann andere Strukturen vor dieser Maßnahme findet, als nach dieser Maßnahme. Und **das andere ist einfach die natürliche Struktur.** Also wenn wir jetzt an das Wattenmeer denken, an diese Riffel im Sand. Diese zwei Arten eventuell.

Daher lässt sich als weiteres Merkmal einer Struktur rekonstruieren, dass diese entweder durch den Menschen erzeugt wurden oder durch Naturgewalten entstanden sind.

Tab. 166: Kategorie E1A-SR-M4 zu Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Strukturen sind entweder durch den Menschen oder durch Naturgewalten entstanden.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten erläutern, dass es zwei verschiedene Typen von Strukturen gibt, die je nach ihrer Entstehung zu unterscheiden sind. Hierzu zählen zum einen von Menschen erzeugte Strukturen und zum anderen natürliche Strukturen, die durch Naturgewalten entstanden sind.
Ankerbeispiele	„Entweder durch Menschen geschaffen oder eben durch die Naturgewalten. Das würde ich unter Struktur ganz schnell so erklären...“ (E1A, P. 112)
Kodierte Textpassagen	E1A, P. 112, 140

Als Zusammenfassung dieser Analyse werden die gebildeten Kategorien in einem Netzwerk um die Hauptkategorie angeordnet. Dadurch entsteht das folgende Merkmalnetzwerk des Strukturbegriffs im Interview E1A.



22.3.2 Interview E2A

Anhand von Auszügen aus dem Transkript des Interviews E2A wird im Folgenden die Begriffsbildung im Bereich Strukturbildungen der befragten Person Heinz (Codename) rekonstruiert. Als Heinz nach einem Gegenteil für eine Struktur gefragt wird, nennt er eine homogene, glatte Oberfläche, die kein Relief vorzuweisen hat.

136, I: Ok. Was wäre denn ein Gegenteil für dich von Struktur?
138

139, B: Eine ganz **homogene Oberfläche**, die wirklich **ganz glatt** ist und die über-
141 haupt **gar keine Reliefbildung** hat. Zum Beispiel diese Tischplatte.

Im gesamten Gespräch macht Heinz eine Struktur vornehmlich anhand ihrer Abgrenzung von einer homogenen Oberfläche fest. Meist bedeutet eine Strukturbildung für Heinz, dass etwas aus der Oberfläche hervor- oder zurücktritt. Er benutzt diesbezüglich die Begriffe figürlich und räumlich.

178 I: Was ist mit dem Bild 15?

179 B: **Wenn etwas Figürliches, Räumliches entsteht, könnte man sagen, da ist eine Struktur ablesbar.** Dann würde ich es auch auf den Vielleicht-Stapel legen. Nur, wenn ich es so sehe.

Dazu konsistent sieht er eine Struktur als eine Art Abdruck an, also wiederum etwas, das aus der Oberfläche hervor- oder zurücktritt. Kurz danach gibt er an, dass Strukturen auch im Zweidimensionalen vorkommen.

142 I: Und was wäre ein Synonym für Struktur für dich?

143 B: Eigentlich ist es für mich so eine Art **Abdruck**. Obwohl, **es muss nicht in der dritten Dimension sein, es kann ja auch irgendwie in 2D sein.** Aber vielleicht doch **so eine Art Abdruck**, anders kann ich es jetzt nicht...

Diesbezüglich spricht er insgesamt von einem Muster, das sich ebenfalls von einer homogenen Oberfläche abgrenzt. Er ordnet einer Struktur eine gewisse Unverwechselbarkeit zu.

146 I: Wie würdest du jemand anderen so eine Struktur oder Strukturen erklären? So eine Strukturbildung.

147 B: Also Strukturbildung oder überhaupt eine Struktur?

148 I: Überhaupt eine Struktur.

149 B: Eine Struktur ist ein Kennzeichen bzw. es sind unterschiedliche **Muster** auf einem Material oder Natur, Gegenstand, Pflanze oder Sand usw., die das eigentlich unverwechselbar machen. Das ist wie eine Art Fingerabdruck.

Bei der Zuordnung der Bilder zum Begriff sind Heinz entsprechend genau diese Aspekte wichtig: Entweder bedarf es zur Zuordnung einer räumlichen Gestalt, die aus einer

Oberfläche erwächst oder aber einer Zeichnung auf einer Oberfläche. Er führt hierzu den Begriff der Oberflächenstruktur ein und nutzt ihn, um die Bilderzuordnung abzuwägen.

162 I: Die Abbildung 20?

163 B: Ja, genau. Naja, wenn nur vom Material ausgeht, was eine **Oberflächenstruktur** hat, dann weiß ich nicht, ob die Abbildung 14 jetzt eine Struktur hat. Oder ob einfach nur das Bild diese Struktur ist, die erzeugt wird durch die Strömung. Genauso ist es in Abbildung 17 und in Abbildung 16 und in Abbildung 1 auch.

Auch als Heinz Schwierigkeiten hat, einige Bilder zuzuordnen, wird die Wichtigkeit der Oberflächenreferenz für die Zuordnung klar: Er macht sich explizit deutlich, dass er anhand des Vergleichs mit einer Oberfläche die Entscheidung fällt, ob das Bild einer Struktur zugeordnet werde oder nicht.

166 I: Also, welche würdest du denn komplett rausnehmen aus dem Begriff der Struktur? Welche würden da für dich gar nicht reinfallen? Oder fallen da doch irgendwie alle rein?

167 B: In Abbildung 12 bestehen die Sandburgen aus vielen kleinen Sandkörnern und haben eine Oberflächenstruktur, aber es ist zusammengesetzt aus ganz vielen kleinen Sandkörnern. So gesehen bilden dann auch die Summe der Vögel eine Struktur. Deshalb ist das für mich ziemlich schwierig. Also hier in Abbildung 10 würde ich nicht Struktur sagen. Ich weiß nicht warum. In Abbildung 19 könnte man sagen, dass die vielen kleinen einzelnen Tröpfchen eine Struktur darstellen. **Hätte ich aber eben spontan irgendwie nicht dazu gezählt, weil ich ja eigentlich auf der Oberfläche meinte.**

An einem bestimmten Punkt im Gespräch fallen Heinz allerdings auch Strukturen auf, die nicht in seine Kategorien der Zeichnungen und Abdrücke auf Oberflächen passen. Er verdeutlicht das am Beispiel der Sandburgen und führt aus, dass diese zwar eine Oberflächenstruktur besitzen, sie allerdings auch eine Zusammensetzung aus vielen Sandkörnern seien. An diesem Punkt im Gespräch schwenkt Heinz um. Er ist verunsichert, ob nicht viel mehr die Zusammenstellung von Objekten eine Struktur ausmache, mehr noch als der Abdruck oder eine Zeichnung auf einer Oberfläche. Nicht nur die Oberfläche sei folglich für die Zuordnung eines Bildes zum Begriff Struktur entscheidend. Auch ein Arrangement von Objekten könne eine Struktur begründen. Dadurch eröffnen sich für ihn neue Interpretationsmöglichkeiten: Er führt Vögel auf, die in der Summe eine Struktur bilden oder Wassertropfen, die eine Struktur bilden.

166 I: Also, welche würdest du denn komplett rausnehmen aus dem Begriff der Struktur? Welche würden da für dich gar nicht reinfallen? Oder fallen da doch irgendwie alle rein?

167 B: In Abbildung 12 **bestehen die Sandburgen aus vielen kleinen Sandkörnern und haben eine Oberflächenstruktur, aber es ist zusammengesetzt aus ganz vielen kleinen Sandkörnern.** So gesehen bilden dann auch die **Summe der Vögel eine Struktur.** Deshalb ist das für mich ziemlich schwierig. Also hier in Abbildung 10 würde ich nicht Struktur sagen. Ich weiß nicht warum. **In Abbildung 19 könnte man sagen, dass die vielen kleinen einzelnen Tröpfchen eine Struktur darstellen.** Hätte ich aber eben spontan irgendwie nicht dazu gezählt, weil ich ja

eigentlich auf der Oberfläche meinte.

Bis zum Ende dominiert zwar die Vorstellung von Oberflächenstrukturen, aber Heinz fragt sich, wann eine Struktur eine Struktur sei und ob es mit der Summe von Objekten zu tun habe.

170 I: Was ist denn mit Bild 4?

171 B: Naja, da würde ich die Struktur jetzt einfach eher diesen Getreidekörnern zuordnen. Das ist für mich eine ganz klar ablesbare Struktur der Natur, aber nur jede einzelne Ähre für sich halt. **Da ist die Frage, wie sehr man in die Kleinteiligkeit geht. Wann ist eine Struktur eine Struktur? Ist es in der Summe eine Struktur oder ist es...**

Aus diesen Angaben lässt sich das erste Merkmal einer Struktur aus Heinz' Sicht rekonstruieren. Bei einer Struktur handelt es sich zum einen um eine zweidimensionale Zeichnung auf einer Oberfläche oder um etwas, das im Dreidimensionalen aus einer Oberfläche hervor- oder zurücktritt. Zum anderen zählen aber auch räumliche Anordnungen von einzelnen Objekten zu einer Struktur.

Tab. 167: Kategorie H-SR (E2A) zu Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Struktur bedeutet Aufbau und/oder Ablauf; hier: Zeichnungen auf einer Oberfläche, Erhebungen oder Vertiefungen von Oberflächen sowie räumliche Anordnungen.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, falls die Befragten verdeutlichen, dass es sich bei einer Struktur um einen räumlichen Aufbau und/oder um einen zeitlichen Ablauf handelt. Sie wird ebenfalls kodiert, wenn entsprechende Beispiele für Strukturen angeführt werden (z. B. eine Perlenkette für einen Aufbau).
Ankerbeispiele	„Das ist für mich eine Struktur, also wenn die aufgereiht sind wie eine Perlenkette oder so.“ (E3A, P. 248) „[...] Struktur ist bei mir viel immer Ablauf, nicht Aufbau.“ (S2A, P. 528)
Kodierte Textpassagen	E2A, P. 139, 141, 143, 149, 163, 165, 167, 179

Ferner erklärt Heinz, dass eine Struktur ein Kennzeichen sei, eine Art Fingerabdruck, der für Unverwechselbarkeit Sorge. Dieser Aspekt zieht sich durch das gesamte Gespräch.

146 I: Wie würdest du jemand anderen so eine Struktur oder Strukturen erklären? So eine Strukturbildung.

147 B: Also Strukturbildung oder überhaupt eine Struktur?

148 I: Überhaupt eine Struktur.

149 B: Eine Struktur ist ein **Kennzeichen** bzw. es sind unterschiedliche Muster auf einem Material oder Natur, Gegenstand, Pflanze oder Sand usw., die das eigentlich **unverwechselbar** machen. Das ist wie eine Art **Fingerabdruck**.

Der Befragte verdeutlicht, dass sich anhand von Strukturen auf der Oberfläche eines abgesägten Baumes das Alter eines Baumes identifizieren ließe. Sie sind daher als Alters- bzw. Jahresringe bekannt.

130 I: Okay. Wo sind dir Strukturen schon einmal begegnet?

133 B: Am Meer natürlich, aber Strukturen findet man ja in der ganzen Natur. Wenn man sich eine Baumrinde anguckt oder einen Baum absägt, dann sieht man die Baumringe, die **Altersringe**, die **Jahresringe**. Strukturen finden wir eigentlich überall, davor kann man gar nicht die Augen verschließen. Jedes Blatt, jede...

Daher lässt sich ein weiteres Merkmal von Strukturen rekonstruieren:

Tab. 168: Kategorie E2A-SR-M1 zu Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Strukturen fungieren als Erkennungsmerkmal.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten verdeutlichen, dass eine Struktur mehr anregt als nur die bloße Wahrnehmung der Struktur selbst: Dass Strukturen also wie Kennzeichen oder ein Fingerabdruck für etwas stehen und somit dessen Identifizierung dienen.
Ankerbeispiele	„Eine Struktur ist ein Kennzeichen bzw. es sind unterschiedliche Muster auf einem Material oder Natur, Gegenstand, Pflanze oder Sand usw., die das eigentlich unverwechselbar machen.“ (E2A, P. 149)
Kodierte Textpassagen	E2A, P. 133, 149

Bemerkenswert ist, dass Heinz aussagt, keine Struktur gleiche der anderen, weil nichts identisch sei.

128 I: Ok, was findest du an Strukturen oder an Strukturbildung interessant? Oder an diesem Bild so interessant?

129 B: Das Tolle ist, dass die Strukturen von der Natur gegeben sind und **keine gleicht der anderen, also nichts ist identisch** und alles ist natürlich abgebildet.

Heinz sieht den Fingerabdruck nicht als etwas Starres an, denn er sagt aus, dass sich die Struktur im Laufe der Zeit verändere. Irgendetwas sei in Bewegung. Dies ist konsistent zu den vorigen Darlegungen: Eine Struktur verändert sich und kommt identisch so nie wieder vor. Sie ist einzigartig. Sie verändert sich jedoch in einem gewissen Rahmen: Eine Düne wächst, ein Baum wächst. Aber es bleibt bei aller Veränderung stets eine Düne bzw. ein Baum (Strukturklassen). Die konkrete Struktur ändert sich, es findet jedoch keine Veränderung der Strukturklasse statt.

150 I: Könntest du dann auch wieder eine Definition aufschreiben von Struktur?

153 B: Die Struktur bildet sich in der Natur ja auch dadurch, dass **irgendwas wächst** zum Beispiel. Und **dadurch ist irgendwas in Bewegung**. Obwohl, es ist schwierig das abzugrenzen so. **Die Struktur ist für mich eher so eine Art Fingerabdruck, die sich im Laufe der Zeit verändert.**

Bei der Beschreibung einer Strukturveränderung bezieht sich der Befragte auf das Wachstum. Eine Struktur entstehe und verändere sich, indem sie wachse. Er macht dies am Beispiel eines wachsenden Baumes fest.

196 I: Ok. Dann sind wir jetzt auch wieder bei den Erklärungen so ein bisschen angelangt. Was glaubst du, wie kommt es zu solchen Strukturen? Also was ist der Grund für solche Strukturen?

197 B: Diese Strukturen entstehen durch das **natürliche Wachstum** und werden auch beeinflusst durch Sonne, Wind und durch natürliche Elemente.

200 I: Wie könnte man deiner Meinung nach Strukturen aufhalten?

201 B: Das ist schwierig, denn es gibt Dinge, die kann man nicht aufhalten. Zum Beispiel wenn man das **Wachstum von Bäumen** in irgendeiner Form beeinflussen will – obwohl das hat keinen Einfluss auf die Rinde. Man muss erstmal sehen, welche Struktur es ist und dann gucken, in welchem Zusammenhang **diese Struktur sich verändert** und dann die jeweiligen Maßnahmen treffen.

Aus diesen Darlegungen kann ein weiteres Merkmal einer Struktur rekonstruiert werden. Strukturen sind für den Moment einzigartig, aber sie wachsen und verändern sich – jedoch ohne ihre Funktion als Erkennungsmerkmal zu verlieren. Damit sie ihren Status als Erkennungsmerkmal nicht verlieren, dürfen sie sich nur in gewissen Grenzen verändern. Eine Ähnlichkeit mit der ursprünglichen Struktur muss noch gewährleistet sein.

Tab. 169: Kategorie E1A-SR-M2 zu Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Momentane Strukturen sind einzigartig, sie verändern sich bisweilen in den Grenzen ihrer Strukturklasse jedoch.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten verdeutlichen, dass Strukturen sich stets verändern können und trotzdem ihre Zugehörigkeit zu der übergeordneten Klasse beibehalten. Sie wird ebenfalls kodiert, wenn erklärt wird, dass Strukturen einzigartig seien und exakt nie wieder in gleicher Weise auftreten.
Ankerbeispiele	„Die Struktur ist für mich eher so eine Art Fingerabdruck, die sich im Laufe der Zeit verändert.“ (E2A, P. 153)
Kodierte Textpassagen	E2A, P. 129, 144, 153, 197, 201

Alle bisherigen Äußerungen von Heinz beziehen sich stets auf natürliche Strukturen. An sehr vielen Stellen im Gespräch betont Heinz, dass eine Struktur von der Natur gegeben sei, dass sie natürlich gebildet worden sei.

128 I: Ok, was findest du an Strukturen oder an Strukturbildung interessant? Oder an diesem Bild so interessant?

129 B: Das Tolle ist, dass die Strukturen **von der Natur gegeben** sind und keine gleicht der anderen, also nichts ist identisch und alles ist **natürlich abgebildet**.

130 I: Okay. Wo sind dir Strukturen schon einmal begegnet?

133 B: Am Meer natürlich, aber **Strukturen findet man ja in der ganzen Natur**. Wenn man sich eine Baumrinde anguckt oder einen Baum absägt, dann sieht man die Baumringe, die Altersringe, die Jahresringe. Strukturen finden wir eigentlich überall, davor kann man gar nicht die Augen verschließen. Jedes Blatt, jede...

150 I: Könntest du dann auch wieder eine Definition aufschreiben von Struktur?

153 B: Die Struktur bildet sich **in der Natur** ja auch dadurch, dass irgendwas wächst zum Beispiel. Und dadurch ist irgendwas in Bewegung. Obwohl, es ist schwierig das abzugrenzen so. Die Struktur ist für mich eher so eine Art Fingerabdruck, die sich im Laufe der Zeit verändert.

170 I: Was ist denn mit Bild 4?

171 B: Naja, da würde ich die Struktur jetzt einfach eher diesen Getreidekörnern zuordnen. Das ist für mich eine ganz klar ablesbare **Struktur der Natur**, aber nur jede einzelne Ähre für sich halt. Da ist die Frage, wie sehr man in die Kleinteiligkeit geht. Wann ist eine Struktur eine Struktur? Ist es in der Summe eine Struktur oder ist es...

190 I: Dann können wir die Bilder wieder einpacken. Was wäre jetzt wieder für dich die Struktur schlecht hin? Oder gibt es die überhaupt?

191 B: Nein, weil wir Strukturen überall finden, gibt es die nicht. Ich glaube, der Fingerabdruck ist schon ein ganz gutes Beispiel für **Strukturen der Natur**.

196 I: Ok. Dann sind wir jetzt auch wieder bei den Erklärungen so ein bisschen angelangt. Was glaubst du, wie kommt es zu solchen Strukturen? Also was ist der Grund für solche Strukturen?

197 B: Diese Strukturen entstehen durch das **natürliche Wachstum** und werden auch beeinflusst durch Sonne, Wind und durch natürliche Elemente.

212 I: Ok, alles klar. Abschließend noch die Frage: Was könntest du jetzt so über Strömungen und Strukturen aussagen? Hängen die für dich zusammen oder haben die irgendwie eine Bindung zueinander oder wie stehen die beiden Phänomene so für dich zueinander?

213 B: Die hängen schon in gewisser Weise zusammen, weil Strömungen Auswirkungen auf Strukturen haben können und **die sind für mich auf die Natur bezogen**. Also Basis ist **die Natur** und **natürliche Gegebenheiten**.

Und auch beim Logo nimmt Heinz die Interpretation desselben vorweg. Er zeichnet eine Verzweigung und betont, dass er etwas Natürliches gezeichnet habe.

192 I: Ok, alles klar. Könntest du dann auch wieder ein Logo entwerfen für Strukturen?

193 B: Also das ist jetzt wieder die Plattform. Und ich glaube, da es **was Natürliches** ist und sich verzweigt, wäre es einfach sowas.

194 I: Ok, also einfach so eine Verzweigung versucht darzustellen.

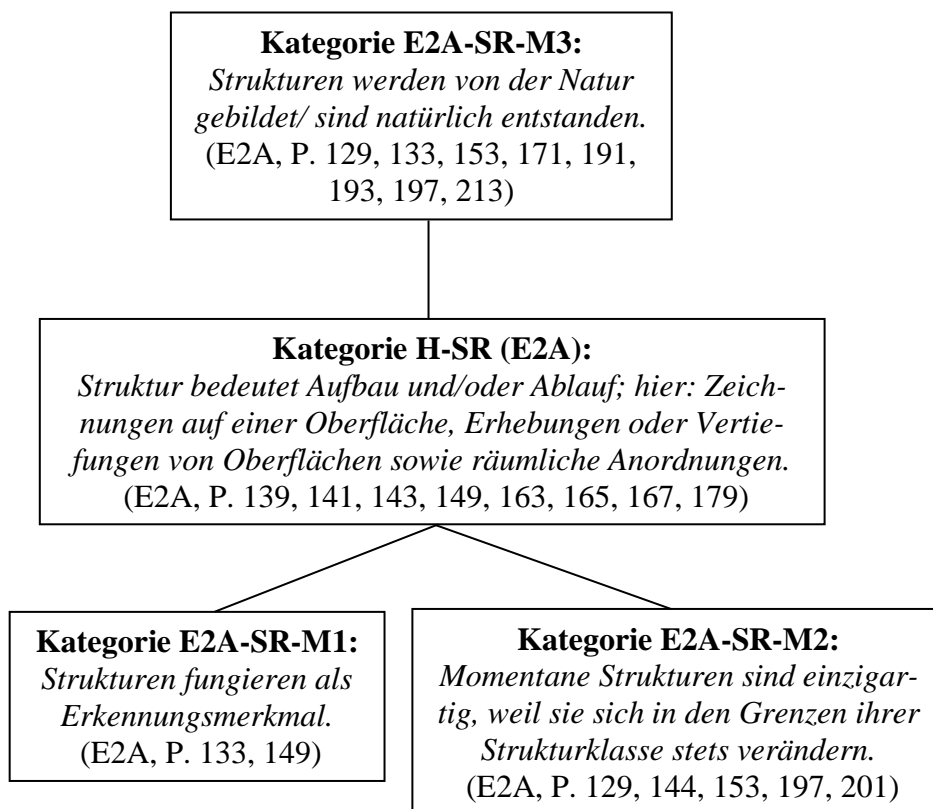
195 B: Ja.

Als weiteres Merkmal einer Struktur aus Heinz' Sicht lässt sich festhalten, dass die von ihm benannten Merkmale sich auf natürliche Strukturen beziehen. Künstliche Strukturen werden von ihm nicht benannt. Daher lässt sich ein weiteres Merkmal nachzeichnen:

Tab. 170: Kategorie E2A-SR-M3 zu den Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Strukturen werden von der Natur gebildet /sind natürlich entstanden.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten sich bei der Beschreibung von Strukturen auf Strukturen in der Natur beziehen und erläutern, dass diese durch das Wirken der Natur entstehen. Sie wird auch kodiert, wenn die Befragten im Umfeld von Strukturen das Verb <i>natürlich</i> im Sinne einer natürlichen Entstehung der Strukturen, also ohne gesteuerte Einflüsse, verwenden.
Ankerbeispiele	„Diese Strukturen entstehen durch das natürliche Wachstum und werden auch beeinflusst durch Sonne, Wind und durch natürliche Elemente.“ (E2A, P. 197)
Kodierte Textpassagen	E2A, P. 129, 133, 153, 171, 191, 193, 197, 213

Als Zusammenfassung dieser Analyse werden die gebildeten Kategorien in einem Netzwerk um die Hauptkategorie angeordnet. Dadurch entsteht das folgende Merkmalnetzwerk des Strukturbegriffs im Interview E2A.



22.3.3 Interview E3A

Anhand von Auszügen aus dem Transkript des Interviews E1A wird im Folgenden die Begriffsbildung im Bereich Strukturbildungen der befragten Person Martina (Codename) rekonstruiert. In ihrem Interview über Strukturen bringt Martina den Begriff der Form ins Spiel. Sie verwendet ihn während des gesamten Interviews, um Strukturen zu verdeutlichen. Für sie sei eine Struktur gegeben, wenn sich Formen erkennen ließen. Als Beispiel führt sie eine nordfriesische Kuh auf.

241 I: Was würdest du jetzt damit verbinden? Wenn wir jetzt diese zwei Bilder hier haben, hättest du dann noch Ideen, wo es sonst noch irgendwie Strukturen gibt?

242 B: Im Augenblick nicht, aber ich weiß jetzt, was du meinst: Strukturen, die es auf der Erde gibt. Also ein Zebra hat einen gestreiften Rücken, eine nordfriesische Kuh hat schwarz-weiße Flecken. Das wäre für mich jetzt auch eine Struktur. Also irgendwo, wo man **Formen** erkennen kann.

262 B: Eine Struktur ist halt eine einmalig, natürliche, durch Bewegung entstandene **Form**. Bei Tieren ist es natürlich durch Vererbung übertragen.

267 I: Wie würdest du das dann jemandem erklären?

268 B: Ich würde wahrscheinlich mit irgendjemandem vielleicht an das Wasser, Strand oder Watt gehen und ihm dann, genauso wie du das hier gemacht hast, mit einem Bild eine Struktur zeigen, damit man ein Bild im Kopf hat, was mit einer Struktur gemeint ist. Und dann demjenigen das erklären in dem Sinne, dass diese **Form** einmalig im Sand entstanden ist und er das auf andere Strukturen, die durch Wind oder Wolken entstandenen Bilder, dann übertragen kann. Aber das ist ganz schwierig zu erklären.

An einer Stelle wird Martina konkreter und erklärt mit Blick auf Dünenlandschaften, dass diese wie Wellen seien, also die Form einer Welle besitzen.

250, B: Es gibt einmal die Dünenlandschaften, die **wie Wellen** sind. Auf einigen In-
252 seln sind das auch wie so... oder wenn man jetzt an Norwegen denkt: diese Fjorde, die dann einander ähnlich, von außen betrachtet, aussehen.

Doch nicht nur erkennbare Formen deuten für Martina auf Strukturen hin, auch Formationen, also eine bestimmte Anordnung von Objekten können eine Struktur bilden. Diesbezüglich nennt sie eine Wolkenformation und erklärt, dass es sich um eine Struktur handle, wenn sie aufgereiht seien wie eine Perlenkette.

306, B: Also, das Bild wäre jetzt viergeteilt. Das wäre jetzt ein größeres Logo. Ich
308 würde wahrscheinlich ein Zebra oder irgendein anderes Tier nehmen, was eine einmalige Körperstruktur hat. Dann eine **Wolkenformation**, die auch einmalig wäre. Dann ein Wattbild, also Sand mit irgendeiner Struktur drin und wiederum irgendwie Wasser. Vielleicht wären das natürliche Bilder oder so.

247 I: Sind dir irgendwo schon mal Strukturen begegnet? Schon mal selbst irgendwo welche gesehen?

- 248 B: Ja, wenn du jetzt ein witziges Wolkenbild siehst oder eines, das nur in **Streifenform** am Himmel ist oder man sieht irgendwelche Wolken, die aussehen **wie kleine Wattebäuschchen** und in einer Reihe **aufgereiht** ist. Das wäre jetzt für mich nicht nur eine fette, große Wolke, sondern viele kleine. Das ist für mich eine Struktur, also wenn die **aufgereiht sind wie eine Perlenkette** oder so.

Als erstes Merkmal aus der Sicht der Befragten lässt somit festhalten, dass eine Struktur eine spezielle Form oder eine Formation darstellt.

Tab. 171: Kategorie H-SR (E3A) zu den Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Struktur bedeutet Aufbau und/oder Ablauf; hier: räumliche Anordnungen, Formationen und Formen.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, falls die Befragten verdeutlichen, dass es sich bei einer Struktur um einen räumlichen Aufbau und/oder um einen zeitlichen Ablauf handelt. Sie wird ebenfalls kodiert, wenn entsprechende Beispiele für Strukturen angeführt werden (z. B. eine Perlenkette für einen Aufbau).
Ankerbeispiele	„Das ist für mich eine Struktur, also wenn die aufgereiht sind wie eine Perlenkette oder so.“ (E3A, P. 248) „[...] Struktur ist bei mir viel immer Ablauf, nicht Aufbau.“ (S2A, P. 528)
Kodierte Textpassagen	E3A, P. 242, 248, 262, 268, 250, 252, 306, 308

Des Weiteren betont die Befragte, dass es sich um eine einmalige Form bzw. Formation handelt, die in exakt gleicher Weise nicht wieder auftritt. Diese Aussage macht sie am Beispiel einer Struktur im Sand fest: Sie erläutert, dass sich der Sand willkürlich in einer einzigartigen Weise formiere, die kein Mensch zeichnerisch reproduzieren könne.

- 243 I: Ist das für dich interessant und was findest du daran interessant?

- 244 B: Das ist interessant. Wenn man jetzt Bild 21 betrachtet: Das ist ja eine Struktur, die willkürlich nur **einmalig** entsteht. Und **das sieht man so dann nicht wieder**. Also das ist, find ich persönlich, interessant. Das **kann ja kein Mensch so nachmalen**.

Auch beim Finden eines Synonyms und dem Versuch einer Erläuterung spricht Martina u. a. von der Einmaligkeit, die eine Struktur ausmache. Damit ist offenbar gemeint, dass eine Struktur in exakt gleicher Art und Weise nicht wieder auftritt. Sie ist also einzigartig.

- 261 I: Was wäre ein Synonym, also eine Umschreibung für Struktur?

- 262 B: Eine Struktur ist halt eine **einmalig**, natürliche, durch Bewegung entstandene Form. Bei Tieren ist es natürlich durch Vererbung übertragen.

- 267 I: Wie würdest du das dann jemandem erklären?

- 268 B: Ich würde wahrscheinlich mit irgendjemandem vielleicht an das Wasser, Strand oder Watt gehen und ihm dann, genauso wie du das hier gemacht hast, mit einem

Bild eine Struktur zeigen, damit man ein Bild im Kopf hat, was mit einer Struktur gemeint ist. Und dann demjenigen das erklären in dem Sinne, dass diese Form **einmalig** im Sand entstanden ist und er das auf andere Strukturen, die durch Wind oder Wolken entstandenen Bilder, dann übertragen kann. Aber das ist ganz schwierig zu erklären.

Durch die Einzigartigkeit einer Struktur dient sie für Martina auch als Mittel zur Identifizierung, als Kennzeichen. Sie führt aus, dass die Struktur eines Zebrakörpers einmalig sei, da so etwas bei keinem anderen Tier vorkomme.

284, B: 8 und 18 ist das Zebra. Also die Struktur des Zebrakörpers wird da ja dar-
 286, gestellt. Das ist halt auch **einmalig** in der Natur. **So ein Tier, das kennt man**
 288 **ja sonst nicht.**
 Bild 21 und 5 sind Wattstrukturen eindeutig für mich.
 Diesmal habe ich dann Bild 14 und 7, weil es ja auch Wolken sind, und die 9
 zusammen. Das sind dann halt Wolkenstrukturen. Entweder von der Seite oder
 halt von oben fotografiert.
 Die 19 und 20 habe ich zusammengetan, denn das ist einmal die Struktur eines
 Flusslaufes von oben betrachtet. Und das ist, von der Seite betrachtet, fließen-
 des Wasser. Einmal in Tröpfchenform und einmal als durchgängiger Strahl.

Zwar sei ein Wolkenbild stets ein Wolkenbild. Eine exakte Formation, so Martina, komme jedoch nicht in tausend Jahren noch einmal genauso vor.

291 I: Was für Gemeinsamkeiten die jetzt aufweisen, dass du sagst: "Es ist jetzt eine
 Struktur!".
 292 B: Alle?
 293 I: Hm (bejahend).
 294 B: Auch, dass alles natürlich entsteht und teilweise nur einmalig da ist. Ein Wol-
 kenbild von oben **wird jetzt wahrscheinlich nicht in tausend Jahren nochmal**
das gleiche Bild sein.

Schließlich nutzt Martina auch bei der Erzeugung eines Logos den Aspekt der Einzigartigkeit: Sie zeichnet u. a. ein Zebra mit einer einmaligen Körperstruktur und eine, so Martina, einmalige Wolkenformation.

306, B: Also, das Bild wäre jetzt viergeteilt. Das wäre jetzt ein größeres Logo. Ich
 308 würde wahrscheinlich ein Zebra oder irgendein anderes Tier nehmen, was eine
einmalige Körperstruktur hat. Dann eine Wolkenformation, die auch **einmalig**
 wäre. Dann ein Wattbild, also Sand mit irgendeiner Struktur drin und wiederum
 irgendwie Wasser. Vielleicht wären das natürliche Bilder oder so.

Als ein weiteres Merkmal einer Struktur ist auf Basis der dargelegten Äußerungen zu rekonstruieren, dass konkrete Strukturen aus der Sicht der Befragten lediglich ein einziges Mal vorkommen. Sie sind einzigartig und treten nie vollständig exakt wieder so auf. Sie können lediglich in ähnlicher Weise wieder auftreten.

Tab. 172: Kategorie E3A-SR-M1 zu Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Strukturen sind einzigartig.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten verdeutlichen, dass Strukturen einzigartig/einmalig sind und deshalb exakt nie wieder in gleicher Weise auftreten.
Ankerbeispiele	„Das ist ja eine Struktur, die willkürlich nur einmalig entsteht. Und das sieht man so dann nicht wieder.“ (E3A, P. 244)
Kodierte Textpassagen	E3A, P. 244, 262, 268, 284, 286, 288, 294, 306, 308

Konsistent zu den bisherigen Nachzeichnungen ist die Vorstellung von Martina, dass Strukturen nicht starr oder fix auftreten. Sie sind veränderbar und dynamisch. Dies erklärt, weshalb sie als Gegenteil einen Hochhausbau der 70er- und 80er-Jahre nennt. Diesen sieht sie als Inbegriff von Starre. Bemerkenswert ist, dass sie ihn ebenfalls als Struktur bezeichnet. Allerdings setzt sie vor den Begriff das Wort „feststehend“. Sie unterscheidet also zwischen feststehenden Strukturen und dynamischen/veränderlichen Strukturen, die durch Bewegung entstanden seien. Letztere verbindet sie eher mit den Gesprächsinhalten.

253 I: Was wäre ein Gegenteil für dich zu Strukturen?

254 B: Ein 70er-Jahre Hochhausbau oder 80er.

255 I: Wieso?

256, B: Weil das so **starr** ist. Das ist nicht durch natürliche **Bewegung** entstanden.
 258 Das ist Beton, also nichts Natürliches. Oder eine Kaimauer am Hafen oder eine Schleuse. Das ist eine **feststehende** Struktur. Bei einer Dünenlandschaft oder bei abfließendem Wasser im Sand ist ja was durch **Bewegung** entstanden.

259 I: Also was Natürliches sozusagen.

260 B: Natürliches, ja genau.

261 I: Was wäre ein Synonym, also eine Umschreibung für Struktur?

262 B: Eine Struktur ist halt eine einmalig, natürliche, **durch Bewegung entstandene** Form. Bei Tieren ist es natürlich durch Vererbung übertragen.

Außerdem nutzt sie am Beispiel von Fjorden den Begriff der Ähnlichkeit. Dies ist konsistent zu den vorigen Äußerungen, denn aus ihrer Sicht können Strukturen offenbar in gewissen Grenzen veränderlich sein: Mehrere Fjorde müssen keine exakten Abbilder voneinander sein, um als Fjord zu gelten. Es reicht eine Ähnlichkeit zueinander, um eine Struktur zur Klasse der Fjorde zuzuordnen. Dabei ist jeder Fjord für sich genommen in obigem Sinne einmalig.

250, B: Es gibt einmal die Dünenlandschaften, die wie Wellen sind. Auf einigen In-
 252 seln sind das auch wie so... oder wenn man jetzt an Norwegen denkt: diese Fjorde, die dann **einander ähnlich, von außen betrachtet, aussehen**.

Als drittes Merkmal lässt sich herausarbeiten, dass die genannten Formen und Formationen sich verändern können. Dabei kehren die Strukturen nie wieder vollständig in ihre

ursprüngliche Form bzw. Formation zurück, was ihre Einzigartigkeit begründet. Zwar ergibt sich also nie mehr die exakte, ursprüngliche Struktur, aber die Klasse der Struktur kann wieder auftreten. Die Struktur tritt also in ähnlicher Form wieder auf, wie am Beispiel der Fjorde gut nachvollzogen kann. Sie spricht diesbezüglich von Ähnlichkeit. Deshalb muss der Aspekt der Veränderlichkeit etwas eingegrenzt werden: Strukturen sind in gewissen Grenzen veränderbar, sodass sie sich zwar verändern können, aber immer noch ihre Ähnlichkeit zu den Strukturen der gleichen Klasse bewahren.

Tab. 173: Kategorie E3A-SR-M2 zu Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Strukturen verändern sich innerhalb der Grenzen ihrer Strukturklasse.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten verdeutlichen, dass sich Strukturen innerhalb gewisser Grenzen – in denen sie noch als ähnlich zueinander angesehen werden können – verändern. Jene Strukturen bilden somit eine Klasse, deren konkrete Strukturen einander ähnlich, aber dennoch einzigartig sind. Sie wird auch kodiert, wenn die Befragten verdeutlichen, dass Strukturen durch Bewegung entstehen und nicht starr sind.
Ankerbeispiele	„Weil das so starr ist. Das ist nicht durch natürliche Bewegung entstanden. Das ist Beton, also nichts Natürliches. Oder eine Kaimauer am Hafen oder eine Schleuse. Das ist eine feststehende Struktur. Bei einer Dünenlandschaft oder bei abfließendem Wasser im Sand ist ja was durch Bewegung entstanden.“ (E3A, P. 256, 258)
Kodierte Textpassagen	E3A, P. 250, 252, 256, 258, 262

Die Äußerungen von Martina, insbesondere zur Veränderlichkeit von Strukturen, beziehen sich auf natürliche Strukturen. Sie macht anhand des Gegenteils, einen Hochhausbau und somit einer künstlichen Struktur, deutlich, dass es sich dabei um eine feststehende, starre Struktur handele. Eine natürliche Struktur sei dadurch gekennzeichnet, dass jene durch Bewegung entstehe.

253 I: Was wäre ein Gegenteil für dich zu Strukturen?

254 B: Ein 70er-Jahre Hochhausbau oder 80er.

255 I: Wieso?

256, 258 B: Weil das so starr ist. Das ist nicht durch **natürliche** Bewegung entstanden. Das ist Beton, also nichts Natürliches. Oder eine Kaimauer am Hafen oder eine Schleuse. Das ist eine **feststehende Struktur**. Bei einer Dünenlandschaft oder bei abfließendem Wasser im Sand ist ja was durch Bewegung entstanden.

261 I: Was wäre ein Synonym, also eine Umschreibung für Struktur?

262 B: Eine Struktur ist halt eine einmalig, **natürliche**, durch Bewegung entstandene Form. Bei Tieren ist es natürlich durch Vererbung übertragen.

An anderer Stelle betont sie, dass eine natürliche Struktur einmalig sei und diese Einzigartigkeit von keinem Menschen in exakter Weise nachgemalt werden könne.

- 243 I: Ist das für dich interessant und was findest du daran interessant?
- 244 B: Das ist interessant. Wenn man jetzt Bild 21 betrachtet: Das ist ja eine Struktur, die willkürlich nur einmalig entsteht. Und das sieht man so dann nicht wieder. Also das ist, find ich persönlich, interessant. **Das kann ja kein Mensch so nachmalen.**

Bei der Bilderzuordnung gibt Martina an, dass es eine Bedingung für die Bilderzuordnung sei, dass alles auf den Bildern natürlich entstanden sei.

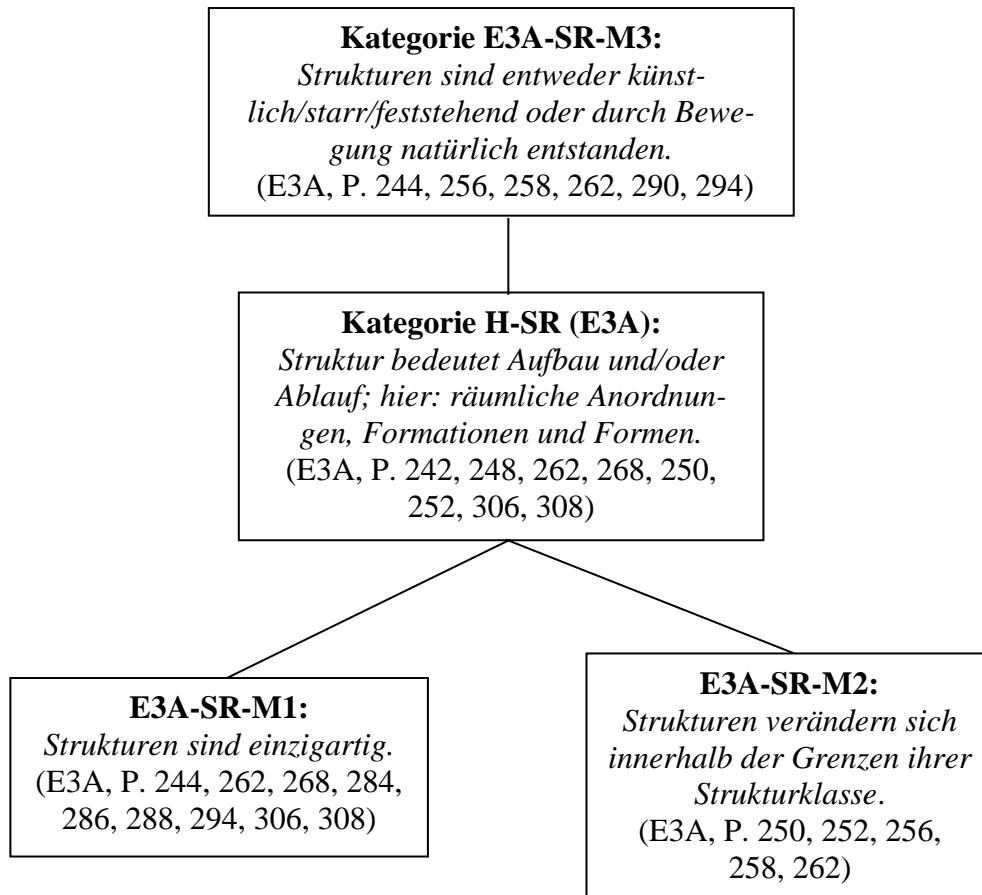
- 289 I: Wo sind jetzt da Gemeinsamkeiten für dich und was muss wirklich erfüllt sein, dass du jetzt sagst, dass das eine Struktur für dich ist?
- 290 B: Erfüllt sein..., dass alles **natürlich** entstanden ist. Und was war die zweite Frage?
- 291 I: Was für Gemeinsamkeiten die jetzt aufweisen, dass du sagst: "Es ist jetzt eine Struktur!".
- 292 B: Alle?
- 293 I: Hm (bejahend).
- 294 B: Auch, dass alles **natürlich** entsteht und teilweise nur einmalig da ist. Ein Wolkenbild von oben wird jetzt wahrscheinlich nicht in tausend Jahren nochmal das gleiche Bild sein.

Die bisher von Martina implizit im Gespräch benannten Merkmale von Strukturen beziehen sich also lediglich auf natürliche Strukturen. Erst unter dieser Prämisse sind die vorigen Aussagen der Befragten in sich konsistent.

Tab. 174: Kategorie E3A-SR-M3 zu Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Strukturen sind entweder künstlich/starr/feststehend oder durch Bewegung natürlich entstanden.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten erläutern, dass Strukturen entweder natürlichen Ursprungs sind, also lediglich durch das Wirken der Natur und dortige Bewegungen gebildet werden, oder dass sie starr sind und damit das Gegenteil der natürlichen Strukturen sind.
Ankerbeispiele	„Eine Struktur ist halt eine einmalig, natürliche, durch Bewegung entstandene Form.“ (E3A, P. 262) „Das ist nicht durch natürliche Bewegung entstanden. Das ist Beton, also nichts Natürliches. Oder eine Kaimauer am Hafen oder eine Schleuse. Das ist eine feststehende Struktur.“ (E3A, P. 256, 258)
Kodierte Textpassagen	E3A, P. 244, 256, 258, 262, 290, 294

Als Zusammenfassung dieser Analyse werden die gebildeten Kategorien in einem Netzwerk um die Hauptkategorie angeordnet. Dadurch entsteht das folgende Merkmalnetzwerk des Strukturbegriffs im Interview E3A.



22.3.4 Interview SIA

Anhand von Auszügen aus dem Transkript des Interviews SIA wird im Folgenden die Begriffsbildung im Bereich Strukturbildungen der befragten Person Hannah (Codename) rekonstruiert. Für Hannah handelt es sich bei Strukturen in erster Linie um Formationen. Im gesamten Gespräch nutzt sie diesen Begriff beinahe synonym für Strukturen. Direkt zu Beginn erkennt sie in den vorgelegten Bildern vielerlei Formationen.

131, I: Dann sind wir mit dem ersten Teil schon durch. Der zweite Teil ist sehr ähn-
141 lich aufgebaut. Nur, dass es sich jetzt nicht mehr um Strömung dreht.
Passen diese Bilder für dich zusammen?

142, B: In jedem Bild sind gewisse **Formationen** zu erkennen, die durch Wasser,
144 Wind, durch Pflanzenwuchs oder durch Menschenhand entstanden sind. Das ist
Menschenhand, Wind und Wachstum. Das ist eine Gemeinsamkeit.

Beim Betrachten der Bilder spricht sie stets davon, dass jene zu beobachtende Strukturen durch unterschiedliche Prozesse geformt worden seien.

145, I: Das ist schon ziemlich gut. Wir haben die jetzt unter den Begriffen Struktu-
147 ren oder Strukturbildung gestellt. Das ist ja die Formation im Prinzip. Könntest
du da noch etwas von diesen Bildern noch zuordnen?

148, B: Ja, dies. Die sind ja wieder durch Wind entstanden die Strukturen.
150 Das, also im Vordergrund steht ja hier wohl die Windkraft, aber die Wolken
sind natürlich durch den Wind wieder **geformt** worden.
Die Wolke da, die kleine Wolke, die entstanden ist, aber auch der Sand drum-
herum werden durch Wind **geformt**.
Das wird durch Wasser **geformt**.
Das letztendlich auch.
Das sowieso. Das ist wieder durch Wind auch.
Und das ist durch Wasser.
Nicht, dass wir gleich alle auf dem Tisch liegen haben.

151 I: Wenn es so ist, dann ist es so.

152, B: Das ist eine Struktur, die durch Menschenhand **geformt** wurde.
154. Das ist durch Tiere, eine Struktur durch Tiere.
156 Und das ist durch Wasser: ein mäandrierender Fluss.
Diese Struktur ist durch Menschenhand geschaffen worden. Das muss ich
dann auch wieder dazu tun, durch Wasser.

Zusammenfassend sieht sie eine Struktur als Formation an, die von einem Medium geformt werden müsse.

157 I: Was kannst du denn für deine Strukturen sagen? Was muss dafür gelten?

158 B: Ein Medium muss diese Strukturen **formen**, ob es Wind, Wasser oder Men-
schenhand ist. Und das ist ja hier fast bei allen Bildern gegeben.
Wenn man mal das Fell des Zebras nimmt, ist das auch eine Laune der Natur. Ist
auch eine Struktur durch Wachstum. Wachstum ist, glaube ich, nicht der richtige
Begriff, aber äh... (unterbrochen).

159 I: Durch die Evolution so.

160 B: Die Natur hat es so **geformt**.

Besonders deutlich tritt im Gespräch der Begriff der Formation hervor, mit denen Hannah versucht, Strukturen zu beschreiben. Dies zeigt sich bei der Aufgabe, jemandem eine Struktur zu erklären.

225 I: Wenn du jetzt jemandem Struktur erklären müsstest, was für eine Struktur wichtig ist, wie würdest du das machen?

228 B: Entweder durch Menschenhand oder durch Naturereignisse geschaffene **Formation**.

Und auch bei der Explikation von Gegenbegriffen wird mit Blick auf Strukturen von einer Formation gesprochen.

211 I: Hast du ein Gegenteil von Struktur parat?

212 B: Gegenteil von Struktur? Ja, irgendwie Chaos oder ungleichm...

213 I: Chaos finde ich schon gut.

214, B: Chaos ist ein Begriff. Unregelmäßig kann man nicht sagen. Es gibt ja auch
216 ganz unregelmäßig beschaffene **Formationen**, die aber doch irgendwie eine Struktur haben. Chaos ist sicherlich ein Begriff, der das Gegenteil ist von Struktur.

Die Befragte versteht eine Formation, und damit auch eine Struktur, offenbar als eine besondere Anordnung.

181 I: Was muss für dich erfüllt sein, dass das nun eine Struktur ist?

182 B: Struktur ist irgendwie eine **besondere Anordnung** von allem Möglichen: Sand, Wolken, feste Körper.

183 I: Tieren.

184 B: Von Tieren, ja. Der Vogelschwarm ist ja auch interessant, wenn man das sieht. Eine **besondere Anordnung** von Materialien oder auch Tieren.

Der Aspekt der besonderen Anordnung zeigt sich in vielen von Hannah gewählten Beispielen zur Verdeutlichung einer Struktur. So berichtet sie von Wolkenformation, die in der Formation von Wellen auftreten.

176 B: Das ist ja auch so 'ne Struktur. Und Wolken allgemein sind eigentlich immer wieder interessant, ne? Es gibt ja wahnsinnige **Wolkenbilder**. Das [zeigt] ist jetzt nicht so spektakulär, aber es gibt ja sehr spektakuläre... (unterbrochen).

177 I: Zum Beispiel das [zeigt].

178 B: Ja, gleichförmig, **wie so eine Wellenbewegung**.

179 I: Genau, erinnert schon stark an sowas.

180 B: Vor Unwettern gibt es ja immer wieder Bilder von **Wolkenformationen**, die dann plötzlich so ganz massiv auftreten.

An anderer Stelle wird als Beispiel für eine Struktur eine Pflasterfläche benannt. Auch hier handelt es sich um eine Formation, also eine besondere Anordnung, von einzelnen Pflastersteinen.

191 I: Sind dir sonst schon Strukturen begegnet im Alltag?

192 B: Strukturen begegnen einem ja ständig. Wenn ich über eine **Pflasterfläche** laufe, dann habe ich eine Struktur.

Auch bei der Gestaltung eines Logos bezieht sich Hanna auf eine besondere Anordnung von Ziegelsteinen: Sie zeichnet eine Ziegelwand.

201 I: Auch hier jetzt nochmal wieder: Das Werbelogo malen zum Thema Struktur.

204, B: Da würde ich dann eine gleichmäßige Struktur erzeugen. Keine Naturstruktur. Aber auch nicht so gleichmäßig. Eine Struktur ja, aber irgendwie mal so, 206 mal so. Was natürlich langweilig aussieht. Was Besseres fällt mir da nicht ein im Moment.

207 I: Ja, das ist doch gut. Sieht eine bisschen aus wie eine **Ziegelwand**.

208, B: Ja. Aber doch irgendwie ein bisschen ungleichmäßig.
210

Als erstes Merkmal lässt sich im Gespräch mit Hannah herausarbeiten, dass es sich bei einer Struktur um Formen und um Formationen, also besondere Anordnungen, handelt.

Tab. 175: Kategorie H-SR (S1A) zu den Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Struktur bedeutet Aufbau und/oder Ablauf; hier: räumliche Anordnungen, Formationen und Formen.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, falls die Befragten verdeutlichen, dass es sich bei einer Struktur um einen räumlichen Aufbau und/oder um einen zeitlichen Ablauf handelt. Sie wird ebenfalls kodiert, wenn entsprechende Beispiele für Strukturen angeführt werden (z. B. eine Perlenkette für einen Aufbau).
Ankerbeispiele	„Das ist für mich eine Struktur, also wenn die aufgereiht sind wie eine Perlenkette oder so.“ (E3A, P. 248) „[...] Struktur ist bei mir viel immer Ablauf, nicht Aufbau.“ (S2A, P. 528)
Kodierte Textpassagen	S1A, P. 142, 144, 148, 150, 152, 154, 156, 158, 160, 176, 178, 180, 182, 184, 192, 204, 206, 214, 216, 228

Laut Hannah kann sich eine solche Formation sowohl durch Gleichmäßigkeit/Symmetrie als auch durch Ungleichmäßigkeit auszeichnen. Nichts schließe eine Struktur aus.

181	I: Was muss für dich erfüllt sein, dass das nun eine Struktur ist?
182	B: Struktur ist irgendwie eine besondere Anordnung von allem Möglichen: Sand, Wolken, feste Körper.
183	I: Tieren.
184	B: Von Tieren, ja. Der Vogelschwarm ist ja auch interessant, wenn man das sieht. Eine besondere Anordnung von Materialien oder auch Tieren.
185	I: Kann die Anordnung auch zufällig sein oder muss das immer so [zeigt] sein? Zum Beispiel hier sind ja die Abstände immer gleich.
186	B: Das ist sehr gleichförmig , symmetrisch.
187	I: Genau, und hier zum Beispiel nicht.
188, 190	B: Das kann gleichmäßig oder symmetrisch sein, aber das kann auch ungleichmäßig sein. Das ist auch eine Struktur, die sehr ungleichmäßig ist. Und das hat man in der Natur ja sehr häufig: ungleichmäßige Strukturen.

Dass eine Struktur sowohl gleichmäßig als auch ungleichmäßig sein könne, wird von Hannah an vielen Stellen im Gespräch betont. Dabei benutzt sie für Gleichmäßigkeit auch die Synonyme Gleichförmig und Regelmäßigkeit. Für Ungleichmäßigkeit nutzt sie das Synonym Unregelmäßigkeit.

217	I: Und ein Synonym vielleicht?
222	B: Gleichförmigkeit ist sicherlich ein Begriff einer Struktur. Symmetrisch, also Symmetrie. Wobei eine Struktur auch ungleichmäßig sein kann, wie wir da im Wattenmeer gesehen haben.
235	I: Man könnte vielleicht irgendwie sagen, dass irgendetwas eine Kraft auf irgendwas anderes ausüben muss. Mensch oder Tier oder nur Wind spielt eigentlich keine Rolle.
236, 238	B: Das stimmt. Es muss eine Kraft da sein, das ist richtig. Entweder Wind, Wasser oder Menschenhand. Das lasse ich mal so stehen. Kann unregelmäßig oder regelmäßig sein. Das ist aber jetzt im Moment egal.

Diese begriffliche Breite spiegelt sich auch in ihrer Erklärung zum gezeichneten Logo wider. Sie betont, die Struktur sei gleichmäßig, aber doch auch ein wenig ungleichmäßig.

201	I: Auch hier jetzt nochmal wieder: Das Werbelogo malen zum Thema Struktur.
204, 206	B: Da würde ich dann eine gleichmäßige Struktur erzeugen. Keine Naturstruktur. Aber auch nicht so gleichmäßig . Eine Struktur ja, aber irgendwie mal so, mal so. Was natürlich langweilig aussieht. Was Besseres fällt mir da nicht ein im Moment.
207	I: Ja, das ist doch gut. Sieht eine bisschen aus wie eine Ziegelwand.
208, 210	B: Ja. Aber doch irgendwie ein bisschen ungleichmäßig.

Bemerkenswert ist, dass in diesem Gespräch die beiden Begriffsgruppen Gleichmäßigkeit/Gleichförmigkeit/Regelmäßigkeit/Symmetrie und Ungleichmäßigkeit/Unregelmäßigkeit keine zwei Pole auf einer gemeinsamen Skala darstellen. Ansonsten bestünde ein deutlicher Widerspruch. Nicht Ungleichmäßigkeit markiert neben Gleichmäßigkeit die Pole dieser Skala, sondern Chaos. Das wird bei Hannas Gegenteil für Strukturen deutlich: Sie spricht von Chaos. Sie sagt explizit, dass man *unregelmäßig* eben nicht sagen könne. Daraus lässt sich schließen, dass der Grad der Gleichmäßigkeit auf einer gedanklichen Skala zwischen Chaos (absolute Ungleichmäßigkeit) und perfekter Gleichmäßigkeit verläuft. Wenn sie von Ungleichmäßigkeit/Unregelmäßig spricht, meint sie also offenbar einen mittleren Grad auf dieser gedanklichen Skala.

211	I: Hast du ein Gegenteil von Struktur parat?
212	B: Gegenteil von Struktur? Ja, irgendwie Chaos oder ungleichm...
213	I: Chaos finde ich schon gut.
214, 216	B: Chaos ist ein Begriff. Unregelmäßig kann man nicht sagen. Es gibt ja auch ganz unregelmäßig beschaffene Formationen, die aber doch irgendwie eine Struktur haben. Chaos ist sicherlich ein Begriff, der das Gegenteil ist von Struktur.

Aus Hannas Äußerungen lässt sich als weiteres Merkmal rekonstruieren, dass eine Struktur sich in erster Linie durch Gleichmäßigkeit auszeichnet. Der räumliche Aufbau muss einer gewissen Gleichmäßigkeit gehorchen, wobei auch gewisse Ungleichmäßigkeiten toleriert werden können, solange kein Chaos also eine absolute Ungleichmäßigkeit herrscht. Es lässt sich also folgendes Merkmal nachzeichnen.

Tab. 176: Kategorie S1A-SR-M1 zu Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Strukturen zeichnen sich durch einen regelmäßigen Aufbau aus, wobei auch Abweichungen (gewisse Unregelmäßigkeiten) erlaubt sind, solange kein chaotischer Aufbau herrscht.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten Strukturen mit einem regelmäßigen bzw. gleichmäßigen Aufbau assoziieren. Sie wird ebenfalls kodiert, wenn die Befragten von gewissen Unregelmäßigkeiten in Strukturen sprechen. Jene Unregelmäßigkeiten dürfen jedoch nicht so stark ausgeprägt sein, dass die Befragten den Aufbau als chaotisch wahrnehmen.
Ankerbeispiele	„Das kann gleichmäßig oder symmetrisch sein, aber das kann auch ungleichmäßig sein. Das ist auch eine Struktur, die sehr ungleichmäßig ist. Und das hat man in der Natur ja sehr häufig: ungleichmäßige Strukturen.“ (E3A, P. 188, 190) „Chaos ist sicherlich ein Begriff, der das Gegenteil ist von Struktur.“ (S1A, P. 214, 216)
Kodierte Textpassagen	S1A, P. 244, 262, 268, 284, 286, 288, 294, 306, 308

Direkt zu Beginn des Gesprächs fokussiert Hannah stark auf die Entstehung von Strukturen und trifft darauf basierend eine Unterscheidung. So seien Formationen auf den Bildern zu erkennen, die durch Wasser, Wind, Wachstum der Pflanzen und auch durch Menschenhand entstanden seien.

- 131, I: Dann sind wir mit dem ersten Teil schon durch. Der zweite Teil ist sehr ähn-
141 lich aufgebaut. Nur, dass es sich jetzt nicht mehr um Strömung dreht.
Passen diese Bilder für dich zusammen?
- 142, B: In jedem Bild sind gewisse Formationen zu erkennen, die durch **Wasser**,
144 **Wind**, durch **Pflanzenwuchs** oder durch **Menschenhand** entstanden sind. Das
ist **Menschenhand**, **Wind** und **Wachstum**. Das ist eine Gemeinsamkeit.

Diese Einteilung nutzt sie daraufhin, um die einzelnen Bilder in Kategorien einzuordnen. Sie ergänzt hierbei den Aspekt, dass Strukturen auch durch Tiere entstehen können.

- 145, I: Das ist schon ziemlich gut. Wir haben die jetzt unter den Begriffen Struktu-
147 ren oder Strukturbildung gestellt. Das ist ja die Formation im Prinzip. Könntest
du da noch etwas von diesen Bildern noch zuordnen?
- 148, B: Ja, dies. Die sind ja wieder **durch Wind** entstanden die Strukturen.
150 Das, also im Vordergrund steht ja hier wohl die Windkraft, aber die Wolken
sind natürlich **durch den Wind** wieder geformt worden.
Die Wolke da, die kleine Wolke, die entstanden ist, aber auch der Sand drum-
herum werden **durch Wind** geformt.
Das wird **durch Wasser** geformt.
Das letztendlich auch.
Das sowieso. Das ist wieder **durch Wind** auch.
Und das ist **durch Wasser**.
Nicht, dass wir gleich alle auf dem Tisch liegen haben.
- 151 I: Wenn es so ist, dann ist es so.
- 152, B: Das ist eine Struktur, die **durch Menschenhand** geformt wurde.
154. Das ist **durch Tiere**, eine Struktur **durch Tiere**.
156 Und das ist durch Wasser: ein mäandernder Fluss.
Diese Struktur ist **durch Menschenhand** geschaffen worden. Das muss ich
dann auch wieder dazu tun, **durch Wasser**.

Im Anschluss daran wird der Aspekt, dass Strukturen auch durch Tiere erzeugt werden können, mit der Kategorie des Wachstums zusammengefasst und integriert. Am Ende des nachfolgenden Abschnitts integriert Hannah noch weiter und arbeitet heraus, dass die Strukturen durch die Natur geformt werden.

- 157 I: Was kannst du denn für deine Strukturen sagen? Was muss dafür gelten?
- 158 B: Ein Medium muss diese Strukturen formen, ob es **Wind**, **Wasser** oder **Men-**
schenhand ist. Und das ist ja hier fast bei allen Bildern gegeben.
Wenn man mal das Fell des Zebras nimmt, ist das auch eine Laune der Natur. Ist
auch eine Struktur durch **Wachstum**. Wachstum ist, glaube ich, nicht der richtige
Begriff, aber äh... (unterbrochen).
- 159 I: Durch die Evolution so.
- 160 B: **Die Natur** hat es so geformt.

Letztlich setzt sich die Zusammenfassung der Ursachen für eine Struktur fort, bis sie zu zwei Kategorien gelangt: Strukturen können durch Menschenhand oder durch Naturereignisse erzeugt werden.

225 I: Wenn du jetzt jemandem Struktur erklären müsstest, was für eine Struktur wichtig ist, wie würdest du das machen?

228 B: Entweder **durch Menschenhand oder durch Naturereignisse** geschaffene Formation.

Allerdings ist für Hannah der Aspekt von Tieren, die eine Struktur erzeugen, noch nicht klar diesen beiden Kategorien zuzuordnen. Dass Tiere ebenfalls Strukturen erzeugen können, wie eine Wabe, bereitet ihr abermals Kategorisierungsprobleme. Vermutlich rühren die Kategorisierungsprobleme bei Tieren daher, dass sie – je nach Attribut, auf das fokussiert wird – beiden Kategorien (künstliche Strukturen und natürliche Strukturen) zugeordnet werden können. Sie stehen quasi dazwischen: Tiere sind Teile der Natur und können daher den natürlichen Strukturen zugeordnet werden. Allerdings können Tiere auch unter dem Blickwinkel einer strukturierenden Intelligenz gesehen werden, sodass sich eher eine Nähe zu den künstlichen Strukturen ergibt, in die auch jene Strukturen fallen, die von Menschen bewusst erzeugt werden.

229 I: Kannst du dazu noch eine Definition aufschreiben?

230 B: Überlege ich gerade: **Kann ein Tier eine Struktur schaffen?** Eher weniger.

231 I: Zum Beispiel eine Biene oder eine Ameise?

232 B: **Ja, eine Wabe, Wespen.**

233 I: Da sind häufig auch wieder viele Tiere, wenn man mal so darüber nachdenkt, zusammen.

234 B: **Meine Definition "von Menschenhand geschaffen", da bin ich jetzt ins Überlegen gekommen, ob Tiere das auch können.**

Letztlich dominiert im Gespräch mit Hannah jedoch wiederum die Einteilung in von Menschenhand erzeugte Strukturen, um damit die natürlichen Strukturen abzugrenzen.

253 I: Könntest du die Stärke irgendwie beeinflussen von einer Strukturbildung?

254 B: Ich als Mensch?

255 I: Ja, oder allgemein: Was muss man machen?

256, 258 B: Ja, natürlich kann ich die beeinflussen, zum Beispiel unser Pflasterbild oder Mosaikbild: Die kann ich beeinflussen, das ist ja ganz klar. Und das kann ich auch beeinflussen. Alles was **von Menschenhand** gemacht wird, kann man natürlich beeinflussen. Die Strukturen kann man verändern.

259 I: Und die Natursachen? Kannst du die auch beeinflussen?

260 B: Das machen wir als Menschen durch den Klimawandel, wir beeinflussen die Natur. Als Einzelperson ist es schwierig. Schon durch die Auswirkungen unseres Lebensstandards erzeugen wir den Klimawandel.

Des Weiteren wird an einigen Stellen deutlich, dass Hannah eine Struktur in der Natur eher mit Ungleichmäßigkeit verbindet.

185	I: Kann die Anordnung auch zufällig sein oder muss das immer so [zeigt] sein? Zum Beispiel hier sind ja die Abstände immer gleich.
186	B: Das ist sehr gleichförmig, symmetrisch.
187	I: Genau, und hier zum Beispiel nicht.
188, 190	B: Das kann gleichmäßig oder symmetrisch sein, aber das kann auch ungleichmäßig sein. Das ist auch eine Struktur, die sehr ungleichmäßig ist. Und das hat man in der Natur ja sehr häufig: ungleichmäßige Strukturen.

Das zeigt sich auch beim Zeichnen des Logos: Dort betont Hannah, dass sie eine gleichmäßige Struktur zeichnen möchte, also keine Naturstruktur.

201	I: Auch hier jetzt nochmal wieder: Das Werbelogo malen zum Thema Struktur.
204, 206	B: Da würde ich dann eine gleichmäßige Struktur erzeugen. Keine Naturstruktur. Aber auch nicht so gleichmäßig. Eine Struktur ja, aber irgendwie mal so, mal so. Was natürlich langweilig aussieht. Was Besseres fällt mir da nicht ein im Moment.

Als weiteres Merkmal einer Struktur lässt sich festhalten, dass Hannah zwischen natürlichen Strukturen und künstlichen Strukturen, die durch den Menschen erzeugt werden, unterscheidet.

Tab. 177: Kategorie S1A-SR-M2 zu Merkmalen von Strukturen

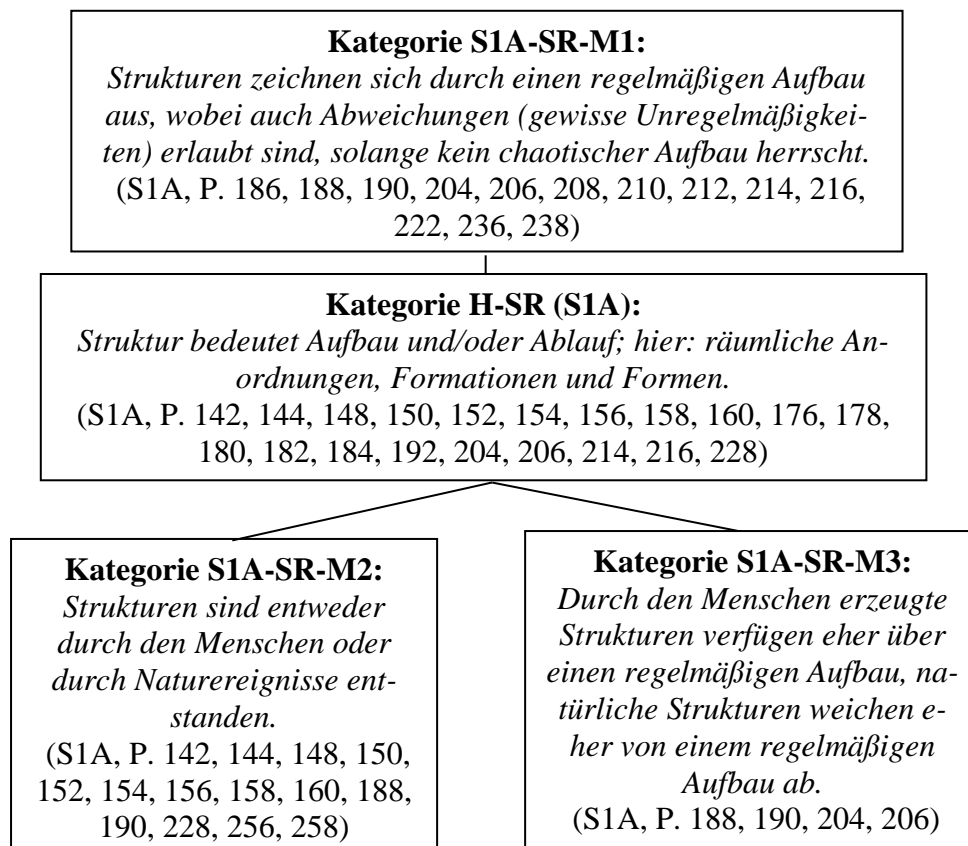
Kategorie	Strukturen sind entweder durch den Menschen oder durch Naturereignisse entstanden.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten angeben, dass Strukturen entweder durch den Menschen erzeugt oder durch Naturereignisse geschaffen werden. Sie wird auch kodiert, wenn entsprechende Beispiele genannt und verdeutlicht werden – z. B., dass ein Mosaik von einem Menschen gemacht und dass die Strukturen im Sand vom Wind erzeugt werden.
Ankerbeispiele	„Entweder durch Menschenhand oder durch Naturereignisse geschaffene Formation. (S1A, P. 228)
Kodierte Textpassagen	S1A, P. 142, 144, 148, 150, 152, 154, 156, 158, 160, 188, 190, 228, 256, 258

Darüber hinaus wird in den Äußerungen deutlich, dass Strukturen in der Natur eher als ungleichmäßig angesehen werden, wohingegen künstliche, menschengemachte Strukturen als gleichmäßig eingestuft werden. Es lässt sich also noch das folgende Merkmal nachzeichnen:

Tab. 178: Kategorie S1A-SR-M3 zu Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Durch den Menschen erzeugte Strukturen verfügen eher über einen regelmäßigen Aufbau, natürliche Strukturen weichen eher von einem regelmäßigen Aufbau ab.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten angeben, dass von Menschen erzeugte Strukturen eher regelmäßig oder geordnet aufgebaut sind. Sie wird ebenfalls kodiert, wenn die Befragten umgekehrt erklären, dass sich natürliche Strukturen durch ein Abweichen von der Regelmäßigkeit oder von Ordnung auszeichnen.
Ankerbeispiele	„Das kann gleichmäßig oder symmetrisch sein, aber das kann auch ungleichmäßig sein. Das ist auch eine Struktur, die sehr ungleichmäßig ist. Und das hat man in der Natur ja sehr häufig: ungleichmäßige Strukturen.“ (S1A, P. 188, 190)
Kodierte Textpassagen	S1A, P. 188, 190, 204, 206

Als Zusammenfassung dieser Analyse werden die gebildeten Kategorien in einem Netzwerk um die Hauptkategorie angeordnet. Dadurch entsteht das folgende Merkmalnetzwerk des Strukturbegriffs im Interview S1A.



22.3.5 Interview S2A

Anhand von Auszügen aus dem Transkript des Interviews S2A wird im Folgenden die Begriffsbildung im Bereich Strukturbildungen der befragten Person Mimi (Codename) rekonstruiert. In erster Linie verbindet Mimi mit dem Begriff Struktur einen zeitlichen Ablauf. Dies zeigt sich an äußerst vielen Stellen im Gespräch. Ihr Strukturverständnis im Sinne eines zeitlichen Ablaufs hat gegenüber anderen Merkmalen höchste Dominanz. Direkt zu Beginn macht Mimi deutlich, dass sie einen Alltagstrott mit Strukturen verbindet. Sie behauptet zunächst scherzhaft, sie sei ein strukturierter Mensch. Dann gibt sie an, dass sie ein unstrukturierter Mensch sei. Im Anschluss nennt sie als Beispiel für eine Struktur, dass man jeden Morgen aufsteht und arbeiten geht.

433 I: Was verbindest du mit Strukturen?

434 B: Regelmäßigkeit, **Alltagstrott**.

435 I: Hast du irgendwie eine Struktur schlechthin?

436 B: Ich bin ein ganz **strukturierter Mensch**.

437 I: Deine Struktur? Deine Alltagsstruktur?

438 B: **Ich bin unstrukturiert**. Kreative Leute sind doch unstrukturiert.

439 I: Hast du irgendwie so eine Struktur, wo du sagst, da denk ich sofort dran, wenn ich an Struktur denke?

440 B: **Jeden Morgen aufstehen und arbeiten gehen**.

Strukturen im Sinne zeitlicher Abläufe werden auch zur Definition herangezogen: Auch dort spricht Mimi von Abläufen und Tätigkeiten.

545, I: Ja.

551 Jetzt noch einmal, dass du mir so eine Definition für eine Struktur aufschreibst. Hier irgendwie daneben, was für dich Struktur ist.

552 B: Da reicht eigentlich: **Alltag**. Oder musst du noch mehr haben? Wiederholung. Noch mehr?

553 I: Kannst du daraus noch einen Satz bilden irgendwie?

556, B: Immer wiederkehrende... ich schreib mal wiederkehrend. **Tätigkeiten** und
560, feste Strukturen, feste **Abläufe**. Ne, das sind ja immer wiederkehrende **Tä-**
562 **tigkeiten**.

Ein weiteres Beispiel, das von Mimi angeführt wird, sind Abläufe an einem bestimmten Wochentag. Immer donnerstags ginge sie zum Sport und anschließend trinke sie Sekt.

503 I: Sind dir sonst Strukturen begegnet, außer jetzt zum Beispiel hier auf den Bildern?

504 B: Ja, **donnerstagsabends Sport mit anschließendem Sektrinken** (lacht). Das ist auch so ein fester Bestandteil und das ist auch 'ne Struktur.

Auch führt sie an, dass Menschen und insbesondere Kinder Strukturen brauchen, die beispielsweise durch frühzeitiges Aufstehen zu gewährleisten sei.

575 I: Hast du noch ein Synonym vielleicht oder irgendwie so eine Umschreibung von Struktur?

576, B: Das hält einen gefangen, gefesselt. Persönlich. **Aber die Menschen brauchen Strukturen, Kinder ganz besonders.** Das weißt du ja. **Frühzeitig aufstehen.** Was die nicht schaffen.

Neben dem zeitlichen Aspekt von Strukturen kommen auch räumliche Strukturen vor, die von Mimi benannt und beschrieben werden – allerdings nur am Rande. Dabei lässt sich die Befragte vor allem von den Darstellungen auf den Bildern inspirieren. Von Mimi wird Beispiel das Wasser auf einem der Bilder als Struktur bezeichnet, dass sich einmal fließend und einmal tropfend nach unten bewegt.

461 I: Ist das hier für dich eine Struktur, Bild 19?

462 B: Eigentlich ja. **Wasser fließt, tröpfelt.**

Und auch die Oberfläche eines Gullydeckels wird als Struktur aufgefasst.

500 B: **Das ist eine Struktur, dieser Gullydeckel.** Der hat immer so und so viele kleine Löcher.

Weiterhin wird auch das Fell des Zebras als Struktur benannt, ebenso wie ein auf dem Bild abgebildetes Hochhaus mit einem symmetrischen Aufbau von Etagen und Fenstern.

473 I: Was muss für dich erfüllt sein, damit du sagst: Das ist eine Struktur?

474 B: Das **Zebra hat immer wieder das gleiche Fell.**

475 I: Also eine Wiederholung irgendwie.

476 B: Das erfüllt die Kriterien einer Struktur.

477 I: Was sind denn für dich die Kriterien?

478 B: Immer wiederkehrend. Das ist eine Struktur für mich. **Auf jeder Seite vom Lift sind drei Fenster, Etage für Etage. Ist für mich eine Struktur.** Die sind garantiert auch so aufgebaut worden, dass man sagt: in diese Richtung muss das gebaut werden.

Das unterliegt auch wahrscheinlich einer Struktur. Geh ich mal von aus, weiß ich aber nicht, warum dieser Aufbau. Da finde ich, dass diese Strukturen bei Bild 14, 15, 1, 6... Nein, Bild 6 ist keine Struktur.

Besonders deutlich wird die Wichtigkeit des zeitlichen Ablaufs gegenüber dem räumlichen Aufbau bei der Frage zur Struktur des Gartens. Während der Interviewer vornehmlich auf die räumliche Struktur der Pflanzen im Garten fokussieren möchte, wird bei der Befragten abermals der Aspekt des zeitlichen Ablaufs aktiviert. Sie gibt daher an, dass für eine Struktur im Garten bspw. jeden Samstag der Rasen gemäht und freitags die Beete saubergemacht werden müssen.

517	I: Oder wenn du überlegst, wie der Garten zum Beispiel angepflanzt ist. Da ist ja auch eine Struktur drin.
518	B: Ja, das machst du auch nach einem Muster. Gartenarbeit machst du auch nach einer Struktur oder nach einem Muster.
519	I: Könnte man auch so sagen, oder?
520	B: Ja, Jein.
521	I: Warum nicht?
522	B: Gehen wir mal jetzt zum Thema Gartenarbeit: Dann müsste ich ja jeden Samstag Rasen mähen und jeden Freitag die Beete saubermachen . Das tue ich ja nicht.

Am Ende macht sie explizit deutlich, dass aus ihrer Sicht eine Struktur vornehmlich mit Abläufen zu tun habe, nicht mit einem Aufbau. Dies ist konsistent zu den bisher dargestellten Befunden aus dem Interview.

523	I: Für mich ist es eine Struktur, wenn du sagst: hier vorne baue ich immer meine Tomaten hin und hier hab ich meine Blumen und da ist mein Rasen.
524	B: Ja sicher, aber das ist eine festgelegene Struktur, die ich einmal festgelegt habe.
525	I: Ja, aber das ist doch eine Struktur oder nicht?
526	B: Ja, aber da denkst du gar nicht mal drüber nach.
527	I: Das hat jetzt nichts mit Ablauf zu tun, sondern eher mit Aufbau.
528	B: Stimmt, Struktur ist bei mir viel immer Ablauf, nicht Aufbau . Ich habe da auch noch nie drüber nachgedacht.

Aus den Äußerungen von Mimi lassen sich die ersten Merkmale von Strukturen festhalten: Strukturen werden vornehmlich als zeitliche Abläufe aufgefasst. Aber auch ein räumlicher Aufbau wird genannt. Hier herrscht allerdings nicht zwingend ein Entweder-oder: Mimi sieht in einer Rippelstruktur sowohl den zeitlichen Charakter (Wiederauftreten alle paar Stunden) als auch den räumlichen Charakter (gleichmäßige Anhäufungen).

Tab. 179: Kategorie H-SR (S2A) zu Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Struktur bedeutet Aufbau und/oder Ablauf; hier: räumlicher Aufbau, zeitlicher Ablauf oder Mischung von beidem.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, falls die Befragten verdeutlichen, dass es sich bei einer Struktur um einen räumlichen Aufbau und/oder um einen zeitlichen Ablauf handelt. Sie wird ebenfalls kodiert, wenn entsprechende Beispiele für Strukturen angeführt werden (z. B. eine Perlenkette für einen Aufbau).
Ankerbeispiele	„Das ist für mich eine Struktur, also wenn die aufgereiht sind wie eine Perlenkette oder so.“ (E3A, P. 248) „[...] Struktur ist bei mir viel immer Ablauf, nicht Aufbau.“ (S2A, P. 528)
Kodierte Passagen	S2A, P. 434, 436, 438, 440, 462, 474, 478, 480, 482, 500, 504, 522, 528, 552, 556, 560, 562, 576, 578

Unabhängig davon, ob es sich um die am Rande erwähnten räumlichen Strukturen oder aber die zentralen zeitlichen Strukturen handelt, ist Regelmäßigkeit für Mimi in beiderlei Hinsicht ein entscheidendes Strukturmerkmal. Es ist für Mimi nicht nur der Ablauf entscheidend, dass man morgens aufsteht und anschließend arbeiten geht, sondern dass diese Tätigkeit regelmäßig ausgeführt wird.

439 I: Hast du irgendwie so eine Struktur, wo du sagst, da denk ich sofort dran, wenn ich an Struktur denke?

440 B: **Jeden Morgen** aufstehen und arbeiten gehen.

Das Gleiche gilt für ihre Freizeitaktivitäten. Der Ablauf, zunächst Sport zu machen und dann Sekt zu trinken, erfolgt bei ihr immer donnerstags. Ebenso regelmäßig wird ein neuer Kalender aufgehängt: immer am 1. Januar. Für sie besitzen Strukturen daher eine Nähe zu Ritualen.

503 I: Sind dir sonst Strukturen begegnet, außer jetzt zum Beispiel hier auf den Bildern?

504 B: Ja, **donnerstagsabends Sport mit anschließendem Sekttrinken** (lacht). Das ist auch so ein fester Bestandteil und das ist auch 'ne Struktur.

505 I: Wenn du selbst Strukturen erzeugst hast, sind das hauptsächlich solche Sachen, wie den Alltag strukturieren? Oder hast du auch selbst schon mal irgendwie sowas gemacht?

508, B: Bestimmt. Das sind so Dinge, da denkst du nicht drüber nach. **Zum Beispiel**
510 **jedes Jahr, 1. Januar, einen neuen Kalender aufhängen. Das ist ein Ritual. Aber ist es eine Struktur? Ja auch, natürlich.** Das machst du auch jedes Jahr.

Für sie sind daher mit Blick auf Strukturen wiederkehrende Tätigkeiten äußerst wichtig, das wird an mehreren Stellen betont. Die Abläufe werden von ihr besonders streng gesehen und als feste Abläufe bezeichnet.

545, I: Ja.
551 Jetzt noch einmal, dass du mir so eine Definition für eine Struktur aufschreibst. Hier irgendwie daneben, was für dich Struktur ist.

552 B: Da reicht eigentlich: Alltag. Oder musst du noch mehr haben? Wiederholung. Noch mehr?

553 I: Kannst du daraus noch einen Satz bilden irgendwie?

556, B: Immer **wiederkehrende...** ich schreib mal **wiederkehrend. Tätigkeiten**
560, **und feste Strukturen, feste Abläufe.** Ne, das sind ja immer wiederkehrende
562 Tätigkeiten.

Die festen Abläufe macht sie an konkreten Uhrzeiten fest. Sie spricht davon, jeden Tag morgens um 7 Uhr aufzustehen. Dies sei eine Struktur. Unter der Brille dieser zeitlichen Strenge sieht sie sich die Bilder an und entscheidet, ob das Bild dem Begriff Struktur zugeordnet werden kann oder nicht. Sie betont beim Vogelschwarm (Bild Nr. 13), dass dieser zu unterschiedlichen Zeiten auftrete. Daher sei der Vogelschwarm keine Struktur.

Und auch bei den Wellen bemerkt sie zwar, dass diese wiederkehrend seien, allerdings mit zeitlichen Unterschieden und in unterschiedlicher Stärke. Deshalb seien Wellen keine Strukturen und das Bild dem Begriff nicht zuzuordnen.

479	I: Ist gar keine Struktur?
480, 482	B: Nein. Bild 1 auch. Obwohl, die Wellen kommen immer wieder. Aber in zeitlichen Unterschieden und in unterschiedlicher Stärke.
483	I: Also rausschmeißen?
484	B: Eine Welle kommt immer wieder.
485	I: Also so kann man sagen?
486, 488	B: Ist eine Struktur. Das ist ja nicht immer so, dass die so fliegen. Wo fängt Struktur an und wo hört sie auf?
489	I: Das will ich jetzt von dir wissen, das ist ja das Spannende.
490, 492	B: Struktur fängt für mich da an: jeden Tag morgens um 7 Uhr aufstehen. Das ist für mich Struktur. Das hast du nicht jeden Tag morgens um 7 Uhr. Bild Nummer 13. Das ist ja irgendwann mal. Auch raus.
493	I: Ok, und hier? Das wäre ja auch irgendwann mal.

Das Merkmal des Wiederkehrenden und Regelmäßigen wird mit Blick auf Strukturen nicht nur für die Beschreibung zeitlicher Abläufe eingesetzt, sondern auch für einen speziellen Aufbau. Allerdings hat Mimi Schwierigkeiten damit, Rippel zweifelsfrei einer Struktur zuzuordnen. Zwar erläutert sie, dass diese alle paar Stunden auftreten, allerdings betont sie bezüglich der räumlichen Erscheinung, dass die Rippel nie wieder genauso werden wie vorher. Daher kann sie sich nicht dazu durchringen, Rippel als Strukturen zu bezeichnen. Ganz anders als ein Gullydeckel, der zweifelsfrei eine Struktur sei, weil er stets eine bestimmte Anzahl von Löchern habe.

495	I: Aber ist es für dich eine Struktur?
496	B: Wenn du's Bild so betrachtest, ja. Aber das ist immer wiederkehrend. Im Normal alle vier Stunden.
497	I: Man könnte ja auch sagen, dass diese Rippel immer wiederkehrend sind in dem Bild.
498	B: Aber sie werden nie genau so.
499	I: Das stimmt.
500	B: Das ist eine Struktur, dieser Gullydeckel. Der hat immer so und so viele kleine Löcher.

In diesem Sinne wird auch die regelmäßige Anordnung von Fenstern an einem Hochhaus von Mimi als Struktur aufgefasst.

471	I: Was erfüllt sein muss, damit das eine Struktur ist, hattest du das schon gesagt?
472	B: Welches Muster?
473	I: Was muss für dich erfüllt sein, damit du sagst: Das ist eine Struktur?
474	B: Das Zebra hat immer wieder das gleiche Fell.
475	I: Also eine Wiederholung irgendwie.
476	B: Das erfüllt die Kriterien einer Struktur.
477	I: Was sind denn für dich die Kriterien?
478	B: Immer wiederkehrend. Das ist eine Struktur für mich. Auf jeder Seite vom Lift sind drei Fenster, Etage für Etage. Ist für mich eine Struktur. Die sind garantiert auch so aufgebaut worden, dass man sagt: in diese Richtung muss das gebaut werden. Das unterliegt auch wahrscheinlich einer Struktur. Geh ich mal von aus, weiß ich aber nicht, warum dieser Aufbau. Da finde ich, dass diese Strukturen bei Bild 14, 15, 1, 6... Nein, Bild 6 ist keine Struktur.

Dementsprechend wählt Mimi als Logo für einen Struktur eben jenen regelmäßigen Gullydeckel aus.

529, 533	I: Du bist in wieder in einer Werbeagentur und darfst nochmal ein Logo malen zu Struktur.
536, 538	B: Da passt am besten für mich der Gullydeckel. Weil der nämlich immer die gleichen... soll ich einen Gullydeckel malen? Oder ich schreib einfach hin: Gullydeckel. Dann weißt du Bescheid, brauche ich nicht malen.
539	I: Versuch doch mal.
542, 544	B: So, muss ich das ganz ausmalen? Reicht das?

Konsistent zu ihren bisherigen Aussagen über Strukturen, die vor allem eine strenge Gleichmäßigkeit bei zeitlichen Abläufen und Anordnungen erkennen lassen, nennt sie als Gegenbegriff Flexibilität und Faulenzen. Und auch bei der Umschreibung einer Struktur bezieht sie sich auf deren starren Charakter. Sie erläutert, eine Struktur halte gefangen und fessele.

567	I: Für dich das Gegenteil von Struktur?
568	B: Flexibilität , noch mehr?
569	I: Wenn dir was einfällt, los. Wenn nicht, dann nicht.
570, 574	B: Löiböisen (Plattdeutsch: Faulenzen). Das hab ich aber jetzt nur wegen der Arbeit.

575	I: Hast du noch ein Synonym vielleicht oder irgendwie so eine Umschreibung von Struktur?
-----	--

576, B: Das **hält einen gefangen, gefesselt**. Persönlich. Aber die Menschen brau-
 578 chen Strukturen, Kinder ganz besonders. Das weißt du ja. Frühzeitig aufstehen.
 Was die nicht schaffen.

Aus den Darlegungen von Mimi kann ein weiteres Merkmal von Strukturen rekonstruiert werden: Mimi fokussiert bei Strukturen stark auf Regelmäßigkeit mit wenig Raum für Abweichungen. Ein bestimmter Ablauf oder ein Aufbau müsse daher regelmäßig wiederkehren, sowohl räumlich als auch zeitlich. Diesbezüglich ist sie sehr streng, sowohl mit Blick auf zeitliche Strukturen als auch auf räumliche Strukturen. Bei ersterem sind Strukturen ein regelmäßiger Ablauf von Tätigkeiten. Bei letzterem sind Strukturen durch einen regelmäßigen räumlichen Aufbau gekennzeichnet.

Tab. 180: Kategorie S2A-SR-M1 zu Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Strukturen sind durch einen regelmäßigen Ablauf bzw. Aufbau gekennzeichnet.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, falls die Befragten verdeutlichen, dass ein Aufbau bzw. Ablauf dann eine Struktur ist, wenn er durch Regelmäßigkeit gekennzeichnet ist. Sie wird auch kodiert, wenn die Befragten beschreiben, dass Teile eines Aufbaus bzw. Ablaufs räumlich und zeitlich gleichmäßig wiederkehren oder sie hierfür konkrete Beispiele in Form von bspw. Ritualen nennen.
Ankerbeispiele	„Immer wiederkehrend. Das ist eine Struktur für mich.“ (S2A, P. 478) „Immer wiederkehrende... ich schreib mal wiederkehrend. Tätigkeiten und feste Strukturen, feste Abläufe.“ (S2A, P. 556, 560, 562)
Kodierte Textpassagen	S2A, P 440, 478, 490, 492, 496, 498, 500, 504, 508, 510, 536, 538, 556, 560, 562

Ferner unterscheidet Mimi zwischen Strukturen, die von Menschen erzeugt wurden und zwischen Strukturen, die eines natürlichen Ursprungs sind.

420, B: Kann man auch machen. Das ist eine Struktur, das auch. Na gut, das auch.
 422 Bei Bild 23 bin ich nicht so ganz einig mit dir. Sieht optimal aus, so wie er wachsen muss. Ist **künstlich**, genauso wie Nummer 22 auch. Auch 12 ist **künstlich**, aber ist egal.

423 I: Strukturen können ja auch künstlich sein oder nicht?

424 B: **Ja, dürfen sie auch.**

587 I: Wie kommt es zu solchen Strukturen?

588 B: **Zum einen bilden die Natur diese Strukturen. Die meisten Strukturen, würde ich sagen, sind von uns Menschen gemacht.**

Aus Mimis Angaben lässt sich infolgedessen ein weiteres Merkmal einer Struktur herausarbeiten: Sie ist entweder natürlichen Ursprungs oder vom Menschen erzeugt worden, also künstlich.

Tab. 181: Kategorie S2A-SR-M2 zu Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Strukturen werden entweder durch den Menschen erzeugt oder durch die Natur erschaffen.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten zwischen jenen Strukturen unterscheiden, die künstlich, also durch Menschenhand, erschaffen wurden und jenen, die natürlicherweise durch den Einfluss der Natur entstanden sind.
Ankerbeispiele	„Zum einen bilden die Natur diese Strukturen. Die meisten Strukturen, würde ich sagen, sind von uns Menschen gemacht.“ (S2A, P. 588)
Kodierte Textpassagen	S2A, P. 420, 422, 424, 588

Als Zusammenfassung dieser Analyse werden die gebildeten Kategorien in einem Netzwerk um die Hauptkategorie angeordnet. Dadurch entsteht das folgende Merkmalnetzwerk des Strukturbegriffs im Interview S2A.



22.3.6 Interview S3A

Anhand von Auszügen aus dem Transkript des Interviews S3A wird im Folgenden die Begriffsbildung im Bereich Strukturbildungen der befragten Person Hans (Codename) rekonstruiert. Hierbei sei anzumerken, dass an einer bestimmten Stelle im Gespräch eine zweite Person mit dem Codenamen Maria dazukommt. Im Gespräch mit Hans wird eine Unterscheidung von Strukturen in drei verschiedene Ebenen deutlich. Das sind als Erstes reine zeitliche Strukturen. Diesbezüglich nennt Hans einen Ablaufplan, der erst erzeugt und der bei der Arbeit oder beim Lernen dann abgearbeitet werde.

377 B1: Struktur kann sein **beim Arbeiten, beim Lernen**, zum Beispiel.

378 I: Wie geht man da vor, wenn man eine Struktur erzeugt?

379 B1: **Man macht einen genauen Plan und arbeitet den ab.**

380 I: Einen Ablauf quasi.

381 B1: Ja, genau.

Im Gespräch viel dominanter als reine zeitliche Strukturen sind räumliche Strukturen. Die räumlichen Strukturen machen sowohl die zweite Ebene als auch die dritte Ebene von Strukturen aus. Zu räumlichen Strukturen zählen beispielsweise Wolken, die Oberflächenstrukturen auf dem Holz eines Tisches und auch besondere, durch Wasserbewegungen hervorgerufene Anordnungen granularer Materie.

274 B1: **Die Wolke, die Wolke da.**

275 I: Das ist eine Struktur?

276, B1: **Ja, wenn das eine Struktur ist, dann ist das auch eine Struktur. Dies ist**
278 **nur aus dem Weltraum aufgenommen und die kannst du von unten begu-**
cken.

307 I: Braucht ihr irgendwas, damit das eine Struktur ist? Hier jetzt auch das Muster vom Tisch. Das ist ja jetzt eine Struktur für uns. Aber warum? Wann spricht man da von einer Struktur? Könnt ihr das sagen?

308 B1: **Ja, bei dem Tisch ist das eine Holzstruktur. Die bildet sich durch das Holz. Und hier bildet sie sich durch das Wasser.**

309 I: Also eine Strukturbildung.

310 B1: Ja.

Beide Befragte unterteilen räumliche Strukturen in zwei Bereiche, was den Unterschied zwischen der zweiten und dritten Ebene deutlich macht: Zum einen existieren für beide Befragte reine räumliche Strukturen, die fest und beständig sind. Hierbei handelt es sich um die besagte zweite Ebene von Strukturen. Dazu zählen sie die Oberflächenstrukturen auf einem Holztisch.

335 B2: **Eine Struktur kann ja auch was Festes sein.**

336 B1: **Das ist wie bei dem Tisch.**

337 B2: Ja.

Zum anderen wird im Gespräch deutlich, dass auch eine Mischung von räumlichen und zeitlichen Strukturen existiert. Das sind räumliche Strukturen, die in einem bestimmten zeitlichen Rhythmus vergehen und wiederkehren. Hierzu zählen Hans und Maria Sandrippel. Diese seien verschwunden, wenn das Wasser kommt, kämen jedoch wieder.

296 B1: Diese ist ja **vergängliche Struktur**.
Und das ist auch **vergänglich**.

299 B2: Das ist **vergänglich**.

300 B1: Das ja.

301 B2: **Ja sicher, wenn das Wasser kommt, ist es weg.**

302 B1: **Das kommt aber wieder.**

Hieraus lässt sich rekonstruieren, Strukturen auch im Sinne von Oberflächenzeichnungen und räumliche Anordnungen bzw. Formationen aufgefasst. Es existieren reine räumliche Strukturen (z. B. Oberflächenzeichnungen) und Mischungen von räumlichen und zeitlichen Strukturen (z. B. Rippel, die in einem bestimmten zeitlichen Rhythmus vergehen und wiederkehren),

Tab. 182: Kategorie H-SR (S3A) zu den Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Struktur bedeutet Aufbau und/oder Ablauf; hier: räumlicher Aufbau, zeitlicher Ablauf oder Mischung von beidem.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, falls die Befragten verdeutlichen, dass es sich bei einer Struktur um einen räumlichen Aufbau und/oder um einen zeitlichen Ablauf handelt. Sie wird ebenfalls kodiert, wenn entsprechende Beispiele für Strukturen angeführt werden (z. B. eine Perlenkette für einen Aufbau).
Ankerbeispiele	„Das ist für mich eine Struktur, also wenn die aufgereiht sind wie eine Perlenkette oder so.“ (E3A, P. 248) „[...] Struktur ist bei mir viel immer Ablauf, nicht Aufbau.“ (S2A, P. 528)
Kodierte Textpassagen	S3A, P. 274, 276, 278, 308, 336, 377, 379

An räumliche und zeitliche Strukturen stellt Hans ferner unterschiedliche Anforderungen. Rein räumliche Strukturen sind für ihn beständig und fest.

335 B2: **Eine Struktur kann ja auch was Festes sein.**

336 B1: **Das ist wie bei dem Tisch.**

337 B2: Ja.

Die Mischung von räumlichen und zeitlichen Strukturen, z. B. Rippel, sind für ihn vergänglich. Eine wichtige Bedingung um letztere als Strukturen zu klassifizieren, ist für ihn die Tatsache, dass solche Strukturen wiederkehren.

296	B1: Diese ist ja vergängliche Struktur . Und das ist auch vergänglich .
299	B2: Das ist vergänglich .
300	B1: Das ja.
301	B2: Ja sicher, wenn das Wasser kommt, ist es weg.
302	B1: Das kommt aber wieder.

Dieser Aspekt des Wiederkehrenden bei der Mischung von räumlichen und zeitlichen Strukturen ist für Hans von großer Bedeutung. Dies wird bei seinem Vergleich eines Wolken- und eines Wasserwirbels gut deutlich, denn im Interview ordnet er das Bild eines Wolkenwirbels den Strukturen zu, das Bild eines Wasserwirbels jedoch nicht. Hans äußert die Vorstellung, dass ein Wasserwirbel ein einmaliger Vorgang sei. Als Ursache beschreibt er, dass unter Wasser etwas wegsacke und so eine Spalte entstehe. Dadurch laufe Wasser nach unten und es entstehe ein Sog. Sobald die Spalte durch den Sog mit Wasser gefüllt sei, sei auch der Wirbel verschwunden. Unabhängig von der fachlichen Richtigkeit von Hans' Vorstellung klassifiziert er einen Wasserwirbel durch seine Erklärung als einmaliges Ereignis. Da sich dieses Ereignis anscheinend nicht in einem bestimmten zeitlichen Rhythmus wiederholt, zählt es für Hans nicht zu einer Struktur – anders als ein Wolkenwirbel.

322	I: Bild Nummer 17 ist gerade das gleiche mit Wasser wie das auf Bild Nummer 14 mit Wolken ist, oder?
323	B1: Nein.
324	I: Warum nicht?
325	B1: Nein, finde ich nicht, denn die Wolken sind anders. Das wiederholt sich ja nicht wieder.
326	B2: Wenn da jetzt aber so ein Sog ist, der wird da ja bleiben.
327	B1: Nein.
328	B2: Meinst du, der verschwindet dann wieder?
329	B1: Ja.
330	B2: Und der kommt nicht wieder?
331	B1: Nein, es kann nur sein, dass unten irgendwas weggesackt ist, dass das Wasser jetzt runterläuft in eine Spalte oder was. Dann kann wieder ein Sog entstehen. Dann dreht sich das Wasser und verschwindet ganz schnell nach unten weg. Und dann ist es wieder voll unten, dann ist das vorbei.

An räumliche Strukturen, die sich auch zeitlich verändern, stellt Hans somit härtere Bedingungen. Wenn sie beständig wären, dann würden allein die räumlichen Charakteristika ausreichen, um sie als Strukturen zu klassifizieren. Da sie jedoch vergehen, fordert er, dass sie in einem bestimmten zeitlichen Rhythmus wiederkehren. Er fordert also eine gewisse zeitliche Regelmäßigkeit solcher Strukturen. Daraus lässt sich als weiteres

Merkmal rekonstruieren, dass räumliche Strukturen entweder beständig sind oder aber zeitlich regelmäßig wiederkehren, falls sie nicht beständig sind.

Tab. 183: Kategorie S3A-SR-M1 zu Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Räumliche Strukturen sind entweder beständig oder zeitlich regelmäßig wiederkehrend.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten Strukturen entweder als beständig ansehen oder wenn sie Strukturen als vergänglich betrachten, dann aber implizit fordern, dass zur Klassifizierung als Struktur jene in einem bestimmten zeitlichen Rhythmus regelmäßig wiederkehrt.
Ankerbeispiele	„Eine Struktur kann ja auch was Festes sein.“ (S3A, P. 335) „[...] die Wolken sind anders. Das wiederholt sich ja nicht wieder.“ (S3A, P. 325)
Kodierte Textpassagen	S3A, P. 296, 299, 301, 302, 335, 336

Für Hans handelt es sich jedoch nicht bei jedweder Anordnung oder Oberflächenzeichnung um eine Struktur, unabhängig davon, ob sie beständig oder wiederkehrend ist. Die Oberfläche eines Gullydeckels zählt für Hans beispielsweise explizit nicht zu einer Struktur.

285 I: Das ist keine Struktur?

286 B1: **Nein, das ist ein einfacher Gullydeckel** [Fremde Person interveniert].

Ein zentrales Merkmal für Strukturen sieht Hans in ihrer Einzigartigkeit. Er betont im Gespräch sehr häufig, dass eine Struktur nicht noch einmal exakt wieder auftrete. Ein Rippelmuster sei laut Hans bei einsetzender Flut verschwunden. Bei Ebbe komme es zwar wieder, aber dieses sei kein exaktes Abbild des vorigen: es komme nie wieder so vor.

296 B1: Diese ist ja vergängliche Struktur.
Und das ist auch vergänglich.

299 B2: Das ist vergänglich.

300 B1: Das ja.

301 B2: Ja sicher, wenn das Wasser kommt, ist es weg.

302 B1: **Das kommt aber wieder.**

303 B2: **Aber nie wieder so.**

304 B1: Ne, das stimmt.

Diese Einmaligkeit schreibt Hans ebenfalls einer Holzstruktur zu. Auch diese sei konkret einmalig und komme so exakt nicht wieder vor. Genau gleich, so Hans, kriege man es nicht wieder hin.

308 B1: Ja, bei dem Tisch ist das eine Holzstruktur. Die bildet sich durch das Holz.
Und hier bildet sie sich durch das Wasser.

309 I: Also eine Strukturbildung.

310 B1: Ja.

311 I: Kann man sagen, dass das irgendwas ist, wo sich irgendwas wiederholt? Irgendwas, was gleich ist?

312 B1: Nein. **Struktur ist immer unterschiedlich. Die kriegst du so nicht wieder hin. Dieses Muster zum Beispiel von dem Holz kriegst du nie wieder so hin.** Und dieses wirst du auch nie wieder so hinkriegen. Das auch.

342 I: Sind euch sonst schon mal so Strukturen oder sowas begegnet? Zum Beispiel Holzstrukturen?

343 B1: Ja, überall. Haben wir überall, kannst du überall gucken. **Es ist nie gleich. Wiederholt sich nicht.**

344, 346 I: Ja, hast du schon mal selbst Strukturen irgendwie erzeugt? Wo und wie?

347 B1: Ja hier, da zum Beispiel. Das ist auch eine Struktur im Holz und **die wiederholt sich auch nicht nochmal.**

348 I: Genau, und die Formung?

349 B1: Ja, die Formung könnte man eventuell so wieder hinkriegen. Aber da muss man das passende Stück dafür haben. **Genau gleich kriegst du es nie.**

Dieses Merkmal bezieht Hans sogar auf Tiere: Jedes Zebra besitze eine einzigartige Formgebung der Streifen.

319 B1: Dieses Zebra z. B.: **jedes Zebra ist anders. Kein Zebra hat die gleichen Streifen.**

Es sei anzumerken, dass Hans den Begriff „Wiederholung“ im Gespräch in zwei verschiedenen Kontexten verwendet. Dadurch trifft er widersprüchliche Aussagen, die jedoch durch die folgende Klärung aufgelöst werden: Zum einen meint er mit einer Wiederholung den bereits dargelegten Aspekt des zeitlich Wiederkehrenden. In diesem Kontext meint er also eine zeitliche Wiederholung. Eine Struktur müsse wiederkehrend sein, wenn es sich um eine vergängliche Struktur handelt. Daher müsse sie sich wiederholen. Zum anderen bezieht er sich hier mit einer Wiederholung auf eine räumliche Anordnung oder Oberflächenzeichnung. Hier ist mit der Wiederholung also der Vergleich zwischen mehreren räumlichen Strukturen gemeint. Da räumliche Strukturen seiner Meinung nach einzigartig seien, dürfen sie sich nicht wiederholen.

Als weiteres Merkmal einer Struktur aus der Sicht der Befragten lässt sich die Einzigartigkeit einer konkreten Struktur nennen. Das gilt sowohl für beständige als auch für zeitlich regelmäßig wiederkehrende Strukturen. Bestehende Strukturen sind einzigartig im Vergleich mit anderen Strukturen derselben Klasse (Beispiel: Holz). Wiederkehrende Strukturen sind einzigartig im Vergleich mit den vorher vorhandenen, aber bereits vergangenen Strukturen (Beispiel: Rippel).

Tab. 184: Kategorie S3A-SR-M2 zu Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Strukturen sind einzigartig.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten verdeutlichen, dass Strukturen einzigartig/einmalig sind und sich niemals wieder in exakter Weise wiederholen bzw. dass ein Mensch kein exaktes Abbild der einstmals vorhandenen Struktur erzeugen könne.
Ankerbeispiele	„Struktur ist immer unterschiedlich. Die kriegst du so nicht wieder hin.“ (S3A, P. 312)
Kodierte Textpassagen	S3A, P. 302, 303, 312, 319, 343, 347, 349

Im Gespräch mit Hans und Maria wird an einigen Stellen deutlich, dass beide zwischen künstlichen, gewollten Strukturen und natürlichen Strukturen unterscheiden. Bei der Aufgabe, die Bildung von Strukturen zu erklären, sagt Hans, dass er im Folgenden über Strukturen spricht, die nicht gewollt sind, bei denen es sich also nicht um gewollte Strukturen handelt. In seiner Erläuterung bezieht er sich auf Strukturen im Sand und konstatiert, solche Strukturen könne man nicht künstlich erzeugen.

394	I: Wie bildet sich zum Beispiel so eine Struktur?
395	B1: Das ist aber jetzt nicht gewollt . Das ist keine gewollte Struktur .
396	I: Genau, aber so eine Struktur wie würde die sich bilden?
397	B1: Nur durch Sand, Wasser, Abfluss...
398	I: Also das Zusammenspiel von irgendwie sowas.
399, 401	B1: Von Elementen. Aber das kannst du nicht künstlich erzeugen.

Und auch bei der Aufgabe, sich zu überlegen, wie eine Struktur aufgehalten oder verhindert werden kann, wird zwischen künstlichen und natürlichen Strukturen unterschieden. So sagt Maria, Strukturen ließen sich nicht aufhalten und ergänzt, dass sie von Strukturen in der Natur spricht. Als Beispiel nennt sie ebenfalls die sich bildenden Strukturen im Sand, die durch die Bewegung des zu- und abfließenden Wassers entstehen.

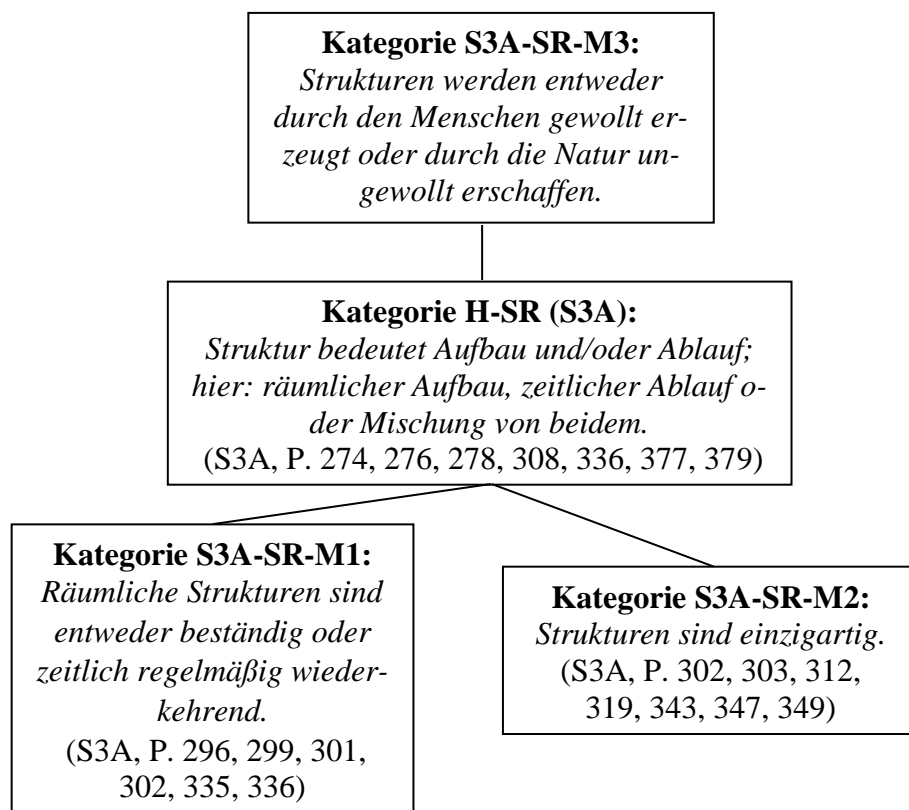
406, 408	I: Wie könnte man zum Beispiel so eine Struktur zerstören? Oder eine Struktur aufhalten, eine Strukturbildung?
409, 411	B1: Zerstören kannst du die nur, wenn du darüber läufst. Sonst kannst du die nicht zerstören.
412	B2: Aufhalten kannst du die gar nicht.
413	B1: Ne.
414	B2: Also nicht in der Natur . Wenn du jetzt am Strand bist und das Wasser kommt und zieht sich zurück. Das kannst du ja nicht aufhalten.

Als finales Merkmal lässt sich aus dem Gespräch rekonstruieren, dass Strukturen sowohl künstlichen als auch natürlichen Ursprungs sein können. Dabei wird mit künstlichen Strukturen etwas Gewolltes und mit natürlichen Strukturen etwas Ungewolltes verbunden.

Tab. 185: Kategorie S3A-SR-M3 zu Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Strukturen werden entweder durch den Menschen gewollt erzeugt oder durch die Natur ungewollt erschaffen.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten zwischen jenen Strukturen unterscheiden, die künstlich, also gewollt durch Menschenhand, erschaffen wurden und jenen, die natürlicherweise durch den Einfluss der Natur ungewollt entstanden sind.
Ankerbeispiele	„Das ist aber jetzt nicht gewollt. Das ist keine gewollte Struktur.“ (S3A, P. 395)
Kodierte Textpassagen	S3A, P. 395, 399, 401, 412, 414

Als Zusammenfassung dieser Analyse werden die gebildeten Kategorien in einem Netzwerk um die Hauptkategorie angeordnet. Dadurch entsteht das folgende Merkmalnetzwerk des Strukturbegriffs im Interview S3A.



22.3.7 Interview JIA

Anhand von Auszügen aus dem Transkript des Interviews JIA wird im Folgenden die Begriffsbildung im Bereich Strukturbildungen der befragten Person George und Barry (Codename) rekonstruiert. Mit Strukturen verbinden George und Barry Gebilde und Formen. Als Beispiele nennen sie Wolken und Strukturen in granularer Materie, sowohl künstliche Sandburgen als auch natürliche Rippel. Letztere bezeichnen sie ferner als Spuren, also als etwas, das in charakteristischer Weise aus einer Oberfläche hervor- bzw. zurücktritt.

- 481 I: Strukturbildung. Was verbindet ihr denn mit Strukturbildung?
- 482 B1: Also hier auf jeden Fall, dass halt mehrere **Gebilde** entstehen wie auf Bild 9 oder auf Bild 2. Dass sich generell so eine Wolke **aufbaut**. Hier, wie sich der Sand so **formt**.
- 483 B2: Haben wir im Video auch gesehen.
- 484 B1: Genau. Wie sich hier der Sand so aufbaut, wie der sich so **formt**.
- 485 B2: Alles geht in eine **Form** über. Das sah mal anders aus. Und das wird in eine andere Struktur gebracht.

- 473 I: Was ist denn auf Bild 5 zu sehen und auf Bild 21? Könnt ihr das benennen?
- 474 B2: Das ist halt, wenn eine Welle quasi wieder zurück ins Meer geht.
- 475 B1: Zieht das den Sand mit und unter dem Sand ist halt dunklerer Sand unter der oberen Schicht. So entsteht dann halt... ja, wie kann man das nennen?
- 476 B2: **Spuren**.
- 477 B1: Ja, **Spuren**.

Am häufigsten nutzen beide im Zuge der Beschreibung von Strukturen jedoch die Begriffe Formen, Aufbau und die korrespondierenden Verben, wobei mit Aufbau offenbar eine räumliche Anordnung gemeint ist, was ebenfalls mit den genannten Spuren korrespondiert.

- 488 I: Was findet ihr denn daran interessant, wenn es etwas gibt?
- 489 B2: Dass einfach Sachen umge**formt** werden können, obwohl sie ja eigentlich sich selbst nicht verändern. Also es bleibt ja derselbe Stoff. Sand bleibt ja Sand. Aber es gibt eine andere Struktur halt. Es gibt eine von außen wirkende Kraft.
- 578 I: Ok. Wenn ihr das Gegenteil schon gefunden habt, habt ihr denn noch ein Synonym oder eine Umschreibung dafür?
- 579 B1: Ordnung.
- 580 B2: Jetzt zu Struktur ein anderes?
- 581 B1: Ja.
- 582 B2: Ja, Ordnung würde passen.

583	B1: Also, dass das eine gewisse Ordnung hat.
584	B2: Oder einen gleichbleibenden Aufbau .
585	B1: Ja.
586	I: Gleichbleibender Aufbau? Würdet ihr sagen, dass die Wolke auf Bild 2 geordnet ist?
587	B1: Nein, die ist nicht geordnet, aber sie baut sich halt gleich auf , aber formt sich anders.
588	I: Sind für euch die Wolken auf Bild 9 geordnet?
589	B2: Das schon irgendwie.
590	B1: Schon, ja. Da sehen sie schon geordnet darauf aus. Alle haben so eine Wellen form .

Auch bei der Erzeugung des Logos setzen die Befragten auf den Begriff der Form. Sie wählen als Logo eine in der Entstehung begriffene Sandburg: Sand rieselt von oben nach unten und wird zu einer Sandburg. Eine Hand und eine Schippe zwischen rieselndem Sand und der Burg sollen verdeutlichen, dass der Sand durch eine Kraft in die Form der Burg gebracht wird.

527	I: Jetzt haben wir ja gerade schon über Strömungen gesprochen. Da solltet ihr schon ein tolles Logo entwerfen. Könnt ihr dasselbe für mich nochmal mit Strukturen machen?
528, 530	B2: Ja. Du darfst jetzt.
531	B1: Ich darf jetzt zeichnen? Ja, dann musst du mir auch einen Plan geben.
535	B2: Sandburgen, cool. Wir machen so unten so eine Burg quasi.
536	B1: Aber vielleicht machen wir auch so ein Gesamtgewicht halt aus einer Kraft oder so, dass eine Kraft halt eine Auswirkung hat, also eine Struktur erst bildet. Dass das nicht einfach so passiert. Aber das könnt man als allgemeinen Begriff für Kraft nehmen.
537	B2: Man könnte es probieren, wenn man zeichnen kann: irgendwie so eine Schippe mit Sand drauf. Und der Sand fällt gerade so runter und unten ist dann schon so eine fertig gebaute Burg. Weil es gibt ja eine Kraft, die den Sand bewegt in eine andere Form .

Aus den Darlegungen lässt sich das erste Merkmal einer Struktur aus der Sicht der Probanden rekonstruieren. Offenbar sehen beide Strukturen als ein Gebilde an, das häufig aus Einzelteilen aufgebaut ist und so insgesamt eine spezielle Form einnimmt.

Tab. 186: Kategorie H-SR (J1A) zu Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Struktur bedeutet Aufbau und/oder Ablauf; hier: Formen, Gebilde und Anordnungen.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, falls die Befragten verdeutlichen, dass es sich bei einer Struktur um einen räumlichen Aufbau und/oder um einen zeitlichen Ablauf handelt. Sie wird ebenfalls kodiert, wenn entsprechende Beispiele für Strukturen angeführt werden (z. B. eine Perlenkette für einen Aufbau).
Ankerbeispiele	„Das ist für mich eine Struktur, also wenn die aufgereiht sind wie eine Perlenkette oder so.“ (E3A, P. 248) „[...] Struktur ist bei mir viel immer Ablauf, nicht Aufbau.“ (S2A, P. 528)
Kodierte Textpassagen	J1A, P. 476, 477, 482, 484, 485, 489, 537, 584, 587, 590

Doch nicht jeder Aufbau, jede Form und jedes Gebilde ist mit einer Struktur gleichzusetzen. Aus den Äußerungen der Befragten wird noch ein weiteres Merkmal deutlich: Ordnung. Als die Befragten aufgefordert werden, ein Gegenteil von Strukturbildungen zu benennen, sprechen sie davon, dass etwas aus einer Struktur gebracht wird. Sie bringen diesbezüglich die Begriffe Wirrwarr und Durcheinander.

560	I: Damit die Struktur kriegt, ok. Alles klar, was ist denn für euch das Gegenteil von Strukturbildung oder von Strukturen?
561	B2: Destrukturierung.
562, 566	B1: Anti-Struktur. Dass das aus einer Struktur gebracht wird.
567	B2: Ist das ein Wirrwarr ? Keine Ahnung.
568	I: Wirrwarr?
569	B2: Hm (bejahend).
570	B1: Das nehmen wir.
573	I: Wirrwarr oder vielleicht ein anderes Wort dafür vielleicht?
574	B1: Durcheinander.
575	I: Durcheinander, ok.

Konsistent zum Gegenteil wählen George und Barry als Synonym für Strukturen den Begriff Ordnung aus. Etwas habe eine gewisse Ordnung und verfüge über einen gleichbleibenden Aufbau. Dies machen sie am Beispiel von Wolken fest. Sie beschreiben, dass einzelne Wolken zwar unterschiedliche Formen besäßen, diese jedoch über den gleichen Aufbau verfügen. Sie suchen in den Bildern also explizit nach etwas, das sie als geordnet wahrnehmen können. In den Wolkenformationen, die als Kelvin-Helmholtz-Instabilitäten bezeichnet werden, sehen die Befragten etwas Geordnetes und vergleichen ihre dortigen Beobachtungen mit Wellen. Die Wolken besäßen eine Wellenform und stets denselben Abstand.

578	I: Ok. Wenn ihr das Gegenteil schon gefunden habt, habt ihr denn noch ein Synonym oder eine Umschreibung dafür?
579	B1: Ordnung.
580	B2: Jetzt zu Struktur ein anderes?
581	B1: Ja.
582	B2: Ja, Ordnung würde passen.
583	B1: Also, dass das eine gewisse Ordnung hat.
584	B2: Oder einen gleichbleibenden Aufbau.
585	B1: Ja.
586	I: Gleichbleibender Aufbau? Würdet ihr sagen, dass die Wolke auf Bild 2 geordnet ist?
587	B1: Nein, die ist nicht geordnet, aber sie baut sich halt gleich auf, aber formt sich anders.
588	I: Sind für euch die Wolken auf Bild 9 geordnet?
589	B2: Das schon irgendwie.
590	B1: Schon, ja. Da sehen sie schon geordnet darauf aus. Alle haben so eine Wellenform.
591	B2: Alle denselben Abstand.
592	B1: Genau.

Beim zweiten Merkmal einer Struktur handelt es sich aus der Sicht von George und Barry somit um Ordnung, die sie im Gespräch mit einem gleichbleibenden Aufbau oder denselben Abständen zwischen Objekten beschrieben, was an dieser Stelle als regelmäßiger Aufbau interpretiert wird. Die hierdurch hervorgerufene Ordnung innerhalb der Form, des Gebildes bzw. des Aufbaus sorgt offenbar aus ihrer Sicht für die Abgrenzung von anderen Formen, Gebilden und Anordnungen, die keine Strukturen sind.

Tab. 187: Kategorie J1A-SR-M1 zu Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Strukturen sind durch einen gleichbleibenden Aufbau gekennzeichnet, der Ordnung ausdrückt.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, falls die Befragten verdeutlichen, dass ein Aufbau dann eine Struktur ist, wenn ein gleichbleibender Aufbau vorherrscht, der eine gewisse innere Ordnung ausdrückt. Sie wird auch kodiert, wenn die Befragten mit Blick auf das Gegenteil von einem Durcheinander sprechen.
Ankerbeispiele	„Also, dass das eine gewisse Ordnung hat.“ (J1A, P. 583) „Oder einen gleichbleibenden Aufbau“ (J1A, P. 584)
Kodierte Textpassagen	J1A, P. 579, 582, 583, 584, 587, 590, 591

Ein weiteres Merkmal zeigt sich an vielen Stellen im Gespräch: Beide Befragte sehen in Strukturen etwas Veränderliches und Dynamisches. Sie betonen, dass etwas einmal anders aussah und in eine neue Form übergehe.

- 481 I: Strukturbildung. Was verbindet ihr denn mit Strukturbildung?
- 482 B1: Also hier auf jeden Fall, dass halt mehrere Gebilde entstehen wie auf Bild 9 oder auf Bild 2. Dass sich generell so eine Wolke aufbaut. Hier, wie sich der Sand so formt.
- 483 B2: Haben wir im Video auch gesehen.
- 484 B1: Genau. Wie sich hier der Sand so aufbaut, wie der sich so formt.
- 485 B2: **Alles geht in eine Form über. Das sah mal anders aus. Und das wird in eine andere Struktur gebracht.**

Sie sprechen diesbezüglich von einer Umformung und von Veränderungen.

- 488 I: Was findet ihr denn daran interessant, wenn es etwas gibt?
- 489 B2: Dass einfach Sachen **umgeformt** werden können, obwohl sie ja eigentlich sich selbst nicht verändern. Also es bleibt ja derselbe Stoff. Sand bleibt ja Sand. Aber es gibt eine andere Struktur halt. Es gibt eine von außen wirkende Kraft.
- 498 I: Warum gehört das für euch dazu? Was muss denn da gegeben sein, damit man von Strukturen sprechen oder von Strukturbildung sprechen kann?
- 499 B2: Man braucht halt eine Kraft, um etwas zu **verändern**. Es **verändert** sich ja eigentlich fast nichts von allein.

Dies machen sie an mehreren Beispielen fest. So entstehe aus einer Wolke ein Tornado oder eine Windhose.

- 494 I: Ok, wenn ihr jetzt Strukturbildung gehört habt, gibt es denn jetzt noch Bilder von den andern, die ihr da zuordnen könntet zum Thema Struktur.
- 495 B1: Ich würde sagen, Bild (unv.) hat eine Struktur. Aber nicht genau wie hier, hier und hier. **Da bildet sich halt einfach eine Struktur. Aus einer Wolke wird zum Beispiel ein Tornado, eine Windhose.**

Wanderdünen bewegen sich ihrer Ansicht nach und bilden sich ständig neu.

- 514 I: Ihr habt hier auf eurem Zettel geschrieben: Wanderdünen oder Dünen.
- 515 B1: Ja, das ist auch eine Struktur, würde ich sagen.
- 516 B2: Die sich auch **verändert** durch den Wind, Wanderdünen.
- 518 I: Wanderdünen und Dünen.
- 519 B2: Es gibt ja halt Wanderdünen. Ich glaube, die haben ja irgendwie keine Befestigung, also kein Gras oben drauf. Dadurch wird das vom Wind immer

aufgewirbelt.

520 B1: Ja, regelmäßig wird der Sand dann aufgewirbelt und legt sich dann woanders ab. **Wo halt eine neue Düne dann entsteht, wenn genug Sand sich da halt ablegt.**

Und auch beim Arbeiten mit Ton lassen sich ständig neue Strukturen herausbilden.

512 I: Ok, sind euch denn noch Strukturen oder Strukturbildungen begegnet, die man auf den Bildern nicht sehen kann?

513 B2: Beim Ton. **Wenn man jetzt mit Ton arbeitet. Dann kann man ja auch Strukturen bilden neue.**

Veränderlichkeit kann daher als weiteres Merkmal einer Struktur aus den Äußerungen der Befragten herausgearbeitet werden. Hier ist zweierlei möglich: Zum einen können sich Strukturen innerhalb der Grenzen ihrer Strukturklasse ändern. Eine Düne verändert sich beispielsweise, aber es ist immer noch eine Düne zu erkennen. Diese ist zwar im Detail anders, aber der ursprünglichen Düne noch ähnlich genug, sodass sie mit Fug und Recht noch als Düne bezeichnet werden kann. Zum anderen können sich Strukturen aber auch so stark verändern, dass sie nicht mehr der ursprünglichen Klasse zugeordnet werden können. Die Befragten bringen hier als Beispiel eine Wolke, die in einen Tornado oder eine Windhose übergehen könne. Es findet also ein Übergang in eine andere Strukturklasse statt.

Tab. 188: Kategorie J1A-SR-M2 zu den Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Strukturen sind dynamisch und veränderlich.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten erklären, dass Strukturen dynamisch und veränderlich sind und dementsprechend umgeformt werden. Bei Veränderungen in gewissen Grenzen lässt sich die Zugehörigkeit zur ursprünglichen Strukturklasse noch ausmachen. Bei weitergehenden Veränderungen hört die Struktur auf zu existieren und geht ggf. in eine neue Strukturklasse über.
Ankerbeispiele	„Da bildet sich halt einfach eine Struktur. Aus einer Wolke wird zum Beispiel ein Tornado, eine Windhose.“ (J1A, P. 495) „Dass einfach Sachen umgeformt werden können, obwohl sie ja eigentlich sich selbst nicht verändern. Also es bleibt ja derselbe Stoff. Sand bleibt ja Sand. Aber es gibt eine andere Struktur halt.“ (J1A, P. 489)
Kodierte Textpassagen	J1A, P. 485, 489, 499, 495, 516, 520

Dass in manchen Fällen einer Veränderlichkeit der Strukturen Grenzen gesetzt sind, zeigt auch die bemerkenswerte Feststellung der Befragten, dass sich bei der Bildung von Strukturen die Stoffe und deren Eigenschaften selbst nicht verändern. Sand bleibe Sand und dennoch bilden sich durch seine Umformung vielgestaltige Strukturen.

488 I: Was findet ihr denn daran interessant, wenn es etwas gibt?

489 B2: **Dass einfach Sachen umgeformt werden können, obwohl sie ja eigentlich sich selbst nicht verändern. Also es bleibt ja derselbe Stoff. Sand bleibt ja**

Sand. Aber es gibt eine andere Struktur halt. Es gibt eine von außen wirkende Kraft.

Diese Feststellung findet sogar Eingang in die Definition einer Strukturbildung, die die Befragten entwickeln. Sie sagen aus, dass es sich bei einer Strukturbildung um einen Vorgang handelt, bei der sich die Form eines Stoffes ändere, dessen Eigenschaften jedoch nicht.

593 I: Ok. Dann würde ich mich freuen, wenn ihr auch nochmal eine Definition für Strukturbildung aufschreiben würdet.

604 B1: **Strukturbildung ist ein Vorgang, bei dem sich ein Stoff oder Element in seiner oder ihrer Form verändert, aber die Eigenschaften nicht verliert.**

Diese Aussage korrespondiert mit den bereits herausgearbeiteten Merkmalen. Bei der Veränderung von Strukturen ändert sich lediglich das Zusammenspiel der einzelnen Elemente eines Stoffes, was zu einem neuen Aufbau und einer neuen Gesamtform führt. Der Stoff selbst wandelt sich chemisch gesehen nicht um, sodass sich dessen Eigenschaften nicht verändern. Daher lässt sich als weiteres Merkmal einer Struktur aus der Sicht der Befragten festhalten, dass bei der Veränderung von Strukturen keine Stoffumwandlung stattfindet. Dies begründet die Grenzen der Veränderlichkeit von Strukturen.

Tab. 189: Kategorie J1A-SR-M3 zu den Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Bei der Bildung von Strukturen findet keine Stoffumwandlung statt.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten erläutern, dass sich bei der Bildung von Strukturen nur die Anordnung von Materie verändert, jedoch keine Stoffumwandlungen stattfindet, sodass sich die Eigenschaften der konstituierenden Materie nicht verändern.
Ankerbeispiele	„Strukturbildung ist ein Vorgang, bei dem sich ein Stoff oder Element in seiner oder ihrer Form verändert, aber die Eigenschaften nicht verliert.“ (J1A, P. 604)
Kodierte Textpassagen	J1A, P. 489, 604

Des Weiteren sprechen George und Barry häufig von Kräften, die notwendig sind, um Veränderungen von Strukturen zu bewirken.

498 I: Warum gehört das für euch dazu? Was muss denn da gegeben sein, damit man von Strukturen sprechen oder von Strukturbildung sprechen kann?

499 B2: **Man braucht halt eine Kraft, um etwas zu verändern.** Es verändert sich ja eigentlich fast nichts von allein.

488 I: Was findet ihr denn daran interessant, wenn es etwas gibt?

489 B2: Dass einfach Sachen umgeformt werden können, obwohl sie ja eigentlich sich selbst nicht verändern. Also es bleibt ja derselbe Stoff. Sand bleibt ja Sand. Aber es gibt eine andere Struktur halt. **Es gibt eine von außen wirkende Kraft.**

Als sich die Befragten anschicken, Ursachen von Strukturen zu beschreiben, differenzieren sie diese Kräfte begrifflich aus und benennen mit Blick auf ein Mosaik menschliche Kraft als verursachenden Faktor jener Fliesenstruktur.

605	I: Was glaubt ihr denn, was die Ursache für Strukturbildung ist? Bei Strömungen hattet ihr ja schon gesagt: Wind oder Höhenunterschiede. Was könnte der Grund dafür sein, dass sowas wie auf Bild 5 entsteht oder auf Bild 9?
606	B1: Immer unterschiedlich.
607	B2: Wärmeenergie, Strömungsenergie.
608	B1: Es kann ja durch alles entstanden sein.
609	B2: Das soll ja ein Mosaik sein oder?
610	B1: Ja.
611, 613	B2: Dann ist es ja menschliche Kraft gewesen. Es entsteht halt immer durch eine Kraft, würde ich behaupten.

Das menschliche Zutun, das für die Entstehung mancher Strukturen nötig ist, wird auch bei der Zeichnung ihres Logos deutlich. Sie entscheiden sich für eine sich bildende Sandburg. Neben einer Sandburg am Boden zeichnen sie hierzu herunterfallenden Sand, der durch eine gemalte Schippe und eine menschliche Hand in die Form einer Sandburg gebracht wird. Die Schippe und die Hand stellen hierbei Symbole für das menschliche Wirken dar, eine formende Macht also, sodass sich aus dem fallenden Sand eine Burg ergibt.

527	I: Jetzt haben wir ja gerade schon über Strömungen gesprochen. Da solltet ihr schon ein tolles Logo entwerfen. Könnt ihr dasselbe für mich nochmal mit Strukturen machen?
528, 530	B2: Ja. Du darfst jetzt.
531	B1: Ich darf jetzt zeichnen? Ja, dann musst du mir auch einen Plan geben.
535	B2: Sandburgen , cool. Wir machen so unten so eine Burg quasi.
536	B1: Aber vielleicht machen wir auch so ein Gesamtgewicht halt aus einer Kraft oder so, dass eine Kraft halt eine Auswirkung hat, also eine Struktur erst bildet. Dass das nicht einfach so passiert. Aber das könnt man als allgemeinen Begriff für Kraft nehmen.
537	B2: Man könnte es probieren, wenn man zeichnen kann: irgendwie so eine Schippe mit Sand drauf. Und der Sand fällt gerade so runter und unten ist dann schon so eine fertig gebaute Burg . Weil es gibt ja eine Kraft, die den Sand bewegt in eine andere Form.
538	B1: Wollen wir jetzt erstmal sowas wie eine Sandburg bauen, also malen?
543	B2: Wahnsinn. Und dann so eine Schippe oder eine Hand .
544, 546, 548	B1: Ja, ich male die Hand da dran. Das ist die Schippe . Das ist jetzt eine Hand , so. Da fällt jetzt schon so der Sand runter.

549	B2: Das sieht aus wie so ein Pizzaschieber.
550	B1: Baut der hier gerade sowas mit Sand auf.
558	I: Ihr habt da jetzt eine Sandburg gemalt, gezeichnet. Und eine Hand, die noch mehr Sand darauf wirft.
559	B1: Ja, damit die Struktur kriegt.

Neben der menschlichen Kraft sind sich die Befragten auch bewusst, dass es andere Ursachen gibt, die eine Struktur hervorbringen können. Diesbezüglich nennen sie die Gezeiten. Diese seien unabänderlich, sodass die Bildung bestimmter Strukturen im Sand nicht aufzuhalten sei. Solche Strukturen entziehen sich also dem menschlichen Einfluss.

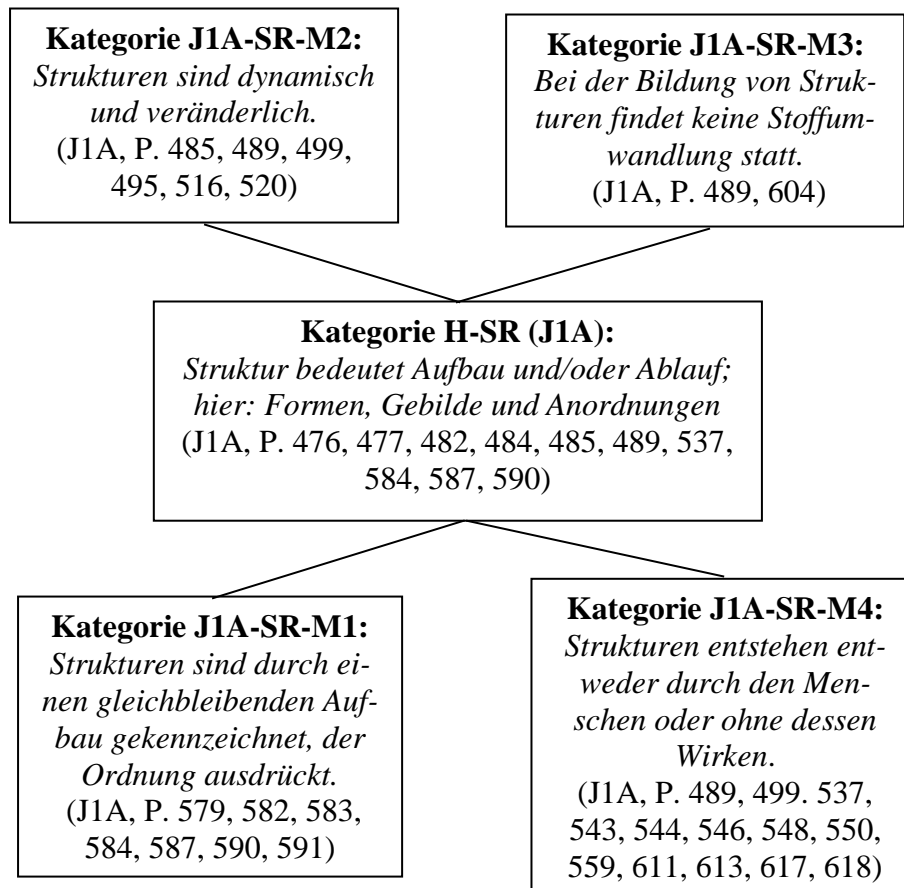
616	I: Könntet ihr denn solche Entstehungen, wie Bild 5 oder Bild 9, könntet ihr das aufhalten. Oder könnte die Natur... könnte die vielleicht das aufhalten?
617	B1: Wir könnten Bild 5 ändern, wenn wir zum Beispiel da mit einer Schaufel rübergehen. Aber jetzt, dass es neu entsteht, können wir nicht verhindern.
618	B2: Man kann halt die Gezeiten nicht verändern.

Die Äußerungen der Befragten zu den strukturverursachenden Kräften machen deutlich, dass sie bei Strukturen zwischen den von Menschen erzeugten und den natürlichen Strukturen unterscheiden. Daher lässt sich als weiteres Merkmal von Strukturen rekonstruieren, dass jene sowohl durch menschliches Zutun entstehen als auch unabhängig vom menschlichen Wirken gebildet werden.

Tab. 190: Kategorie J1A-SR-M4 zu den Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Strukturen entstehen entweder durch den Menschen oder ohne dessen Wirken.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten zwischen jenen Strukturen unterscheiden, die durch die Kraft des Menschen erschaffen wurden und jenen, die natürlicherweise durch den Einfluss der Natur entstanden sind.
Ankerbeispiele	„Dann ist es ja menschliche Kraft gewesen. Es entsteht halt immer durch eine Kraft, würde ich behaupten.“ (J1A, P. 611, 613)
Kodierte Textpassagen	J1A, P. 489, 499, 537, 543, 544, 546, 548, 550, 559, 611, 613, 617, 618

Als Zusammenfassung dieser Analyse werden die gebildeten Kategorien in einem Netzwerk um die Hauptkategorie angeordnet. Dadurch entsteht das folgende Merkmalnetzwerk des Strukturbegriffs im Interview J1A.



22.3.8 Interview J2A

Anhand von Auszügen aus dem Transkript des Interviews J2A wird im Folgenden die Begriffsbildung im Bereich Strukturbildungen der befragten Personen Hans und Franz (Codename) rekonstruiert. Beschreiben die Befragten im Interview Strukturen, dann sprechen sie ständig davon, dass ein bestimmter Stoff, beispielsweise Sand, durch eine äußere Wirkung in eine bestimmte Form gebracht werde. Bereits vor Bekanntgabe, dass es bei den zu beobachtenden Phänomenen auf den Fotos um Strukturen handelt, interpretieren Hans und Franz einige der Fotos auf diese Weise. Auf Bild 5 und auf Bild 21 seien Strukturen in granularer Materie zu sehen. Es handelt es sich dabei um Rippel und Priele, die durch zurückweichendes Meerwasser an der Küste entstanden sind. Und auch auf Bild 9, das eine Kelvin-Helmholtz-Instabilität zeigt, erklären die Befragten, dass der Wind die Wolken in diese Form gebracht habe. Sie vergleichen die Wolkenformation mit einer Wellenform.

- 354 I: Ok, dann sind wir erstmal fertig mit dem ersten Teil. Jetzt kommt noch ein etwas kleinerer zweiter Teil. Dazu achten wir nicht mehr so auf die Wellen hier, sondern wir gucken uns erstmal Bild 5, 9 und 21 an und von mir aus auch noch Bild 7. Was glaubt ihr denn, warum ich euch gerade diese Bilder zeige? Warum gehören die für mich zusammen?
- 355 B2: Bild 5 und 21 würde ich auch zusammentun. Das sieht für mich sehr wie das Wattenmeer aus. Letztendlich sieht man da ja eben Strömungen, die eine andere Sache **formen**. Also hier hat die Strömung das Wasser **geformt**.
- 356 B1: Aber das sieht bei 9 ja genauso aus.
- 357 B2: Ja genau, deswegen. Aber ich wollte dir das erst auf Bild 5 und 21 erklären. Dann kann ich zur 9 übergehen. Im Wasser hat sie, die Strömung, oder generell hat das Wasser, die Kraft des Wassers, das **geformt**. Dass hier [Bild 5] sieht aus für mich wie Flammen, dass sie so Kuhlen hinterlassen hat. Und bei Bild 9 ist es eben dann eher der Wind gewesen, der die Wolken so **geformt** hat. Hier sieht es aus fast wie eine Wellen**form**. Oder hier eben die Wolkenbildung.

Als die Befragten nach Möglichkeiten befragt werden, wie sich Strukturen aufhalten lassen, verwenden sie erneut korrespondierende Verben zum Begriff der Form. Sie berichten davon, dass sich Wolken durch Wind verformen und sich dies nicht aufhalten ließe.

- 518 B2: Aufhalten?
- 519 I: Ja, kann man das verhindern?
- 520 B1: Also 9 entsteht ja durch die Windströme und dass sich die Wolken durch diesen Wind halt **verformen**. Aber wie willst du das denn aufhalten?
- 521 B2: Das Gleiche ist beim Wasser. Man müsste das Wasser umleiten oder nicht mehr darüber fließen lassen.
- 522 B1: Ja, dann ist es an der einen Stelle nicht so, aber irgendwo findest du es immer wieder.
- 523 B2: Ja, also sie entstehen aus Strömungen meist, eben Windströmung und Wasserströmung. Das ist eben das Element, das außenstehende Element. Und ist schwer, eine Welle aufzuhalten. Dementsprechend ist es genauso schwer, eine Luftströmung aufzuhalten, dass diese die Wolken in genau diesem Areal nicht

verformt. Aber dann wird sie 20 Meter weiter die Wolke dann **verformen**, weil der ja irgendwie umgeleitet werden muss der Windstrom.

Bei der Erzeugung des Logos wird ihre Vorstellung von Strukturen als vielgestaltige Formen besonders deutlich. In ihrem Zwiegespräch wird ersichtlich, dass sie unterschiedliche Formen als Repräsentanten für Strukturen ansehen. Hierzu zählen vor allem Karos. Jedoch nicht einzelne Karos, sondern eine große Anzahl, wie sie auf einem Karopapier vorzufinden ist. Darüber hinaus soll auch ein Kreis Teil des Logos sein. Bei diesem handele es sich um eine runde Struktur. Auch Vierecke und Dreiecke werden als geeignete Repräsentanten für Strukturen diskutiert. Darüber hinaus sprechen sie mit Blick auf die Karos von einem Muster. Eine große Anzahl der Karoformen gilt für sie offenbar als ein Muster und damit als Struktur.

409, 411	I: Dann gehen wir nochmals in eure kreative Ader zurück. Ihr seid wieder in einer Werbeagentur. Jetzt dürft ihr ein Logo zum Thema Strukturen und Strukturbildung erfinden.
410, 412	B1: Struktur wäre für mich ein Plan im Sinne von strukturiert sein, als ob du eine Liste abarbeiten musst.
413	B2: Für mich ist strukturiert...
414	I: Nein, nicht strukturiert, sondern Struktur/Strukturbildung.
415	B2: Struktur/Strukturbildung. Wir können wieder unsere Elemente am Rand machen, weil die alle Strukturen bilden können.
416	B1: Mich erinnert Struktur aber auch an Steine, die unterschiedlich aufgebaut sind.
417, 419	B2: Ja, das können wir ja mit unserem Sand wieder machen. Und für mich ist Struktur aber auch trotzdem einfach so... das erste, wo ich an Struktur denke, ist eben an so Karopapier . Denn das hat für mich eine bestimmte Struktur. Also wir machen wieder unseren berühmten Kreis.
420, 422	B1: Man könnte ja so einen Kreis machen, dann können die so ein Karomuster da reinmachen. Und dann malst du aber auch nur bestimmte Felder an, die du aber auch im bestimmten Abstand jeweils auch einfärbst. Warum soll das eigentlich ein Kreis sein? Das könnte auch viereckig sein oder dreieckig .
425	B2: Da haben wir ganz viele verschiedene Strukturen. Denn wir haben erst eine runde Struktur , dann machen wir unsere Karos . Machst du wieder Struktur?
426	B1: Ja, gleich. Willst du eine kleinere Struktur haben oder eine größere?
427	B2: Ist alles gut, und dann darf ich hier wieder mein Wasser malen, weil Wasser Strukturen machen kann.
428	B1: Ich möchte aber noch ein Karomuster reinmachen.

Dass sie Strukturen als Muster bezeichnen, kommt im Gespräch erneut vor, als sie nach einem Gegenteil von Strukturen befragt werden. Während der Überlegungen zum Gegenteil setzten sie sich mit Charakteristika von Strukturen auseinander und erläutern, dass in einer Struktur ein gewisses Muster zu erkennen sein müsse.

457	I: Was wäre denn für euch das Gegenteil von Struktur oder Strukturbildung?
458	B2: Etwas, das man nicht beeinflussen kann.
459	B1: Unordnung (lacht).
460	I: Findet ihr, dass die die Struktur in Bild 5 ordentlich aussieht?
461, 463	B2: Es hat ein geordnetes Gesamtbild, also die sind alle nicht gleich, aber dadurch, dass eben das gesamte Bild nicht gleich ist bzw. man gleiche Strukturen hat, kann man da so ein gewisses Muster wiedererkennen. Und eben auch hier den Weg des Wassers. Es ist strukturiert.

Ferner wird mit Blick auf die Kelvin-Helmholtz-Instabilitäten von sich aufbauenden Strukturen gesprochen.

464	I: Bei Bild 9 wär das dann dasselbe, richtig?
465, 467	B2: Da sehen die aber auch noch alle recht weich aus. Das sieht so aus, als würden die sich aufbauen . Also dadurch hat man eben eine aufbauende Struktur. Man könnte hier auch fast so eine Linie als Graphen bezeichnen.

Von den Befragten werden Formen und Muster am häufigsten mit Strukturen in Verbindung gebracht. Am Rande sprechen sie jedoch auch von zeitlichen Strukturen. Sie geben an, dass sie mit einer Struktur eine strukturierte Arbeitsweise verbinden. Und auch bei der Erstellung des Logos kommen sie zunächst erneut auf diesen Aspekt zurück. Ein Arbeitsplan sei zu erstellen, der dann im Anschluss abgearbeitet werde. Dass damit ein zeitlicher Ablauf gemeint ist, wird an ihrer Bemerkung am Ende des Abschnitts deutlich. Sie geben an, dass die Natur sich nicht entscheide, heute dies zu tun und morgen jenes.

359	I: Ok, dann sage ich euch mal einen Begriff, der nennt sich Strukturbildung. Wenn man hier guckt, das sind Strukturen. Weil da Struktur gebildet wird. Was verbindet ihr denn mit Strukturen? Wenn ihr Struktur hört, an was denkt ihr?
360	B2: Strukturiert ist ja meistens was Geregelteres, was Festgesetztes. Also für mich, wenn jemand sagt so: " Ja, du bist gut strukturiert " oder " strukturiere deinen Plan, deine Arbeit ". Das heißt ja, dass man sich da letztendlich darüber Gedanken macht und eben sich einen Aufbau macht, wie man das abarbeiten möchte und somit eine Struktur aufbaut, die für einen am besten ist. Und das ist eben jetzt keine festgelegte Struktur, weil Natur kann meistens selten... Wasser fließt ja immer , hat verschiedenste Einflüsse, den Menschen, Wind, Mondphasen und sowas als Einfluss. Deswegen wird die Natur wahrscheinlich jetzt nicht geplant (lacht) strukturiert und gesagt wird: " Heute möchte ich den Sand wie ein Herz aussehen lassen und morgen wie ein Kreis ". Da entstehen eben Strukturen, aber das meist ungewollt.
409, 411	I: Dann gehen wir nochmals in eure kreative Ader zurück. Ihr seid wieder in einer Werbeagentur. Jetzt dürft ihr ein Logo zum Thema Strukturen und Strukturbildung erfinden.
410, 412	B1: Struktur wäre für mich ein Plan im Sinne von strukturiert sein, als ob du eine Liste abarbeiten musst.

Aus den Darlegungen der Befragten lässt sich als erstes Merkmal einer Struktur rekonstruieren, dass es sich dabei entweder um einen räumlichen Aufbau (Formen, Oberflächenzeichnungen wie das Karopapier und Anordnungen) handelt, um zeitliche Abläufe oder eine Mischung aus beidem.

Tab. 191: Kategorie H-SR (J2A) zu Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Struktur bedeutet Aufbau und/oder Ablauf; hier: Formen, Zeichnungen, Anordnungen und zeitliche Abläufe.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, falls die Befragten verdeutlichen, dass es sich bei einer Struktur um einen räumlichen Aufbau und/oder um einen zeitlichen Ablauf handelt. Sie wird ebenfalls kodiert, wenn entsprechende Beispiele für Strukturen angeführt werden (z. B. eine Perlenkette für einen Aufbau).
Ankerbeispiele	„Das ist für mich eine Struktur, also wenn die aufgereiht sind wie eine Perlenkette oder so.“ (E3A, P. 248) „[...] Struktur ist bei mir viel immer Ablauf, nicht Aufbau.“ (S2A, P. 528)
Kodierte Textpassagen	J2A, P. 355, 357, 360, 410, 412, 417, 419, 420, 422, 425, 428, 461, 463, 465, 467, 520, 523

Besonders deutlich wird im Gespräch mit Hans und Franz ihre Unterteilung dieser Formen und Muster in zwei Lager: zum einen jene, die durch Menschen verursacht werden und zum anderen Formen und Muster, die natürlichen Ursprungs sind und auch ohne menschliches Zutun entstehen können. Direkt zu Beginn des Gesprächs geben Hans und Franz an, dass Strukturen durch verschiedenste Einflüsse entstehen. Sie benennen den Menschen, den Wind und die Mondphasen als Ursachen.

- 359 I: Ok, dann sage ich euch mal einen Begriff, der nennt sich Strukturbildung. Wenn man hier guckt, das sind Strukturen. Weil da Struktur gebildet wird. Was verbindet ihr denn mit Strukturen? Wenn ihr Struktur hört, an was denkt ihr?
- 360 B2: Strukturiert ist ja meistens was Geregelteres, was Festgesetztes. Also für mich, wenn jemand sagt so: "Ja, du bist gut strukturiert" oder "strukturiere deinen Plan, deine Arbeit". Das heißt ja, dass man sich da letztendlich darüber Gedanken macht und eben sich einen Aufbau macht, wie man das abarbeiten möchte und somit eine Struktur aufbaut, die für einen am besten ist.
Und das ist eben jetzt keine festgelegte Struktur, weil Natur kann meistens selten... Wasser fließt ja immer, hat verschiedenste Einflüsse, **den Menschen, Wind, Mondphasen und sowas als Einfluss**. Deswegen wird die Natur wahrscheinlich jetzt nicht geplant (lacht) strukturiert und gesagt wird: "Heute möchte ich den Sand wie ein Herz aussehen lassen und morgen wie ein Kreis". Da entstehen eben Strukturen, aber das meist ungewollt.

Franz macht deutlich, dass jede Struktur erschaffen wurde. Daher müsse in jedem Fall eine Außeneinwirkung herrschen. Bei der Betrachtung der Bilder ordnet er jene, die Anordnungen von granularer Materie und von Wolken zeigen, dem Wind und dem Wasser als ursächlichen Faktor zu. Die übrigen Bilder mit Windkrafträdern, verschiedenen Farbtöpfen und einem Mosaik werden dem Menschen als ursächlichen Faktor zugewiesen.

373 I: Was muss gegeben sein, damit man überhaupt von Strukturbildungen reden kann? Was haben die alle gemeinsam?

374 B2: Sie wurden alle erschaffen, also es ist überall eine Außeneinwirkung. Wir haben hier bei 7, 5, 21, 9 eben die **Auswirkung des Windes oder des Wassers. In Bild 12 hat der Mensch eine Einwirkung gemacht**, wie bei 11. Und 22 hat eben auch jemand selbst erschaffen. Aber es wird immer eine Struktur in diesen Bildern gebildet **von einer weiteren Person oder einem weiteren Gegenstand**.

Eisblumen, die an einem Fenster entstehen, zählen für Franz eindeutig zu einer natürlichen Struktur.

387 I: Sind euch denn Strukturen oder Strukturbildungen begegnet, die man auf keinem der Bilder sehen kann? Und wie sahen die aus? Habt ihr vielleicht schon mal selbst Strukturen erzeugt?

388 B2: Kunstunterricht.

389 B1: Kunst höchstens.

390 B2: Jeder hat schon mal eine Sandburg gebaut, würd ich sagen. Und eben Strukturen könnten Eisblumen am Fenster sein.

391 B1: (Lacht) Eisblumen?

392 B2: Ja, denn zuerst hat es geregnet und die äußere Gewalt, die sozusagen eindringt, ist der Frost und dadurch macht er eben ein festes, strukturiertes Bild, z. B. wenn Seifenblasen draußen frieren oder so. Also machen die so Eisblumen. Und das ist für mich **eine Struktur, die von der Natur festgelegt worden ist**. Und die sieht man hier nirgendwo.

393 B1: Dass die Blumen dann entstehen.

Ein Gullydeckel und die Fensterfront eines Wolkenkratzers sind hingegen eindeutig Strukturen, die von Menschen erzeugt worden sind.

383, B1: Struktur haben wir da vorne rein theoretisch auch nochmal, der Gully und
385 das Gebäude. Weil es wurde ja ein Plan gemacht, wie die am besten aufgebaut sind.

386 B2: Die haben eben auch eine Struktur, die **vom Menschen erschaffen** ist, also von einer äußeren Gewalt.

Auch bei der Erzeugung des Logos findet sich die Unterscheidung in menschengemachte und natürliche Strukturen wieder. Zunächst wird von Franz gefordert, dass dem Logo Wasser hinzugefügt wird, da Wasser Strukturen erzeugen könne. Später weist Franz Hans darauf hin, dass im Logo neben Wasser auch ein Mensch vorkommen müsse. Dieser sei schließlich ebenso in der Lage, eine Struktur zu erzeugen. Daraufhin wird dem Logo ein Mensch mit einem Pinsel hinzugefügt, wobei der Pinsel als Symbol für die strukturierende Wirkung des Menschen steht.

427 B2: Ist alles gut, und dann darf ich hier wieder mein Wasser malen, **weil Wasser Strukturen machen kann**.

428	B1: Ich möchte aber noch ein Karomuster reinmachen.
429	B2: Ja, genau.
430	B1: Dann schreiben wir aber Fett durch die Mitte Struktur. Weil das ist dann so ein Bruch der Struktur.
431	B2: Oh, das ist krass. Da kann man gut interpretieren.
438	B1: Jetzt könntest du auch noch richtig fail so eine Linie da reinmachen. Dann unterbrichst du das auch noch mal. Dann hast du eine Spiegelung der Struktur.
439, 443	B2: Du musst deine Wolke wieder malen. So krass, wenn ich hier wieder meine Pyramide habe. Dann haben wir zweimal Struktur. Wollen wir hier oben eine Hand hinmalen? Denn auch der Mensch kann Struktur erstellen im Gegensatz zu unserer Strömung.
444	B1: Hm (bejahend).
445, 449	B2: Ich mal ein Männchen hin. Ein Männchen erstellt die Struktur mit einem Pinsel.

Aus den Darlegungen lässt sich des Weiteren rekonstruieren, dass ein Merkmal einer Struktur deren Unterteilung in menschengemachte und natürliche Ursachen umfasst.

Tab. 192: Kategorie J2A-SR-M1 zu Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Strukturen entstehen entweder durch den Menschen oder ohne dessen Wirken.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten zwischen jenen Strukturen unterscheiden, die durch die äußere Einwirkung des Menschen erschaffen wurden und jenen, die natürlicherweise durch den Einfluss der Natur entstanden sind.
Ankerbeispiele	„Sie wurden alle erschaffen, also es ist überall eine Außeneinwirkung. Wir haben hier bei 7, 5, 21, 9 eben die Auswirkung des Windes oder des Wassers. In Bild 12 hat der Mensch eine Einwirkung gemacht, wie bei 11. Und 22 hat eben auch jemand selbst erschaffen. Aber es wird immer eine Struktur in diesen Bildern gebildet von einer weiteren Person oder einem weiteren Gegenstand.“ (J2A, P. 374)
Kodierte Textpassagen	J2A, P. 360, 374, 386, 392, 427, 439, 443, 445, 459

Mitunter bereitet die Einteilung in menschengemachte und nicht-menschengemachte Strukturen den Befragten jedoch auch Probleme, denn sie ist in einigen Beispielen nicht trennscharf. So erläutert Franz, er habe einmal durch das Hochpumpen von Wasser eine Struktur erzeugt. Franz sieht somit sich als Ursache für eine Struktur. Hans allerdings sieht eher das Wasser als Verursacher an. Die Kategorisierung des Phänomens ist also in diesem Moment nicht eindeutig den menschengemachten bzw. natürlichen Strukturen zuzuordnen.

396 B2: Eigentlich dieses Becken bei meiner Oma (lacht), da kommt dann meistens Sand noch mit hoch, weil man das nicht vermeiden kann. Sobald man eben das Wasser rauslässt oder dass eben dann die Rinne wieder ins Wasser fließt,

hinterlässt das eben auch solche Spuren und somit Strukturen. **Und somit hab ich indirekt eine Struktur geschaffen.**

397 B1: **Indirekt!**

398 B2: Weil ich das Wasser hochgepumpt habe.

399 B1: **Aber direkt ist es ja trotzdem noch das Wasser, das diese Struktur erstellt hat.**

400 B2: **Aber ohne mich wäre das Wasser gar nicht oben.**

Im Gespräch wird jedoch noch ein weiteres Merkmal einer Struktur deutlich, das die Einteilung in menschengemachte und nicht-menschengemachte Strukturen näher spezifiziert und deren Trennschärfe erhöht. Die Befragten erläutern, dass ein Gully und das Gebäude auch deswegen Strukturen seien, weil ein Plan erzeugt wurde, wie sie aufgebaut sind.

383, B1: Struktur haben wir da vorne rein theoretisch auch nochmal, der Gully und
385 das Gebäude. Weil **es wurde ja ein Plan gemacht, wie die am besten aufgebaut sind.**

386 B2: Die haben eben auch eine Struktur, die vom Menschen erschaffen ist, also von einer äußeren Gewalt.

Hier sehen die Befragten offenbar einen deutlichen Unterschied zwischen natürlichen und menschengemachten Strukturen. Direkt zu Beginn des Gesprächs erklären sie nämlich, dass sie unter einer Struktur zunächst einen Arbeitsplan verstehen, der bewusst und willentlich von einem Menschen erzeugt und dann abgearbeitet wird. Die Natur funktioniere jedoch nicht so, dort gebe es keine festgelegte Struktur. Die Natur werde nicht geplant strukturiert. Die dortigen Strukturen seien ungewollt.

359 I: Ok, dann sage ich euch mal einen Begriff, der nennt sich Strukturbildung. Wenn man hier guckt, das sind Strukturen. Weil da Struktur gebildet wird. Was verbindet ihr denn mit Strukturen? Wenn ihr Struktur hört, an was denkt ihr?

360 B2: **Strukturiert ist ja meistens was Geregelter, was Festgesetztes.** Also für mich, wenn jemand sagt so: "Ja, du bist gut strukturiert" oder "strukturiere deinen **Plan**, deine Arbeit". Das heißt ja, dass man sich da letztendlich darüber **Gedanken macht** und eben sich einen **Aufbau macht**, wie man das abarbeiten möchte und somit eine Struktur aufbaut, die für einen am besten ist. Und das ist eben jetzt **keine festgelegte Struktur**, weil Natur kann meistens selten... Wasser fließt ja immer, hat verschiedenste Einflüsse, den Menschen, Wind, Mondphasen und sowas als Einfluss. **Deswegen wird die Natur wahrscheinlich jetzt nicht geplant (lacht) strukturiert** und gesagt wird: "Heute möchte ich den Sand wie ein Herz aussehen lassen und morgen wie ein Kreis". **Da entstehen eben Strukturen, aber das meist ungewollt.**

Ein weiteres Indiz, dass von Menschen erzeugte Strukturen aus der Sicht der Befragten stark mit einer bewussten Entscheidung zur Erzeugung jener Struktur zusammenhängen, zeigt ihre Auseinandersetzung mit Bild 20. Das Bild 20 zeigt einen mäandrierenden Flusslauf, der von mehreren Feldern gesäumt wird. Das Bild 20 wird von den Befragten nicht zum Strukturbegriff zugeordnet und der Interviewende möchte den Grund dafür

erfahren. Den Flusslauf sehen die Befragten schlicht nicht als Struktur an, da alles normal verlaufe. Besonders aufschlussreich ist allerdings die Auseinandersetzung mit den umgebenen Feldern: Die Befragten erläutern, dass die Felder zwar von Menschen arrangiert wurden, es allerdings nicht gewollt aussehe. Dies ist anscheinend der Grund, weshalb das Bild nicht dem Strukturbegriff zugeordnet wird.

375 I: Ok, warum gehört für euch Bild 2 nicht dazu? Oder Bild 20? Warum gehört das für euch nicht dazu? Oder auch allgemein die anderen Bilder, also ganz grob gesagt.

376 B2: Also Bild 20 ist ein Flusslauf und darum wurden zwei Felder **von anderen Menschen erschaffen**. An sich hat es schon eine Struktur, weil es schlangenförmig durch das Land verläuft. Aber das ist für mich einfach so der normale Flusslauf, der sich so seinen Weg gebahnt hat. **Und da rum hat eben der Mensch seine Felder arrangiert. Die haben zwar eine gewisse Struktur, aber wenn man von oben darauf sieht, sieht es nicht so gewollt aus.** Da haben auch für mich zu viele verschiedene Sachen eingewirkt. Hier hat immer nur eine Kraft eingewirkt oder meinetwegen zwei Menschen oder sowas. Aber das ist beim andern zu viel verschiedene Einwirkung von außen.

In ihrer selbst erstellten Definition von Strukturen finden sich schlussendlich beide Merkmale wieder: zum einen die Unterteilung in gewollte und ungewollte Strukturen und zum anderen die bisherige Unterteilung in menschengemachte und natürliche Strukturen. Die außenstehende Person steht hierbei für die Wirkung des Menschen. Das außensehende Element fasst die natürlichen Ursachen zusammen. Letzteres wird in einem Abschnitt am Ende des Gesprächs deutlich gemacht, in dem die Befragten überlegen sollen, wie sich Strukturen aufhalten lassen. Hier erläutern sie, dass es sich bei den außenstehenden Elementen um Wasser- und Windströmungen handelt, also um natürliche Ursachen für Strukturen.

514 B2: Struktur wird von einer **außenstehenden Person** oder einem **außenstehenden Element** entweder **gewollt** oder **ungewollt** geschaffen. Hierbei musste diese nicht exakt identisch sein, sondern auf eine gleiche Weise bzw. recht ähnliche Art, wo die Gemeinsamkeit klar zu erkennen ist, geschaffen sein.

518 B2: Aufhalten?

519 I: Ja, kann man das verhindern?

520 B1: Also 9 entsteht ja durch die Windströme und dass sich die Wolken durch diesen Wind halt verformen. Aber wie willst du das denn aufhalten?

521 B2: Das Gleiche ist beim Wasser. Man müsste das Wasser umleiten oder nicht mehr darüber fließen lassen.

522 B1: Ja, dann ist es an der einen Stelle nicht so, aber irgendwo findest du es immer wieder.

523 B2: Ja, **also sie entstehen aus Strömungen meist, eben Windströmung und Wasserströmung. Das ist eben das Element, das außenstehende Element.** Und ist schwer, eine Welle aufzuhalten. Dementsprechend ist es genauso schwer, eine Luftströmung aufzuhalten, dass diese die Wolken in genau diesem Areal nicht

verformt. Aber dann wird sie 20 Meter weiter die Wolke dann verformen, weil der ja irgendwie umgeleitet werden muss der Windstrom.

Die Darlegungen verdeutlichen, dass die Einteilung in menschengemachte und nicht-menschengemachte Strukturen näher spezifiziert werden muss. Als weiteres Merkmal lässt sich nämlich rekonstruieren, dass Strukturen in gewollte und in ungewollte Strukturen unterteilt werden. Erstere werden den menschengemachten Strukturen zugeordnet, letztere den nicht-menschengemachten.

Tab. 193: Kategorie J2A-SR-M2 zu Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Menschengemachte Strukturen sind gewollt, andere Strukturen ungewollt.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten zwischen gewollten und ungewollten Strukturen unterscheiden, wobei sie letzteres eher mit natürlichen Strukturen und die gewollten Strukturen eher mit menschengemachten Strukturen assoziieren. Sie wird ebenfalls kodiert, wenn die Befragten von einer außenstehenden Person (menschgemachte Struktur) bzw. einem außenstehenden Element (natürliche Struktur) sprechen.
Ankerbeispiele	„Struktur wird von einer außenstehenden Person oder einem außenstehenden Element entweder gewollt oder ungewollt geschaffen.“ (J2A, P. 514)
Kodierte Textpassagen	J2A, P. 360, 374, 376, 383, 385, 392, 427, 439, 443, 514, 523

Für Strukturen müssen allerdings noch weitere Merkmale erfüllt werden. Im Gespräch mit den Befragten kommt der Begriff Ordnung an einigen Stellen vor. Das erste Mal fällt der Begriff beim Betrachten eines Mosaiks in Bild 22. Hier führt Hans aus, dass es sich beim Mosaik um eine Struktur handle, weil eine geordnete Reihenfolge vorliege.

362	I: Welche Bilder würdet ihr denn noch dazu packen zur Strukturbildung?
363	B1: Ich glaub, ich würde jetzt sogar noch 12 dazu nehmen, also die Sandburgen.
364	B2: Es ist auch eine Strukturbildung.
365	B1: Bild 22.
367	B2: Letztendlich ist das auch eine Struktur mehr oder weniger
368	B1: Eine Struktur, weil es eine geordnete Reihenfolge auch ist oder wie das halt aufgebaut ist.
372	B2: Das ist halt auch eine Struktur. Die haben alle andere... also sind äußerlich anders.

Konsistent zu diesen Aussagen benennen die Befragten als Gegenteil von Strukturen Unordnung. Daraufhin wird den Strukturen im Watt, sowohl den Rippeln auf Bild 5 als auch den Prielen auf Bild 21, ein geordnetes Gesamtbild attestiert. Dabei sagen die Befragten aus, dass jedoch in dem Bild, das die Rippeln zeigt, nicht alles gleich sei. Daran ist zu erkennen, dass sich eine Struktur dadurch auszeichnet, dass in ihr nicht alles vollständig gleich ist. Es bedarf eines gewissen Unterschieds, der überhaupt erst eine geordnete

Reihenfolge möglich macht. Ohne Unterschiede gäbe es keine Reihenfolge, denn dazu sind mindestens zwei verschiedene Zustände nötig.

457	I: Was wäre denn für euch das Gegenteil von Struktur oder Strukturbildung?
458	B2: Etwas, das man nicht beeinflussen kann.
459	B1: Unordnung (lacht).
460	I: Findet ihr, dass die die Struktur in Bild 5 ordentlich aussieht?
461, 463	B2: Es hat ein geordnetes Gesamtbild , also die sind alle nicht gleich , aber dadurch, dass eben das gesamte Bild nicht gleich ist bzw. man gleiche Strukturen hat, kann man da so ein gewisses Muster wiedererkennen. Und eben auch hier den Weg des Wassers. Es ist strukturiert.

Auch wenn der Begriff der Unordnung aus der Sicht der Befragten als Gegenteil von Strukturen taugt, wird Ordnung als Synonym bzw. Umschreibung für Strukturen schlussendlich explizit abgelehnt.

477	I: Ok, das kann ich nachvollziehen. Oder das kann ich verstehen. Habt ihr denn ein Synonym auch dafür für Struktur? Oder eine noch schönere Umschreibung?
478	B2: Für Struktur?
479	B1: Geordnet kann man ja nicht sagen.

Dass Ordnung aus der Sicht der Befragten nicht zur Klassifizierung von Strukturen taugt, wird in ihrer selbst erstellten Definition deutlich: Sie führen aus, dass Strukturen nicht exakt identisch sein müssen, es reiche eine Ähnlichkeit. Der Begriff der Ähnlichkeit ist weicher als Ordnung bzw. als identische Strukturen. Aus der Sicht der Befragten existieren zwar auch identische Strukturen, die mit dem Begriff Ordnung gefasst werden können, allerdings eignet sich Ordnung nicht zur Klassifizierung aller Strukturen. Unordnung hingegen ist das Gegenteil aller Strukturen. Alle Strukturen werden dadurch erfasst, dass die Befragten im Prinzip ausdrücken, dass Strukturen mindestens ähnlich zueinander bzw. in sich selbst sein müssen.

514	B2: Struktur wird von einer außenstehenden Person oder einem außenstehenden Element entweder gewollt oder ungewollt geschaffen. Hierbei musste diese nicht exakt identisch sein, sondern auf eine gleiche Weise bzw. recht ähnliche Art , wo die Gemeinsamkeit klar zu erkennen ist, geschaffen sein.
-----	--

Die Ursache, dass der Begriff der Ordnung zunächst anerkannt und dann wieder abgelehnt und durch Ähnlichkeit ersetzt wird, kann von der Unterscheidung in natürliche und menschengemachte Strukturen herrühren. Die Befragten geben an, dass zeitliche Strukturen, die in die menschengemachte Kategorie fallen, häufig festgesetzt und geregelt sind. In der Natur handele es sich hingegen nicht um festgelegte Strukturen. Auch hier sind Strukturen in der Natur weicher als menschengemachte Strukturen: sie sind weniger festgesetzt.

359	I: Ok, dann sage ich euch mal einen Begriff, der nennt sich Strukturbildung. Wenn man hier guckt, das sind Strukturen. Weil da Struktur gebildet wird. Was verbindet
-----	--

ihr denn mit Strukturen? Wenn ihr Struktur hört, an was denkt ihr?

360 B2: **Strukturiert ist ja meistens was Geregelteres, was Festgesetztes.** Also für mich, wenn jemand sagt so: "Ja, du bist gut strukturiert" oder "strukturiere deinen Plan, deine Arbeit". Das heißt ja, dass man sich da letztendlich darüber Gedanken macht und eben sich einen Aufbau macht, wie man das abarbeiten möchte und somit eine Struktur aufbaut, die für einen am besten ist.

Und das ist eben jetzt keine festgelegte Struktur, weil Natur kann meistens selten... Wasser fließt ja immer, hat verschiedenste Einflüsse, den Menschen, Wind, Mondphasen und sowas als Einfluss. Deswegen wird die Natur wahrscheinlich jetzt nicht geplant (lacht) strukturiert und gesagt wird: "Heute möchte ich den Sand wie ein Herz aussehen lassen und morgen wie ein Kreis". Da entstehen eben Strukturen, aber das meist ungewollt.

Natürliche Strukturen stehen anscheinend zwischen den menschengemachten Strukturen – die in der Regel festgelegt sind und über einen hohen Ordnungsgrad verfügen – und dem Gegenteil von Strukturen, das als Unordnung bezeichnet wird. Daher kann insgesamt als Merkmal einer Struktur rekonstruiert werden, dass zunächst ein Unterschied vorhanden sein muss. Es darf keine absolute Gleichheit herrschen. Die Unterschiede müssen sich dann in einer gewissen Reihenfolge wiederholen. Die Reihenfolge muss also mindestens in ähnlicher Weise wieder auftreten. Unordnung darf nicht herrschen.

Tab. 194: Kategorie J2A-SR-M3 zu Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Struktur bedeutet, dass keine vollständige Gleichheit herrschen darf, mindestens ein Unterschied muss erkennbar sein, der sich dann mindestens in einer so ähnlichen Weise wiederholt, dass keine Unordnung herrscht.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten verdeutlichen, dass bei einer Struktur keine absolute Gleichheit herrschen darf, weil eine Struktur Unterschiede bedarf, die sich dann mit einer gewissen Ordnung wiederholen. Sie wird auch kodiert, wenn die Befragten erklären, dass sich die Unterschiede nicht perfekt wiederholen müssen, sondern eine gewisse Ähnlichkeit in der Abfolge ausreicht, solange sich die Struktur von einer chaotischen, unordentlichen Abfolge abgrenzt.
Ankerbeispiele	„Hierbei musste diese nicht exakt identisch sein, sondern auf eine gleiche Weise bzw. recht ähnliche Art, wo die Gemeinsamkeit klar zu erkennen ist, geschaffen sein.“ (J2A, P. 514)
Kodierte Textpassagen	J2A, P. 360, 368, 459, 461, 463, 479, 514

Ein letztes Merkmal, das aus den Äußerungen der Befragten rekonstruiert werden kann, ist, dass sie Strukturen eher als veränderlich wahrnehmen. Bezüglich der Strukturen in granularer Materie wird festgestellt, dass jene sich ständig verändern. Wenn das Wasser wiederkomme, dann verändere sich das Bild an der Küste. Und auch der Wind Sorge dafür, dass sich die Strukturen verändern.

377, B1: Ich würde Bild 6 auch schon wieder fast einordnen bei der Struktur. Weil da
379 hat der Wind drauf eingewirkt und **verändert das Bild, wie es vorher war.**

380 B2: Ja, könnte man sagen.

- 381 B1: Also das wäre dann ja ähnlich zu stellen wie Bild 5. Da hat ja das Wasser den Weg sozusagen **neu geformt**. Immer **wenn das Wasser wiederkommt, verändert sich das Bild**. Und das wäre ja hier bei dem Sand genauso. **Wenn der Wind wiederkommt, verändert sich das**.

Auch Wanderdünen stehen für die Befragten stellvertretend für sich verändernde dynamische Strukturen.

- 533 I: Glaubt ihr, dass sich da Menschen Dünen hingestellt haben und die gebuddelt haben?
- 534 B2: Nein.
- 535 B1: Sie haben nachgeholfen, aber hauptsächlich hat ja der Wind den Sand abgetragen.
- 536 B2: Es gibt ja auch **Wanderdünen**, wovor immer gewarnt wird. **Wenn die Düne von der einen Seite wegträgt und auf der anderen Seite aufbaut**.
- 538 B1: Aber da hat halt der Wind wieder Einfluss drauf.
- 539 I: Ja, auch da gibt es ja große und kleine. Was glaubt ihr denn, wie man das beeinflussen kann, die Stärke dieser Strukturen?
- 540 B2: Eben durch Windströmung. **Also wenn der Wind stärker ist und somit dann mehr Sand aufnimmt und abträgt und dann anderswo wieder auf den Dünen ablegt und verlässt, umso größer wird die Düne dann auch**. Ich glaube, je größer die Düne, umso notwendiger ist es in dem Punkt glaub ich auch. Wenn das eine kleine Düne ist, heißt das ja, dass nicht so viel Wind kommt oder nicht so viel Sand dahin getragen wird. Und in dem Punkt ist es dort an der Stelle dann auch nicht so windig oder so.

Hierzu ist ein Gegenteil von Strukturen konsistent, das von einem der Befragten benannt wird. Franz führt aus, dass das Gegenteil einer Struktur etwas sei, dass sich nicht beeinflussen ließe.

- 457 I: Was wäre denn für euch das Gegenteil von Struktur oder Strukturbildung?
- 458 B2: **Etwas, das man nicht beeinflussen kann**.

Dabei bezieht sich die Veränderbarkeit auf die räumlichen Strukturen, nicht jedoch auf die zeitlichen. So äußern die Befragten, dass sie festgesetzte Strukturen mit einem Arbeitsplan verbinden, also einer zeitlichen Struktur. Wenn Wasser fließe und Strukturen bilde, sei dies eben nicht festgelegt, egal ob es sich bei der Ursache für die Wasserbewegung um den Menschen, den Wind oder den Mond handelt.

- 359 I: Ok, dann sage ich euch mal einen Begriff, der nennt sich Strukturbildung. Wenn man hier guckt, das sind Strukturen. Weil da Struktur gebildet wird. Was verbindet ihr denn mit Strukturen? Wenn ihr Struktur hört, an was denkt ihr?
- 360 B2: **Strukturiert ist ja meistens was Geregelteres, was Festgesetztes**. Also für mich, wenn jemand sagt so: "Ja, du bist gut strukturiert" oder "strukturiere deinen Plan, deine Arbeit". Das heißt ja, dass man sich da letztendlich darüber Gedanken

macht und eben sich einen Aufbau macht, wie man das abarbeiten möchte und somit eine Struktur aufbaut, die für einen am besten ist.

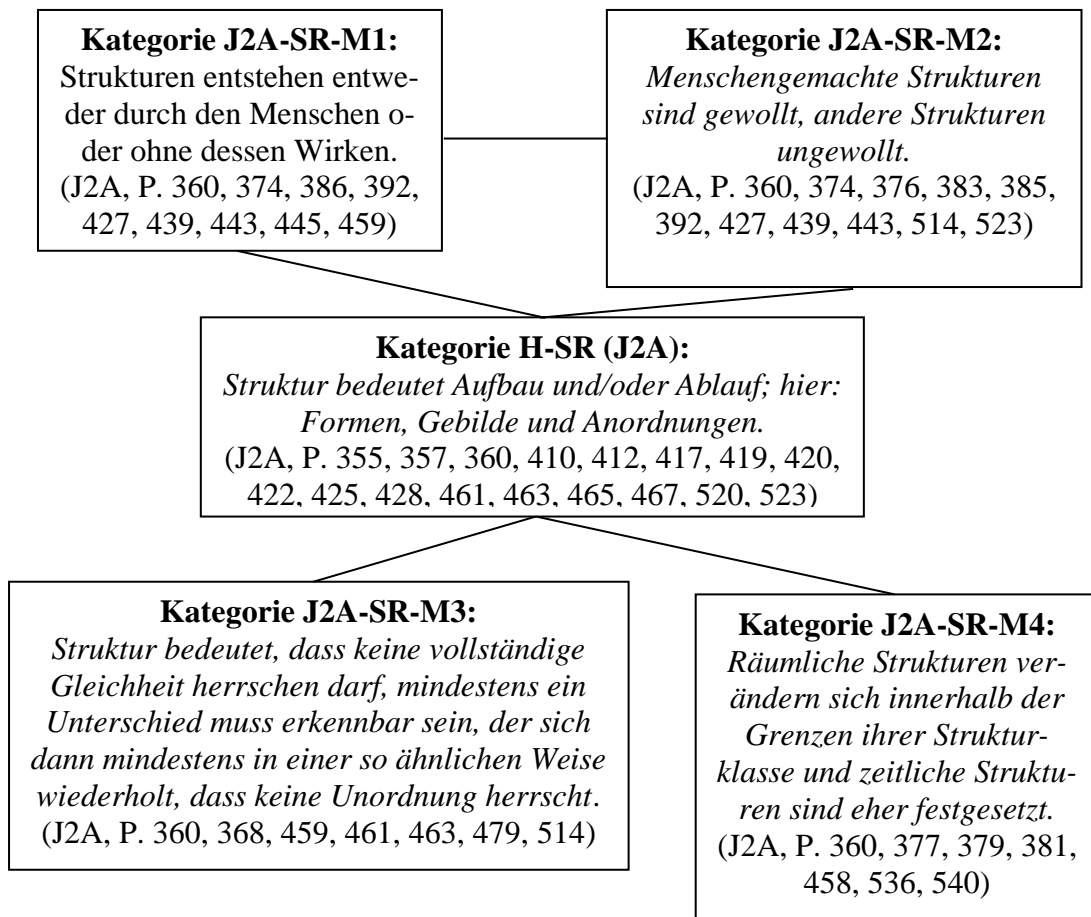
Und das ist eben jetzt keine festgelegte Struktur, weil Natur kann meistens selten... Wasser fließt ja immer, hat verschiedenste Einflüsse, den Menschen, Wind, Mondphasen und sowas als Einfluss. Deswegen wird die Natur wahrscheinlich jetzt nicht geplant (lacht) strukturiert und gesagt wird: "Heute möchte ich den Sand wie ein Herz aussehen lassen und morgen wie ein Kreis". Da entstehen eben Strukturen, aber das meist ungewollt.

Die Äußerungen der Befragten machen deutlich, dass sie räumliche Strukturen, also Muster und Formen vornehmlich mit Veränderlichkeit verbinden. Die Veränderlichkeit spielt sich dabei in den Grenzen der Strukturklasse ab: Ein Rippelmuster ändert sich mit der Zeit mit den Gezeiten, es bleibt jedoch ein Rippelmuster. Zeitliche Strukturen werden von den Befragten eher mit etwas Festgelegtem verknüpft.

Tab. 195: Kategorie J2A-SR-M4 zu Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Räumliche Strukturen verändern sich innerhalb der Grenzen ihrer Strukturklasse und zeitliche Strukturen sind eher festgesetzt.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten verdeutlichen, dass sich Strukturen innerhalb gewisser Grenzen – in denen sie noch als ähnlich zueinander angesehen werden können – verändern. Jene Strukturen bilden somit eine Klasse, deren konkrete Strukturen einander ähnlich sind. Sie wird auch kodiert, wenn sie zeitliche Abläufe eher mit etwas Starrem und Festgesetztem verbinden.
Ankerbeispiele	„Da hat ja das Wasser den Weg sozusagen neu geformt. Immer wenn das Wasser wiederkommt, verändert sich das Bild. Und das wäre ja hier bei dem Sand genauso. Wenn der Wind wiederkommt, verändert sich das.“ (J2A, P. 381) „Strukturiert ist ja meistens was Geregelteres, was Festgesetztes. Also für mich, wenn jemand sagt so: "Ja, du bist gut strukturiert" oder "strukturiere deinen Plan, deine Arbeit".“ (J2A, P. 360)
Kodierte Textpassagen	J2A, P. 360, 377, 379, 381, 458, 536, 540

Als Zusammenfassung dieser Analyse werden die gebildeten Kategorien in einem Netzwerk um die Hauptkategorie angeordnet. Dadurch entsteht das folgende Merkmalnetzwerk des Strukturbegriffs im Interview J2A.



22.3.9 Interview J3A

Anhand von Auszügen aus dem Transkript des Interviews J3A wird im Folgenden die Begriffsbildung im Bereich Strukturbildungen der befragten Personen Hanni und Nanni (Codennamen) rekonstruiert. Beide Befragte sprechen im Gespräch ständig davon, dass es sich bei Strukturen um Muster handele. Bereits vor der Bekanntgabe des Begriffs Struktur durch den Interviewenden sehen beide in den zur Verfügung gestellten Bildern Muster und musterartige Oberflächen.

216 I: Gut. Dann vergessen wir einmal kurz ein bisschen die Strömungen. Und dann kommen wir jetzt zum nächsten Teil. Ich packe mal jetzt Bild 9, Bild 5, Bild 2, Bild 21... zusammen. Was glaubt ihr, warum die für mich zusammengehören?

217 B1: Ich finde, vor allem auf Bild 9 und Bild 2 sieht das aus, als ob sich die Wolken so auftürmen würden und zu einem großen Berg werden. Und das sieht ja, find ich, in 5 auch so aus, viel kleiner. Da sind jetzt Täler auch, die von kleinen Bergen abgegrenzt sind, die halt viel kleiner sind als bei den Wolken. Dadurch entsteht eine ziemlich **musterartige Oberfläche**. Das ist auch bei den Wolken so, zumindest auf Bild 9 sieht das halt aus wie ein **Muster**.

218 I: Und was sagst du?

219 B2: Bild 9, 21 und 5 hätte ich halt jetzt auch gedacht, weil das alles so ein **Muster** ist. Aber Bild 2 weiß ich nicht.

220 I: Ihr habt jetzt gesagt: Muster. Dann gebe ich dem Ganzen einen anderen Namen: Strukturbildung.

Entsprechend erkennen sie als Gemeinsamkeit der betrachteten Bilder, dass jene ein gewisses Muster aufweisen.

238 I: Was haben die Bilder für euch für Gemeinsamkeiten? Also was erfüllen die alle, damit ihr von Strukturbildung sprechen könnt?

239 B1: Ich finde, da entsteht überall so ein gewisses **Muster** oder eine Struktur. Und bei manchen halt in groß wie bei Bild 9 oder Bild 2. Bei anderen dann halt eher in klein.

Dabei meinen sie mit Mustern offenbar so etwas wie einen speziellen dreidimensionalen Aufbau, denn sie vergleichen das Rippelmuster auf Bild 5 mit einem Abdruck, den die Sohle eines Schuhs im Sand hinterlässt. Eine Struktur sei in beiden Fällen dadurch gegeben, dass es an manchen Stellen im Sand Vertiefungen gebe.

221 B2: Ja, ok.

222 I: Das ist der Begriff, mit dem ich arbeiten würde, nämlich mit dem Begriff Strukturbildung. Man kann es Muster nennen, aber Strukturen klingt ja doch ein bisschen anders. Verbindet ihr irgendwas mit Strukturbildung? Und wenn ihr an Struktur denkt, an was denkt ihr?

223 B1: Ja, wenn ich das jetzt einmal mit Bild 5 verbinden würde, dann z. B. so einen **Schuhabdruck** im Sand. Da entsteht ja auch irgendwie so eine **Struktur der Sohle**. Und das würde ich jetzt auch noch ein bisschen mit Bild 5 verbinden, ich finde, das sieht ähnlich aus. Das ist ja auch so, **dass es an manchen Stellen ein**

bisschen tiefer reingeht.

Dass ein Schuh eine Struktur im Sand erzeugen könne, wird an einer späteren Stelle im Gespräch nochmals genannt und ergänzt, dass auch das Harken eines Beetes oder ein Reifen eine Struktur erzeugen könne.

- | | |
|-------------|---|
| 248 | I: Ja, habt ihr denn schon mal selbst irgendwelche Strukturen erzeugt und wie? |
| 249,
251 | B1: Mit einem Schuh . Wenn ich damit in den Sand getreten bin , gab es auch sowas wie eine Struktur im Sand. Also von der Sohle halt. Das ist jetzt sohlenabhängig, aber manchmal sieht das aus wie eine Struktur. |
| 252 | B2: Oder wenn man den Garten harkt, also ein Beet, dann entsteht auch eine Struktur . |
| 253 | B1: Oder mit einem Reifen zum Beispiel. |

Hierzu konsistent benennt Hanni zunächst eine glatte Oberfläche als Gegenteil von Strukturen, da eine Struktur für sie etwas Raues sei, also über Erhebungen verfüge. Allerdings berichtet Nanni von einem glatten Tisch, der wegen des Holzes ebenfalls über eine Struktur verfüge, also über eine Oberflächenzeichnung. Daher wird das genannte Gegenteil korrigiert und angepasst. Das Gegenteil einer Struktur sei eine glatte Oberfläche, die jedoch zusätzlich nur über eine einzige Farbe verfüge, sodass keine Oberflächenzeichnungen zu erkennen seien.

- | | |
|-------------|---|
| 264,
269 | I: Immerhin habt ihr eine Idee. Das ist ja auch schon mal viel Wert. Also man sieht ein Hashtag in einem Schachbrett. Sehr gut. Was ist denn das Gegenteil von Strukturen? |
| 271 | B1: Ich würde sagen, irgendwie so eine glatte Oberfläche oder so. |
| 272 | B2: Ja. |
| 273 | B1: Strukturen sind ja für mich immer so rau oder mit Erhebungen . Was Glattes... (unterbrochen). |
| 274 | B2: Aber ich finde, der Tisch hat auch eine Struktur wegen dieses holzmäßigen . Also es müsste schon was Glattes sein, was aber auch keine wirkliche Farbe hat , sondern... (unterbrochen). |
| 275 | B1: Oder gleich, alles die gleiche Farbe, wenn das komplett irgendeine glatte, gelbe Fläche oder so ist, dann hätte das jetzt keine Struktur für mich . |
| 276 | B2: Ja. |

Die in der Auseinandersetzung mit dem Gegenteil aufgebauten Erkenntnisse setzen Hanni und Nanni auch bei der Aufgabe ein, jemand anderem eine Struktur zu erklären. Erneut sprechen beide von einem Muster. Eine Struktur und ein Muster seien im Prinzip gleichzusetzen. Da man aus der Sicht der Befragten mehr mit einem Muster als mit einer Struktur anfangen könne, sei es sinnvoll, Strukturen mithilfe von Mustern zu erklären. Diesbezüglich spricht Hanni wiederum von Oberflächen mit Erhebungen und Vertiefungen. Und Nanni ergänzt erneut, dass nicht zwingend Erhebungen und Vertiefungen gegeben sein müssten. Letztlich entscheiden sie sich, von Mustern zu sprechen. Sie fragen sich jedoch, wie ein Muster letztlich definiert ist. Offenbar sind sie sich unsicher, ob der Begriff

Muster sowohl die von ihnen benannten zweidimensionalen Oberflächenzeichnungen als auch den dreidimensionalen, also unebenen Aufbau von Oberflächen umfasst. Denn bei- des seien aus ihrer Sicht Strukturen.

- 277 I: Ok, und wenn ihr jemandem das erklären müsstet, beschreiben müsstet? Habt ihr da eine Umschreibung? Ich habe ja schon was gehört wie Muster oder immer wiederkehrende Muster. Wäre das für euch eine Umschreibung oder könntet ihr euch auch noch vielleicht so ein bisschen was überlegen, wie ihr das noch anders machen würdet.
- 278 B1: **Ich würde Struktur und Muster ziemlich gleichsetzen. Ich finde, eine Struktur ist irgendwo auch ein Muster.** Deswegen würde ich eine **Struktur auch mit Mustern erklären.** Weil ich denke, dass man eher ein **Muster** als eine Struktur kennt. **Aber wenn man Muster kennt, dann kennt man eigentlich auch Strukturen.** Ich finde, **das hängt ziemlich nahe zusammen.**
- 279 I: Ja, dann dürft ihr mir gerne nochmal den Gefallen tun und eine Definition aufschreiben für Strukturbildung und Strukturen.
- 280 B2: Man kann ja nicht sagen "wiederkehrendes Muster", denn das Muster muss ja nicht wiederkehren.
- 283 B1: Vielleicht irgendwie eine **Oberfläche mit Erhebungen und Vertiefungen**, die vielleicht aussieht wie ein Muster oder so?
- 284 B2: Es **muss ja nicht unbedingt Erhebungen und Vertiefungen haben**, finde ich.
- 285 B1: Ja, oder irgendwas... weiß ich nicht.
- 286 I: Ihr habt ja schon Erklärungen und Umschreibungen für Struktur und Strukturbildung gehabt. So in der Art könntet ihr das ja auch als Definition euch überlegen. Wenn für euch Strukturen immer wiederkehrende Muster sind, dann dürft ihr das auch gerne so aufschreiben.
- 287 B1: Hm (bejahend), also **für mich ist eine Struktur ein Muster** eigentlich.
- 288 B2: **Ist ja die Frage, wie man Muster definiert.**
- 289 I: Ja, das wäre ok, dann schreibe das doch einfach so auf.
- 290 B2: **Struktur ist ja ein Muster.**

Die Darlegungen der Befragten zeigen, dass sie als Muster als Synonyme für Strukturen ansehen. Ihr Musterbegriff, und damit auch ihr Strukturbegriff, umfasst zum einen Oberflächenzeichnungen im Zweidimensionalen (z. B. die Holzmaserung auf einem glatten Tisch) und zum anderen einen dreidimensionalen Aufbau (z. B. die Erhebungen und Vertiefungen der Rippel oder den Schuhabdruck im Sand).

Tab. 196: Kategorie H-SR (J3A) zu den Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Struktur bedeutet Aufbau und/oder Ablauf; hier: Zeichnungen auf einer Oberfläche sowie Vertiefungen und Erhebungen von Oberflächen.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, falls die Befragten verdeutlichen, dass es sich bei einer Struktur um einen räumlichen Aufbau und/oder um einen zeitlichen Ablauf handelt. Sie wird ebenfalls kodiert, wenn

	entsprechende Beispiele für Strukturen angeführt werden (z. B. eine Perlenkette für einen Aufbau).
Ankerbeispiele	„Das ist für mich eine Struktur, also wenn die aufgereiht sind wie eine Perlenkette oder so.“ (E3A, P. 248) „[...] Struktur ist bei mir viel immer Ablauf, nicht Aufbau.“ (S2A, P. 528)
Kodierte Textpassagen	J3A, P. 217, 219, 223, 239, 249, 251, 252, 253, 271, 273, 274, 275, 278, 283, 284, 287, 288, 290

Bei der Entstehung solcher Zeichnungen auf Oberflächen sowie den Vertiefungen und Erhebungen von Oberflächen unterscheiden die Befragten zwischen Strukturen, die in der Natur vorkommen und jenen, die künstlich entstehen. Als Beispiel für eine künstliche Struktur nennen sie das Mosaik in Bild 22. Dieses wird explizit von den anderen vier vorgelegten Bildern unterschieden, weil es ihnen zu künstlich aussehe und somit nicht zu den anfänglichen, vier vorgelegten Bildern passe, die allesamt natürliche Strukturen zeigen.

- 240 I: Und warum gehört zum Beispiel Bild 22 nicht dazu? Oder die anderen? Warum gehören die andern alle nicht dazu?
- 241, 243 B1: Ich habe jetzt Bild 22 nicht dazu gezählt, denn **das sieht mir irgendwie zu künstlich** aus. **Da verbinde ich die Bilder eher noch mit der Natur** und deswegen hätte man es dazuzählen können. Ich finde, das passt zu den vier Bildern nicht so gut. Und bei den andern erkenne ich nicht so wirklich eine Struktur. Bei Bild 14 vielleicht noch, aber ich finde, das passt auch nicht so gut.

Auch bei der Frage danach, wie Strukturen entstehen, unterscheiden die Befragten zwischen Strukturen, die künstlich erzeugt werden und Strukturen in der Natur.

- 291 I: Wieder eine kurze, knackige Definition. Das ist ok. Dann kommen wir zum letzten Part. Ihr habt ja jetzt Strukturen gesehen. Was glaubt ihr denn, wie es überhaupt zu diesen Strukturen kommt? Was ist der Grund dafür, dass die sich bilden, dass es Strukturbildung gibt?
- 292 B1: **Also einmal kann man Strukturen auf jeden Fall künstlich erzeugen. Und sonst ist in der Natur ja nichts irgendwie wirklich gleich oder so.** Also an sich hat ja alles irgendwie eine gewisse Struktur.

Beispiele nennen sie bezüglich natürlicher und künstlicher Strukturen zuhauf. Vor allem für Vertiefungen und Erhebungen in granularer Materie nennen sie beide Varianten. Zum einen eine natürliche Struktur, das Rippelmuster, und zum anderen eine künstliche Struktur, der Schuhabdruck im Sand. Beides wird im Gespräch miteinander verglichen und so als Struktur identifiziert.

- 222 I: Das ist der Begriff, mit dem ich arbeiten würde, nämlich mit dem Begriff Strukturbildung. Man kann es Muster nennen, aber Strukturen klingt ja doch ein bisschen anders. Verbindet ihr irgendwas mit Strukturbildung? Und wenn ihr an Struktur denkt, an was denkt ihr?
- 223 B1: Ja, wenn ich das jetzt einmal mit Bild 5 verbinden würde, dann z. B. so einen

Schuhabdruck im Sand. Da entsteht ja auch irgendwie so eine **Struktur der Sohle**. Und das würde ich jetzt auch noch ein bisschen **mit Bild 5 verbinden**, ich finde, das sieht ähnlich aus. Das ist ja auch so, dass es an manchen Stellen ein bisschen tiefer reingeht.

Hieraus lässt sich als weiteres Merkmal rekonstruieren, dass die Oberflächenzeichnungen sowie die Vertiefungen und Erhebungen von Oberflächen entweder natürlichen oder künstlichen Ursprungs sein können.

Tab. 197: Kategorie J3A-SR-M1 zu Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Strukturen werden entweder künstlich erzeugt oder sind durch das Wirken der Natur entstanden.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten zwischen jenen Strukturen unterscheiden, die künstlich durch die Hand des Menschen erzeugt werden und jenen, die natürlicherweise durch den Einfluss der Natur entstanden sind. Sie wird auch kodiert, wenn hierfür jeweils Beispiele aufgeführt werden, z. B. ein Schuhabdruck als menschengemachte Struktur.
Ankerbeispiele	„Also einmal kann man Strukturen auf jeden Fall künstlich erzeugen. Und sonst ist in der Natur ja nichts irgendwie wirklich gleich oder so.“ (J1A, P. 292)
Kodierte Textpassagen	J3A, P. 223, 241, 243, 292

Doch für die Befragten gelten nicht jedwede Oberflächenzeichnungen oder jedwede Abfolge von Vertiefungen und Erhebungen als Struktur. Es muss noch ein weiteres Merkmal gegeben sein. Dies wird in ihrer Auseinandersetzung mit Bild 14 deutlich. Dieses Bild zeigt einen tropischen Wirbelsturm, der von einem Satelliten fotografiert wurde. Für beide passt der Strukturbegriff zu diesem Bild nicht so gut, weil dort nichts Wiederkehrendes zu erkennen sei. Damit ist eine räumliche Wiederholung der Struktur über einen weiten Bereich gemeint. Denn sie vergleichen das Bild des Wirbelsturms mit den Rippelmustern, die auf Bild 5 zu erkennen sind. Sie beschreiben, dass es die Rippelstruktur im Sand an ganz vielen Stellen gäbe. Und sie schließen explizit aus, dass damit die Struktur des Sands an sich gemeint sei. Offenbar sind also die räumlich wiederkehrenden Erhebungen und Vertiefungen im Sand gemeint. Da der Wirbelsturm nur einmal zu erkennen ist, wird er offenbar von der Zuordnung zum Strukturbegriff ausgeschlossen.

240	I: Und warum gehört zum Beispiel Bild 22 nicht dazu? Oder die anderen? Warum gehören die andern alle nicht dazu?
241, 243	B1: Ich habe jetzt Bild 22 nicht dazu gezählt, denn das sieht mir irgendwie zu künstlich aus. Da verbinde ich die Bilder eher noch mit der Natur und deswegen hätte man es dazuzählen können. Ich finde, das passt zu den vier Bildern nicht so gut. Und bei den andern erkenne ich nicht so wirklich eine Struktur. Bei Bild 14 vielleicht noch, aber ich finde, das passt auch nicht so gut.
244	B2: Ich würde auch sagen, die haben keine Struktur, weil Struktur heißt sowas Wiederkehrendes. Also auf Bild 5 kehrt das irgendwie wieder. Diese Struktur gibt es ja jetzt sogar an ganz vielen Stellen und dort halt irgendwie nicht. Also natürlich, der Sand dort hat auch eine Struktur, aber darauf wird ja nicht so das Auge gelegt auf dem Bild.

In ähnlicher Weise argumentieren die Befragten, als sie Strukturen nennen und beschreiben sollen, die nicht auf den Bildern zu erkennen sind. Hanni nennt ein Kopfsteinpflaster. Auch das Kopfsteinpflaster sei wiederkehrend, da nach einem Stein eine Ritze komme, auf die wiederum ein Stein folge. Hanni berichtet von Blättern, die in der Mitte einen Strich aufweisen, von denen wiederum Blätter abgehen.

Beim Kopfsteinpflaster spricht Hanni darüber hinaus davon, dass es stets gleich aussehe. Hierbei ergibt sich zunächst ein scheinbarer Widerspruch zum genannten Gegenteil einer Struktur, denn dort wird ebenfalls am Ende davon gesprochen, dass das Gegenteil einer Struktur etwas Glattes sein müsse, das darüber hinaus gleich sei, also z. B. überall die gleiche Farbe besitze. Dieser Widerspruch kann insofern aufgelöst werden, als die Befragten bei Strukturen mit „gleich“ meinen, dass innerhalb einer Struktur ein bestimmter Unterschied erkennbar sein muss (z. B. die Ritzen und Steine beim Kopfsteinpflaster oder Erhebungen und Vertiefungen bei den Sandrippeln) und dieser Unterschied in einer gleichen Abfolge wiederkehren müsse. Das Gegenteil ist dann gegeben, wenn die gesamte Oberfläche vollständig gleich ist, also überhaupt kein Unterschied besteht, der wiederkehrend sein könnte.

245 I: Sind euch denn ansonsten schon mal irgendwo Strukturen begegnet, die man auf den Bildern nicht sieht?

246 B1: Sowas wie ein Kopfsteinpflaster find ich jetzt auch hat eine gewisse Struktur. Ist ja auch immer **gleich aussehend**, immer **wiederkehrend**. **Wenn man den Stein hat, dann kommt eine Ritze und dann kommt der nächste Stein**. Das sieht dann auch aus wie so eine Struktur.

247 B2: **Blätter haben auch eine Struktur**. Weil die ja meistens **in der Mitte noch irgendwie so einen Strich** haben und **dann gehen da so ganz viel von ab** und so.

264, 269 I: Immerhin habt ihr eine Idee. Das ist ja auch schon mal viel Wert. Also man sieht ein Hashtag in einem Schachbrett. Sehr gut. Was ist denn das Gegenteil von Strukturen?

271 B1: Ich würde sagen, irgendwie so eine glatte Oberfläche oder so.

272 B2: Ja.

273 B1: Strukturen sind ja für mich immer so rau oder mit Erhebungen. Was Glattes... (unterbrochen).

274 B2: Aber ich finde, der Tisch hat auch eine Struktur wegen dieses holzmäßigen. Also es müsste schon was Glattes sein, was aber auch keine wirkliche Farbe hat, sondern... (unterbrochen).

275 B1: **Oder gleich, alles die gleiche Farbe, wenn das komplett irgendeine glatte, gelbe Fläche oder so ist, dann hätte das jetzt keine Struktur für mich**.

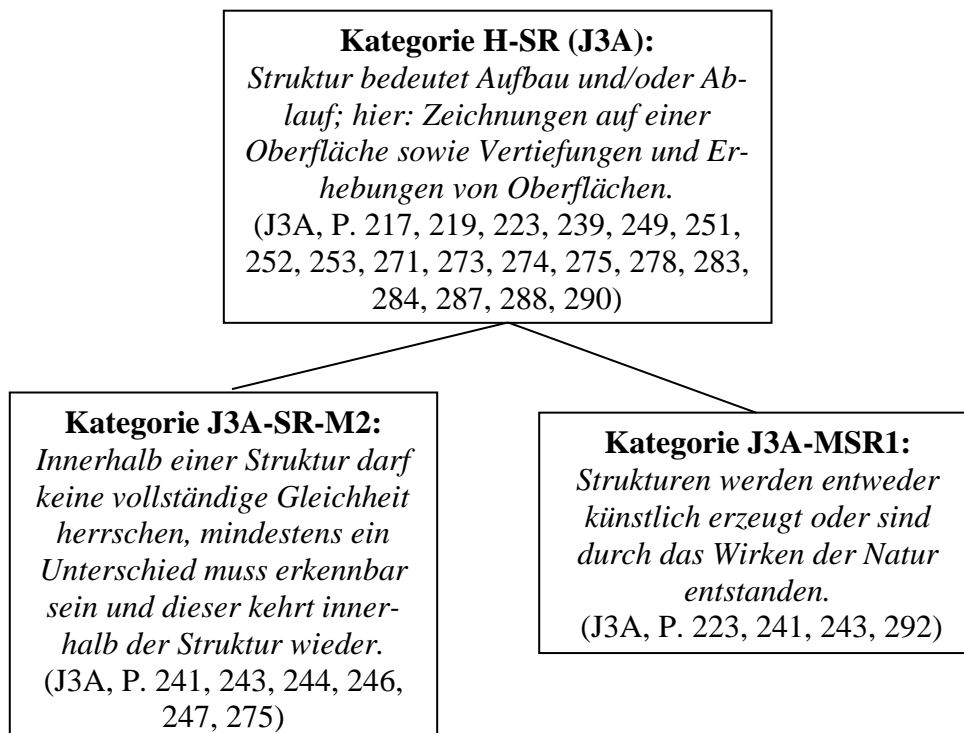
Daraus lassen sich zwei Merkmale von Strukturen rekonstruieren: Zum einen zeichnet Strukturen aus, dass innerhalb derselben keine vollständige Gleichheit besteht, mindestens ein Unterschied muss wahrnehmbar sein. Zum anderen muss der Unterschied bzw.

müssen die Unterschiede räumlich wiederkehren. Es muss also eine mehr oder minder regelmäßige Abfolge dieser Unterschiede geben.

Tab. 198: Kategorie J3A-SR-M2 zu Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Innerhalb einer Struktur darf keine vollständige Gleichheit herrschen, mindestens ein Unterschied muss erkennbar sein und dieser kehrt innerhalb der Struktur wieder.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten verdeutlichen, dass bei einer Struktur keine absolute Gleichheit herrschen darf, weil eine Struktur Unterschiede bedarf, die sich dann mit einer gewissen Regelmäßigkeit wiederkehren. In den wiederkehrenden Unterschieden steckt die Gleichartigkeit.
Ankerbeispiele	„Sowas wie ein Kopfsteinpflaster find ich jetzt auch hat eine gewisse Struktur. Ist ja auch immer gleich aussehend, immer wiederkehrend. Wenn man den Stein hat, dann kommt eine Ritze und dann kommt der nächste Stein. Das sieht dann auch aus wie so eine Struktur.“ (J3A, P. 246)
Kodierte Textpassagen	J3A, P. 241, 243, 244, 246, 247, 275

Als Zusammenfassung dieser Analyse werden die gebildeten Kategorien in einem Netzwerk um die Hauptkategorie angeordnet. Dadurch entsteht das folgende Merkmalnetzwerk des Strukturbegriffs im Interview J3A.



22.3.10 Interview J4A

Anhand von Auszügen aus dem Transkript des Interviews J4A werden im Interview Merkmale von Strukturen aus der Sicht der befragten Personen Stephanie und Sebastian (Codename) rekonstruiert.

Im Gespräch machen die Probandin und der Proband deutlich, dass sie unter einer Struktur eine Verbindung von Einzelteilen, also eine Anordnung verstehen. Sie erklären das anhand von Legosteinen. Auch dort stelle sich eine Verbindung zwischen Einzelteilen dar, die dann ein größeres Ganzes, eine Struktur bilden. Als Beispiele führen sie konkret eine Sandburg auf, die auf einem der Bilder zu erkennen ist. Darüber hinaus benennen sie Vertiefungen und Erhöhungen im Sand, wie Priele und Rippel, sowie die Form der Wolken als Strukturen. Und auch der Romanesco fällt unter diese Erklärung, da er aus vielen kleineren Knospen aufgebaut sei.

170 I: Ich gebe euch jetzt auch mal wieder einen Begriff vor. Den Begriff Struktur bzw. Strukturbildung. Was fällt euch dazu ein?

171 B2: Sand wird ja dadurch gebildet, dass Steine so übereinander reiben durch eben Strömung. Wenn im Wasser sehr viel Strömung ist, dann reiben die so übereinander.

172 B1: Wenn das so zusammengepresst aus dem Eimer ist und man das als **Sandburg** baut, dann ist die **Struktur** ja wesentlich fester, weil dann ja alles zusammengepresst ist und näher aneinander als wenn der Sand da einfach nur so liegt.

173 B2: Ja, und der Sand bildet sich halt durch Strömung. Würde ich so sagen.

174 B1: **Und hier die Struktur, das ist halt auch durch die Strömung entstanden, halt so wie das Wasser abgeflossen ist, wegen der Gezeiten.**

175 I: Bei Bild Nummer 5, ja.

176 B2: Der Sand weicht dem Wasser in dem Falle aus.

177 B1: Halt wie diese **Furchen, einfach so Priele, so kleine Miniflüsschen. Und Wolken...** [überlappend].

178 B2: ..., wenn der Wind halt so, die in die **Form...**

183 B1: Die kann man alle noch in Struktur-Dings zusammenfassen und das, **das ist halt auch eine Struktur irgendwie, das ist alles quasi wie Sand aus ganz vielen Einzelteilen.**

184 I: Ja, bei Bild 22.

185 B: **Genau, so gebildet ist. Wie auch da, aus kleinen Knospen,** sag ich mal.

189 B1: Also ich würde auch so sagen, wie bei Strömung, dass es auch so **irgendwie gleichförmig** ist, aber auch **stabil**: Papa hat früher immer gesagt: **verbundbar. Wenn man so Lego gebaut hat, dass die Steine übereinander greifen und dass deshalb eine Struktur entsteht und hält.** Und so, würde ich auch sagen, dass irgendwie so **Verbindungen entstehen, die dann stabil genug sind, dass sich daraus diese Struktur dann entwickeln kann.**

Doch den Interviewten sind nicht nur räumliche Strukturen bekannt. Auch zeitliche Abfolgen in Form von Wochenzeitplänen oder dem alltäglichen Aufstehen und anschließenden Besuch der Schule fassen sie als Strukturen auf.

229 I: Alles klar. Sind euch woanders schon mal Strukturen begegnet? Irgendwas, was jetzt nicht auf diesen Bildern ist?

230 B1: Wenn man einen Schal häkelt, dann ist das ja auch immer die gleiche Strukturabfolge an diesen Kettelchen da. Halt so sonst kann man das auch so ganz theoretisch fassen. **Struktur ist ja auch, dass wir jeden Tag aufstehen und zur Schule gehen. Das ist ja auch Struktur.**

238 B1: Also Struktur finde ich schwerer als Strömung, weil du Struktur so breit fassen kannst.

239 B2: Hat halt verschiedene Bereiche.

240 B1: Vielleicht so einen **Wochenzeitplan**, oder so?

Die Darlegungen verdeutlichen, dass es sich aus der Sicht der Befragten bei Strukturen um Verbindungen von Einzelteilen handelt. Dabei kann es sich um Materie handeln, die dann beispielsweise in Gänze einen Romanesco oder eine Sandburg bilden, aber auch um Einzelteile in Form von Tätigkeiten, die dann in Gänze eine zeitliche Struktur, einen Ablauf in der Gestalt eines Wochenzeitplans abbilden.

Tab. 199: Kategorie H-SR (J4A) zu den Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Struktur bedeutet Aufbau und/oder Ablauf; hier: Anordnungen, Formen, Zeitpläne, Erhöhungen und Vertiefungen.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, falls die Befragten verdeutlichen, dass es sich bei einer Struktur um einen räumlichen Aufbau und/oder um einen zeitlichen Ablauf handelt. Sie wird ebenfalls kodiert, wenn entsprechende Beispiele für Strukturen angeführt werden (z. B. eine Perlenkette für einen Aufbau).
Ankerbeispiele	„Und so, würde ich auch sagen, dass irgendwie so Verbindungen entstehen, die dann stabil genug sind, dass sich daraus diese Struktur dann entwickeln kann.“ (J4A, P. 189) „Struktur ist ja auch, dass wir jeden Tag aufstehen und zur Schule gehen.“ (J4A, P. 230)
Kodierte Textpassagen	J4A, P. 172, 174, 177, 183, 185, 189, 230, 240

Am Anfang des Gesprächs erklärt Stephanie in Bezug auf Strukturen, dass sie sich durch Verbundbarkeit auszeichnen. Sie vergleichen Strukturen mit einem Legohaus und erklären, dass sich die Legosteine miteinander verbinden lassen und so ein größeres Ganzes, eine Struktur entstehe. So sei es auch bei anderen Strukturen: Stabile Verbindungen bilden sich aus, sodass sich eine Struktur entwickeln kann.

189 B1: Also ich würde auch so sagen, wie bei Strömung, dass es auch so irgendwie gleichförmig ist, aber auch **stabil**: Papa hat früher immer gesagt: verbundbar.

Wenn man so Lego gebaut hat, dass die Steine übereinander greifen und dass deshalb eine Struktur entsteht und hält. Und so, würde ich auch sagen, dass irgendwie so **Verbindungen entstehen, die dann stabil genug sind, dass sich daraus diese Struktur dann entwickeln kann.**

Sebastian ergänzt hier, dass die Stabilität von Strukturen keine Starrheit bedeutet. Seiner Meinung nach verändern sich Strukturen mit der Zeit, was er am Wachstum einer Pflanze festmacht: Dort sei erst die Struktur einer Knospe, schlussendlich jedoch die einer Blüte zu beobachten.

190 B2: Ja, eine **Struktur kann sich auch verändern.** Wie hier z.B. bei dem, wo wir gesagt haben: **von der Knospe zur Blüte. Das verändert sich halt.**

Während Stephanie eher die Stabilität von Strukturen im Blick hat, betont Sebastian abermals die Veränderbarkeit. Am Beispiel der Wolke wird das besonders gut deutlich. Sebastian erläutert, dass sich die Struktur der Wolken mit der Zeit ändere. Stephanie hingegen ist eher von Stabilität überzeugt und gibt zu Protokoll, dass die Wolke an sich fortbestehe.

191 I: Ok, also Strukturen sind was, was irgendwie stabil ist und was sich aber auch verändern kann. Warum ist das bei diesen Bildern jetzt alles nicht der Fall?

192 B2: Bei den Wolken hatten wir die Bilder zusammengepackt, **weil da eben die Struktur der Wolken sich so verändert.**

193 B1: **Aber die Wolke an sich bleibt ja da.**

Mit dem Merkmal der Veränderlichkeit begründet Sebastian schließlich, dass ein Fluss nicht zu einer Struktur gehöre, weil sich dort keine Veränderbarkeit wahrnehmen lasse. Als der Interviewende einwirft, dass das zur Gruppe der Strukturen zugeordnete Bild eines Hauses auch keine Veränderbarkeit zeigt, wechseln die Befragten wieder die Perspektive und führen das Legohaus an, sodass die Stabilität von Strukturen wieder im Vordergrund steht. Entsprechend wird erklärt, dass eine Struktur nicht mehr da sei, wenn sie sich verändere. Im nachfolgenden Abschnitt kommen sie auch auf die Idee, dass sich Strukturen durch Ordnung auszeichnen und kommen im nachfolgenden Gespräch nicht wieder auf die Konzepte von Stabilität und Veränderbarkeit von Strukturen zurück.

195 I: Ok, genau. Das war jetzt bei 7 und 14. Das sind Strukturen bei euch. Aber warum sind jetzt diese ganzen Bilder, die ihr ausgegrenzt habt, warum sind das jetzt keine Strukturen?

196 B2: **Weil z.B. hier beim Fluss oder so, da sieht man jetzt nicht direkt, was passiert, da verändert sich in dem Moment nichts, wo man es sieht.**

197 I: Ok, aber bei dem Haus, da ändert sich ja auch nichts.

198 B: **Ja, da könnte man jetzt Struktur mit dem Legohaus...** Irgendwie hat Wasser ja auch eine Struktur, aber nicht so offensichtlich. Bei Struktur kann man auch sagen, dass es geordnet ist. **Wenn sich die Struktur verändert, dann ist ja diese Struktur, die vorher da war, weg. Also dann gibt es ja nichts mehr.**

An der Auseinandersetzung, ob die Bilder einer Wolke, eines Flusses und eines Hauses der Gruppe der Strukturen zugeordnet werden können, wird deutlich, dass Strukturen sowohl relativ stabil sein können als auch veränderbar. Die Missverständnisse entstehen häufig, weil Sebastian bzw. Stephanie zwischen beiden Merkmalen hin- und herspringen. Bemerkenswert ist darüber hinaus die Tatsache, dass bei veränderlichen Strukturen wie den Wolken zwei Ebenen betrachtet werden müssen: Die konkrete Struktur der Wolke verändert sich und diese Struktur ist im Anschluss nicht mehr vorhanden. Allerdings resultiert daraus nicht unbedingt Strukturlosigkeit. Es bildet sich durch die Veränderung eine andere Struktur aus. Das ist auch gut an ihrem Beispiel der Pflanze zu erkennen. Dort erklären sie, dass zunächst eine Struktur in Form der Knospe, dann als Blüte zu erkennen sei.

Tab. 200: Kategorie J4A-SR-M1 zu Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Strukturen können sowohl stabil als auch veränderlich sein.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten verdeutlichen, dass Strukturen sowohl sehr stabil als auch veränderlich sein können. Sie wird ebenfalls kodiert, wenn die Befragten mit diesen beiden Merkmalen die Zuordnung von Bildern zur Gruppe der Strukturen zu begründen versuchen.
Ankerbeispiele	„Ja, eine Struktur kann sich auch verändern. Wie hier z.B. bei dem, wo wir gesagt haben: von der Knospe zur Blüte. Das verändert sich halt.“ (J4A, P. 190)
Kodierte Textpassagen	J4A, P. 189, 190, 192, 193, 195, 196, 198

Im restlichen Gespräch sprechen Sebastian und Stephanie über zwei weitere Merkmale von Strukturen, die zumindest Sebastian bewusst auseinanderhält und als Facetten von Strukturen bezeichnet. Bei der ersten Facette, die von beiden Teilnehmenden geteilt wird, geht es um etwas Geordnetes, etwas Regelmäßiges, etwas sich Wiederholendes innerhalb einer Struktur.

235 B2: Struktur sind ja so zwei Sachen. **Also einmal entweder strukturiert, also so Struktur, ist alles so gleich. Wie so ein Karomuster,** keine Ahnung, das ist strukturiert.

241 B2: Ich mal einfach die verschiedenen Facetten der Struktur. Einmal Struktur, so Häuser, die man anfassen kann, das eine Struktur hat oder wie das Reifenprofil. Dann zusätzlich noch Struktur, **wenn etwas strukturiert ist, irgendein Kästchen oder so, was immer wieder gleich angeordnet ist.**

198 B: Ja, da könnte man jetzt Struktur mit dem Legohaus... Irgendwie hat Wasser ja auch eine Struktur, aber nicht so offensichtlich. **Bei Struktur kann man auch sagen, dass es geordnet ist.** Wenn sich die Struktur verändert, dann ist ja diese Struktur, die vorher da war, weg. Also dann gibt es ja nichts mehr.

199 I: Bei Bild 16.

200 B2: Ja, also generell beim Wasser. **Die Vögel kann man jetzt auch noch zur Struktur zuordnen, weil Struktur kann ja auch mit geordnet zu tun haben. Die haben ja auch eine Struktur, wie die angeordnet sind.**

Auf Basis der vorigen Überlegungen sei dann ein Fluss keine Struktur, weil nicht immer in einem bestimmten Abstand (z. B. alle hundert Meter) ein Nebenfluss vom Hauptfluss abzweige.

201 B1: Der Fluss hat ja auch eine Struktur. Der geht ja auch nicht gerade. **Obwohl Struktur ist ja schon so ein bisschen geordnet, würde ich jetzt schon sagen. Und das ist ja einfach nur, dass da und da mal ein Fluss abzweigt. Aber nicht, dass alle hundert Meter so ein Nebenflüsschen kommt.**

Auf der Grundlage von Wiederholungen und Ordnung innerhalb der Struktur wird Sebastian von Stephanie aufgefordert, auch den Kreisel und den Gullydeckel zur Gruppe der Strukturen zuzuordnen, und auch die Windräder könnten als Strukturen betrachtet werden.

214 B1: **Ja gut, wenn du sagst, Struktur ist halt so geregelt und so geordnet, müsstest du ihn ja schon dazu packen. Dann müsstest du den Kreisel auch dazu packen. Das Zebra kannst du dann nicht dazu packen, weil du ja nicht weißt, ob die Streifen auf der anderen Seite genauso sind.**

215 B2: **Wenn man jetzt so geordnet, strukturiert in dem Sinne nimmt, dann könnte man ihn schon dazu packen.**

216 B1: **Ja, aber den Kreisel ja auch. Der muss ja auch so strukturiert sein. Das geht ja auch nur, wenn er überall gleich ist.**

217 B2: Ja und dann die **Windräder könnte man ja auch sagen, wenn die Struktur der Windräder gleich ist.** Kann man ja betrachten wie den Kreisel so ein bisschen. Wird halt nur nicht durch den Mensch bewegt, sondern durch den Wind.

218 B1: Also ich würde eher noch den **Kreisel und den Gully dazu machen als die Windräder. Also am allerehesten noch den Gully.**

219 B2: **Weil das Äußerliche so strukturiert ist.**

Für beide Befragte ist wichtig, dass innerhalb einer Struktur etwas wiederkehrt, es geordnet ist oder eine gleichmäßige Abfolge vorherrscht. Als Beispiel wird der Romanesco aufgeführt, dort kehren die kleinen *Tannen* immer wieder, sodass die Pflanze geordnet aussehe.

258 I: Ja. Wenn ihr jemanden erklären solltet, was eine Struktur ist. Wie würde ihr den Begriff Struktur dann definieren?

259 B: **Etwas Wiederkehrendes, Geordnetes; Gleichmäßigkeit, also gleichmäßig.**

260 I: Ok, wiederkehrend und gleichmäßig.

261 B2: Ja, strukturiert.

262 I: Das wollen wir erklären.

263 B2: **Geordnet.**

264 I: Geordnet, ok. Jetzt sehen wir hier verschiedene Strukturen auf den Bildern. Wie entstehen denn überhaupt Strukturen, oder warum kommt es dazu?

265 B2: Ich würde sagen, z. B. auf Bild 23, da ist halt auch so ein Oberflächenstruktur. **Das ist ja auch strukturiert in dem Sinne, dass es geordnet ist. Hat ja so ein wiederkehrendes Muster mit diesen kleinen Tannen, sag ich mal.** Und das wächst einfach so, von der Natur so vorgegeben.

Als weitere typische Beispiele führt Stephanie das Häkeln eines Schals an, da dort auch immer die gleiche Abfolge herrsche. Zusätzlich wird auch der Alltag, bestehend aus Aufstehen und Schulbesuch, als Struktur aufgeführt, ebenso wie ein Pflastermuster.

229 I: Alles klar. Sind euch woanders schon mal Strukturen begegnet? Irgendwas, was jetzt nicht auf diesen Bildern ist?

230 B1: Wenn man einen Schal häkelt, dann ist das ja auch **immer die gleiche Strukturabfolge an diesen Kettelchen** da. Halt so sonst kann man das auch so ganz theoretisch fassen. Struktur ist ja auch, dass wir **jeden Tag aufstehen und zur Schule** gehen. Das ist ja auch Struktur.

231 B: **Geregelt, strukturiert, also geordnet. Also unsere Schulsachen in allen Fächern, das ist ja auch strukturiert.** Zum Beispiel so ein **Pflastermuster, das ist ja auch immer gleich, wie so gepflastert wird**, hat auch also auch eine Struktur. So eine Idee dahinter, so ein Prinzip, so eine Regel. Vielleicht auch so ein Reifenprofil, das ist ja auch so eine gewisse Struktur, die so besonders gut aufliegt – für Sommer- und für Winterreifen. Das passt sich ja auch an, an den Untergrund. Dafür ist diese Struktur ja da, dass das halt sich möglichst gut anpassen kann.

Stephanie nennt als Umschreibung für Strukturen ein Muster und spricht diesbezüglich von einem wiederkehrenden Muster.

245 I: Kennt ihr ein anderes Wort für Struktur oder eine kurze Umschreibung für Struktur?

246 B2: Schwierig, weil Struktur ja mehrere Bedeutungen hat.

247 B1: **Geordnetes und wiederkehrendes Muster. Muster kannst du ja auch auf den Alltag übertragen.**

248 B2: Oder eben die Struktur.

249 B1: Also **Muster** finde ich eigentlich trifft es ganz gut.

Hierzu sind die Gegenteile konsistent: Die Abwesenheit von Strukturen sei vor allem bei einem Durcheinander und bei Unordnung gegeben. Aber auch eine glatte Oberfläche zeichne sich durch Strukturlosigkeit. Dies ist insofern konsistent, als die Befragten bei Strukturen häufig von Abfolgen sprechen. Eine glatte Fläche vermag keine Grundlage für Abfolgen zu bieten.

242 I: Super, jetzt habe ich noch ein paar Fragen. Was ist denn das Gegenteil von Struktur?

243 B1: **Durcheinander halt, ungeordnet sein.**

Stephanie und Sebastian machen deutlich, dass Strukturen für sie mit Ordnung zu tun haben. Für sie bedeutet in diesem Kontext Ordnung, dass sich innerhalb einer Struktur deren Komponenten, aus denen sie besteht, wiederholen. Die Wiederholung geschieht hierbei in einer gleichmäßigen Art und Weise, sodass aus ihrer Sicht Ordnung herrscht. Entsprechend sei das Gegenteil ein Durcheinander und Unordnung.

Tab. 201: Kategorie J4A-SR-M2 zu Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Strukturen zeichnen sich durch wiederkehrende, sich gleichmäßig wiederholende Teilelemente aus, sodass der Eindruck von Regelmäßigkeit und Ordnung entsteht.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten verdeutlichen, dass sich innerhalb einer Struktur deren Komponenten gleichmäßig wiederholen, also eine wiederkehrende Abfolge zu erkennen sei, die Ordnung ausdrückt. Sie wird ebenfalls kodiert, wenn die Befragten als Gegenteile Unordnung und ein Durcheinander benennen.
Ankerbeispiele	„Etwas Wiederkehrendes, Geordnetes; Gleichmäßigkeit, also gleichmäßig.“ (J4A, P. 259)
Kodierte Textpassagen	J4A, P. 198, 200, 201, 214, 215, 218, 219, 230, 231, 235, 241, 243, 247, 259, 263, 265

Die zweite Facette von Strukturen, die der Proband Sebastian erwähnt, bezieht sich nicht mehr auf eine Betrachtung der Abfolge von Teilelementen innerhalb von Strukturen, sondern auf eine taktile Ebene. Eine Struktur sei in diesem Sinne etwas, das man fühlen könne. Dass da etwas ist, das sich von der Umgebung abgrenzt.

241 B2: Ich mal einfach die verschiedenen Facetten der Struktur. **Einmal Struktur, so Häuser, die man anfassen kann, das eine Struktur hat oder wie das Reifenprofil.** Dann zusätzlich noch Struktur, wenn etwas strukturiert ist, irgendein Kästchen oder so, was immer wieder gleich angeordnet ist.

Auch die Struktur von Holz wird explizit als Beispiel für diese Facette von Strukturen erwähnt und von dem bereits genannten Merkmal getrennt, für das beispielhaft ein Karomuster genannt wird.

235 B2: Struktur sind ja so zwei Sachen. Also einmal entweder strukturiert, also so Struktur, ist alles so gleich. Wie so ein Karomuster, keine Ahnung, das ist strukturiert.

236 B1: Wie in Chemie, wie so ein Molekül zum Beispiel aufgebaut ist, ist ja auch eine Struktur.

237 B2: **Oder Struktur kann man auch sagen, wenn man Holz hat, hat ja auch eine Struktur.** Hat ja mehrere Bedeutungen, würde ich sagen.

Äußerungen, die diese Facette betonen, kommen ausschließlich von Proband Sebastian. Stephanie kann seine Äußerungen nicht richtig nachvollziehen. Deshalb gibt es in einem längeren Gesprächsabschnitt auch häufiger Missverständnisse zwischen den beiden. Für Stephanie scheint nur das Merkmal der Ordnung zu existieren, deshalb benennt sie das geordnete, wiedererkennende Muster als Merkmal von Strukturen. Sebastian wendet hingegen ein, dass Sand an sich auch eine Struktur habe. Als Stephanie sagt, dass sie nicht

wisse, was er meine, antwortet Sebastian, dass er Strukturen in dem anderen, also zweiten Sinne meine. Also geht es offenbar auch hier darum, dass sich Sand in einer bestimmten Art und Weise anfühlt.

- | | |
|-----|--|
| 245 | I: Kennt ihr ein anderes Wort für Struktur oder eine kurze Umschreibung für Struktur? |
| 246 | B2: Schwierig, weil Struktur ja mehrere Bedeutungen hat. |
| 247 | B1: Geordnetes und wiederkehrendes Muster. Muster kannst du ja auch auf den Alltag übertragen. |
| 248 | B2: Oder eben die Struktur. |
| 249 | B1: Also Muster finde ich eigentlich trifft es ganz gut. |
| 250 | B2: Ja, aber wenn man jetzt wieder Sand nimmt, das hat eine Struktur. Dann vielleicht nichts Materielles. Es ist schwierig zu beschreiben, finde ich. |
| 251 | B1: Ich verstehe auch nicht so ganz, was du meinst gerade. |
| 252 | B2: Generell Struktur, in dem anderen Sinne. |

Sebastian fällt jedoch kein Synonym hierfür ein. Er bleibt beim Begriff strukturiert bzw. Struktur, sodass vom Interviewenden der Einwand folgt, dass eben jener Begriff erklärt werden soll.

- | | |
|-----|---|
| 253 | B1: Ja, ich versteh schon, was du meinst. Sand ist ja kein Muster oder so. |
| 254 | B2: Das kann man schwer umschreiben. |
| 255 | B1: Ja, aber generell, so auf den Alltag bezogen: Profil oder so Muster. |
| 256 | I: Muster als Umschreibung. |
| 257 | B1: Ja. |
| 258 | I: Ja. Wenn ihr jemanden erklären solltet, was eine Struktur ist. Wie würde ihr den Begriff Struktur dann definieren? |
| 259 | B: Etwas Wiederkehrendes, Geordnetes; Gleichmäßigkeit, also gleichmäßig. |
| 260 | I: Ok, wiederkehrend und gleichmäßig. |
| 261 | B2: Ja, strukturiert. |
| 262 | I: Das wollen wir erklären. |

Hierzu konsistent ist auch das von Sebastian angegebene Gegenteil für Strukturen. Er spricht von einer glatten Fläche, die keine Struktur habe, wenn man ein *hoch und runter* als Struktur betrachte.

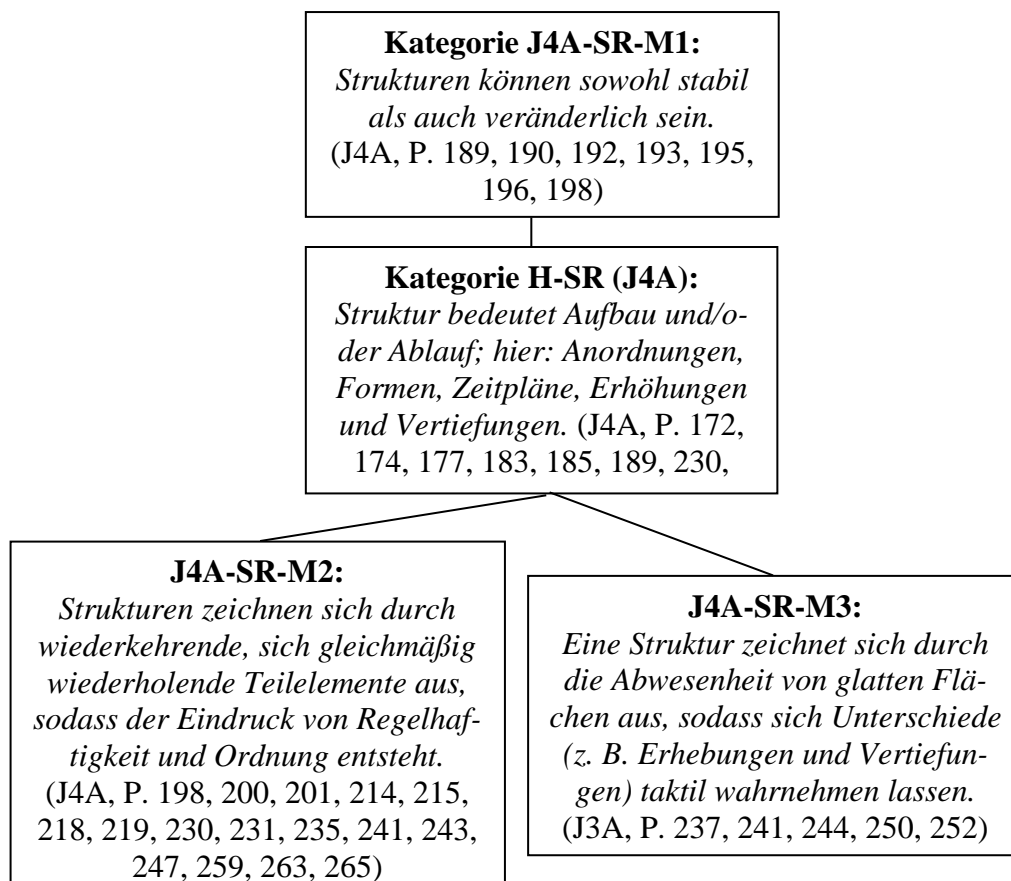
- | | |
|-----|---|
| 242 | I: Super, jetzt habe ich noch ein paar Fragen. Was ist denn das Gegenteil von Struktur? |
| 243 | B1: Durcheinander halt, ungeordnet sein. |

244 B2: Oder, wenn man jetzt die Struktur wieder nimmt – also so hoch und runter – dann würde ich sagen: was ganz Glattes. Hat ja keine Struktur.

Anhand der Textpassagen ist zu erkennen, dass Sebastian neben der Ordnung und der gleichmäßigen Abfolge noch ein weiteres Merkmal von Strukturen gedanklich repräsentiert. Hierbei handelt es sich um etwas, das man taktil wahrnehmen könne. Es werden als Beispiele Sand, Holz und ein Reifenprofil aufgeführt. Alle Fälle sind zum Gegenteil einer glatten Fläche konsistent, weil sich dort keinerlei fühlbaren Unterschiede ausmachen lassen. Struktur in diesem Sinne eben nicht als gedankliches Konstrukt von Ordnung, sondern als real fühlbare Unterschiede auf Oberflächen.

Tab. 202: Kategorie J4A-SR-M3 zu Merkmalen von Strukturen

Kategorie	Eine Struktur zeichnet sich durch die Abwesenheit von glatten Flächen aus, sodass sich Unterschiede (z. B. Erhebungen und Vertiefungen) taktil wahrnehmen lassen.
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten verdeutlichen, dass sich eine Struktur dadurch auszeichnet, dass man sie taktil erfühlen kann, indem man Unterschiede auf einer Oberfläche wahrnimmt, wie z. B. die Struktur von Holz oder von Sand. Sie wird ebenfalls kodiert, wenn als Gegenteil von Strukturen eine glatte Fläche genannt wird.
Ankerbeispiele	„Einmal Struktur, so Häuser, die man anfassen kann, das eine Struktur hat oder wie das Reifenprofil.“ (J4A, P. 241)
Kodierte Textpassagen	J4A, P. 237, 241, 244, 250, 252



22.4 Auswertungen zu Begriffsbildungen: Struktur (Prototypen)

22.4.1 Interview E1A

Den typischen Vertreter des Strukturbegriffs zu rekonstruieren, ist Aufgabe dieses Teiles der Begriffsbildung. Sandra zählt Sandgebilde zu einer Struktur. Vor allem Dünen werden im Laufe des Gesprächs häufig als frei gewählte Beispiele herangezogen, um Erklärungen zu verdeutlichen. Darüber hinaus wird die Küstenlinie als Struktur angesehen, die sich im Laufe der Zeit verändere.

91 I: Ok, ein paar Bilder haben wir ja hier. Zum Beispiel solche, sowas.

92 B: Ok, das wäre eine Struktur, ja.

93 I: Ich könnte jetzt ja auch hier diese Rippelbildung nehmen. Das wären dann jetzt solche konkreten Strukturen, also die man jetzt so sehen könnte.

94 B: Ja, das ist richtig. Wie nennt man das (pusten)?

95 I: Das ist hier so Rippelbildung im Sand.

96 B: **Sandgebilde** im Wattenmeer, genau. Gut, das eine auf Bild 21 sieht man ja weniger selbst. Gut, man sieht natürlich Strukturen, wenn da jetzt eine **Sanddüne** dazu zählt. Weiß ich nicht, inwieweit ihr das da jetzt definiert. Man weiß, wie die Küstenlinie oder diese **Sanddüne** vor einem Sturm zum Beispiel ausgesehen hat und man guckt sich das dann nach diesem Sturm wieder an und es fehlen plötzlich 1,50 m oder 2 m. Dann ist das ja eine einschneidende Veränderung. **Man hat ein bestimmtes Bild von einer Küstenlinie oder man fährt da in den Urlaub immer hin und es hat sich ja letztendlich die Struktur geändert**, also das würde ich mit einer Struktur mit Meer verbinden.

143 I: Könnte die Natur denn auch wieder darauf einwirken? Also könnte die Natur zum Beispiel irgendwie solche Strukturen verstärken?

144 B: Wenn wir bei der **Sanddüne** bleiben, gibt es ja die windabgewandte Seite und die windzugewandte Seite. Das heißt, sollte der Wind drehen, ändert sich natürlich auch die Struktur der **Sanddüne**, also eine Wanderdüne zum Beispiel. Das würde ich schon sagen, ja.

149 I: Ok, was kannst du so abschließend über Strömungen und Strukturen sagen, also haben die für dich irgendwie einen Zusammenhang für dich? Wie stehen die zueinander?

150 B: Ja, also sie sind abhängig voneinander, denke ich, also das eine resultiert vielleicht aus dem anderen.

151 I: Was kommt zuerst sozusagen? Wenn du jetzt sagst, das eine resultiert aus dem anderen.

152 B: Es hat ja am Anfang eine bestimmte Struktur und wenn wir jetzt diese **Wanderdüne** nehmen, ändert sich durch die Dynamik des Windes diese Struktur. Aber andererseits kann es natürlich auch... ja, ne, lassen wir es so stehen (lacht).

Oftmals kommt die Befragte auf Strukturen der Landschaft zu sprechen, z. B. die Struktur des Wattenmeeres.

97 I: Was ist für dich da interessant dran?

98 B: Ich fahre gerne zu einer Struktur hin, die für mich anziehend ist, also zum Beispiel fahre ich gerne ans Meer, weil ich die Vielfalt schätze oder liebe. Nicht unbedingt die Wattenmeerseite, die **Struktur des Wattenmeeres**, sondern eher die Seite der Ostsee. Also weil der Sandstrand, die Bäume, also diese abwechslungsreichere Landschaft, **Struktur der Landschaft**, mich mehr in den Urlaubsmodus versetzen würde als jetzt die Küste, weil hier bin ich halt aufgewachsen. Das hat jetzt weniger was mit Urlaub dann zu tun.

Auch künstliche Strukturen werden als Beispiele vorgebracht. Dazu zählen die Schneisen, die ein Landwirt in ein Kornfeld mäht oder auch Kreise und gerade Linien, die auf Satellitenbildern aus Südamerika zu erkennen sind (Geoglyphen) und die vom Parawissenschaftler Erich von Däniken als Wirken außerirdischen Lebens interpretiert werden.

101 I: Ja, fallen dir sonst noch irgendwelche Strukturen ein, so Beispiele für Strukturen, die man kennt?

102 B: Von der Küste jetzt direkt?

103 I: Ja, zum Beispiel, also kann auch sonst außerhalb der Küste sein, wenn dir da irgendwie auch noch ein paar einfallen.

104 B: Wenn man von oben betrachtet, **wie der Landwirt sein Feld angelegt hat: seine Spuren, die dann später irgendwie zuwachsen, wenn das Korn höher wird, aber letztendlich man immer noch sieht, wo er denn gefahren ist oder wie er enden will, solche Strukturen.** Ja, was ganz was Blödes von Erich von Däniken, wo wir gerade bei Feldern sind: **irgendwelche Kreise oder auch Satellitenaufnahmen von Südamerika, wo wirklich mit einem Lineal gezogene Linien irgendwie sind**, die irgendwer ja gemacht haben muss. Also solche Strukturen fallen mir jetzt ein.

Selbst bei Sandgebilden beschreibt Sandra künstliche Strukturen in Form von Sandhäufchen, die mit einem Eimer erzeugt werden.

117 I: Ok, was muss konkret für dich erfüllt sein, dass du es jetzt zu einer Struktur zählst?

118 B: Man könnte sagen, eine Unregelmäßigkeit in dem Sinne. Also diese **Sandhäufchen oder Eimerhäufchen**, die sehen zwar unterschiedlich aus, sie haben eine unterschiedliche Struktur, einige sind rund einige sind halt eckig, aber diese Unregelmäßigkeit ist für mich ausschlaggebend dann, dass es sich eben hier um diese Sandeimer handelt. Das würde ich damit verbinden.

Des Weiteren wird als Logo ein fünfzackiges, symmetrisches Objekt gezeichnet, das laut der Befragten als Symbol für einen Stern gilt.

133 I: Ok, und jetzt wieder ein Logo designen. Wieder für die Werbeagentur, was für

	dich Struktur ist.
134	B: Ich würde einen Stern wählen. Weiß nicht, so ein fünfzackiger Stern . Gut, ist jetzt nicht so ein besonders guter Stern. Aber so einen Stern würde ich mit Struktur verbinden.
135	I: Wieso?
136	B: Naja, weil ich versucht habe, erst nur Striche zu malen, die in eine bestimmte Richtung gehen oder von etwas weg zeigen. Aber das ergibt für den Betrachter keinen Sinn. Also eine Welle würde man vielleicht jetzt mit Bewegung, mit Dynamik verbinden. Und einen Stern sieht man so nicht am Himmel, aber er wird immer so gezeigt. Diese bestimmte Struktur, das ist eben ein Stern ist. Und ich finde, es ist ausdrucksvoller als wenn ich eine Teekanne zeichne.

Konkret werden auf Basis der Analyse die folgenden Prototypen nachgezeichnet:

Tab. 35: Kategorie E1A-SR-P zu den Prototypen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strukturen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strukturen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strukturen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Und einen Stern sieht man so nicht am Himmel, aber er wird immer so gezeigt. Diese bestimmte Struktur, das ist eben ein Stern.“ (E1A, P. 136)		
Kodierte Subkategorien	E1A-SR-P1	Düne	E1A, P. 96, 144, 152
	E1A-SR-P2	Küstenlinie	E1A, P. 96
	E1A-SR-P3	Landschaft	E1A, P. 98
	E1A-SR-P4	Schneisen im Feld	E1A, P. 104
	E1A-SR-P5	Geoglyphen	E1A, P. 104
	E1A-SR-P6	Sandburg	E1A, P. 118
	E1A-SR-P7	Fünfzackiger Stern	E1A, P. 134, 136

22.4.2 Interview E2A

Die typischen Vertreter des Strukturbegriffs zu rekonstruieren, ist Aufgabe dieses Teiles der Begriffsbildung. Als Heinz aufgefordert wird, eine Struktur zu erklären, bezieht er sich auf natürliche Muster und nennt neben eher abstrakten Begriffen – wie Material oder Gegenstand – explizit Sand und Pflanzen, die bzw. auf denen sich Strukturen bilden.

146 I: Wie würdest du jemand anderen so eine Struktur oder Strukturen erklären? So eine Strukturbildung.

147 B: Also Strukturbildung oder überhaupt eine Struktur?

148 I: Überhaupt eine Struktur.

149 B: Eine Struktur ist ein Kennzeichen bzw. es sind **unterschiedliche Muster auf einem Material oder Natur, Gegenstand, Pflanze oder Sand** usw., die das eigentlich unverwechselbar machen. Das ist wie eine Art Fingerabdruck.

Spricht der Befragte über Strukturen an selbst gewählten Beispielen, dann kommt er im gesamten Gespräch immer wieder auf Sand und Pflanzen zu sprechen. Ein für Heinz stark präsenter Prototyp ist ein Baum. Diesbezüglich nennt er neben der Rinde des Baums auch Blätter und die Baumringe, die einen Hinweis auf das Alter des Baums geben.

130 I: Okay. Wo sind dir Strukturen schon einmal begegnet?

133 B: Am Meer natürlich, aber Strukturen findet man ja in der ganzen Natur. Wenn man sich eine **Baumrinde** anguckt oder einen Baum absägt, dann sieht man die **Baumringe**, die **Altersringe**, die **Jahresringe**. Strukturen finden wir eigentlich überall, davor kann man gar nicht die Augen verschließen. Jedes **Blatt**, jede...

Auch gegen Ende des Interviews bezieht er sich beispielhaft auf das Wachstum eines Baums und dessen Rinde.

200 I: Wie könnte man deiner Meinung nach Strukturen aufhalten?

201 B: Das ist schwierig, denn es gibt Dinge, die kann man nicht aufhalten. Zum Beispiel wenn man das Wachstum von **Bäumen** in irgendeiner Form beeinflussen will – obwohl das hat keinen Einfluss auf die **Rinde**. Man muss erstmal sehen, welche Struktur es ist und dann gucken, in welchem Zusammenhang diese Struktur sich verändert und dann die jeweiligen Maßnahmen treffen.

Eine Struktur, die von Sand gebildet wird, kommt ebenfalls im Gespräch auf. Heinz bezieht sich hierbei auf das Relief am Boden ab, das beim Zurückgehen des Wassers gebildet wird. Der Befragte meint damit die sich bei Ebbe bildenden Rippelstrukturen.

124 I: Ok. Dann sind wir auch schon mit dem Thema Strömungen fertig. Jetzt kommen wir zum Thema Strukturen. Das ist an sich genauso aufgebaut, also eigentlich auch fast die gleichen Fragen, nur dann zu Strukturen. Dann fangen wir wieder an: Woran denkst du, wenn ich von Strukturen an der Küste und im Ozean spreche?

125, B: Dann habe ich dieses Bild vor Augen, das wir eben hatten, **wenn an der**

- 127 **Nordsee das Wasser verdrängt wird oder zurückgeht bilden sich diese schönen Reliefs im Boden ab.** Das ist die Nummer 5. Wo man super barfuß darüber laufen kann und man jede Kleinigkeit spürt. Das ist wie so eine Massage.

An einem frei gewählten Beispiel geht Heinz jedoch auch über die Sand- und Pflanzenstrukturen hinaus. Er berichtet von einem Aufenthalt in Frankreich und spricht von den Gesteinsschichten im dortigen Kalkgestein.

- 134 I: Fallen dir sonst noch irgendwelche Beispiele ein für Strukturen an der Küste und im Ozean? Du hattest ja eben Wattenmeer gesagt. Fallen dir sonst noch irgendwelche Beispiele ein?

- 135 B: Da sind natürlich auch **Gesteinsschichten**, die Strukturen haben ganz oft, je nachdem irgendwie, ob es am Meer auch Berge gibt. Oder zum Beispiel an Flüssen gibt es das ja oft. In Südfrankreich an der Ardèche zum Beispiel, **wo wirklich dieses Kalkgestein ist, wo man die Schichten sieht, wie das aufgebaut ist.**

Konkret werden auf Basis der Analyse die folgenden Prototypen nachgezeichnet:

Tab. 36: Kategorie E2A-SR-P zu den Prototypen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strukturen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strukturen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strukturen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Da sind natürlich auch Gesteinsschichten, die Strukturen haben ganz oft, je nachdem irgendwie, ob es am Meer auch Berge gibt.“ (E2A, P. 135)		
Kodierte Subkategorien	E2A-SR-P1	Baum-/Jahresringe	E2A, P. 133
	E2A-SR-P2	Blätter	E2A, P. 133
	E2A-SR-P3	Baumrinde	E2A, P. 133, 201
	E2A-SR-P4	Rippel	E2A, P. 125, 127
	E2A-SR-P5	Gesteinsschichten	E2A, P. 135

22.4.3 Interview E3A

Die typischen Vertreter des Strukturbegriffs zu rekonstruieren, ist Aufgabe dieses Teiles der Begriffsbildung. Martina berichtet in ihrem Interview häufig von Strukturen, die in Kombination von Wind bzw. Wasser mit Sand entstehen. Hierzu zählen Dünen und Rippelstrukturen. Letztere benennt sie zwar nicht explizit, beschreibt aber, dass bei abfließendem Wasser Strukturen im Sand entstehen. Außerdem nennt sie Fjorde als Beispiele.

- | | |
|-------------|--|
| 249 | I: Hast du jetzt noch irgendwelche Ideen zu Strukturen so direkt an der Küste und am Ozean? Hast du da irgendwie sonst noch Beispiele? |
| 250,
252 | B: Es gibt einmal die Dünenlandschaften , die wie Wellen sind. Auf einigen Inseln sind das auch wie so... oder wenn man jetzt an Norwegen denkt: diese Fjorde , die dann einander ähnlich, von außen betrachtet, aussehen. |

Auch beim Erläutern von Gegenbegriffen und beim Versuch, Strukturen zu erklären, bezieht sich Martina beispielhaft auf Dünen- und Rippelstrukturen.

- | | |
|-------------|--|
| 253 | I: Was wäre ein Gegenteil für dich zu Strukturen? |
| 254 | B: Ein 70er-Jahre Hochhausbau oder 80er. |
| 255 | I: Wieso? |
| 256,
258 | B: Weil das so starr ist. Das ist nicht durch natürliche Bewegung entstanden. Das ist Beton, also nichts Natürliches. Oder eine Kaimauer am Hafen oder eine Schleuse. Das ist eine feststehende Struktur. Bei einer Dünenlandschaft oder bei abfließendem Wasser im Sand ist ja was durch Bewegung entstanden. |
| 259 | I: Also was Natürliches sozusagen. |
| 260 | B: Natürliches, ja genau. |

- | | |
|---------------------|--|
| 315,
316,
317 | I: Aber die Natur hat auf jeden Fall Einfluss darauf und könnte das dann verstärken? Die Strukturen. |
| 318 | B: Ja. |
| 319 | I: Wie zum Beispiel? |
| 320 | B: Ein Extrembeispiel wäre jetzt ein Orkan, der auf Sylt zukommt. Vorher war der Strand schön flach und man konnte einzelne Dünen erkennen. Der Orkan nimmt die ganze erste Dünenreihe weg, dann habe ich diese Struktur der Dünenlandschaft , die erste Reihe, überhaupt nicht mehr. Dann ist die Natur kräftiger oder die Macht der Natur ist in dem Sinne größer und zerstört mein Strukturbild, was ich von Sylt jetzt hätte an der Stelle. |

Sie nennt im Gespräch darüber hinaus als allgemeinere Beispiele Strukturen, die sich im Zusammenspiel von Wasser und Sand bilden.

- | | |
|-----|---|
| 309 | I: Ok, jetzt haben wir wieder gut was kennengelernt über Strukturen. Was glaubst du denn, wie es zu solchen Strukturen kommt? |
|-----|---|

310 B: Das ist ja ähnlich wie bei Strömungen zu betrachten. Die Erde bewegt sich, die Sonne scheint, es ist windig, das Wasser bewegt sich, es gibt auflaufendes Wasser, ablaufendes Wasser. Also allein dadurch **entstehen ja diese Strukturen, die mit Wasser und Sand zu tun haben.**

299 I: Ja, alles klar. Dann mach ich da auch wieder ein Bild. Genau, ok. Hast du denn jetzt eine genaue Vorstellung, was jetzt für dich die Struktur ist? Also wieder so eine Art direktes Erscheinungsbild, wenn man jetzt sozusagen von Struktur spricht. Also was würde dir da als Erstes in den Sinn kommen?

300 B: Als erstes in den Sinn kommen, würde mir irgendeine **Struktur im Watt, also wenn das Wasser abgelaufen ist.**

Bei der Aufgabe, jemandem zu erklären, was eine Struktur ist, bezieht sich die Befragte abermals auf Strukturen im Sand. Sie erläutert, dass dem Lernenden daran bestimmte Merkmale erklärt werden können, die er dann zur Entschlüsselung anderer Strukturen, z. B. Wolken, einsetzen könne.

267 I: Wie würdest du das dann jemandem erklären?

268 B: Ich würde wahrscheinlich mit irgendjemandem vielleicht an das Wasser, Strand oder Watt gehen und ihm dann, genauso wie du das hier gemacht hast, mit einem Bild eine Struktur zeigen, damit man ein Bild im Kopf hat, was mit einer Struktur gemeint ist. Und dann demjenigen das erklären in dem Sinne, dass diese Form einmalig **im Sand entstanden** ist und er das **auf andere Strukturen, die durch Wind oder Wolken entstandenen Bilder, dann übertragen** kann. Aber das ist ganz schwierig zu erklären.

Neben den Strukturen in granularer Materie nennt Martina ebenfalls Fellzeichnungen von Lebewesen als Beispiele für Strukturen: Neben einem Zebra wird eine nordfriesische Kuh mit schwarz-weißen Flecken aufgeführt.

242 B: Im Augenblick nicht, aber ich weiß jetzt, was du meinst: Strukturen, die es auf der Erde gibt. Also ein Zebra hat einen gestreiften Rücken, eine **nordfriesische Kuh** hat schwarz-weiße Flecken. Das wäre für mich jetzt auch eine Struktur. Also irgendwo, wo man Formen erkennen kann.

Auch Formationen von Wolken, z. B. Streifen und Aufreihungen, fallen für Martina unter den Strukturbegriff.

247 I: Sind dir irgendwo schon mal Strukturen begegnet? Schon mal selbst irgendwo welche gesehen?

248 B: Ja, wenn du jetzt ein witziges **Wolkenbild** siehst oder eines, das nur in **Streifenform** am Himmel ist oder man sieht irgendwelche Wolken, die aussehen wie kleine Wattebäuschchen und in einer Reihe aufgereiht ist. Das wäre jetzt für mich nicht nur eine fette, große Wolke, sondern viele kleine. Das ist für mich eine Struktur, also wenn die **aufgereiht sind wie eine Perlenkette** oder so.

- 291 I: Was für Gemeinsamkeiten die jetzt aufweisen, dass du sagst: "Es ist jetzt eine Struktur!".
- 292 B: Alle?
- 293 I: Hm (bejahend).
- 294 B: Auch, dass alles natürlich entsteht und teilweise nur einmalig da ist. Ein **Wolkenbild** von oben wird jetzt wahrscheinlich nicht in tausend Jahren nochmal das gleiche Bild sein.

Im Logo schlagen sich konsistent all jene Prototypen nieder, die im Gespräch genannt werden: Das Zebra als Repräsentant für eine Fellzeichnung, eine Wolkenformation, eine Sandformation im Watt und letztlich eine wellenartige Struktur des Wassers.

- 303, 304, 305 I: Ok, alles klar. Könntest du dann auch wieder ein Logo entwerfen für Struktur?
- 306, 308 B: Also, das Bild wäre jetzt viergeteilt. Das wäre jetzt ein größeres Logo. Ich würde wahrscheinlich ein **Zebra** oder irgendein anderes Tier nehmen, was eine einmalige **Körperstruktur** hat. Dann eine **Wolkenformation**, die auch einmalig wäre. **Dann ein Wattbild, also Sand mit irgendeiner Struktur** drin und wiederum irgendwie **Wasser**. Vielleicht wären das natürliche Bilder oder so.

Konkret werden auf Basis der Analyse die folgenden Prototypen nachgezeichnet:

Tab. 37: Kategorie E3A-SR-P zu Prototypen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strukturen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strukturen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strukturen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Das wäre jetzt für mich nicht nur eine fette, große Wolke, sondern viele kleine. Das ist für mich eine Struktur, also wenn die aufgereiht sind wie eine Perlenkette oder so.“ (E3A, P. 248)		
Kodierte Subkategorien	E3A-SR-P1	Düne	E3A, P. 250, 252, 256, 258, 320
	E3A-SR-P2	Rippel/Priele	E3A, P. 256, 258, 300
	E3A-SR-P3	Kuhfell	E3A, P. 242
	E3A-SR-P4	Zebrafell	E3A, P. 306, 308
	E3A-SR-P5	Wolkenformation	E3A, P. 248, 294, 306, 308
	E3A-SR-P6	Fjorde	E3A, P. 250, 252

22.4.4 Interview SIA

Die typischen Vertreter des Strukturbegriffs zu rekonstruieren, ist Aufgabe dieses Teiles der Begriffsbildung. Als erstes bezieht sich Hannah im Gespräch beispielhaft auf die Fellzeichnung eines Zebras.

- 157 I: Was kannst du denn für deine Strukturen sagen? Was muss dafür gelten?
- 158 B: Ein Medium muss diese Strukturen formen, ob es Wind, Wasser oder Menschenhand ist. Und das ist ja hier fast bei allen Bildern gegeben.

Wenn man mal das **Fell des Zebras** nimmt, ist das auch eine Laune der Natur. Ist auch eine Struktur durch Wachstum. Wachstum ist, glaube ich, nicht der richtige Begriff, aber äh... (unterbrochen).

Auch eine weitere von Tieren erzeugte Struktur – Bienenwaben – wird von Hannah benannt.

230 B: Überlege ich gerade: Kann ein Tier eine Struktur schaffen? Eher weniger.

231 I: Zum Beispiel eine Biene oder eine Ameise?

232 B: Ja, eine **Wabe**, Wespen.

Darüber hinaus nennt sie das Wattenmeer und verdeutlicht ihre Aussage damit, dass Strukturen entstehen, wenn Wasser abläuft und es eine Struktur im Sand hinterlässt. Damit sind Rippelstrukturen gemeint. Ferner spricht sie von Strukturen in Wolken und nennt explizit das Luftbild von einem Hurricane.

171 I: Hast du eine Struktur schlechthin? Vielleicht auch durch die Bilder irgendwie?

172 B: Was da für mich am deutlichsten... (unterbrochen).

173 I: Ja, oder was du sonst so schon gesehen hast. Sowas wie bei Strömungen: der Golfstrom.

174, B: Ja, dann sicherlich das **Wattenmeer**. Also das ist immer interessant, wenn
176 man da ist, **wie das ablaufende Wasser im Sand so eine Struktur hinterlässt**. Das ist natürlich auch beeindruckend hier so ein Luftbild von einem **Hurricane**. Das ist ja da so eine **Wolkenstruktur**. Das gehört dann ja zusammen die beiden hier.

Das ist ja auch so eine Struktur. Und Wolken allgemein sind eigentlich immer wieder interessant. Es gibt ja wahnsinnige **Wolkenbilder**. Das ist jetzt nicht so spektakulär, aber es gibt ja sehr spektakuläre... (unterbrochen)

Strukturen im Watt werden von Hannah des Öfteren zur Verdeutlichung als Erklärungsbeispiele herangezogen.

217 I: Und ein Synonym vielleicht?

222 B: Gleichförmigkeit ist sicherlich ein Begriff einer Struktur. Symmetrisch, also Symmetrie. Wobei eine Struktur auch ungleichmäßig sein kann, **wie wir da im Wattenmeer gesehen haben**.

239 I: Was muss für eine Strukturbildung passieren, also was ist die Ursache dafür, dass so eine Struktur kommt?

240, B: Bewegung, also Kraft ist ja auch Bewegung. Das kann in verschiedenen Rich-
242 tungen sein, das muss nicht in eine Richtung sein. **Wenn ich so ans Wattenmeer denke, dann entsteht meistens bei ablaufendem Wasser die Strukturen**. Das ist dann in eine Richtung. Obwohl, das Wasser läuft ja beim Ablauf unregelmäßig ab. Es strömt zu **Prielen** und in den **Prielen** fließt es ab.

Gemäß Hannahs Einteilung in natürliche und menschengemachte Strukturen werden eine Reihe von solchen Strukturen im Gespräch geäußert. Hierzu zählen vor allem Anordnungen von Steinen in Form von Pflasterungen, Hauswänden und Mosaiken.

191	I: Sind dir sonst schon Strukturen begegnet im Alltag?
192	B: Strukturen begegnen einem ja ständig. Wenn ich über eine Pflasterfläche laufe, dann habe ich eine Struktur.
193	I: Ich denke immer sofort an eine Holzstruktur.
194, 196	B: Oder Holz, ja. Holzmaserung ist auch eine Struktur. Aber da gibt es ja unendlich, was einem im Alltag so begegnet: eine Hauswand, ein Klinkerstein unterschiedlicher Farben.

253	I: Könntest du die Stärke irgendwie beeinflussen von einer Strukturbildung?
254	B: Ich als Mensch?
255	I: Ja, oder allgemein: Was muss man machen?
256, 258	B: Ja, natürlich kann ich die beeinflussen, zum Beispiel unser Pflasterbild oder Mosaikbild : Die kann ich beeinflussen, das ist ja ganz klar. Und das kann ich auch beeinflussen. Alles was von Menschenhand gemacht wird, kann man natürlich beeinflussen. Die Strukturen kann man verändern.

201	I: Auch hier jetzt nochmal wieder: Das Werbelogo malen zum Thema Struktur.
204, 206	B: Da würde ich dann eine gleichmäßige Struktur erzeugen. Keine Naturstruktur. Aber auch nicht so gleichmäßig. Eine Struktur ja, aber irgendwie mal so, mal so. Was natürlich langweilig aussieht. Was Besseres fällt mir da nicht ein im Moment.
207	I: Ja, das ist doch gut. Sieht eine bisschen aus wie eine Ziegelwand .
208, 210	B: Ja. Aber doch irgendwie ein bisschen ungleichmäßig.

Auch Spuren im Sand gehören für Hannah zu Strukturen, z. B. Fahrspuren oder die Spuren einer Harke während der Gartenarbeit.

197	I: Hast du schon selbst Strukturen erzeugt?
198, 200	B: Ich erzeuge eine Struktur, wenn ich mit dem Fahrzeug über einen Sandweg fahre . Dann erzeuge ich eine Fahrspur im Sand . Das ist auch eine Struktur. Natürlich erzeugt man Strukturen. Wenn ich hier im Garten mit der Harke arbeite, dann erzeuge ich auch irgendwie eine Struktur.

Letztlich wird auch ein mit Büchern versehenes Regal als Struktur bezeichnet.

223	I: Jetzt mal sowas wie Ordnung. Würde das für dich passen?
224	B: Ordnung, ja, richtig. Ordnung erzeugt auch eine Struktur. Wenn jemand ein

Regal irgendwie mit Büchern ordentlich einräumt. Dann habe ich auch eine Struktur.

Konkret werden auf Basis der Analyse die folgenden Prototypen nachgezeichnet:

Tab. 38: Kategorie S1A-SR-P zu Prototypen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strukturen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strukturen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strukturen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Ich erzeuge eine Struktur, wenn ich mit dem Fahrzeug über einen Sandweg fahre. Dann erzeuge ich eine Fahrspur im Sand. Das ist auch eine Struktur.“ (S1A, P. 198, 200)		
Kodierte Subkategorien	S1A-SR-P1	Zebrafell	S1A, P. 158
	S1A-SR-P2	Bienenwabe	S1A, P. 232
	S1A-SR-P3	Rippel/Priele	S1A, P. 174, 176, 240, 242
	S1A-SR-P4	Wolken	S1A, P. 174, 176
	S1A-SR-P5	Hurricane	S1A, P. 174, 176
	S1A-SR-P6	Pflasterung	S1A, P. 192, 256, 258
	S1A-SR-P7	Klinker	S1A, P. 194, 196
	S1A-SR-P8	Fliesenmosaik	S1A, P. 256, 258
	S1A-SR-P9	Fahrspur/Reifenspur	S1A, P. 198, 200
	S1A-SR-P10	Harkenspuren	S1A, P. 198, 200
	S1A-SR-P11	Bücherregal	S1A, P. 224

22.4.5 Interview S2A

Den typischen Vertreter des Strukturbegriffs zu rekonstruieren, ist Aufgabe dieses Teiles der Begriffsbildung. Für Mimi handelt es sich bei regelmäßig wiederkehrenden Abläufen zweifelsfrei um eine Struktur. Konkret kommt dies an mehreren Stellen im Gespräch vor. Sie bezieht sich dabei stets auf die Struktur ihres Alltags. Daher sieht sie sich bei der Aufgabe, sich eine Definition für eine Struktur zu überlegen, lediglich zu einem einzigen Begriff genötigt: Alltag. Eine typische Struktur sei laut Mimi das morgendliche Aufstehen und das anschließende Arbeiten.

545, 551 I: Ja. Jetzt noch einmal, dass du mir so eine Definition für eine Struktur aufschreibst. Hier irgendwie daneben, was für dich Struktur ist.

552 B: Da reicht eigentlich: **Alltag**. Oder musst du noch mehr haben? Wiederholung. Noch mehr?

439 I: Hast du irgendwie so eine Struktur, wo du sagst, da denk ich sofort dran, wenn ich an Struktur denke?

440 B: **Jeden Morgen aufstehen und arbeiten gehen.**

Auch das morgendliche Aufstehen zu einer ganz bestimmten Zeit ist für Mimi bereits eine Struktur. Ebenso ihre sonstigen privaten Aktivitäten: das Aufhängen eines Kalenders an Neujahr, das samstägliche Mähen des Rasens und das Saubermachen der Beete an jedem Freitag.

479	I: Ist gar keine Struktur?
480, 482	B: Nein. Bild 1 auch. Obwohl, die Wellen kommen immer wieder. Aber in zeitlichen Unterschieden und in unterschiedlicher Stärke.
483	I: Also rausschmeißen?
484	B: Eine Welle kommt immer wieder.
485	I: Also so kann man sagen?
486, 488	B: Ist eine Struktur. Das ist ja nicht immer so, dass die so fliegen. Wo fängt Struktur an und wo hört sie auf?
489	I: Das will ich jetzt von dir wissen, das ist ja das Spannende.
490, 492	B: Struktur fängt für mich da an: jeden Tag morgens um 7 Uhr aufstehen. Das ist für mich Struktur. Das hast du nicht jeden Tag morgens um 7 Uhr. Bild Nummer 13. Das ist ja irgendwann mal. Auch raus.
493	I: Ok, und hier? Das wär ja auch irgendwann mal.

503	I: Sind dir sonst Strukturen begegnet, außer jetzt zum Beispiel hier auf den Bildern?
504	B: Ja, donnerstagsabends Sport mit anschließendem Sekttrinken (lacht). Das ist auch so ein fester Bestandteil und das ist auch 'ne Struktur.
505	I: Wenn du selbst Strukturen erzeugst hast, sind das hauptsächlich solche Sachen, wie den Alltag strukturieren? Oder hast du auch selbst schon mal irgendwie sowas gemacht?
508, 510	B: Bestimmt. Das sind so Dinge, da denkst du nicht drüber nach. Zum Beispiel jedes Jahr, 1. Januar, einen neuen Kalender aufhängen. Das ist ein Ritual. Aber ist es eine Struktur? Ja auch, natürlich. Das machst du auch jedes Jahr.

517	I: Oder wenn du überlegst, wie der Garten zum Beispiel angepflanzt ist. Da ist ja auch eine Struktur drin.
518	B: Ja, das machst du auch nach einem Muster. Gartenarbeit machst du auch nach einer Struktur oder nach einem Muster.
519	I: Könnte man auch so sagen, oder?
520	B: Ja, Jein.
521	I: Warum nicht?
522	B: Gehen wir mal jetzt zum Thema Gartenarbeit: Dann müsste ich ja jeden Samstag Rasen mähen und jeden Freitag die Beete saubermachen. Das tue ich ja nicht.

Doch nicht nur strenge zeitliche Abläufe werden von Mimi vorgebracht, auch räumliche Strukturen werden genannt. Vornehmlich sind dies allerdings menschengemachte Strukturen. Unter Berücksichtigung der aufgeführten Merkmale ist dies konsistent, denn menschengemachte Strukturen verfügen in der Regel über einen höheren Grad von Regelmäßigkeit und sprechen Mimi in ihren Vorstellungen von Strukturen eher an als die weniger regelmäßigen Strukturen in der Natur. Mimi spricht vor allem von einem Gullydeckel als typische Struktur. Sie wählt ihn sogar als Logo für eine Struktur aus. Daneben wird auch die regelmäßige Anordnung der Fenster auf einem Hochhaus genannt, das auf einem der Bilder zu sehen ist. Zusätzlich wird noch eine natürliche Struktur genannt: das Fell eines Zebras.

- 471 I: Was erfüllt sein muss, damit das eine Struktur ist, hattest du das schon gesagt?
- 472 B: Welches Muster?
- 473 I: Was muss für dich erfüllt sein, damit du sagst: Das ist eine Struktur?
- 474 B: **Das Zebra hat immer wieder das gleiche Fell.**
- 475 I: Also eine Wiederholung irgendwie.
- 476 B: **Das erfüllt die Kriterien einer Struktur.**
- 477 I: Was sind denn für dich die Kriterien?
- 478 B: Immer wiederkehrend. Das ist eine Struktur für mich. **Auf jeder Seite vom Lift sind drei Fenster, Etage für Etage.** Ist für mich eine Struktur. Die sind garantiert auch so aufgebaut worden, dass man sagt: in diese Richtung muss das gebaut werden.
Das unterliegt auch wahrscheinlich einer Struktur. Geh ich mal von aus, weiß ich aber nicht, warum dieser Aufbau. Da finde ich, dass diese Strukturen bei Bild 14, 15, 1, 6... Nein, Bild 6 ist keine Struktur.

- 500 B: **Das ist eine Struktur, dieser Gullydeckel.** Der hat immer so und so viele kleine Löcher.

- 529, I: Du bist in wieder in einer Werbeagentur und darfst nochmal ein Logo malen
533 zu Struktur.
- 536, B: **Da passt am besten für mich der Gullydeckel.** Weil der nämlich immer die
538 gleichen... soll ich einen Gullydeckel malen? Oder ich schreib einfach hin: Gullydeckel. Dann weißt du Bescheid, brauche ich nicht malen.

Konkret werden auf Basis der Analyse die folgenden Prototypen nachgezeichnet:

Tab. 39: Kategorie S2A-SR-P zu Prototypen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strukturen
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strukturen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strukturen repräsentieren.

Ankerbeispiele	„Ja, donnerstagsabends Sport mit anschließendem Sektrinken (lacht). Das ist auch so ein fester Bestandteil und das ist auch 'ne Struktur.“ (S2A, P. 504)		
Kodierte Subkategorien	S2A-SR-P1	Morgens aufstehen und arbeiten.	S2A, P. 440
	S2A-SR-P2	Jeden Morgen um 7 Uhr aufstehen.	S2A, P. 490, 492
	S2A-SR-P3	Donnerstags Sport machen und dann Sekt trinken.	S2A, P. 504
	S2A-SR-P4	Samstags den Rasen mähen.	S2A, P. 522
	S2A-SR-P5	Freitags Beete saubermachen	S2A, P. 522
	S2A-SR-P6	Kalender an Neujahr aufhängen.	S2A, P. 508, 510
	S2A-SR-P7	Gullydeckel	S2A, P. 500, 536, 538
	S2A-SR-P8	Fenster an einem Hochhaus	S2A, P. 478
	S2A-SR-P9	Zebrafell	S2A, P. 474

22.4.6 Interview S3A

Den typischen Vertreter des Strukturbegriffs zu rekonstruieren, ist Aufgabe dieses Teiles der Begriffsbildung. Häufig bezeichnet Hans Wolken im Gespräch als Strukturen. Er vergleicht die Wolken untereinander und stellt heraus, dass es sich beim aus dem Weltraum aufgenommen Bild, das einen Wolkenwirbel zeigt, ebenfalls um eine Struktur handeln müsse, da er auch die vom Boden aus fotografierten Wolken als Strukturen ansieht.

274	B1: Die Wolke , die Wolke da.
275	I: Das ist eine Struktur?
276, 278	B1: Ja, wenn das eine Struktur ist, dann ist das auch eine Struktur. Dies ist nur aus dem Weltraum aufgenommen und die kannst du von unten begucken.

Darüber hinaus zieht er häufig das Beispiel von Holzstrukturen am Beispiel eines Musters auf einer Tischoberfläche heran.

311	I: Kann man sagen, dass das irgendwas ist, wo sich irgendwas wiederholt? Irgendwas, was gleich ist?
312	B1: Nein. Struktur ist immer unterschiedlich. Die kriegst du so nicht wieder hin. Dieses Muster zum Beispiel von dem Holz kriegst du nie wieder so hin. Und dieses wirst du auch nie wieder so hinkriegen. Das auch.

335 B2: Eine Struktur kann ja auch was Festes sein.

336 B1: Das ist **wie bei dem Tisch**.

337 B2: Ja.

344, 346 I: Ja, hast du schon mal selbst Strukturen irgendwie erzeugt? Wo und wie?

347 B1: Ja hier, da zum Beispiel. Das ist auch eine **Struktur im Holz** und die wiederholt sich auch nicht nochmal.

Vom Beispiel der Holzstruktur kommt er ebenfalls auf Stahl und Eisen zu sprechen. Neben Holz sei auch auf Stahl und Eisen eine Struktur zu erkennen.

392 I: Alles gut. Wir haben jetzt schon ganz viele Strukturen genannt, von Holz zum Beispiel usw. Weißt du, wie es zu solchen Strukturen so kommt?

393 B1: Beim Holz zum Beispiel gibt es das Holz vor. Es ist eigentlich im Grunde genommen alles Struktur, ob du **Stahl** nimmst oder ob du **Eisen** nimmst. Egal was du nimmst, ist das alles eine Struktur.

Und auch das Zebra wird von Hans explizit als Beispiel herangezogen, um seine Äußerungen zu Strukturen zu untermauern.

319 B1: Dieses **Zebra** z. B.: jedes **Zebra** ist anders. Kein **Zebra** hat die gleichen **Streifen**.

Neben räumlichen Strukturen existieren für Hans zusätzlich auch zeitliche Strukturen. Diesbezüglich nennt er als Beispiel einen zeitlichen Plan, der bei der Arbeit oder beim Lernen angefertigt wird.

377 B1: Struktur kann sein **beim Arbeiten, beim Lernen**, zum Beispiel.

378 I: Wie geht man da vor, wenn man eine Struktur erzeugt?

379 B1: **Man macht einen genauen Plan und arbeitet den ab.**

Konkret werden auf Basis der Analyse die folgenden Prototypen nachgezeichnet:

Tab. 40: Kategorie S3A-SR-P zu Prototypen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strukturen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strukturen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strukturen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Struktur kann sein beim Arbeiten, beim Lernen, zum Beispiel.“ (S3A, P. 377)		
Kodierte Subkategorien	S3A-SR-P1	Wolkenformation	S3A, P. 274, 276, 278
	S3A-SR-P2	Oberflächenzeichnung auf Holz/Eisen/Stahl	S3A, P. 312, 336, 347, 393
	S3A-SR-P3	Zebrafell	S3A, P. 319
	S3A-SR-P4	Arbeitsplan/Lernplan	S3A, P. 377, 379

22.4.7 Interview J1A

Den typischen Vertreter des Strukturbegriffs zu rekonstruieren, ist Aufgabe dieses Teiles der Begriffsbildung. Als George und Barry gefragt werden, was sie mit einer Strukturbildung verbinden, wählen sie die Bilder mit den Nummern 2 und 9 aus. Auf Bild 2 ist eine Wolke zu erkennen. Bild 9 zeigt ebenfalls eine Wolke, jedoch in einer Wellenform, die als Kelvin-Helmholtz-Instabilität bekannt ist. Ferner nennen die Probanden auch sich formenden Sand, der eine Struktur bildet.

481 I: Strukturbildung. Was verbindet ihr denn mit Strukturbildung?

482 B1: Also hier auf jeden Fall, dass halt mehrere Gebilde entstehen **wie auf Bild 9 oder auf Bild 2**. Dass sich generell so eine **Wolke** aufbaut. Hier, wie sich der **Sand** so formt.

483 B2: Haben wir im Video auch gesehen.

484 B1: Genau. Wie sich hier der Sand so aufbaut, wie der sich so formt.

Generell zeigt sich im Gespräch, dass der Fokus der Befragten auf Strukturen in Wolken und im Sand liegt. So sprechen die Befragten mit Blick auf Strukturen sowohl von Wanderdünen bzw. Dünen als auch von Wolken, aus denen sich schließlich ein Tornado oder eine Windhose bilde. Ebenfalls wird ein Hurricane benannt.

514 I: Ihr habt hier auf eurem Zettel geschrieben: **Wanderdünen** oder **Dünen**.

515 B1: Ja, das ist auch eine Struktur, würde ich sagen.

516 B2: Die sich auch verändert durch den Wind, **Wanderdünen**.

494 I: Ok, wenn ihr jetzt Strukturbildung gehört habt, gibt es denn jetzt noch Bilder von den andern, die ihr da zuordnen könntet zum Thema Struktur.

495 B1: Ich würde sagen, Bild (unv.) hat eine Struktur. Aber nicht genau wie hier, hier und hier. Da bildet sich halt einfach eine Struktur. Aus einer **Wolke** wird zum Beispiel ein **Tornado**, eine **Windhose**.

498 I: Warum gehört das für euch dazu? Was muss denn da gegeben sein, damit man von Strukturen sprechen oder von Strukturbildung sprechen kann?

499 B2: Man braucht halt eine Kraft, um etwas zu verändern. Es verändert sich ja eigentlich fast nichts von allein.

500 B1: Weil das halt nicht so oft vorzutreffen ist. Sowas wie ein **Hurricane** ist ja normalerweise nicht normal.

An mehreren Stellen im Gespräch entscheiden sie sich ebenso für Sandburgen. Auch bei der Erzeugung eines Logos wählen sie eine in der Entstehung begriffene Sandburg.

522 I: Ja, habt ihr denn schon mal selbst Strukturen erzeugt?

523 B1: Ich habe bestimmt schon mal **Sandburgen** gebaut, wo man halt der Sandburg eine Struktur gibt.

- 531 B1: Ich darf jetzt zeichnen? Ja, dann musst du mir auch einen Plan geben.
- 535 B2: **Sandburgen**, cool. Wir machen so unten so eine **Burg** quasi.
- 536 B1: Aber vielleicht machen wir auch so ein Gesamtgewicht halt aus einer Kraft oder so, dass eine Kraft halt eine Auswirkung hat, also eine Struktur erst bildet. Dass das nicht einfach so passiert. Aber das könnt man als allgemeinen Begriff für Kraft nehmen.
- 537 B2: Man könnte es probieren, wenn man zeichnen kann: irgendwie so eine Schippe mit Sand drauf. Und der Sand fällt gerade so runter und unten ist dann schon so eine fertig gebaute **Burg**. Weil es gibt ja eine Kraft, die den Sand bewegt in eine andere Form.

Schlussendlich sprechen die Befragten auch noch von formbarem Ton, mit dem verschiedene Strukturen gebildet werden können.

- 512 I: Ok, sind euch denn noch Strukturen oder Strukturbildungen begegnet, die man auf den Bildern nicht sehen kann?
- 513 B2: Beim **Ton**. Wenn man jetzt mit **Ton** arbeitet. **Dann kann man ja auch Strukturen bilden neue.**

Konkret werden auf Basis der Analyse die folgenden Prototypen nachgezeichnet:

Tab. 41: Kategorie J1A-SR-P zu Prototypen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strukturen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strukturen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strukturen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Wenn man jetzt mit Ton arbeitet. Dann kann man ja auch Strukturen bilden neue.“ (J1A, P. 513)		
Kodierte Subkategorien	J1A-SR-P1	Wolkenanordnung	J1A, P. 482
	J1A-SR-P2	Tornado/Windhose	J1A, P. 495
	J1A-SR-P3	Hurricane	J1A, P. 500
	J1A-SR-P4	Sandburg	J1A, P. 523, 535, 537
	J1A-SR-P5	Formen aus Ton	J1A, P. 513
	J1A-SR-P6	Düne	J1A, P. 514, 516

22.4.8 Interview J2A

Den typischen Vertreter des Strukturbegriffs zu rekonstruieren, ist Aufgabe dieses Teiles der Begriffsbildung. Im Gespräch werden an vielen Stellen von den Befragten eigens ausgewählte Beispiele für Strukturen herangezogen, mit denen sie ihre Erklärungen und Argumentationen untermauern und Merkmale verdeutlichen. Schon direkt zu Beginn des Gesprächs sprechen sie bei der Betrachtung und Zuordnung der Bilder von Strömungen, die andere Sachen formen. Sie nennen hierbei vornehmlich die durch Wasser hervorgerufenen Strukturen im Sand und die durch Wind erzeugten Wolkenstrukturen.

- 355 B2: Bild 5 und 21 würde ich auch zusammentun. Das sieht für mich sehr wie das **Wattenmeer** aus. Letztendlich sieht man da ja eben **Strömungen, die eine**

andere Sache formen. Also hier hat die Strömung das Wasser geformt.

356 B1: Aber das sieht bei 9 ja genauso aus.

357 B2: Ja genau, deswegen. Aber ich wollte dir das erst auf Bild 5 und 21 erklären. Dann kann ich zur 9 übergehen. Im Wasser hat sie, die Strömung, oder generell hat das Wasser, die Kraft des Wassers, das geformt. Dass hier [Bild 5] sieht aus für mich wie Flammen, dass sie so Kuhlen hinterlassen hat. **Und bei Bild 9 ist es eben dann eher der Wind gewesen, der die Wolken so geformt hat. Hier sieht es aus fast wie eine Wellenform. Oder hier eben die Wolkenbildung.**

Bei der Erklärung, was sie mit einer Struktur konkret verbinden, nennen sie zunächst einen Arbeitsplan, der zunächst aufgebaut und dann abgearbeitet wird. Zusätzlich beziehen sie sich abermals auf Strukturen im Sand, um ihre Erläuterungen hinsichtlich der Planung von Strukturen zu untermauern.

359 I: Ok, dann sage ich euch mal einen Begriff, der nennt sich Strukturbildung. Wenn man hier guckt, das sind Strukturen. Weil da Struktur gebildet wird. Was verbindet ihr denn mit Strukturen? Wenn ihr Struktur hört, an was denkt ihr?

360 B2: Strukturiert ist ja meistens was Geregelteres, was Festgesetztes. Also für mich, wenn jemand sagt so: "Ja, du bist gut strukturiert" oder "**strukturiere deinen Plan, deine Arbeit**". Das heißt ja, dass man sich da letztendlich darüber Gedanken macht und eben sich **einen Aufbau macht, wie man das abarbeiten möchte** und somit eine Struktur aufbaut, die für einen am besten ist.
Und das ist eben jetzt keine festgelegte Struktur, weil Natur kann meistens selten... Wasser fließt ja immer, hat verschiedenste Einflüsse, den Menschen, Wind, Mondphasen und sowas als Einfluss. Deswegen wird die Natur wahrscheinlich jetzt nicht geplant (lacht) strukturiert und gesagt wird: "Heute möchte ich den **Sand wie ein Herz aussehen lassen und morgen wie ein Kreis**". Da entstehen eben Strukturen, aber das meist ungewollt.

Das Zeichnen des Logos ist für die Rekonstruktion der Prototypen sehr aufschlussreich. Hier treten die bereits genannten Prototypen erneut auf: Zunächst Strukturen im Sinne von einem Arbeitsplan, der abzuarbeiten sei. Schließlich werden sowohl Wolken als auch Sand in das Logo eingefügt. Aber auch viele neue Formen halten Einzug in ihre Zeichnung. Hierzu zählen geometrische Formen wie ein Kreis, ein Dreieck, ein Viereck, eine Pyramide und auch eine Anordnung von Karos auf einem Karopapier.

409, I: Dann gehen wir nochmals in eure kreative Ader zurück. Ihr seid wieder in
411 einer Werbeagentur. Jetzt dürft ihr ein Logo zum Thema Strukturen und Strukturbildung erfinden.

410, B1: **Struktur wäre für mich ein Plan im Sinne von strukturiert sein, als ob**
412 **du eine Liste abarbeiten musst.**

413 B2: Für mich ist strukturiert...

414 I: Nein, nicht strukturiert, sondern Struktur/Strukturbildung.

415 B2: Struktur/Strukturbildung. Wir können wieder unsere Elemente am Rand machen, weil die alle Strukturen bilden können.

416	B1: Mich erinnert Struktur aber auch an Steine, die unterschiedlich aufgebaut sind.
417, 419	B2: Ja, das können wir ja mit unserem Sand wieder machen. Und für mich ist Struktur aber auch trotzdem einfach so... das erste, wo ich an Struktur denke, ist eben an so Karopapier . Denn das hat für mich eine bestimmte Struktur. Also wir machen wieder unseren berühmten Kreis .
420, 422	B1: Man könnte ja so einen Kreis machen, dann können die so ein Karomuster da reinmachen. Und dann malst du aber auch nur bestimmte Felder an, die du aber auch im bestimmten Abstand jeweils auch einfärbst. Warum soll das eigentlich ein Kreis sein? Das könnte auch viereckig sein oder dreieckig .
425	B2: Da haben wir ganz viele verschiedene Strukturen. Denn wir haben erst eine runde Struktur , dann machen wir unsere Karos . Machst du wieder Struktur?
426	B1: Ja, gleich. Willst du eine kleinere Struktur haben oder eine größere?
427	B2: Ist alles gut, und dann darf ich hier wieder mein Wasser malen, weil Wasser Strukturen machen kann.
428	B1: Ich möchte aber noch ein Karomuster reinmachen.
429	B2: Ja, genau.
430	B1: Dann schreiben wir aber Fett durch die Mitte Struktur. Weil das ist dann so ein Bruch der Struktur.
431	B2: Oh, das ist krass. Da kann man gut interpretieren.
438	B1: Jetzt könntest du auch noch richtig fail so eine Linie da reinmachen. Dann unterbrichst du das auch noch mal. Dann hast du eine Spiegelung der Struktur.
439, 443	B2: Du musst deine Wolke wieder malen. So krass, wenn ich hier wieder meine Pyramide habe. Dann haben wir zweimal Struktur . Wollen wir hier oben eine Hand hinmalen? Denn auch der Mensch kann Struktur erstellen im Gegensatz zu unserer Strömung.
444	B1: Hm (bejahend).
445, 449	B2: Ich mal ein Männchen hin. Ein Männchen erstellt die Struktur mit einem Pinsel.

Ferner nennen die Befragten Sandburgen als typische Strukturen. Ein weiteres eigens ausgewähltes Beispiel von Strukturen, das nicht auf einem der Bilder zu erkennen ist, sind Eisblumen, die bei Frost entweder auf einem Fenster oder auf einer Seifenblase zu beobachten sind.

387	I: Sind euch denn Strukturen oder Strukturbildungen begegnet, die man auf keinem der Bilder sehen kann? Und wie sahen die aus? Habt ihr vielleicht schon mal selbst Strukturen erzeugt?
388	B2: Kunstunterricht.
389	B1: Kunst höchstens.
390	B2: Jeder hat schon mal eine Sandburg gebaut, würd ich sagen. Und eben

	Strukturen könnten Eisblumen am Fenster sein.
391	B1: (Lacht) Eisblumen ?
392	B2: Ja, denn zuerst hat es geregnet und die äußere Gewalt, die sozusagen eindringt, ist der Frost und dadurch macht er eben ein festes, strukturiertes Bild, z. B. wenn Seifenblasen draußen frieren oder so. Also machen die so Eisblumen. Und das ist für mich eine Struktur, die von der Natur festgelegt worden ist. Und die sieht man hier nirgendwo.
393	B1: Dass die Blumen dann entstehen.
394	B2: Ja.

Aus den Äußerungen der Befragten lassen sich die folgenden Begriffsprototypen von Strukturen rekonstruieren.

Tab. 42: Kategorie J2A-SR-P zu Prototypen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strukturen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strukturen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strukturen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„[...] wenn Seifenblasen draußen frieren oder so. Also machen die so Eisblumen. Und das ist für mich eine Struktur, die von der Natur festgelegt worden ist.“ (J2A, P. 392)		
Kodierte Subkategorien	J2A-SR-P1	Rippel/Priele	J2A, P. 355, 357, 360, 417, 419
	J2A-SR-P2	Sandburg	J2A, P. 390
	J2A-SR-P3	Wolkenanordnung	J2A, P. 357, 439, 443
	J2A-SR-P4	Karopapier	J2A, P. 417, 419, 420, 422, 425, 428
	J2A-SR-P5	Eisblumen auf Fenster/Seifenblase	J2A, P. 390, 391, 392, 393
	J2A-SR-P6	Geometrische Formen: Kreis /Dreieck /Viereck /Pyramide	J2A, P.417, 419, 420, 422, 425, 439, 443

22.4.9 Interview J3A

Den typischen Vertreter des Strukturbegriffs zu rekonstruieren, ist Aufgabe dieses Teiles der Begriffsbildung. Die vorgestellten Bilder von Strukturen in granularer Materie vergleicht Hanni direkt mit einem Schuhabdruck im Sand. Dieser besitze eine Ähnlichkeit zu den Rippeln, weil in beiden Fällen Vertiefungen im Sand erzeugt werden.

222	I: Das ist der Begriff, mit dem ich arbeiten würde, nämlich mit dem Begriff Strukturbildung. Man kann es Muster nennen, aber Strukturen klingt ja doch ein bisschen anders. Verbindet ihr irgendwas mit Strukturbildung? Und wenn ihr an Struktur denkt, an was denkt ihr?
223	B1: Ja, wenn ich das jetzt einmal mit Bild 5 verbinden würde, dann z. B. so einen Schuhabdruck im Sand . Da entsteht ja auch irgendwie so eine Struktur der Sohle. Und das würde ich jetzt auch noch ein bisschen mit Bild 5 verbinden, ich finde, das sieht ähnlich aus. Das ist ja auch so, dass es an manchen Stellen ein bisschen

tiefer reingeht.

Der Schuhabdruck im Sand wird auch im weiteren Verlauf des Gesprächs benannt. Auch Vertiefungen, die durch eine Harke in einem Beet entstehen oder die Spuren, die ein Reifen hinterlässt, werden als Strukturen benannt. Zusätzlich kommen die Befragten auf ein Kopfsteinpflaster und auch auf Blätter zu sprechen. Bei beiden handele es sich ebenfalls um Strukturen.

- | | |
|-------------|--|
| 245 | I: Sind euch denn ansonsten schon mal irgendwo Strukturen begegnet, die man auf den Bildern nicht sieht? |
| 246 | B1: Sowas wie ein Kopfsteinpflaster find ich jetzt auch hat eine gewisse Struktur. Ist ja auch immer gleich aussehend, immer wiederkehrend. Wenn man den Stein hat, dann kommt eine Ritze und dann kommt der nächste Stein. Das sieht dann auch aus wie so eine Struktur. |
| 247 | B2: Blätter haben auch eine Struktur. Weil die ja meistens in der Mitte noch irgendwie so einen Strich haben und dann gehen da so ganz viel von ab und so. |
| 248 | I: Ja, habt ihr denn schon mal selbst irgendwelche Strukturen erzeugt und wie? |
| 249,
251 | B1: Mit einem Schuh. Wenn ich damit in den Sand getreten bin, gab es auch sowas wie eine Struktur im Sand. Also von der Sohle halt. Das ist jetzt sohlenabhängig, aber manchmal sieht das aus wie eine Struktur. |
| 252 | B2: Oder wenn man den Garten harkt, also ein Beet, dann entsteht auch eine Struktur. |
| 253 | B1: Oder mit einem Reifen zum Beispiel. |

Beim Zeichnen des Logos entscheiden sich die Befragten für zwei Oberflächenzeichnungen: Zum einen ein Schachbrettmuster und zum anderen ein Hashtag, also ein Doppelkreuz.

- | | |
|---------------------|---|
| 254 | I: Dann können wir jetzt nochmal wieder zum Malen kommen. Was ihr für Strömungen gemacht habt, dürft ihr noch einmal für die Strukturen machen. Einmal noch ein schönes Logo entwerfen, ein kurzes. |
| 255 | B1: Das kannst du machen. |
| 256 | B2: Oh Gott, ok. |
| 257 | B1: Ich find sowas wie ein Hashtag ist für mich auch so eine Struktur, zwar in klein, aber das kann man ja ein bisschen größer machen. Oder sowas wie ein Schachbrett . |
| 258,
261,
263 | B2: Ein Hashtag in einem Schachbrett . Soll ich das zeichnen? Weil ich kann das nicht so gut, glaub ich. Wird aber kein schönes. Jetzt sieht es aus wie ein Zaun (lacht). Ich mach jetzt einfach so Quadrate. |

Im Gesprächsverlauf wählen die Befragten des Öfteren als Beispiel die auf den Bildern 5 und 9 abgebildeten Wolken- (Kelvin-Helmholtz-Instabilität) und Rippelstrukturen aus, um die Merkmale von Strukturen sprachlich herauszuarbeiten. Damit erfüllen sie die Funktion von Prototypen für Strukturen.

- 293 I: Und was glaubst du, was der Grund ist dafür, dass sich Strukturen bilden?
- 294 B2: Ich würd halt auch sagen, dass alles irgendwie eine Struktur hat, **z. B. auf 9 und 5** sind das jetzt so besondere Strukturen, die halt irgendwie durch Wind oder andere Einwirkungen geschehen.

Konkret werden auf Basis der Analyse die folgenden Prototypen nachgezeichnet:

Tab. 43: Kategorie J3A-SR-P zu Prototypen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strukturen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strukturen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die aus ihrer Sicht die charakteristischen Merkmale von Strukturen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Mit einem Schuh. Wenn ich damit in den Sand getreten bin, gab es auch sowas wie eine Struktur im Sand.“ Also von der Sohle halt. (J3A, P. 249, 251)		
Kodierte Subkategorien	J3A-SR-P1	Schuhabdruck	J3A, P. 223, 249, 251
	J3A-SR-P2	Pflasterung	J3A, P. 246
	J3A-SR-P3	Blatt	J3A, P. 247
	J3A-SR-P4	Harkenspuren	J3A, P. 252
	J3A-SR-P5	Fahrspuren/Reifenspuren	J3A, P. 253
	J3A-SR-P6	Hashtag	J3A, P. 257, 258, 261, 263
	J3A-SR-P7	Schachbrett	J3A, P. 257, 258, 261, 263
	J3A-SR-P8	Wolkenanordnung	J3A, P. 294
	J3A-SR-P9	Rippel	J3A, P. 294

22.4.10 Interview J4A

Den typischen Vertreter des Strukturbegriffs zu rekonstruieren, ist Aufgabe dieses Teiles der Begriffsbildung. Hierbei werden vor allem von den Befragten selbstgewählte Beispiele als Prototypen klassifiziert oder aber Beispiele, die auf den Fotos sind, und von den Befragten mehrfach als Strukturen klassifiziert werden, also von ihnen angenommen wurden. Sand spielt aus der Sicht von Sebastian und Stephanie in mehrerlei Hinsicht eine Rolle bei Strukturen. Zum einen beziehen sie sich auf Strukturen, die am Strand durch die Gezeiten entstanden sind, also auf Rippel und Priele. Zum anderen benennen sie aber auch eine Sandburg als selbstgewähltes Beispiel für eine beeinflussbare Struktur. Und auch Sand selbst verfüge, ohne in Anordnungen von Sand zu denken, über eine Struktur.

- 174 B1: **Und hier die Struktur, das ist halt auch durch die Strömung entstanden, halt so wie das Wasser abgeflossen ist, wegen der Gezeiten.**

- 250 B2: **Ja, aber wenn man jetzt wieder Sand nimmt, das hat eine Struktur.** Dann vielleicht nichts Materielles. Es ist schwierig zu beschreiben, finde ich.

- 271 I: Ja stimmt. Seht ihr denn irgendwo Strukturen auf den Bildern, die man beeinflussen kann?

- 272 B1: **Ja, die Sandburg.**

Zusätzlich werden auch die Anordnungen von Wolken immer wieder im Gespräch als Beispiele von Strukturen herangezogen, um mit ihnen die Merkmale zu verdeutlichen, die die Befragten deutlich machen möchten.

177 B1: Halt wie diese Furchen, einfach so Priele, so kleine Miniflüsschen. **Und Wolken...** [überlappend].

178 B2: ...**wenn der Wind halt so, die in die Form...**

179 B1: Dadurch entsteht ja auch diese **Wolkenstruktur**. Und das ist da ja das Gleiche: wenn sich da neue Knospen bilden. Das sind da oben ja die kleinen, wenn die immer größer werden, verändert sich die Struktur ja auch. Also immer weiter.

192 B2: Bei den Wolken hatten wir die Bilder zusammengepackt, weil da eben die **Struktur der Wolken** sich so verändert.

266 B1: Ja und auch Bild 7 – halt das mit den Wolken – dass durch diese warme und kalte Luft, dadurch entsteht das ja auch und dann entsteht ja der Wind und durch den Wind entstehen halt diese **Wolkenstrukturen**, weil sie dann dahin gepustet werden und das dann gerade so aussieht, weil sie in dem Moment abfotografiert werden.

Bei einem Haus handelt es sich für Sebastian und Stephanie eindeutig um eine Struktur. Das sei eine Struktur, die man direkt anfassen könne. Und auch im späteren Verlauf wird das Haus als Beispiel für eine Struktur herangezogen, die man verändern kann. An dieser Stelle gibt es einen Überlapp zu Strukturen, die durch Legosteine gebildet werden. Das sei ebenfalls eine Struktur schlechthin, denn dort verbinden sich viele Einzelteile zu einem strukturierten Ganzen.

186 I: Bild 23. Ok, welche Bilder würdet ihr denn noch dazu packen, wenn jetzt der Oberbegriff Struktur ist, oder Strukturbildung?

187 B: **Das Haus, also eindeutig das Haus.**

241 B2: Ich mal einfach die verschiedenen Facetten der Struktur. **Einmal Struktur, so Häuser, die man anfassen kann**, das eine Struktur hat oder wie das Reifenprofil. Dann zusätzlich noch Struktur, wenn etwas strukturiert ist, irgendein Kästchen oder so, was immer wieder gleich angeordnet ist.

276 B1: Ja, oder halt hier sowas: Beim **Haus** kannst du es ja ganz direkt beeinflussen, wenn du es einfach anders planst, als es ist. Oder die Farben umstellst oder so vermischt.

189 B1: Also ich würde auch so sagen, wie bei Strömung, dass es auch so irgendwie gleichförmig ist, aber auch stabil: Papa hat früher immer gesagt: verbundbar. **Wenn man so Lego gebaut hat, dass die Steine übereinander greifen und dass deshalb eine Struktur entsteht und hält.** Und so, würde ich auch sagen, dass irgendwie so Verbindungen entstehen, die dann stabil genug sind, dass sich daraus diese Struktur dann entwickeln kann.

198 B: Ja, da könnte man jetzt **Struktur mit dem Legohaus...** Irgendwie hat Wasser ja auch eine Struktur, aber nicht so offensichtlich. Bei Struktur kann man auch sagen, dass es geordnet ist. Wenn sich die Struktur verändert, dann ist ja diese Struktur, die vorher da war, weg. Also dann gibt es ja nichts mehr.

Als typisches Beispiel für Strukturen nennt Stephanie einen gehäkelten Schal, da sich dieser durch eine gleiche Strukturabfolge auszeichne. Entsprechend handele es sich bei einem solchen Schal auch um eine Struktur, die sie selbst erzeugt habe.

230 B1: **Wenn man einen Schal häkelt, dann ist das ja auch immer die gleiche Strukturabfolge an diesen Kettelchen da.** Halt so sonst kann man das auch so ganz theoretisch fassen. Struktur ist ja auch, dass wir **jeden Tag aufstehen und zur Schule gehen.** Das ist ja auch Struktur.

232 I: Habt ihr schon mal selbst irgendwo eine Struktur erzeugt? Habt ihr selbst irgendwas gemacht?

233 B: **Einen Schaal gehäkelt.**

Auch Pflanzen im Allgemeinen und der auf den Bildern dargestellte Romanesco ist für die Befragten eine Struktur. Sie gehört zur Kategorie der Strukturen, die sich im Laufe der Zeit verändern, weil eine Pflanze wächst und damit die Struktur der Knospe in eine Struktur der Blüte übergehe.

190 B2: Ja, eine **Struktur kann sich auch verändern. Wie hier z.B. bei dem, wo wir gesagt haben: von der Knospe zur Blüte.** Das verändert sich halt.

265 B2: Ich würde sagen, z. B. **auf Bild 23, da ist halt auch so ein Oberflächenstruktur. Das ist ja auch strukturiert in dem Sinne, dass es geordnet ist. Hat ja so ein wiederkehrendes Muster mit diesen kleinen Tannen, sag ich mal.** Und das wächst einfach so, von der Natur so vorgegeben.

275 B2: Irgendwelche Biologen können bestimmt auch die **Struktur von so einer Pflanze** beeinflussen.

Als von den Befragten selbstgewählte Beispiele für Strukturen werden ferner Pflastermuster, Reifenprofile, Karomuster, Holz, aber auch die Unterteilung der Schule in Schulfächer sowie Wochenzeitpläne genannt.

241 B2: Ich mal einfach die verschiedenen Facetten der Struktur. Einmal Struktur, so Häuser, die man anfassen kann, **das eine Struktur hat oder wie das Reifenprofil.** Dann zusätzlich noch Struktur, wenn etwas strukturiert ist, irgendein Kästchen oder so, was immer wieder gleich angeordnet ist.

231 B: Geregelt, strukturiert, also geordnet. **Also unsere Schulsachen in allen Fächern, das ist ja auch strukturiert.** Zum Beispiel so ein **Pflastermuster**, das ist ja auch immer gleich, wie so gepflastert wird, hat auch also auch eine Struktur. So

eine Idee dahinter, so ein Prinzip, so eine Regel. Vielleicht auch so **ein Reifenprofil**, das ist ja auch so eine gewisse Struktur, die so besonders gut aufliegt – für Sommer- und für Winterreifen. Das passt sich ja auch an, an den Untergrund. Dafür ist diese Struktur ja da, dass das halt sich möglichst gut anpassen kann.

235 B2: Struktur sind ja so zwei Sachen. Also einmal entweder strukturiert, also so Struktur, ist alles so gleich. Wie so ein **Karomuster**, keine Ahnung, das ist strukturiert.

237 B2: Oder Struktur kann man auch sagen, wenn man **Holz** hat, hat ja auch eine Struktur. Hat ja mehrere Bedeutungen, würde ich sagen.

240 B1: Vielleicht so einen **Wochenzeitplan**, oder so?

Konkret werden auf Basis der Analyse die folgenden Prototypen nachgezeichnet:

Tab. 44: Kategorie J4A-SR-P zu Prototypen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Prototypen für Strukturen		
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn sich die Befragten zur Verdeutlichung von Strukturen auf konkrete Beispiele beziehen, die ihnen bekannt sind und die, ihrer Meinung nach, die charakteristischen Merkmale von Strukturen repräsentieren.		
Ankerbeispiele	„Mit einem Schuh. Wenn ich damit in den Sand getreten bin, gab es auch sowas wie eine Struktur im Sand. Also von der Sohle halt.“ (J3A, P. 249, 251)		
Kodierte Subkategorien	J4A-SR-P1	Rippel/Priele	J4A, P. 174
	J4A-SR-P2	Sandburg	J4A, P. 272
	J4A-SR-P3	Sand	J4A, P. 250
	J4A-SR-P4	Wolken	J4A, P. 177, 178, 179, 192, 266
	J4A-SR-P5	Haus	J4A, P. 187, 241, 276, 198
	J4A-SR-P6	Legogebilde	J4A, P. 189, 198
	J4A-SR-P7	Gehäkeltes	J4A, P. 230, 233
	J4A-SR-P8	Pflanzen/ Romanesco	J4A, P. 190, 265, 275
	J4A-SR-P10	Pflasterung	J4A, P. 231
	J4A-SR-P11	Reifenprofil	J4A, P. 231, 241
	J4A-SR-P12	Schulfächer	J4A, P. 231
	J4A-SR-P13	Karomuster	J4A, P. 235
	J4A-SR-P14	Holz	J4A, P. 237
	J4A-SR-P15	Zeitplan	J4A, P. 240

22.5 Auswertungen zu Erklärungen: Strömungen (Allgemein)

22.5.1 Interview E1A

Im Folgenden werden die Vorstellungen der Probandin Sandra (Codename) dargelegt. Die Entstehung von Strömungen beschreibt Sandra im Wesentlichen anhand gravitativer Wechselwirkungen. Sie spricht von den Gezeiten und erläutert, dass diese durch die Anziehungskraft des Mondes hervorgerufen werden. Da sie auch von den Mondphasen spricht, bringt sie ebenfalls den Einfluss der Sonne ins Spiel, ohne diesen explizit zu erwähnen. Sie ist sich anscheinend bewusst, dass die Mondphasen einen Einfluss auf die Gezeiten haben, begründet dies aber nicht näher. Neben der Gravitation eines anderen Himmelskörpers wird auch die Anziehungskraft der Erde implizit als Ursache für das Auftreten von Strömungen angesehen: Sandra weiß, dass Strömungen wegen Höhenunterschieden entstehen und nennt als Beispiel Wasser, das einen Berg hinabfließt. Darüber hinaus thematisiert Sandra auch auf die Veränderung von Strömungen durch die Wechselwirkung mit ihrer Umgebung. Sie erläutert, dass bei einer Verengung eines durchströmten Bereichs ein schnellerer Durchfluss des Wassers resultiere, also eine schnellere Strömung.

75 I: Ok, jetzt kommen wir auch schon so ein bisschen zu dem Erklärbegriff, sage ich mal. Was glaubst du, wie kommt es zu solchen Strömungen?

76 B: Bei Wasser jetzt im Wattenmeer bei **Ebbe und Flut** haben wir die **Gezeiten**, hervorgerufen durch den **Mond** oder durch die **Mondphasen**, die **Anziehungskraft eben des Mondes**. Ansonsten wenn **Wasser fließt, ein Berg ab** zum Beispiel, und der **Bach oder die Rinne oder der Kanal verengt sich, dann haben wir halt einen schnelleren Durchfluss, eine schnellere Strömung in dem Sinne**. Also wenn es sich baulich verändert.

Im Zuge von Fragen, die vom Aufhalten einer Strömung handeln, berichtet die Probandin erneut von der Landschaft und auch vom Meeresuntergrund, die durch ihre Beschaffenheit Strömungsintensitäten verändern. Als Beispiel benennt Sandra das Wattenmeer, dass durch seine Flachheit gegenüber der schottischen Region keine hohen Strömungsintensitäten erlaube.

77 I: Könnte man Strömung vielleicht aufhalten? Oder wie könnte man Strömung aufhalten?

78 B: Durch Deiche und durch Dämme, durch Stauseen, Staudämme, Stauwehre, in dem Sinne.

79 I: Könnte die Natur denn auch Einfluss darauf haben? Also, dass die Natur sozusagen irgendwie Strömung aufhalten oder vermindern oder verstärken könnte?

80, B: Was ist jetzt der Begriff Natur für dich? Natürliche Landschaftsformen, oder?
82

83 I: Zum Beispiel, hm (bejahend).

84 B: Ja sicherlich, also wenn ich da an **Schottland** denke, wo man dieses Gezeitenkraftwerk gebaut hat, da sind ja **durch die Landschaft oder durch diesen Meeresuntergrund extreme Strömungen**. Und an anderer Stelle, **hier im Wattenmeer, haben wir ein ziemlich flaches Meer oder eine ziemlich flache Zone, wo zwar auch Strömung herrscht, aber ja nicht in der Intensität**. Also, das ist

natürlich gegeben oder durch die Natur gegeben.

Aus den Äußerungen von Sandra lassen sich die folgenden Grundideen zur Entstehung und Beeinflussung von Strömungen nachzeichnen:

Tab. 51: Kategorie E1A-SG-A zu Erklärungen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strömungen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strömungen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„[...] oder der Kanal verengt sich, dann haben wir halt einen schnelleren Durchfluss, eine schnellere Strömung in dem Sinne.“ (E1A, P. 76)	
Kodierte Subkategorien		
E1A-SG-A1	Strömungen entstehen durch die Anziehungskraft des Mondes.	E1A, P. 76
E1A-SG-A2	Strömungen entstehen, wenn Wasser sich zu einem Ort mit geringerer Höhe bewegen kann.	E1A, P. 76
E1A-SG-A3	Strömungen werden von Mondphasen beeinflusst.	E1A, P. 76
E1A-SG-A4	Je stärker sich ein durchflossener Bereich verengt, desto schneller werden Strömungen.	E1A, P. 76
E1A-SG-A5	Je flacher ein durchströmtes Gebiet ist, desto weniger intensiv sind Strömungen.	E1A, P. 84

22.5.2 Interview E2A

Im Folgenden werden die Vorstellungen des Probanden Heinz (Codename) zur Entstehung und Beeinflussung von Strömungen in Interview E2A rekonstruiert. Ähnlich wie bereits im Interview J5A wird die Grundidee deutlich, dass zur Erzeugung einer Strömung, also einer Bewegung, wiederum eine andere Bewegung nötig ist, die sich auf entweder Luft oder Wasser überträgt. Heinz spricht diesbezüglich von der Rotation der Erde: Die Bewegung der Erde Sorge dafür, dass eine Strömung entstehe. Wasserströmungen können darüber hinaus durch eine bereits vorhandene Bewegung der Luft, also durch Wind, erzeugt oder gar verstärkt werden.

107 I: Ok, dann kommen wir jetzt so ein bisschen zum Erklären. Wie kommt es zu Strömung? Was ist der Grund dafür, dass solche Strömungen entstehen?

110 B: Am Meer ist es zum Beispiel so, dass es **durch die Erdrotation** Bewegung gibt. **Und je nachdem, ob zum Beispiel noch der Wind dazu kommt werden Strömungen erzeugt oder verstärkt.**

An weiteren Stellen im Gespräch wird das Prinzip der Übertragung von Bewegung deutlich. So gibt Heinz an, dass eine Strömung entstehe, wenn sich ein Mensch bewege, da hierdurch Luft verdrängt werde. Von Verdrängung spricht Hans ebenfalls, als er das Bild eines Vogelschwarms betrachtet. Er ordnet dies dem Begriff der Strömung zu, weil die sich bewegendenden Vögel Luft verdrängen und somit eine Luftströmung hervorrufen.

24 I: Hast du schon selbst Strömungen erzeugt?

25, 27 B: Ich glaube, so **ein bisschen Strömung erzeugt jeder, wenn er durch die Gegend läuft und einfach Luft verdrängt.** Würde ich spontan so sagen. Aber nicht bewusst, nicht mit Vorsatz.

75 I: Welche Bilder davon würdest du dem Begriff der Strömung zuordnen?

76 B: Soll ich die Nummer sagen?

77 I: Du kannst die einfach so rauslegen, musst du gar nicht erst die Nummer sagen. Die, denen du Strömung zuordnest, kannst du bei dir behalten und die andern legst du raus.

78 B: **Die verdrängen ja auch die Vögel, ne?**

79 I: Deine Ansicht (lacht).

Aus den Aussagen von Heinz lassen sich die folgenden allgemeinen Ideen zur Entstehung und Beeinflussung von Strömungen nachzeichnen:

Tab. 53: Kategorie E2A-SG-A zu Erklärungen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strömungen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strömungen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Ich glaube, so ein bisschen Strömung erzeugt jeder, wenn er durch die Gegend läuft und einfach Luft verdrängt.“ (E2A, P. 25, 27, 78)	
Kodierte Subkategorien		
E2A-SG-A1	Strömungen entstehen durch die Rotation der Erde.	E2A, P. 110
E2A-SG-A2	Das Wirken des Windes erzeugt oder verstärkt Wasserströmungen.	E2A, P. 110
E2A-SG-A3	Die Verdrängung sich bewegender Objekte/Lebewesen führt zu Luftströmungen.	E2A, P. 25, 27, 78

22.5.3 Interview E3A

Im Folgenden werden die Vorstellungen der Probandin Martina (Codename) zur Entstehung und Beeinflussung von Strömungen in Interview E3A rekonstruiert. Bemerkenswert ist, dass Martina eine Unvereinbarkeit vermutet, wo keine existiert: Sie gibt an, dass durch Wind eine Bewegung in der Luft entstehe, obwohl es sich bei der Bewegung von Luft um Wind handelt. Ferner erklärt sie das Entstehen einer Wasserströmung anhand einer bereits vorhandenen Strömung in der Luft. Sie vermischt dies mit der Flut und gibt, bei der Aufgabe eine Strömung zu erklären, an, dass sich bewegte Luft auf das während einer Flut eintreffende Wasser auswirke.

53 I: Wie würdest du jemandem Strömung erklären?

54 B: Einem Kind oder einem anderen Erwachsenen?

55 I: Kind oder Erwachsener, also wenn du jetzt irgendwo was siehst und der nicht weiß, was das ist, dann erklärst du dem das, was da ist, also was da passiert.

56 B: Das ist ein bisschen schwierig. Das ist ein schwieriger Begriff zu erklären. Ich glaube, man umschreibt das zwar, aber wirklich erklären tut man das dann demjenigen nicht so wirklich. Einem fehlt in dem Moment wirklich das richtige Fachwissen.

Wenn man dann sagt: „**Durch Wind entsteht jetzt eine Bewegung in der Luft und die wirkt sich auf Wasser aus, was bei der Flut hineineinläuft, also auf das Meerwasser, das hereinkommt.**

Das kann man vielleicht einem kleinen Kind so erklären. **Aber ob das die richtige Erklärung für Strömung ist, wage ich zu bezweifeln.**

Des Weiteren nennt Martina die Erddrehung als Ursache für die Erzeugung von Strömungen. Sie nennt ebenfalls Sonne und Wetter, ohne dies näher zu spezifizieren.

61, I: Könntest du denn auch eine Definition für Strömung aufschreiben? Ich habe
63, hier einen Zettel.
65

70 B: **Durch Wetter, Sonne und Erddrehung entsteht eine Bewegung des Wassers und der Luft.**

71 I: Könntest du das irgendwie ein bisschen genauer erklären, wie du darauf jetzt gekommen bist oder wie du das jetzt siehst?

72 B: Durch das Gespräch jetzt und durch Nachdenken **sehe ich in dem Begriff „Strömung“ alles, was sich auf der Erde irgendwie durch Wettereinflüsse, durch Sonne, durch die Erddrehung bewegt.** Das hat auch Einfluss auf die Strömung, Strömung von Wind und Wasser, Luft.

Im weiteren Gesprächsverlauf kommt Martina stets auf diese drei Aspekte zu sprechen, spezifiziert hinsichtlich der Erddrehung allerdings, dass sie damit die Bewegung der Erde um die Sonne meine. Ferner erläutert sie, dass durch Wetter eine Bewegung von Luft und Wasser entstehe, obwohl die Bewegung von Wasser und Luft das Wetter erst ausmacht. Abermals erklärt sie, dass eine bereits bestehende Strömung in der Luft, z. B. in Form von Passatwinden, mit Wasser wechselwirke und so eine Strömung im Wasser erzeuge.

- 211, I: Ok, alles klar. Was glaubst du denn, wie es zu Strömungen kommt, die wir
213 jetzt so ein bisschen kennengelernt haben? Was ist der Grund für solche Strömungen?
- 214 B: Einmal durch die **Erdbewegung**, dass wir uns um die **Sonne** drehen und dass es **verschiedene Winde** gibt in verschiedenen Regionen auf der Welt. Es gibt ja zwischen dem nördlichen und südlichen Polarkreis verschiedene **Passatwinde**, **die dann das Wasser beeinflussen**. Auch **Windrichtungen geben irgendwelche Strömungen vor**. Und die bewegen dann natürlich auch Hochs und Tiefs und prägen das Wetter auf der ganzen Erde.

Aus den Aussagen von Martina lassen sich die folgenden Ideen zur Entstehung und Beeinflussung von Strömungen nachzeichnen:

Tab. 55: Kategorie E3A-SG-A zu Erklärungen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strömungen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strömungen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Durch Wetter, Sonne und Erddrehung entsteht eine Bewegung des Wassers und der Luft.“ (E3A, P. 70)	
Kodierte Subkategorien		
E3A-SG-A1	Strömungen entstehen durch die Bewegung der Erde um die Sonne.	E3A, P. 214
E3A-SG-A2	Strömungen entstehen durch das Wetter.	E3A, P. 70, 72
E3A-SG-A3	Strömungen im Wasser entstehen durch das Wirken des Windes.	E3A, P. 56, 214
E3A-SG-A4	Durch Wind entsteht eine Bewegung der Luft.	E3A, P. 56

22.5.4 Interview S1A

Im Folgenden werden die Vorstellungen der Probandin Hannah (Codename) zur Entstehung und Beeinflussung von Strömungen in Interview S1A rekonstruiert. Strömungen, die Hannah selbst erzeugt, entstehen dadurch, dass sie beim Gießen von Pflanzen einen Kanal öffnet und das Wasser laufen lässt. Sie entfernt also eine vorhandene Barriere und ermöglicht dem Wasser so weiterzufließen. Eine Luftströmung erzeugt Hannah, wenn sie mit dem Fahrrad fährt. Das Äquivalent erlebt sie, wenn ein LKW nahe an ihr vorbeifährt und sie dann die sich dadurch bewegende Luft spürt, die ihr das Vorwärtskommen auf ihrem Fahrrad erschwert. Dies ist beides als Verdrängung der Luft durch sich bewegende Objekte anzusehen.

73 I: Selbst schon mal Strömungen erzeugt?

74, B: Wasserströmung auf jeden Fall, wenn ich draußen die Pflanzen wässere, **dann**
 76, **mach ich den Kanal auf und erzeuge eine Wasserströmung. Windströmung**
 78 **erzeugt man auch, wenn man mit dem Fahrrad schnell durch die Gegend**
fährt. Man bemerkt das besonders, wenn ich morgens zur Arbeit fahre. In letzter
 Zeit kommen mir häufig viele LKWs morgens früh entgegen. **Das merkt man**
ganz deutlich, wenn man dicht am Straßenrand fährt und es kommt dann
ein Sattelschlepper und saust an dir vorbei. Dann kriegst du richtig so einen
Schlag ins Gesicht und das Vorwärtskommen ist dann schwieriger.

Gegen Ende des ersten Interviews wird Hannah konkret nach den Ursachen von Strömungen befragt, die nicht durch ihr eigenes Zutun entstehen. Die Probandin erläutert, die Erddrehung spiele eine Rolle. Allerdings geht sie nicht weiter darauf ein und stellt keine plausible Verknüpfung zwischen dem Drehen der Erde und dem Auftreten von Strömungen. Allerdings zeigt sich hier, wie auch in den anderen Interviews, dass Bewegungen aufgeführt werden, um wiederum das Entstehen von Bewegungen (in Form von Strömungen zu erklären), denn auch bereits vorhandener Wind wird als Ursache für Wasserströmungen genannt, da dieser das Wasser im Meer antreibe. Ferner nennt sie Gezeiten als Ursache für die Wasserbewegungen in Form von Ebbe und Flut. Auch hier zeigt sich eine kleine Unschärfe, da die Gezeiten, die Wasserbewegungen infolge der Anziehungskräfte des Mondes sind, nicht jedoch deren Ursache. Zuletzt wird Hannah nach der Entstehung des Golfstroms befragt. Sie gibt an, dieser werde durch Temperaturunterschiede angetrieben.

115 Nicht schlecht, wirklich nicht schlecht. Ich glaube, das ist, wenn sich ein Fluid, also Luft oder Wasser, gesammelt irgendwie in eine Richtung bewegt. Dann spricht man von einer Strömung. Also das hast du schon ziemlich gut getroffen. Gut, du hast jetzt ja schon viele Strömungen benannt hier, auch viel auf den Bildern. Weißt du, wie es zu solchen Strömungen kommt? Also die Ursache?

116 B: Sie **müssen irgendwie angetrieben werden.** Die **Erddrehung spielt eine Rolle** und die **Winde oder auch die Gezeiten treiben das Wasser an im Meer.** Und das führt auch zu Strömungen, mal hin, mal her, **Ebbe und Flut.**

119 I: Du hast jetzt quasi einen Antrieb genannt. Das ist die Kraft von außen, der Mond zum Beispiel oder die Erddrehung. Was treibt denn den Golfstrom an?

120 B: **Temperaturunterschiede.**

Aus den Aussagen von Hannah lassen sich die folgenden allgemeinen Ideen zur Entstehung und Beeinflussung von Strömungen nachzeichnen:

Tab. 57: Kategorie S1A-SG-A zu Erklärungen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strömungen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strömungen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Wasserströmung auf jeden Fall, wenn ich draußen die Pflanzen wässere, dann mach ich den Kanal auf und erzeuge eine Wasserströmung.“ (S1A, P. 74, 76, 78)	
Kodierte Subkategorien		
S1A-SG-A1	Strömungen entstehen durch die Drehung der Erde.	S1A, P. 116
S1A-SG-A2	Wasserströmungen entstehen durch die Gezeiten.	S1A, P. 116
S1A-SG-A3	Wasserströmungen entstehen, wenn Barrieren entfernt werden, die Wasser aufhalten.	S1A, P. 74, 76, 78
S1A-SG-A4	Luftströmungen entstehen, wenn man schnell mit dem Fahrrad fährt oder wenn sich Objekte schnell an einem vorbeibewegen.	S1A, P. 74, 76, 78
S1A-SG-A5	Wasserströmungen entstehen durch das Wirken des Windes.	S1A, P. 116
S1A-SG-A6	Der Golfstrom entsteht durch Temperaturunterschiede.	S1A, P. 120

22.5.5 Interview S2A

Im Folgenden werden die Vorstellungen des Probanden Mimi (Codename) zur Entstehung und Beeinflussung von Strömungen in Interview S2A rekonstruiert. Als Mimi nach den Ursachen von Strömungen befragt wird, bleibt sie zunächst sehr vage und gibt an, diese seien durch das Wetter bedingt. Er bei stärkerem Nachfragen erklärt die Probandin, dass das Vorhandensein von warmen und kalten Luftmassen für die Erzeugung von Strömungen entscheidend sei.

337,	I: Ja, viel Energie, um da gegen den Strom irgendwie anzukommen.
339	Wir haben jetzt ja schon ein paar Strömungen benannt, die hier auf den Bildern sind. Wie kommt es überhaupt dazu? Kannst du das zu irgendwelchen Bildern hier sagen?
340	B: Das ist durch das Wetter bedingt.
341	I: Könntest du sagen, was da passiert?
342,	B: Durch kalte und warme Luftaufnahme. Kalte und warme Luft , also bei
344	denen [zeigt] bei dem hier, bei dem [zeigt] nicht.

Des Weiteren spricht sie von Motoren, z. B. einem Gebläse, das in der Lage ist, eine Bewegung der Luft zu erzeugen, die dann bereits vorhandene Strömungen verstärkt. Bemerkenswert ist, dass sie ebenfalls den Klimawandel benennt, offenbar verknüpft sie den Klimawandel mit stärkeren Strömungen.

365	I: Wie kann man die Stärke beeinflussen? Also vielleicht auch irgendwie was stärker machen?
366	B: Noch irgendwas stärker machen?
367	I: Ja.
368	B: Ja, durch Motoren.
369	I: Kann man sowas denn irgendwie bestärken? Bei (unv.) ist schon schwierig.
370	B: Bestärken? Wahrscheinlich noch mehr durch unseren Lebenswandel, also Klimawandel. Bestärken? Wenn ich bei Bild 6 noch ein Gebläse hinstelle, dann verstärke ich das ja nochmal wieder.

Aus den Aussagen von Mimi lassen sich die folgenden allgemeinen Grundideen zur Entstehung und Beeinflussung von Strömungen nachzeichnen:

Tab. 59: Kategorie S2A-SG-A zu Erklärungen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strömungen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strömungen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Durch kalte und warme Luftaufnahme. Kalte und warme Luft [...].“ (S2A, P. 342, 344)	
Kodierte Subkategorien		
S2A-SG-A1	Strömungen entstehen, wenn kalte und warme Luft vorhanden ist.	S2A, P. 342, 344
S2A-SG-A2	Strömungen werden durch den Klimawandel beeinflusst.	S2A, P. 370
S2A-SG-A3	Strömungen können mit Motoren, z. B. ein Gebläse, verstärkt werden.	S2A, P. 368

22.5.6 Interview S3A

Im Folgenden werden die Vorstellungen des Probanden Hans (Codename) zur Entstehung und Beeinflussung von Strömungen in Interview S3A rekonstruiert. Ähnlich wie in den bereits analysierten Interviews beschreibt Hans die Entstehung von Strömungen dadurch, dass Bewegung übertragen werde. Er macht dies am Beispiel eines Flusses fest: Seiner Meinung nach finge ein Fluss sehr klein an und durch Zuläufe komme immer mehr Bewegung hinein, bis ein großer Fluss entstanden sei. Die Bewegung der Zuläufe wird also auf den Fluss übertragen, der dadurch größer und intensiver wird.

227 I: Du hast jetzt schon viele Strömungen hier gesehen. Und was ist denn der Grund für Strömungen? Kannst du das sagen? Warum strömt das?

228 B1: Da ist ein gewisser Nachschub immer da. **Ein Fluss fängt ja ganz klein an in der Entstehung. Und dann durch die Zuläufe usw. kommt immer Bewegung rein. Bis es nachher ein großer Fluss wird. Dann ist Bewegung da, dann ist ein Fluss da.** Es kann ein reißender Fluss sein, es kann ein langsam fließender Fluss sein. Aber das ist ja alles Bewegung.

Dieses Prinzip der Bewegungsübertragung ist auch erkennbar, als Hans Möglichkeiten vorschlagen soll, selbst eine Strömung zu erzeugen. Er führt einen Motor in Form einer Pumpe an. Auch könne er eine Strömung mit dem eigenen Körper, mit den Füßen, erzeugen. Darüber hinaus sei es ebenso möglich, mit einem Schlauch Wasser nachzuspritzen. Durch alle genannten Möglichkeiten käme das Wasser in Bewegung. Letzteres deutet ein ebenfalls in den anderen Interviews vorhandenes Prinzip an, nämlich, dass Barrieren entfernt werden müssen, um eine Strömung zu erzeugen. Denn erst wenn der Schlauch geöffnet wird, ist eine Barriere entfernt, durch die Wasser aus dem Schlauch herausströmen kann. Das bewegte Wasser überträgt dann seine Bewegung auf Wasser, das sich z. B. ruhend in einem Pool befindet und so in Bewegung versetzt wird. Das ist auch konsistent zu der von Hans genannten Möglichkeit, Strömungen aufzuhalten: Er spricht von einem Staudamm, also einer Barriere, durch welche die Bewegung des Wassers gestoppt wird.

229 I: Und wenn du jetzt selbst eine Strömung erzeugen würdest, wie würdest du das machen? Sagen wir mal, wir haben draußen einen Pool stehen und du willst da eine Strömung reinbekommen. Wie würdest du das machen?

230, B1: **Am besten mit der Pumpe. Oder mit einem Schlauch, Wasser nach-**
232 **spritzen.** Dann kommt das auch in Bewegung. **Oder mit den Füßen.**

235 I: Kann man so eine Strömung aufhalten? Zum Beispiel an einem Fluss.

236, B1: **Durch einen Staudamm.** Aber dann hast du trotzdem anschließend wieder
238 die Bewegung.

Aus den Aussagen von Hans lassen sich die folgenden allgemeinen Ideen zur Entstehung und Beeinflussung von Strömungen nachzeichnen:

Tab. 61: Kategorie S3A-SG-A zu Erklärungen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strömungen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strömungen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Am besten mit der Pumpe. Oder mit einem Schlauch, Wasser nachspritzen. Dann kommt das auch in Bewegung. Oder mit den Füßen.“ (S3A, P. 230, 232)	
Kodierte Subkategorien		
S3A-SG-A1	Strömungen können durch eine Pumpe erzeugt werden.	S3A, P. 230, 232
S3A-SG-A2	Strömungen in einem Fluss werden erzeugt und verstärkt, wenn von außen durch Zuläufe Bewegung hineinkommt.	S3A, P. 228
S3A-SG-A3	Strömungen werden erzeugt bzw. aufgehalten, wenn Barrieren entfernt bzw. errichtet werden.	S3A, P. 230, 232, 236, 238
S3A-SG-A4	Strömungen werden erzeugt, wenn Wasser mit den Füßen oder mit sich bereits bewegendem Wasser aus einem Schlauch bewegt wird.	S3A, P. 230, 232

22.5.7 Interview J1A

Im Folgenden werden die Vorstellungen der Probanden George und Barry (Codename) zur Entstehung und Beeinflussung von Strömungen in Interview J1A rekonstruiert. Die Probanden geben an, dass Strömungen zum einen durch Druckunterschiede und zum anderen durch Höhenunterschiede erzeugt werden können. Außerdem beziehen sie sich auf die Gezeiten: Obwohl sie zunächst erklären, dass die Strömung durch den Mond zustande käme, korrigieren sie ihre Aussagen und geben zu Protokoll, dass eine Strömung durch die Gezeiten entstehe. An dieser Stelle ist eine begriffliche Unschärfe zu erkennen, weil der Begriff Gezeiten die Bewegung von Wasser beschreibt, welche durch die Anziehungskraft von Himmelskörpern hervorgerufen wird. Gezeiten sind daher nicht die Ursache für die Wasserbewegung.

411 I: Könntet ihr denn jemandem erklären, was eine Strömung ist? Wenn ihr vielleicht auf die Rückseite eine Definition von Strömung schreiben könntet, die euch vielleicht einfällt.

415 B2: Eine Bewegung.

416 B1: Bewegung, fließende Bewegung.

419 B2: **Bewegung, die durch Druck- oder Höhenunterschiede erzeugt wird.** Die durch Druck- oder Höhenunterschiede erzeugt werden kann, **aber auch durch zum Beispiel den Mond, ist ja Ebbe quasi.**

420 B1: **Ja, durch die Gezeiten halt.**

421 B2: **Gezeiten hat der Mond ja was zu tun mit. Wollen wir das schreiben?**

422 B1: **Schreib aber nicht durch den Mond, sondern durch die Gezeiten.**

423 B2: **Eine Strömung ist eine Bewegung, die durch Druck und Höhenunterschiede entstehen kann, aber auch durch die Gezeiten.**

Obwohl sie es nicht als solches benennen, ist den Probanden das Phänomen eines Tsunamis bekannt. Denn sie erklären, dass durch das Aufeinandertreffen von Kontinentalplatten Unterseebeben entstehen, die wiederum Wellen erzeugen und so für Wasserströmungen sorgen.

438, 440 B2: **Und große Wellen können auch noch entstehen durch halt Epizentren, wenn zwei Platten aufeinandertreffen, also zum Beispiel eine ozeanische Platte und eine Kontinentalplatte. Dann gibt es ja ein Epizentrum. Ist ja wie ein Erdbeben unter Wasser dann. Und dadurch können auch Wellen entstehen.**

441 B1: **Dadurch entstehen Wellen!**

Auch in diesem Interview bringen die Probanden das Prinzip der Übertragung von Bewegung an einigen Beispielen vor. Sie beschreiben eine Situation aus dem Schwimmbad: Wenn sie im Wasser in eine bestimmte Richtung laufen, dann wird das Wasser in dieselbe Richtung bewegt. Umgekehrt lassen sich Strömungen aufhalten, wenn man sich in die Gegenrichtung bewege, sodass die Bewegung des Wassers abgeschwächt wird. Sie sprechen diesbezüglich von einer Gegenkomponente. Eine analoge Situation verdeutlichen sie an einem Glas Wasser, dessen Inhalt sich in Bewegung versetzt, wenn man

hineinpustet. Hierdurch kommen sie letztlich auch auf den Wind: Dieser wirke auf Wasser, sodass Strömungen in Form von Wellen erzeugt werden.

426	I: Ihr habt viele Strömungen gesehen auf den Bildern hier. Wie kommt es denn überhaupt dazu. Ihr habt gesagt Gezeiten, ja? Wind. Wie kann das denn noch? Was kann es noch für Gründe geben? Und wie kann man das aufhalten?
427	B2: Eine Strömung aufhalten?
428	I: Ja, wie kann man eine Strömung aufhalten? Oder wie kann man die Stärke von einer Strömung vielleicht sogar auch beeinflussen?
429, 431	B2: Wenn man in dem Salü [Schwimmbad] ist, wenn man in die andere Richtung läuft, dann wird die gebremst, z. B. dieser Strudel. Oder sie wird stärker, wenn halt noch eine Person reinkommt und sie mitläuft. Ich finde das eigentlich ein ganz gutes Beispiel.
432	B1: Ja, das ist ganz gut.
433	I: Was glaubt ihr, wie die Natur das macht?
434	B1: Also durch den Wind zum Beispiel. Das passiert ja auch wenn man über das Wasser pustet. Dann bewegt sich das ja auch, als wenn du da so drin rumlaufen würdest. Also wenn das jetzt alle machen würden, an einem Glas oder so, dann würde im Glas auch ein Strudel entstehen.
435	B2: Ich glaub, man kann selbst in der Natur nicht wirklich was ausrichten, weil man braucht immer eine Gegenkomponente . Bei einer Strömung oder einer Welle, bricht es ja dadurch, dass, der Strand höher wird, dann bricht sie, wenn die auf den Strand geht und dann der obere Teil überholt quasi den unteren Teil.
436	I: Was gibt ja unterschiedlich große und starke Wellen. Dann muss die Natur ja eine Möglichkeit haben, die Stärke zu beeinflussen. Was glaubt ihr denn, wie die Natur das macht?
437	B1: Durch die Stärke des Windes zum Beispiel. Je stärker der Wind, desto höher und gewaltiger die Welle.

Das Phänomen eines Strudels erklären sie in ähnlicher Weise wie die Probandinnen in Interview J5A. Ihrer Meinung nach sind hierfür zwei verschiedene Strömung nötig, die sich aufeinander zubewegen, sich eindrehen und so in einen drehenden Bewegungsablauf gelangen.

443	I: Und was glaubt ihr, wie Strudel entstehen?
444	B2: Dadurch, dass zwei Strömungen aufeinandertreffen.
445	B1: Genau, und die dann sich halt gegenseitig...
446	B2: ... so eindrehen.
447	B1: Ja sich in einen drehenden Bewegungsablauf bringen.

Aus den Aussagen von George und Barry lassen sich die folgenden allgemeinen Ideen zur Entstehung und Beeinflussung von Strömungen nachzeichnen:

Tab. 63: Kategorie J1A-SG-A zu Erklärungen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strömungen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strömungen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Und große Wellen können auch noch entstehen durch halt Epizentren, wenn zwei Platten aufeinandertreffen, also zum Beispiel eine ozeanische Platte und eine Kontinentalplatte. Dann gibt es ja ein Epizentrum. Ist ja wie ein Erdbeben unter Wasser dann. Und dadurch können auch Wellen entstehen.“ (J1A, P. 438, 440)	
Kodierte Subkategorien		
J1A-SG-A1	Strömungen entstehen, wenn Höhenunterschiede vorliegen und sich Wasser zu einem Ort mit geringerer Höhe bewegen kann.	J1A, P. 419
J1A-SG-A2	Strömungen entstehen durch das Vorhandensein von Druckunterschieden.	J1A, P. 419
J1A-SG-A3	Strömungen entstehen durch das Aufeinandertreffen von Kontinentalplatten und daraus resultierenden Unterseebeben.	J1A, P. 438, 440, 441
J1A-SG-A4	Strömungen entstehen durch die Gezeiten.	J1A, P. 419, 420, 421, 422, 423
J1A-SG-A5	Strömungen werden verstärkt bzw. abgeschwächt, wenn sich Objekte im Wasser in bzw. gegen die Strömungsrichtung bewegen.	J1A, P. 429, 431
J1A-SG-A6	Wasserströmungen entstehen durch das Wirken des Windes oder durch Pusten in ein Wasserbehältnis.	J1A, P. 434, 437
J1A-SG-A7	Strudel entstehen, wenn zwei Strömungen aufeinandertreffen, sich eindrehen und somit in eine drehende Bewegung gezwungen werden.	J1A, P. 444, 445, 446, 447

22.5.8 Interview J2A

Im Folgenden werden die Vorstellungen der Probanden Hans und Franz (Codename) zur Entstehung und Beeinflussung von Strömungen in Interview J2A rekonstruiert. Am Anfang des Gesprächs werden zwei Varianten zur Erzeugung von Strömungen beschrieben, die auch in anderen Interviews in ähnlicher Weise genannt werden. So erklären Hans und Franz, dass eine Strömung in einem gefüllten Waschbecken entsteht, wenn der Stöpsel gezogen wird. Eine Barriere wird also entfernt und das Wasser bewegt sich zu einer Position mit geringerer Höhe als vorher. Auch beschreiben die Probanden an einem Beispiel eines dekorativen Spiels die Funktion einer Pumpe: Durch eine Kurbel werde Wasser nach oben bewegt. Dann werde eine Barriere entfernt (ein Stöpsel), sodass sich das Wasser wieder zur ursprünglichen Position mit einer geringeren Höhe bewegen kann. Dies sei als Strömung anzusehen.

149	I: Sind euch schon mal Strömungen begegnet, die man auf den Bildern nicht sehen kann oder die auf keinem der Bilder drauf sind? Wie sahen die Strömungen denn aus, die ihr dort schon mal gesehen habt? Hast du schon mal eine Strömung selbst erzeugt?
150	B1: Halt im Waschbecken, wenn man den Stöpsel gezogen hat. Dann hat man ja einen Sog, den man entstehen lässt.
151	I: Ihr habt auch hier geschrieben, ihr habt das verkleinert schon im Waschbecken gesehen oder in einer Badewanne. Was könnte es denn noch für Orte geben, wo man selbst Strömungen erzeugt hat?
152	B1: Kann man nicht einen Luftstrom entstehen lassen?
153	I: Ihr habt ja auch hier zum Beispiel gesagt, bei den beiden Bildern im Fragebogen, dass das für euch hier eigentlich Naturphänomene sind, aber dass man da von Bewegung von Massen reden kann und das auf Elemente zurückgeht. Wenn ihr mal so an "Bewegung von Massen" denkt, könntet ihr euch vorstellen, dass ihr da schon mal selbst was produziert habt?
154, 156	B2: Meine Großeltern haben bei ihrem See so eine Art Spielplatz und da drehst du irgendeine Kurbel und da kommt das Wasser hoch . Also du hast erstens unten so einen Strudel im Becken. Dann machst du die Stöpsel auf. Und dann strömt es da sozusagen aus dem Becken wieder raus und so eine ganze Bahn entlang, bis es wieder im Wasser ist . Somit habe ich also auch schon mehrere Strömungen erschaffen.
157, 160	B1: Wie eine Wasserpumpe auf dem Spielplatz.

Abermals erklären die Probanden eine Wasserströmung werde durch das Wirken des Windes erzeugt. Sie sprechen ebenfalls davon, dass das Vorhandensein von kaltem und warmem Wind entscheidend sei und bringen deshalb den Einfluss der Sonne ins Spiel. Auch hier zeigt sich eine begriffliche Unschärfe, weil scheinbar nicht die sich bereits bewegende Luft in Form von Wind, sondern Luft an sich gemeint ist. Ähnlich unscharf argumentieren sie auch in Bezug auf Ebbe und Flut, die ihrer Meinung nach durch die Mondphasen hervorgerufen werden.

284	I: Ok, wenn ich dich richtig verstanden habe, meinst du das auch mit dem Stein, oder? Weil sich der Stein ja auch, wie du sagtest, nicht bewegt.
-----	--

285	B2: Ja, mehr oder weniger, aber ich find ein See ist immer noch zu bewegungslos. Denn auch im See können halt Soge entstehen und sowas.
286	B1: Aber da muss ja auch was drauf einwirken, also z. B. Wind oder so, es muss ja irgendwas stattfinden.
287	B2: Ja, aber da haben wir ja auch das Erwärmen von Massen, von warm und kalt und sowas. Und ich glaub, da kann auch irgendwie dann ein Strudel entstehen, ich weiß es nicht.
288	B1: (Lacht) is ja mal wieder Sonneneinstrahlung.
289	B2: Das hatten wir jetzt nicht im Erdkunde-LK.

312	I: So würdet ihr jemand anderem das erklären. Es ist ja insgesamt schon mal relativ viel. Wenn ihr euch die Bilder nochmal anguckt, dann haben wir irgendwie jetzt die gerade die ganze Zeit eben sehr viele Strömungsarten gesehen. Was glaubt ihr denn, wie das überhaupt entsteht? Wie kommt es dazu, dass diese Strudel oder diese Wellen überhaupt entstehen?
313, 315	B1: Wellen entstehen ja durch Wind. Durch Windströme halt auch. Also dadurch, dass der Wind in eine Richtung das Wasser nach unten, also wegdrückt.
316, 320	B2: Wenn die dann z. B. auf Land oder so langsam auflaufen, brechen sie. Ich sage dir, das hat irgendwie noch mit warmem und kaltem Wind zu tun.
323	I: Das ist ja auch schon mal eine Idee, die man haben kann. Dann habt ihr hier im Fragebogen auch noch was von Mondphasen geschrieben. Ist das für euch auch ein Grund oder eine Ursache für die Entstehung von Strömungen? Oder ist das was anderes?
324	B1: Ich würd mal sagen, dass es was anderes ist.
325, 327	B2: Ich würd sagen, das ist nicht direkt was mit Strömung, aber es hat ja mehr oder weniger indirekt was damit zu tun. Mit Mondphasen verbindet man ja eben Ebbe und Flut. Dadurch dass das Wasser eben kommt oder nicht kommt, das Wasser strömt weg oder es kommt wieder. Und somit hat man auch eine Strömung drin.
328	B1: Ja, so hätt ich es jetzt auch gesagt. Strömung ist ja trotzdem vorhanden.

Ferner sind den Probanden Tsunamis bekannt, die infolge von Erdbeben entstehen.

329	I: Ok, was glaubt ihr denn, kann man solche Strömungen aufhalten? Nehmen wir mal eine ganz große Welle...
330	B1: Nein.
331	I: Könnte man die aufhalten? Oder diesen Strudel kann man den aufhalten?
332	B1: Nö.
333	I: Wie auf Bild 17: Glaubst du, man kann das nicht aufhalten?
334	B2: Nein, das probieren die auch mit den Tsunamiwellen . Die probieren sie

vorherzusagen und sowas. **Die entstehen ja meistens durch Erdbeben. Dass sich so bewegt, dass die Wassermassen sich immer mehr aufbauen.** Und da probiert man ja sowas vorherzusagen, aber meistens ist die Konsequenz daraus, dass die Menschen ja auch nur fliehen können und sowas. Wenn man solche Naturphänomene sehr schwer aufhalten kann, dann müsste man ja irgendwie die Wassermassen, die sich aufbauen, so stoppen können.

- 342, B2: **Um nochmal auf die Tsunamiwelle zurückzukommen: die ist ja größer**
 344 **und teilweise ja verheerender als so eine normale Welle, weil sie eben durch ein Erdbeben entsteht, wodurch Energie freigesetzt wird, wodurch sich eben das Wasser aufbaut und dann eben auf das Land zurollt.** Und da sie relativ weit von der Mitte des Meeres kommt, hat sie umso mehr Zeit, um sich aufzubauen und um mehr Wasser mitzunehmen. Und somit dann eben meistens die Stadt zu vernichten. Und so eine kleine Welle, die hat meistens nicht mehr so viel Energie.

Eine Möglichkeit, eine Strömung in Form eines Strudels aufzuhalten, besteht darin, eine Gegenbewegung zu starten, die in der Lage ist, die ursprüngliche Strömung zu kompensieren.

- 336 B2: Wenn man sich das vorstellt, dass es eben an so eine Wand klatscht, das Wasser dann so runter und dann eben zurückläuft und ohne Nebenwirkung. Und dementsprechend, glaub ich, ist es sehr schwer solche Wellen und Bewegungen, die sich erstmal aufbauen, zu stoppen. Auch bei so einem Strudel, das ist ja eine Bewegung des Wassers, die im Kreis ist und sich immer mehr aufbaut, weil immer mehr Masse dazu kommt und somit der Strudel größer werden kann. **Und um das aufzuhalten, müsste man ja eine Gegenbewegung starten, um die Wassermassen zu beruhigen. Und ich glaube, das ist unmöglich teilweise.**

- 337 B1: Ja, der Aufwand wäre viel zu hoch.

- 338 B2: Oder man bekommt es gar nicht hin.

Aus den Aussagen von George und Barry lassen sich die folgenden allgemeinen Ideen zur Entstehung und Beeinflussung von Strömungen nachzeichnen:

Tab. 65: Kategorie J2A-SG-A zu Erklärungen von Strömungen mit Subkat.

Tab. 6: Kategorie J2A-SG-A1a Erklärungen von Strömungen im Allgemeinen		
Kategorie	Erklärungen von Strömungen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strömungen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Um nochmal auf die Tsunamiwelle zurückzukommen: die ist ja größer und teilweise ja verheerender als so eine normale Welle, weil sie eben durch ein Erdbeben entsteht, wodurch Energie freigesetzt wird, wodurch sich eben das Wasser aufbaut und dann eben auf das Land zurollt.“ (J2A, P. 342, 344)	
Kodierte Subkategorien		
J2A-SG-A1	Strömungen entstehen, wenn im Waschbecken der Stöpsel gezogen wird.	J2A, P. 150

J2A-SG-A2	Strömungen können durch eine Pumpe erzeugt werden.	J2A, P. 154, 156, 157, 160
J2A-SG-A3	Strömungen entstehen, wenn Wasser zu einem Ort mit geringerer Höhe fließen kann.	J2A, P. 154, 160
J2A-SG-A4	Strömungen entstehen durch das Wirken des Windes.	J2A, P. 286, 313, 315
J2A-SG-A5	Strömungen entstehen durch das Vorhandensein kalter und warmer Luft- bzw. Wassermassen.	J2A, P. 287, 288, 316, 320
J2A-SG-A6	Strömungen, in Form von Ebbe und Flut entstehen durch die Mondphasen.	J2A, P. 325, 327
J2A-SG-A7	Strömungen infolge eines Tsunami entstehen durch Unterseebeben.	J2A, P. 334, 342, 344
J2A-SG-A8	Strudel lassen sich abschwächen, indem Objekte im Strudel in Gegenrichtung bewegt werden.	J2A, P. 336

22.5.9 Interview J3A

Im Folgenden werden die Vorstellungen der Probanden Hanni und Nanni (Codename) zur Entstehung und Beeinflussung von Strömungen in Interview J3A rekonstruiert. Hanni und Nanni bringen die Idee vor, dass sie zur Erzeugung einer Strömung in einem Pool die ganze Zeit in eine Richtung laufen müssen. Umgekehrt lässt sich eine bereits vorhandene Strömung aufhalten, wenn sie sich in eine Richtung entgegengesetzt zur Strömung bewegen, sodass jene kompensiert wird. Sie übertragen ihre Überlegungen auch auf einen Fluss und auf eine Welle. Eine Strömung in einem Fluss ließe sich aufhalten, wenn Wasser in entgegengesetzter Richtung zur Strömungsbewegung in den Fluss eingeleitet werde. Und auch bereits bewegte Luft habe eine Wirkung auf das Wasser, denn hierdurch können vorhandene Wellen verstärkt werden. Insgesamt dominiert also die Vorstellung, dass bereits vorhandene Bewegungen Strömungen auslösen, verstärken oder abschwächen können – je nach Richtung. Eine weitere Idee wird von Nanni vorgebracht, als sie erläutert, dass sich Mauern, also Barrieren, nutzen lassen, um eine Strömung zu unterbrechen. Bei kleineren Strömungen sei es auch möglich, ungleichmäßige Bewegungen in der Strömung auszuführen, um sie abzuschwächen.

144 I: Habt ihr denn schon mal Strömungen erzeugt?

145 B2: **Im Pool.**

146 B1: **Ja, im Pool.**

147 I: Und wie?

148 B1: **Wir sind in eine Richtung gelaufen, die ganze Zeit.**

149 B2: **Ja, im Kreis.**

150 B1: **Dann hatten wir eine leichte Strömung.**

202 I: Das ist in Ordnung. Glaubt ihr denn, man kann die Strömungen aufhalten?

203 B1: Hm (überlegend).

204 B2: Kommt drauf an.

205 I: Wie kann man sie aufhalten? Worauf kommt das an?

206 B2: **Wenn wir im Pool eine Strömung gemacht haben, dann muss man in die andere Richtung gehen, um die aufzuhalten.** Aber wenn das so größere Strömungen sind, dann ist das schwieriger. **Denn sozusagen in dem Fluss müsste an einer Stelle irgendwas zwischen stehen, irgendwie eine Mauer oder so, damit die Strömung da gar nicht weiterfließen kann, um die sozusagen abubrechen dann.**

207 I: Ja, was glaubst du?

208 B1: Ich denke auch, **man müsste der Strömung entgegenwirken. Also zum Beispiel, dass man in den Fluss auf der anderen Seite viel Wasser reinfließen lässt. Dadurch kann man die Strömung zumindest vielleicht langsamer machen oder schwächer oder zumindest an der Stelle dann stoppen, dass die dann da nicht weiterfließen kann. Und ich denke, bei kleineren Strömungen kann man die vielleicht auch mit ungleichmäßigen Bewegungen schon schwächer machen, wenn man da irgendwie mal in verschiedene**

	Richtungen geht. Das Wasser in alle Richtungen bewegen, dadurch kann man dann schon kleinere Strömungen kaputtmachen oder sie schwächer machen.
209	I: Ok, dann kommen wir dann zur letzten Frage: Wie glaubt ihr denn, kann die Natur oder man selbst die Stärke von diesen Strömungen beeinflussen? Du sagtest, man kann bei einem Fluss von der anderen Seite Wasser reinschütten, damit die Strömung irgendwie abgeschwächt wird. Das wäre ja so in der Art, was du selbst machen kannst. Was glaubst du denn, wie die Natur das macht? Das ist ja nicht Welle gleich stark. Es gibt ja viele verschiedene Wellen.
210, 212	B1: Ich denke, das kommt auch mit auf den Wind drauf an. Wenn der Wind auch in die Richtung weht, in der eine Strömung geht, kann der Wind die Strömung etwas verstärken. Ich denke, dadurch entstehen auch größere Wellen, wenn es einen starken Wind von See aus in Richtung Küste gibt. Dass da so das Wasser stärker in Richtung Küste gedrückt wird. Hängt ja auch vom Wind ab, wie stark da eine Welle ist. Weil wenn es windstill ist, dann gibt es ja fast gar keine oder nur kleine Wellen.

Auch am Beispiel eines sich bereits bewegenden Schiffs, das durch Verdrängung seine Bewegung an das Wasser überträgt, machen die Befragten die Entstehung von Strömungen in Form von Wellen fest.

194	I: Dann kommen wir auch gleich schon zum Ende des ersten Teils. Wir haben ja hier ganz viele Strömungen gesehen und benannt, wie die hier auf den Bildern sind. Was glaubt ihr denn, wie es überhaupt dazu kommt? Wie entsteht sowas?
195	B1: Wellen entstehen ja, weil Wasser aufeinandertrifft. Eine geht in die eine Richtung, das andere in die andere Richtung. Und ich denke, dadurch brechen die Wellen. Das ist ja, weil Wasser zur Seite geschoben wird, wenn z. B. mal ein Schiff vorbeifährt, dann wird es zur Seite geschoben, dadurch entstehen auch Wellen, weil das Wasser da verdrängt wird.
196	I: Und was glaubst du?
197	B2: Ich weiß noch nicht, was ich glaube.
198	I: Du weiß nicht, was du glaubst?
199	B2: Ne.
200	I: Hast du keine Idee, wie sowas entsteht?
201	B2: Nein.

Aus den Aussagen von Hanni und Nanni lassen sich die folgenden allgemeinen Ideen zur Entstehung und Beeinflussung von Strömungen nachzeichnen:

Tab. 67: Kategorie J3A-SG-A zu Erklärungen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strömungen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strömungen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Wenn wir im Pool eine Strömung gemacht haben, dann muss man in die andere Richtung gehen, um die aufzuhalten.“ (J3A, P. 206)	
Kodierte Subkategorien		
J3A-SG-A1	Strömungen entstehen bzw. lassen sich aufhalten, wenn man im Pool immer in die gleiche Richtung oder im Kreis bzw. in die Gegenrichtung zur Strömung läuft.	J3A, P. 145, 146, 148, 149, 150, 206
J3A-SG-A2	Strömung entstehen, wenn Schiffe im Meer umherfahren und Wasser verdrängen.	J3A, P. 195
J3A-SG-A3	Strömungen in einem Fluss lassen sich aufhalten, indem Wasser entgegengesetzt zur Strömungsrichtung im Fluss eingeleitet wird.	J3A, P. 208
J3A-SG-A4	Strömungen werden durch das Wirken des Windes verstärkt.	J3A, P. 210, 212
J3A-SG-A5	Strömungen lassen sich aufhalten, indem in der Strömung ungleichmäßige Bewegungen ausgeführt werden.	J3A, P. 208
J3A-SG-A6	Strömungen lassen sich aufhalten, indem Barrieren errichtet werden.	J3A, P. 208

22.5.10 Interview J4A

Im Folgenden werden die Vorstellungen der Probanden Stephanie und Sebastian (Code-name) zur Entstehung und Beeinflussung von Strömungen in Interview J4A rekonstruiert. Zunächst erläutern beide die Möglichkeit, im Wasser im Kreis zu rühren, sodass ein Strudel, also eine Strömung entsteht.

63 I: Ja, genau. Angenommen, ich weiß gar nicht, was eine Strömung ist, und ihr wollt mir da so ein ganz typisches Beispiel für eine Strömung zeigen.

64 B1: **Ja, dann würde ich im Wasserglas umrühren. Die Bewegung, das ist eine Strömung.**

118 I: Ja, ok, das ist so ein bisschen wie der Vogelschwarm. Kann man so was selbst erzeugen? Habt ihr schon mal selbst eine Strömung erzeugt?

119 B1: Also halt nur selbst erzeugt, wenn man halt irgendwas mit Wasser gemacht hat.

120 B2: **Wenn man jetzt in so einem Glas umrührt, entsteht ja auch ein Strudel.**

Darüber hinaus sei der Wind in der Lage, eine Strömung im Wasser zu erzeugen.

84 I: So lassen? Ok, dann gucken wir, was dazu gekommen ist. Bild 10, Bild 20, Bild 14, Bild 21, Bild 5 und Bild 16. Also die haben alle was mit Strömung zu tun. Was ist denn das, was denen gemeinsam ist? Was muss erfüllt sein, damit man da von einer Strömung spricht?

85 B2: Ich würde sagen – wenn man jetzt von einer Wasserströmung spricht – **das Wasser geht in eine bestimmte Richtung durch z.B. Wind.**

137 I: Ok. Wenn ihr jetzt jemanden erklären solltet – ihr habt jetzt ja schon eine Zeit lang über Strömung nachgedacht – was eine Strömung ist, was wäre eure Erklärung?

138 B1: Also ich würde sagen, so eine gleichförmige Bewegung in eine Richtung.

139 B2: **In der Natur zum Beispiel vom Wind.**

159 B: Und beim Wasser ist es ja auch so. **Wellen entstehen ja auch durch Wind** und mit Tsunami zum Beispiel. Das ist ja auch, wenn sich irgendwo eine Kante erst zurückzieht und dann mit Schwung nach vorne geht. Das zum Beispiel ist eher so durch Höhenunterschiede oder mit diesen Platten, wenn sich das verschiebt, dass dann halt irgendwie eine Kante entsteht. Dann hast du oben eine Kante und der hintere Teil ist quasi tiefer.

Aber auch beim Wind selbst handele es sich um eine Strömung. Aus der Sicht der Befragten sei für die Entstehung von Wind sowohl warme als auch kalte Luft notwendig. Kommen beide zusammen, dann entstehe Wind.

155 I: Das habt ihr eben auch schon mal angesprochen. Wie kommt es überhaupt zu solchen Strömungen? Wir haben jetzt verschiedene Arten von Strömungen gesehen, verschiedene Beispiele für Strömungen. Eins habt ihr vorhin schon gesagt. Mit diesen Erdplatten, die sich verschieben. Dadurch können Strömungen entstehen. Was gibt es denn noch für Ursachen für Strömungen?

156 B1: Bei Wind ist es so, dass wenn die kalte Luft wieder aufsteigt, dann vermischt sich das irgendwie. Ich weiß aber nicht ob es da schon in Bewegung gerät.

157 B2: **Warme und kalte Luft.**

158 B1: **Genau, zusammen! Dann entsteht Wind oder zumindest eine Bewegungsrichtung.** Verwechsle ich das gerade mit Wolken?

Zusätzlich werden von dem Probanden und der Probandin noch einige weitere Möglichkeiten zur Erzeugung von Strömungen im Wasser benannt. Zu einer Strömung komme es, wenn Barrieren entfernt werden, sodass das Wasser die möglich habe, zu einem Ort mit einer geringeren Höhe zu fließen.

86 B1: **Wenn das jetzt so ein Hügel ist und das fließt da runter, dann beschleunigt das ja und dann entsteht ja auch eine Strömung.** Dann fängt quasi eins so an und der Rest geht halt hinterher. Also so generell, dass sich etwas zusammen in eine Richtung bewegt.

118 I: Ja, ok, das ist so ein bisschen wie der Vogelschwarm. Kann man so was selbst erzeugen? Habt ihr schon mal selbst eine Strömung erzeugt?

119 B1: Also halt nur selbst erzeugt, wenn man halt irgendwas mit Wasser gemacht hat.

121 B: **Auch im Waschbecken, in der Badewanne: wenn man das Wasser rauslässt.**

Den Befragten ist auch bekannt, dass es Unterseebeben gibt, weil sich Kontinentalplatten übereinander schieben können, sodass es zu einer Strömung in Form eines sogenannten Tsunamis kommt.

141 B2: Das entsteht ja auch, **wenn sich so Erdplatten übereinander schieben.** So entstehen ja auch **Erdbeben unter Wasser.**

159 B: Und beim Wasser ist es ja auch so. Wellen entstehen ja auch durch Wind und **mit Tsunami zum Beispiel. Das ist ja auch, wenn sich irgendwo eine Kante erst zurückzieht und dann mit Schwung nach vorne geht. Das zum Beispiel ist eher so durch Höhenunterschiede oder mit diesen Platten, wenn sich das verschiebt, dass dann halt irgendwie eine Kante entsteht. Dann hast du oben eine Kante und der hintere Teil ist quasi tiefer.**

Da die Befragten in ihrem Interview nicht nur von Strömungen in Wasser und Luft, sondern auch von Lebewesen sprechen, führen sie für solche Strömungen als Ursache einen Gruppenzwang an.

136 B1: Wenn man das so auf Menschen überträgt, würde ich fast sagen: **Gruppenzwang**. Weil, wenn einer dahinläuft, strömen die anderen meistens immer hinterher. Das kannst du ja nicht auf die Natur anwenden, das ist halt schwer.

Aus den Aussagen von Stephanie und Sebastian lassen sich die folgenden allgemeinen Ideen zur Entstehung und Beeinflussung von Strömungen nachzeichnen:

Tab. 69: Kategorie J4A-SG-A zu Erklärungen von Strömungen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strömungen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strömungen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Wenn das jetzt so ein Hügel ist und das fließt da runter, dann beschleunigt das ja und dann entsteht ja auch eine Strömung.“ (J4A, P. 86)	
Kodierte Subkategorien		
J4A-SG-A1	Strömungen entstehen, wenn Wasser gerührt wird.	J4A, P. 64, 120
J4A-SG-A2	Strömungen im Wasser entstehen durch Wind.	J4A, P. 85, 139, 159
J4A-SG-A3	Wind entsteht, wenn warme und kalte Luft aufeinandertreffen.	J4A, P. 157, 158
J4A-SG-A4	Strömungen entstehen, wenn Barrieren entfernt werden und/oder Wasser so Orte mit einer geringeren Höhe erreichen kann.	J4A, P. 86, 121
J4A-SG-A5	Strömungen infolge eines Tsunamis entstehen durch Seebeben.	J4A, P. 141, 159
J4A-SG-A6	Strömungen von Lebewesen entstehen durch Gruppenzwang.	J4A, P. 136

22.6 Auswertungen zu Erklärungen: Strömungen (Speziell)

22.6.1 Interview E1B

Der zweite Teil zur Vorstellungsforschung im Bereich von Strömungen basiert auf dem jeweils zweiten Interview mit den Probandinnen und Probanden. In diesem Fall steht der beschriebene Versuch zur Erzeugung einer Konvektionszelle im Vordergrund. Im Versuch fokussiert Sandra von Beginn an auf das unterschiedliche Verhalten der Tinte im kalten bzw. warmen Wasser. Ihrer Ansicht nach werde sich die Tinte im warmen Wasser viel stärker in alle Richtungen ausdehnen. Im kalten Wasser werde die Tinte hingegen über längere Zeit als Tropfen zu sehen sein. Wegen des Temperaturunterschieds werde eine Bewegung, ein Fluss, zu sehen sein. Sie vermutet gar eine Rotation, weil die Probandin der Meinung ist, dass das kalte Wasser durch warmes Wasser und die Heizung angezogen werde. Hier ist also ein Aktiv-passiv-Schema zu erkennen: Warmes Wasser dehnt sich (aktiv) aus und bewegt sich damit in Richtung des kälteren Wassers. Umgekehrt wird das kalte Wasser zur warmen Seite (passiv) hinübergezogen/-gesogen. Damit begründet sie die erwartete Bewegung im gesamten Bassin.

6	B: Der Tropfen wird sich vermischen mit dem Leitungswasser, also es wird kein Tropfen bleiben, sondern zerfließen.
7	I: In eine bestimmte Richtung zerfließen?
8, 11	B: Ja, von der Heizung weg.
11	I: Und wenn ich das jetzt auf der anderen Seite mache, also bei dem Eisbecher, wenn ich da einen Tintentropfen reinmachen werde?
12	B: Wird der relativ lange stabil bleiben und stabil zu sehen sein als Tropfen.
13	I: Okay, einmal da bleibt er sozusagen an seiner Position und auf der anderen Seite fließt er weg. Hast du irgendwie eine bestimmte Höhe im Sinne? Also wird die dann allgemein gerade wegfließen oder eher unten oder oben bei der Heizung?
14	B: Vermutlich in alle Richtungen.
15	I: Also auf einer Höhe da wird es auf jeden Fall wegfließen und bei dem Eis eher zentriert stehen bleiben.
16	B: Von der Heizung weg schon, aber nicht unbedingt jetzt in eine Richtung zur Oberfläche oder nur zum Grund, sondern in alle Richtungen.
17	I: Gibt es sonst noch irgendwas, was du sonst noch erwartest oder etwas, das dazwischen passiert oder ganz unabhängig von dem, was ich gesagt habe?
18	B: Wenn das Wasser auf der rechten Seite, wo die Heizung ist, warm genug ist, also wenn sich das ganze Bassin entsprechend irgendwann erwärmt, werden wir eine Dynamik, einen Fluss reinbekommen. Also eine Rotation vielleicht vom Wasser.
19	I: Ok, in welche Richtung die Rotation?
20	B: Also von der Heizung hinüber zum Kalten und dann wieder zur Heizung.
21	I: Dass dann von dem Kühlen das Kühle dann auch wieder hinüberfließt?
22	B: Das Kühle wird hinübergezogen durch das warme Wasser.

23	I: Ok, dass sozusagen oben irgendwie das Wasser dann das warme Wasser dann hinüberzieht und zum Beispiel dann unten das Kalte dann hinübergedrückt wird oder selbst fließt?
24	B: Ja (lachen), das ist eine gute Frage. Gedrückt wird, gezogen wird, gesogen... gesogen!
25	I: Also von der Heizung sozusagen angezogen?
26, 28	B: Ja, durch die Temperaturunterschiede. Mal sehen. Gibt es auch noch mittig einen Tropfen, sagtest du das auch noch?
29	I: Nein, wir machen einmal außen an beiden Dingen gleich einen Tropfen hin.
30	B: Nein, ok.
31	I: Könntest du mir dann einmal eben diesen Fluss, den du beschrieben hast, einmal aufzeichnen, wie du dir das dann vorstellst?
32	B: Machen wir da mal so die Heizung.
33	I: Ok, einmal so sozusagen die Richtung einmal rum.
34	B: Vermutlich ist es doch genau anders rum. Mal sehen.
37	I: Wie kommst du darauf, dass so etwas passieren wird?
38	B: Durch die Temperaturunterschiede in diesem Milieu, wird es zu einer Bewegung des Wassers kommen.

Auch nach der Durchführung und Beobachtung des Versuchs, sieht sich die Befragte in ihren Annahmen bestätigt: Sie erkennt eine Bewegung der Tinte von der warmen Seite zur kalten Seite und umgekehrt. Ferner betont sie, dass sich die Tinte auf der kalten Seite des Wassers längere Zeit als kompakter, konzentrierter Tropfen bewegt, der nach unten auf den Boden des Bassins sinkt und von dort seinen Weg in Richtung Heizung fortsetzt. Einzig die Zeit bis zum Zerfließen der Tinte habe die Probandin falsch eingeschätzt, sie dachte, es ginge schneller. Erstmals bringt Sandra an dieser Stelle das Konzept der Dichte ins Spiel, das, ihrer Meinung nach, die Geschwindigkeit des Zerfließens der Tinte im Wasser begründet.

49, 51	I: Jetzt fülle ich einmal mit der Pipette hier mal einen Wassertropfen ein. Du kannst einmal erzählen, was du jetzt siehst.
52	B: Der Tropfen befindet sich im oberen Drittel des Wasserbassins und fängt jetzt an zu zerfließen. Er wird also immer größer der Tropfen. Die Richtung des Tropfens ist jetzt ein bisschen zum rechten Rand.
55	I: Kannst sonst auch von oben hier gucken.
56	B: Da hast du recht. Das, was ich vermutet habe, tritt ein. Der Tropfen nimmt also Fahrt auf und die Farbe nimmt jetzt Fahrt auf in Richtung Eis. Erst ein wenig, und der große Tropfen bleibt noch in der Nähe der Heizung, aber die Richtung ist erkennbar.
57	I: Gucken wir jetzt einmal, wenn ich jetzt auf der anderen Seite was hineintropfe, was da passiert.

58 B: **Der Tropfen ist drin, er sinkt, zerfällt auch, zerfließt auch, aber er sinkt insgesamt tiefer. Also wir haben jetzt schätzungsweise die Hälfte des Bassins erreicht und die Farbe ist immer noch stark konzentriert. Sie sinkt weiterhin. Der tiefste Punkt ist jetzt ungefähr ein Drittel vom Boden entfernt. Sie sinkt weiter, bleibt immer noch als Gebilde, als Tropfen.**

59 I: Kannst du auch hier beschreiben, was direkt an dem Becher passiert?

60 B: **Da ist ein richtiger Fluss zu sehen, also direkt an der Becherwand außen läuft Farbe direkt auf den Grund des Bassins und wandert dann rechtsseitig von mir gesehen zur Heizung.** Ja, sehr schön, sieht man ja wunderbar. Während der sonstige Tropfen noch in dem etwas kühleren Wasser als großer Tropfen, als großer Farbfleck zu erkennen ist, bewegt sich unten am Boden die Farbe weiter in Richtung Heizung. Es sieht wellenförmig aus, also in Halbkreisen, bedingt durch die Breite des Bassins. Aber auf jeden Fall wird es schneller, habe ich den Eindruck.

83 I: Ok, gab es denn einen konkreten Unterschied zwischen dem, was du erwartet hast und dem, was du jetzt gesehen hast?

84 B: **Nein, fand ich nicht.**

87 I: Immer nur so kleine Abweichungen hier mit dem Tropfen hast du ja gesagt. Das geht allgemein erst hinüber und nachher hast du dann doch gesagt, es geht doch eher so eine...

88 B: **Ich hab jetzt nicht vorausgesehen, dass die Tinte natürlich auch eine ganz andere Dichte hat als das Wasser und sie bleibt dadurch natürlich auch erstmal kompakter. Ich hatte angenommen, es würde schneller gehen, dass die Tinte zerfließt.** Das ist schon richtig.

Darauf, dass sich die Tinte auf der warmen Seite lediglich an der Oberfläche zur anderen Seite bewegt, geht Sandra zunächst nicht ein. Nachdem der Interviewende sie hierauf hinweist und eine Erklärung einfordert, bringt Sandra das Konzept der Dichte abermals an. Genauer es könne sie jedoch nicht sagen. Das Leitungswasser im Bassin habe die Dichte 1 und Eis müsse eine höhere Dichte haben. Dies ist insofern bemerkenswert als Sandra im Versuch beobachtet, dass sich das Eis nicht auf dem Boden befindet, sondern an der Wasseroberfläche schwimmt. Hier offenbaren sich also Schwächen in ihrer Argumentation und Sandra kommt bei der Erklärung des Phänomens mit dem Konzept der Dichte nicht weiter. Sie resümiert passend, dass sie die genauen Vorgänge in Bezug auf die Dichte nicht kenne.

67 I: Warum fließt das so? Wir haben gesehen, wenn wir hier den Tropfen reinmachen, fließt es hier hinüber nach oben. Wenn wir hier den Tropfen reinmachen fällt der Tropfen ganz nach unten und fließt dann da unten hinüber.

68 B: **Ich kann es jetzt nicht wissenschaftlich erklären, aber ich nehme an, es hängt auch mit der Dichte zusammen.** Wir haben zwar Leitungswasser, das hat die Dichte von 1. Beim Temperaturunterschied müsste eigentlich auch die Dichte... **Eis hat ja eine höhere Dichte als Wasser.** Das müsste damit reinspielen, **aber wie die konkreten Vorgänge jetzt sind, das weiß ich nicht.**

Für Sandra scheinen bereits die Temperaturunterschiede im Wasser, die durch die Heizung und das Eis erzeugt werden, zufriedenstellend zu sein, um das beobachtete Phänomen hinreichend zu erklären. Denn sie kommt im Gespräch immer wieder auf diese Temperaturunterschiede zurück. Aus ihrer Sicht müsste der Versuch also beispielsweise Thermodynamik heißen. Mit diesem Fachbegriff sei der Versuch auch zu erklären.

89 I: Wenn du jetzt einen Namen dafür finden müsstest, wie würde dieser Name für dieses Phänomen lauten?

90 B: **Thermodynamik.**

91 I: Im Allgemeinen dann?

92 B: Könnte man vielleicht sagen, mit Temperatur auf jeden Fall. Mehr fällt mir nicht ein.

65 I: Wie würdest du das erklären, was da passiert ist?

66 B: **Wahrscheinlich mit dem Fachbegriff Thermodynamik (lachen). Darüber weiß ich aber zu wenig. Die Temperaturunterschiede sind ausschlaggebend.**

Neben den Temperaturunterschieden benennt Sandra noch eine weitere Möglichkeit, eine solche Strömung zu erzeugen. Aus ihrer Sicht müsse, statt Wasser mit unterschiedlichen Temperaturen, Salz- und Meerwasser verwendet werden, da letzteres einen höheren Salzgehalt aufweise. An dieser Stelle klingt somit an, dass auch ein Konzentrationsunterschied von gelöstem Salz in Wasser zu einer Strömung führen kann.

73 I: Wir haben jetzt ja auch schon hier die Zeichnung. Die ist ja auf jeden Fall ähnlich zu dem, was jetzt hier gesehen haben, auch vom Verlauf. Du hast gesagt, unten ist das kühlere Wasser und oben das wärmere Wasser wegen des Dichteunterschieds. Gibt es noch eine andere Möglichkeit, den Verlauf oder so eine Dynamik in diesem Wasser herzustellen, ohne jetzt die Heizung und das Eis zu nutzen?

74 B: **Man könnte salzhaltigeres Wasser nehmen, also Süßwasser und Meerwasser zum Beispiel, und die aufeinandertreffen lassen. Dann können wir mit Sicherheit einen ähnlichen Effekt feststellen.**

In ihren Äußerungen macht Sandra einen großen Unterschied zwischen der Heiz- und der Eisseite: Im warmen Wasser werde die Tinte schneller zerfließen und sich vermischen als im kalten Wasser und die Tinte im kalten Wasser werde vom warmen Wasser hinübergezogen. Dass dabei eine Rotationsbewegung entsteht, kann Sandra nicht richtig erklären. Ihr ist zwar bewusst, dass sich dies irgendwie mit dem Konzept der Dichte erklären ließe, Genauerer vermag sie jedoch nicht zu erläutern. Nur die Tatsache, dass Eis eine höhere Dichte habe als Wasser, gibt sie an, kommt in ihrer Argumentation damit aber nicht weiter. Dementsprechend bezieht sie sich stets auf die Temperaturunterschiede im Wasser. Die Grundidee, dass Temperaturunterschiede im Wasser letztlich zu einer Rotationsbewegung führen, wird des Öfteren genannt. In Analogie zu den Temperaturunterschieden ließe sich aus ihrer Sicht mit Unterschieden im Salzgehalt des Wassers eine ähnliche Bewegung erzeugen.

Tab. 52: Kategorie E1B-SG-S zu Erklärungen zum Strömungsversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strömungen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strömungsversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Durch die Temperaturunterschiede in diesem Milieu, wird es zu einer Bewegung des Wassers kommen.“ (E1B, P. 38)	
Kodierte Subkategorien		
E1B-SG-S1	Tinte zerfließt und vermischt sich in warmem Wasser schneller als in kaltem.	E1B, P. 6, 8, 11, 12, 14, 16
E1B-SG-S2	Tinte in kaltem Wasser wird von warmem Wasser angezogen/angesogen.	E1B, P. 22, 24
E1B-SG-S3	Temperaturunterschiede im Wasser führen zu einer Bewegung in Form einer Rotation.	E1B, P. 26, 28, 38, 66, 90
E1B-SG-S4	Dass die Mischung von Tinte und Wasser im Gefäß aufsteigt bzw. absinkt und wie schnell sich die Tinte mit dem Wasser mischt, hängt von deren Dichten ab.	E1B, P. 68, 88
E1B-SG-S5	Die Dichte von Eis ist höher als von flüssigem Wasser.	E1B, P. 68
E1B-SG-S6	Eine ähnliche Rotationsbewegung lässt sich erzeugen, indem, statt einer Heizung und Eis, Meerwasser und Süßwasser eingesetzt werden.	E1B, P. 74

22.6.2 Interview E2B

Der zweite Teil zur Vorstellungsforschung im Bereich von Strömungen basiert auf dem jeweils zweiten Interview mit den Probandinnen und Probanden. In diesem Fall steht der beschriebene Versuch zur Erzeugung einer Konvektionszelle im Vordergrund. Heinz ist der Meinung, dass die hinzugegebenen Tintentropfen nicht einfach nach unten sinken, weil die Heizung Wärme abgibt, die das Wasser in Bewegung versetzt und so eine etwaige Abwärtsbewegung der Tinte beeinflusst wird. Anders als mit der Heizung assoziiert Heinz mit dem Eis keine Bewegung: Wenn kein Eis vorhanden wäre, dann würde die Tinte einfach absinken. Er weiß jedoch, dass Eis stets auf Wasser schwimmt und sich daher die hinzugegebene Tinte auf dem Eis halten müsse. Er macht am Ende des nachfolgenden Transkriptauszugs abermals deutlich, dass die Bewegung einzig aus dem Wirken der Heizung resultiere.

7 I: Ich weiß nicht, können wir gleich sonst nochmal gucken was für eine Temperatur das jetzt hat. In diesen Becher wird dann gleich Eis eingefüllt und außen um den Becher packe ich auch noch ein bisschen Eis, dass es auf der Seite wirklich kühl ist. Auf der anderen Seite haben wir dann die Heizung, die werden wir dann anschließen. Das heißt, dieses Wasser auf der Seite wird erhitzt. Dann warten wir eben einige Sekunden, damit das Wasser auch die Temperaturen annimmt und anschließend tropfe ich dann ein wenig Tinte an bestimmten Stellen hinein. Wenn ich jetzt Tinte auf der Seite der Heizung eintropfen werde, was denkst du, würde passieren?

8 B: Ich bin mir nicht sicher, ob die die Tintentropfen nach unten sacken, **weil durch die Heizung sicherlich das Wasser in Bewegung ist. Weil durch die Wärme, die abgegeben wird, das Wasser in Bewegung ist.** Wie genau das aussieht, wenn diese Tropfen da eintropfen, in welcher Form sich die Tropfen dann bewegen, weiß ich nicht. Aber sie werden nicht senkrecht hinuntergehen.

11 I: Was denkst du dann, wie das aussehen würde bei dem Eis? Also auf der Seite des Eises, wenn ich da einen Tropfen Tinte eintropfen werde.

14 B: Das kommt darauf an, ob auch an der Seite schon irgendwas in Bewegung ist. Denk ich aber, wahrscheinlich durch dieses (unv.) noch nicht. **Wenn natürlich Eis obendrauf schwimmt, dann sind die Tropfen oben, bleiben die Tropfen obendrauf.** Das Eis schwimmt ja in der Regel auf dem Wasser, wenn es Eiswürfel sind. Deshalb würden sich die Tropfen auf dem Eis halten.

15 I: Und wenn das Eis jetzt nicht da ist, also wenn das jetzt zum Beispiel einfach schon geschmolzen ist und jetzt kein Eis mehr außen ist, aber trotzdem kühles Wasser da ist?

16 B: **Ich kann mir vorstellen, wenn da noch nichts in Bewegung ist, dann sacken die runter. Ich weiß es aber nicht genau.**

17 I: Und woher könnte die Bewegung kommen?

18 B: **Durch die Heizung an der anderen Seite, die haben wir ja schon angestellt.**

Bei der Beobachtung des Phänomens erkennt Heinz, dass die an der Heizungsseite eingetropfte Tinte zunächst nach unten sinkt, dann allerdings tentakelartige Strukturen bildet, die zur Wasseroberfläche dringen und sich von dort in Richtung des Bechers bewegen, der mit Eis gefüllt ist. Daneben sieht Heinz entgegen seiner eigenen Erwartung auch auf der Eisseite eine Bewegung: Die auf der Eisseite eingetropfte Tinte bewegt sich am

Boden des Gefäßes in Richtung Heizung. Diese Bewegung existiert neben der bereits beschriebenen Bewegung knapp unterhalb der Wasseroberfläche von der Heiz- zur Eis-seite.

57, I: ... mehr schwimmt, hm (bejahend). Jetzt sehen wir schon einmal, da ist schon
59, kein Eis mehr. Und jetzt tropfe ich einmal hier auf der Seite der Heizung ein
61 bisschen was hinein. beobachte einmal und beschreibe einfach.

62 B: **Ein Tropfen sinkt wirklich nach unten**, verzweigt sich allerdings im oberen Bereich. Das sieht aus wie Tentakeln von einer Qualle. Die treiben fast an der Wasseroberfläche in Richtung Pappbecher, aber nur ein ganz geringer Teil. Das andere ist eigentlich nur im Bereich der Heizung verteilt.

63 I: Was passiert hier an der Heizung? Siehst du das? Bewegt sich die restliche Tinte auch?

64 B: **Oh ja! Da, genau, die bewegt sich** und scheint irgendwie sich zu verflüchtigen, zu verdunsten.

65 I: Und wohin? Also wo geht das alles hin, in welche Richtung?

66, B: **Alles in Richtung Wasseroberfläche**. Aber es hat sich doch nicht verflüchtigt, sondern **alles hängt direkt unter der Wasseroberfläche und wandert in Richtung Pappbecher**.
68

71 I: Kannst du sonst noch eine Bewegung feststellen?

72 B: **Ja, die Bewegung geht wieder in Richtung Heizung. Die Tinte strömt in Richtung Heizung und die Tinte von der Heizung befindet sich immer noch unterhalb der Wasseroberfläche, ganz linear**.

73 I: Und auf welcher Höhe bewegt sich jetzt was in welche Richtung?

74 B: **Die Tinte an der Eisseite bewegt sich auf dem Wasserboden und über den Wasserboden in Richtung Heizung, so langsam und gemächlich**.

75 I: Ich kann sonst hier auch nochmal wieder einen Tropfen eintropfen auf der Seite der Heizung, der ist nämlich schon fast wieder weg.

76 B: Aber die komplette Tinte auf der Eisseite bewegt sich so langsam, sammelt sich unterhalb des Pappbechers und bewegt sich in Richtung Heizung. **Und der Tropfen, der gerade wieder vor der Heizung eingeträufelt wurde, bewegt sich unterhalb der Wasseroberfläche in Richtung Pappbecher**.

Heinz gibt zu verstehen, dass er eine Kreislaufströmung erwartet. Er spricht von einer Rundum-Strömung, die allerdings nicht zu sehen sei. Offenbar erzeugen bereits Teile einer sich konstituierenden Konvektionszelle Assoziationen mit einem Kreislauf. Nachdem der Interviewende zusätzliche Tinte in das Gefäß gegeben und etwas gewartet hat, erkennt Hans letztlich, dass die Bewegung einem Kreislauf folgt.

78 B: Ja, aber interessanterweise läuft die Tinte, die dann irgendwann beim Pappbecher ankommt, nicht am Pappbecher hinunter und wieder zurück zur Heizung. Diese Bewegung scheint es nicht zu geben. Das ist noch der alte Tropfen, der vor dem Eis eingeträufelt wurde und das hier ist der Rest des alten Tropfens. **Ich hätte**

	jetzt gedacht, vielleicht gibt es dann wirklich eine solche Rundum-Strömung, aber die scheint es nicht wirklich zu geben.
79	I: Warten wir nochmal ein bisschen ab. Ich glaube, hier ist schon eine Verbindung. Müssen wir gleich einmal eben gucken, man sieht das auch einfach nicht so gut. Auf der Seite der Heizung kommt jetzt der untere Tropfen an.
80	B: Genau und jetzt bin ich mal gespannt, ob der da auch hochsteigt wieder.
81, 83	I: Sieht man das? Hier kann man das jetzt oben am Becher sehen, hier kommt das Blaue an. Und was tut das hier auf der Seite des blauen Strahles?
84, 86	B: Das scheint doch direkt am Pappbecher hinunterzulaufen, sodass man jetzt doch annehmen muss, dass es eine Art Kreislauf ist. Das war aber anfangs nicht so offensichtlich.

Aufgefordert seine Beobachtungen mit den ursprünglichen Erwartungen zu vergleichen, bezieht sich Hans zunächst auf die Heizseite und sieht seine Erwartungen bestätigt: Die Heizseite erzeuge eine Bewegung. Bemerkenswert ist, dass er auch seine Erwartungen, die er in Bezug auf die Eisseite formuliert hat, im Wesentlichen bestätigt sieht. Denn er sagt, dass eine Bewegung der Tinte nach unten vorliege. Dies entspricht jedoch nicht der Wahrheit, da er zunächst erklärte, die Tinte werde sich zusammen mit dem Eis an der Wasseroberfläche aufhalten. Heinz habe ferner überrascht, dass sich die Tinte nach der Abwärtsbewegung am Boden weiter in Richtung Heizseite bewegt, obwohl er – unausgesprochen – irgendeine Form von Kreislauf erwartet habe. Dementsprechend würde Heinz das Phänomen als Kreislaufströmung oder Umwälzpumpe bezeichnen.

108	I: Könntest du denn jetzt einmal deine Erwartungen mit dem, was du beobachtet hast, vergleichen und Unterschiede nennen?
109	B: Meine Erwartung war schon, dass an der Heizung sich die Tropfen in irgendeiner Form bewegen. Wie genau konnte ich nicht sagen. Mich hat gewundert, dass auch erst ein ganz schöner Teil hinuntergesackt ist, es dann wieder hochgestiegen ist und unter der Wasseroberfläche langgelaufen ist. Auf der anderen Seite habe ich gesagt, die Tropfen werden wahrscheinlich bis nach unten sacken. Das sind sie auch, da haben sie sich verteilt. Aber ich konnte nicht sagen, dass sie jetzt wie das Wasser dort in Bewegung sind und dass sie sich dann am Wasserboden in Richtung Heizung bewegen.
112	I: Ist dir sonst noch irgendwas Unerwartetes aufgefallen, was du gar nicht erwartet hast?
113	B: Es hat sich ja zum Kreislauf verbunden. Ich habe mir das schon gedacht, dass es in irgendeiner Form eine Rundum-Strömung geben wird, aber mich hat verblüfft, dass es nicht so offensichtlich war, dass es dann weitergegangen ist.
114	I: Wenn du jetzt für dieses Phänomen einen Namen finden müsstest, wie würde dieser Name für dich lauten?
115	B: Das ist so eine Art Umwälzpumpe. Das ist ja keine Pumpe, aber irgendwie wird das Wasser umgewälzt und es gibt so eine Art Kreislaufströmung. Das sind jetzt Phantasieworte.

Aus der Sicht von Heinz versetzt die Heizung das Wasser nach wie vor in Bewegung. Der Proband bleibt jedoch die Antwort schuldig, weshalb das Tinte-Wasser-Gemisch ausschließlich knapp unterhalb der Wasseroberfläche in die Richtung der Eisseite läuft. Durch seine zusätzliche und unerwartete Beobachtung auf der Eisseite sieht sich Heinz dazu veranlasst, seine Erklärungen zu erweitern. Er gibt zu Protokoll, dass an der Eisseite ankommendes warmes Wasser abkühlt und deshalb schwerer werde. Es sinke somit ab und werde durch nachströmendes abgekühltes Wasser am Boden weitergeströmt. Für die sich einstellende Bewegung sei also die Temperaturdifferenz im Wasserbassin entscheidend. Die Erklärungen von Heinz basieren offenbar auf seinem Wissen über Wetterphänomene, denn er erläutert, dass im Zuge von Temperaturschwankungen, beispielhaft verdeutlicht an einem Gewitter, ebenfalls Kreisläufe auftreten, weil Wasser verdunstet und Zirkulationen entstünden.

88 B: **Es ist so, dass die Heizung das Wasser erstmal in Bewegung setzt und zwar scheint das warme Wasser unterhalb der Wasseroberfläche zu laufen und an der anderen Seite ist es ja eiskalt. Da wird das warme Wasser dann kälter und dadurch schwerer wahrscheinlich und dann wird es am Wasserboden quasi weitergewirbelt oder weitergeströmt. Mir fällt nicht das richtige Wort ein.**

100 I: Wenn wir das jetzt noch mal so machen würden, würde das gleiche wieder so passieren?

101, B: **Je nachdem, wie warm die Heizung eingestellt ist und wie warm das Wasser schon ist. Also wie groß die Temperaturdifferenz ist, würde ich sagen.**
103

92 I: Hast du jetzt irgendwie noch Ideen, wo du das schon mal gesehen haben könntest, in irgendwelchen Situationen?

93 B: In der Natur jetzt zum Beispiel?

94 I: Hm (bejahend), ja.

95 B: Im Laufe eines Jahres und je **nachdem, wie Temperaturschwankungen sind**, haben wir immer damit zu tun. In jedem See, in jedem Meer usw. wird Wasser erwärmt. Oder auch, wenn ich an Gewitter denke im Sommer: **es gibt irgendwie diese Kreisläufe. Das Wasser verdunstet und es kommt zu einer Zirkulation usw.**

Eine weitere Möglichkeit einen ähnlichen Effekt – ohne den Einfluss von Heizung und Eis – zu erzielen, wäre aus der Sicht des Probanden mithilfe von Wind möglich oder indem man pustet. Wenn also eine bereits vorhandene Strömung der Luft auf das Wasser wirkt, wird das Wasser in Bewegung versetzt.

104 I: Gibt es noch eine Möglichkeit, die Tinte ohne Eis und Heizung im Wasser zu bewegen?

105 B: **Ja, da müssten wir Wind erzeugen wahrscheinlich, pusten.**

Im Gespräch mit Heinz wird deutlich, dass die Heizung eine aktive Funktion einnimmt, das Eis jedoch nicht. Denn Heinz erläutert immer wieder, dass die von der Heizung abgegebene Wärme das Wasser mit der Tinte in Bewegung versetzt. Kommt es an der

Eisseite an, dann versetzt das Eis das Wasser nicht direkt aktiv in Bewegung, sondern das Wasser kühlt ab, wird schwerer und sinkt deshalb nach unten. Am Boden bewegt es sich dann in Richtung der Heizseite, weil es von nachströmendem Wasser weitergeschoben wird. Heinz erkennt einen Kreislauf, den er allerdings nicht vollständig konsistent erklärt, weil er die Antwort schuldig bleibt, weshalb sich das Wasser bei der Bewegung von der Heizseite zur Eisseite ausschließlich knapp unterhalb der Oberfläche bewegt.

Weil also die Heizung beim Erwärmen einen aktiven Einfluss auf die Wasserbewegung und die Eisseite durch das Abkühlen einen passiven Effekt auf die Wasserbewegung hat, kommt Heinz zu dem Schluss, dass die Kreislaufbewegung im Wasserbassin von der Temperaturdifferenz abhängig ist. Dies ist ihm auch von Wetterphänomenen, wie z. B. einem Gewitter, bekannt.

Tab. 54: Kategorie E2B-SG-S zu Erklärungen yum Strömungsversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strömungen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strömungsversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Es ist so, dass die Heizung das Wasser erstmal in Bewegung setzt und zwar scheint das warme Wasser unterhalb der Wasseroberfläche zu laufen und an der anderen Seite ist es ja eiskalt. Da wird das warme Wasser dann kälter und dadurch schwerer wahrscheinlich und dann wird es am Wasserboden quasi weitergewirbelt oder weitergeströmt.“ (E2B, P. 88)	
Kodierte Subkategorien		
E2B-SG-S1	Wird durch eine Heizung Wärme an Wasser abgegeben, dann wird es in Bewegung versetzt.	E2B, P. 8, 18, 88
E2B-SG-S2	Beim Abkühlen wird Wasser schwerer und sinkt.	E2B, P. 88
E2B-SG-S3	Wasser wird durch nachströmendes Wasser weitergeschoben.	E2B, P. 88
E2B-SG-S4	Durch Temperaturdifferenzen im Wasser entstehen Kreislaufbewegungen.	E2B, P. 78, 84, 86, 95, 101, 103
E2B-SG-S5	Eis im Wasser schwimmt an der Wasseroberfläche.	E2B, P. 14
E2B-SG-S6	Eine ähnliche Bewegung lässt sich erzeugen, indem, statt einer Heizung und Eis, Wind auf das Wasser einwirkt oder gepustet wird.	E2B, P. 105

22.6.3 Interview E3B

Der zweite Teil zur Vorstellungsforschung im Bereich von Strömungen basiert auf dem jeweils zweiten Interview mit den Probandinnen und Probanden. In diesem Fall steht der beschriebene Versuch zur Erzeugung einer Konvektionszelle im Vordergrund. Martina vermutet, dass sich die Tinte im warmen Wasser zügig verteile. Sie vermische sich ohne Vorzugsrichtung. Die Tinte vermische sich ebenfalls mit dem Eiswasser, dort sinke sie allerdings langsamer. Auch gibt sie die Möglichkeit an, dass die Tinte sich mit Eisflocken verbinde und zusammen mit den Eisflocken zunächst an deren Position verbleibe. Sobald die Eisflocken geschmolzen seien, bewege sich die Tinte wieder nach unten, vermische sich mit dem Wasser und verteile sich somit.

23, I: Dann stelle dir folgenden Ablauf vor: Ich werde gleich auf der linken Seite das
25 Eis einfüllen in den Becher und außen, sodass das kühl ist. Auf der anderen Seite werden wir dann die Heizung anschließen, dass es da erhitzt wird. Dann warten wir ein bisschen, damit das wirklich auch sich einpendelt. Dann werde ich einige Tropfen Tinte an bestimmten Stellen eintropfen. Wenn ich die Tinte jetzt an der Heizung oder in der Nähe der Heizung eintropfe, was denkst du, wird dann passieren?

26 B: **Die Tinte wird sich schon gleich verteilen.**

27 I: Inwiefern verteilen, also in irgendeine Richtung?

28 B: Ja, in Querrichtung. Nicht nach unten sinken wahrscheinlich, sondern sich langsam nach unten bewegen.

29, I: Langsam nach unten und dann auch irgendwie in eine andere Richtung oder nur
31 so vermischen oder verschwimmen?

32 B: **So vermischen, also jetzt nicht extrem nach rechts oder links, sondern sich mit dem Wasser gleich schon vermischen.**

33 I: Wenn ich jetzt die Tinte auf der Seite des Eisbechers einfülle, wie würde sich die Tinte da verhalten?

34 B: Ist das Eis ist dann noch schon aufgelöst?

35 I: Im Wasser wird es wahrscheinlich schon aufgelöst sein dann, aber im Becher ist auf jeden Fall Eis. Also es wird da kühl sein.

36 B: Und du tröpfelst das davor rein?

37 I: Ja, der Becher wird dann ganz drin sein in dem Wasser. Also der hängt jetzt nur oben drüber, weil ich den jetzt noch nicht reingemacht habe.

40, B: **Ich vermute, dass die Tinte langsamer nach unten sinkt und sich mit dem
42 Eis vermischt, wenn da noch Eisflocken schwimmen sollten.**

43 I: Dann sozusagen auch das gleiche Phänomen wie auf der Seite: Dass sich das auch mit Wasser so generell vermischt oder eher an einer Position bleibt?

44 B: **Wüsste ich jetzt nicht, wie ich das beschreiben soll. Ich könnte mir vorstellen, dass in die Eisflocken vielleicht die Tinte reingeht und sich da erstmal noch hält.**

- 53 I: Und wenn das jetzt nur ins Wasser fallen auf der Seite, also wenn das Eis weg wäre, wie würde es dann aussehen?
- 54 B: **Dann würde es vielleicht langsam so nach unten sinken die blaue Farbe.**
- 55 I: Ok, und dann auch unten bleiben?
- 56, 58 B: **Nein, nicht unten bleiben. Das Wasser würde sich dann leicht blau färben hier. Keine Ahnung, bisschen Wischiwaschi.**

Als sie ihre Vermutung begründen soll, spricht Martina zunächst von reiner Intuition. Dann allerdings führt sie das Konzept der Dichte an. Sie erläutert, sie wisse nicht genau, ob die Flüssigkeit der Tinte dichter sei als das Wasser. Offenbar hat die Art und Weise, wie sich die Tinte im Wasser verhält aus Martinas Sicht mit der Dichte der beteiligten Stoffe zu tun. Näher begründen kann sie dies jedoch nicht.

- 59 I: Wie kommst du darauf, dass so etwas passieren wird?
- 60 B: Das ist jetzt reine Intuition. **Ich weiß nicht genau, ob die Flüssigkeit der Tinte jetzt dichter ist als Wasser.** Das ist jetzt reine Vermutung von mir ohne irgendeinen physikalischen Hintergedanken oder Wissen.

Beim Eintropfen der Tinte beobachtet Martina, dass die Tintentropfen nach unten absinken, deren Abwärtsbewegung sich jedoch verlangsamt, bis sie schließlich zu stoppen scheint. Ein Teil der Tinte gelangt im Laufe der Zeit auf den Boden und der andere Teil steigt an die Wasseroberfläche auf und läuft zum Eis hinüber. Dabei verteilt sich die Tinte im Wasser. Die Probandin meint, es sehe so aus, als werde die Tinte von der Heizung angezogen.

- 99 I: Ich tröpfele jetzt hier einmal an der Heizung einen Tropfen Tinte hinein und einmal beschreiben, was du siehst.
- 100, 102 B: Der Tropfen sinkt langsam nach rechts unten und er verteilt sich ein bisschen im Wasser oder auch an der Wasseroberfläche in Streifen. Der Tropfen sinkt fast gar nicht weiter, er bleibt so kleben. Die Streifen gehen auch noch weiter nach links hinüber an der Oberfläche. **Also unten angekommen ist noch gar nichts. Man könnte meinen, das wird von der Heizung angezogen.** Die blaue Farbe ist immer noch nicht unten. Ganz (langgezogen) ganz langsam ein Ministreifen. Es dauert und dauert und dauert. Jetzt kommt mal irgendwann unten was an. Und es schwimmt langsam (langgezogen), aber sehr langsam.
- 103 I: Wohin?
- 104 B: **Das, was oben war, zieht zum kalten Wasser hinüber.**
- 105, 107 I: Ich kann sonst auch nochmal einen neuen eintropfen. Einfach wieder erklären und beschreiben.
- 108 B: **Ein Teil des Tropfens fällt nach unten runter und ein anderer Teil bleibt oben und zieht wieder in einer Art Streifen in Richtung Mitte.**
- 109 I: Und was kannst du über den unteren Tropfen noch sagen?
- 110 B: Der hat sich wie eine Krake entwickelt. Sieht interessant aus.

111	I: Läuft die nur nach unten oder auch noch in eine andere Richtung?
112	B: Ein Teil wieder Richtung Heizung und ein Teil nach unten. Der Teil wird... als wenn er von der Heizung angezogen wird, langsam.
113	I: Also so richtig absinken tut es nicht, sondern...
114	B: Nein.
115	I: ... eher schon wieder Richtung Heizung.
116	B: Ja.
117	I: Und siehst du, was hier passiert?
118	B: Ja, unten sind kleine Punkte und die gehen zur Heizung hin und lösen sich dann auf.
119	I: Lösen die sich auf oder gehen die in eine bestimmte Richtung? Wenn man genau hinguckt.
120, 122	B: Die gehen dann nach oben weg. Interessant.

Auf der Eisseite beobachtet Martina einen Tintentropfen, der kompakt zum Boden des Bassins absinke und sich erst dort langsam verteile. Schließlich bewege sich die Tinte am Boden des Gefäßes in Richtung zur Heizseite.

127	I: Ok, dann tropfe ich einmal einen Tropfen auf die andere Seite. Einmal auch wieder beschreiben, was passiert.
128, 130	B: Der ganze Tropfen sinkt fast komplett in eins nach unten. Aber jetzt fängt er an, sich zu teilen. Hängt da auch wie ein Streifen nach unten und hat auch so komische Pinöpel, aber die fallen ganz, ganz langsam. Wie in so einer Fläche, fast am Becher klebend. Und auch diese Punkte oben gehen alle zum Becher hin. Also es verteilt sich nicht im länglichen Gefäß. Jetzt sinken die am Becher entlang am Boden. Vom Boden aus gehen die jetzt... sinken die in so ganz dünnen, kleinen Streifen nach unten.
131	I: Du kannst eben auch ein bisschen warten, dann sieht man das gleich ein bisschen besser. Kannst du jetzt noch was erkennen?
132, 134	B: Ja, jetzt bleibt die blaue Farbe sozusagen im unteren Bereich des Beckens, unter dem Eisbecher und verteilt sich jetzt am Boden des Gefäßes wie so ein Schlauch. Also nicht wie eben auf der warmen Seite an der Wasseroberfläche, sondern wir haben jetzt unten im Gefäß so einen Streifen.
135	I: Ok und in welche Richtung geht das?
136	B: Das geht jetzt wiederum in Richtung des warmen Wassers.

Martina erklärt, dass ihre Vermutungen von dem tatsächlichen Ausgang des Versuchs stark abweichen. Sie nutzt den Begriff der Magnetströmung, weil sich das Wasser – unten und oben – von einer Seite zur jeweils anderen bewegt. Dies ist konsistent zu ihren Darlegungen am Anfang des Gesprächs, als sie überrascht feststellt, dass die Heizung anscheinend das Tinte-Wasser-Gemisch anziehe.

- 185 I: Ja, ok. Dann vergleiche einmal bitte deine Erwartung mit dem, was du jetzt beobachtet hast. Gibt es da Unterschiede und, wenn ja, welche oder irgendwo Gemeinsamkeiten auch?
- 186 B: **Unterschiede gibt es in dem Sinne, dass ich mit meiner Vermutung falsch lag. Dass sich die Tinte in Richtung der Wasseroberfläche dann zum Eis bewegt und auf der kühlen Seite dann in Richtung des warmen Wassers bewegt, das habe ich überhaupt nicht vermutet.**
- 187 I: Hm (bejahend).
- 188 B: Dass sich die Tinte irgendwo schon, aber das ist das einzige, was passend übereinstimmt.
- 189 I: Also was sozusagen die Bewegung angeht, hast du gar nicht erwartet, dass jetzt sowas passiert?
- 190 B: **Nein, dass das so wie eine Magnetströmung hinüberzieht, das hätte ich jetzt nicht erwartet.**
- 191 I: Hast du noch irgendwas nicht erwartet, was passiert ist?
- 192 B: **Dass die Tinte so direkt bei der Eisseite so runtergelaufen ist und dann am Becherboden da ganz nach unten gesunken ist und dann erst am Behälterboden nach rechts hinüber zum warmen Wasser.**

Die Erklärung von Martina ist nur in Teilen konsistent und vermag den Versuch nicht vollständig zu entschlüsseln. Es zeigt sich jedoch abermals ein Aktiv-passiv-Schema: Die Heizung wird als aktiver Part angesehen und wirke auf das passive Wasser ein. Ihrer Meinung nach werde durch die Wärme eine Abstoßungsreaktion erzeugt. Dies erklärt aus Martinas Sicht die Bewegung von der Heizseite zur Eisseite. Auf der anderen Seite bewege sich die Tinte von der Eis- zur Heizseite, weil sich dort die Tinte verteile. Hier zeigt sich ein Bruch zur vorigen Darlegung: Dort gibt sie zu Protokoll, dass die Heizung das Wasser anziehe. Erklären lässt sich dieser Bruch dadurch, dass Martina sowohl Tinte wahrnimmt, die sich zur Heizseite bewegt (am Boden) als auch davon weg (an der Oberfläche). Je nachdem, was gerade von ihr stärker wahrgenommen wird, wirkt die Heizung entweder eher abstoßend oder anziehend. Unabhängig davon jedoch agiert die Heizung stets aktiv. Das Eis wird beinahe nicht beachtet bzw. als passiv angesehen.

- 151 I: Könntest du dann einmal erklären, was da jetzt passiert ist?
- 152 B: Erklären ist schwierig. Das ist jetzt eine Vermutung, die ich abgebe. **Irgendwie wird durch die Wärme auf der einen Seite eine Abstoßungsreaktion erzeugt, dass die Tinte zum kalten Wasser geht. Auf der anderen Seite strömt die Tinte dann, die verteilt sich die Farbe, geht vom Kalten ins Warme.**

Für Martina spielt zwar das Vorhandensein von warm und kalt eine Rolle, allerdings kann sie dies nicht richtig erklären. Das wird deutlich, als sie von einem ähnlichen Phänomen spricht, das ebenfalls Tinte beinhaltet: Sie berichtet davon, gesehen zu haben, wie sich Tinte im Wasser auflöst. Eine solche Bewegung wie im Versuch habe sie dabei allerdings nie wahrgenommen, weil dort eben keine Heizung und kein Eis verwendet wurde.

- 169 I: Kennst du irgendwelche Situationen, wo du vielleicht sowas schon mal gefühlt

hast oder irgendwelche Beispiele, was du vielleicht mal irgendwo gesehen hast, vielleicht auch im Fernsehen oder so?

- 170 B: So extrem nicht. Wenn Kinder jetzt irgendwie mal mit Tinte gespielt haben, sieht man, dass sich die Tinte im Wasser auflöst, aber nicht, dass so eine Bewegung entsteht. **Weil man ja auch nicht kalt und warm dabeihatte.**

Dass Martina im Versuch im Wesentlichen an eine Abstoßung und Anziehung denkt, wird auch deutlich, als sie aufgefordert wird, dem Versuch einen Namen zu geben. Sie spricht von einer fast magnetischen Wirkung von heiß und kalt im Wasser. Darüber hinaus wird ein wichtiger Unterschied deutlich: Zum einen sagt sie, es handele sich um eine Strömungsbewegung *im* Wasser, zum anderen handele es sich um Wasser, *das in Bewegung ist*. Hier ist fraglich, inwiefern die Befragte im Versuch die Bewegung der Tinte von der Bewegung des Wassers entkoppelt.

- 193 I: Wenn du jetzt einen Namen für dieses Phänomen finden müsstest, wie würde der lauten?

- 194 B: „**Wasser in Bewegung**“ oder sowas wie „Kalt-warm-Unterschied“. Aber das ist ja keine Phänomenbezeichnung. Die „**fast magnetische Wirkung von heiß und kalt im Wasser**“ oder „**Strömungsbewegung im Wasser**“.

Abermals zeigt sich, dass die Befragte die Tinte ebenfalls als bedeutenden und beeinflussenden Teil des Versuchs ansieht und nicht nur als Mittel, die Bewegung des Wassers sichtbar zu machen. Im Gespräch zeigt sich, dass die Befragte darauf hingewiesen werden muss, dass die Tinte lediglich dazu dient, die Bewegung des Wassers sichtbar zu machen. Martina versichert sich, indem sie danach fragt, ob sie es richtig sehe, dass es sich um ein Phänomen im Wasser handele, das sich ohne Tinte mit bloßem Auge nicht beobachten ließe. Hieraus ist zu schließen, dass die Tinte im Versuch nicht einfach nur als passives Mittel zur Sichtbarmachung gesehen wird.

- 153 I: Fließt da nur die Tinte lang oder auch was anderes?

- 154 B: **Sehen tut man nur die Tinte.**

- 155 I: Ja, das ist klar. Deswegen haben wir das hineingemacht, um das sichtbar zu machen.

- 156, 158, 160 B: **Aber du meinst jetzt, um auf das Thema Strömungen vielleicht zurück-zukommen, es ist ja das Wasser, was sich da bewegt und nicht die Tinte.**

- 161 I: Genau, wir haben die Tinte genommen, um das Phänomen sichtbar zu machen.

- 164 B: **Das Ganze ist ein Phänomen, was im Wasser an Bewegung existiert, die man mit bloßem Auge nicht sehen könnte. Sehe ich das richtig?**

- 165 I: Ja, genau. Wir haben oben dann das warme Wasser, also nicht nur die Tinte, die dann von oben da langfließt, sondern das warme Wasser und unten das kühle Wasser.

- 166 B: Ja.

167	I: Wie kommst du darauf, das so zu erklären?
168	B: Eine schwierige Frage. Du hast mir ja das Hilfsmittel „Tinte“ gegeben, wenn ich da nicht hätte, hätte ich das ja nicht sehen können. Dann hätte ich hier einfach ein Versuchsaufbau mit kaltem und warmem Wasser fühlen können, aber nichts sehen.

Eine weitere Möglichkeit, ein ähnliches Phänomen, ohne den Einsatz einer Heizung und von Eis zu erzeugen, besteht aus Martinas Sicht darin, das Gefäß in die Hand zu nehmen und zu bewegen. Eine exakte Reproduktion des Phänomens sei damit aber nicht möglich.

177	I: Gibt es noch andere Möglichkeiten, ohne jetzt diese Heizung und das Eis, die Tinte im Wasser zu bewegen? Könnten wir den Versuch noch irgendwie anders durchführen, dass wir die Tinte im Wasser so bewegen können?
178	B: Ohne jegliche anderen Hilfsmittel?
179	I: Es können andere sein. Nur ohne das Eis und die Heizung. Das muss jetzt auch nicht unbedingt in dem Gefäß sein, kann auch woanders drin sein.
180	B: Wir könnten ja das Gefäß in die Hand nehmen und...
181	I: ...bewegen.
182, 184	B: Das Gefäß bewegen. Aber ob du dann das gleiche Phänomen sehen würdest, glaub ich nicht.

Der Fokus Martinas zur Erklärung ihrer Beobachtungen liegt auf der Heizung. Deren Funktion alterniert jedoch: In Bezug auf die vertikale Aufstiegsbewegung hinzugegebener Tinte wirke die Heizung anziehend. In Bezug auf die horizontale Bewegung der Tinte an der Wasseroberfläche entlang zur Eisseite spricht Martina hingegen von einer Abstoßungsreaktion der Heizung. In beiden Fällen jedoch hat die Heizung eine aktive Rolle inne, denn sie versetzt das Wasser in Bewegung. Bemerkenswert ist, dass die Probandin die gegenläufige Bewegung des Tinte-Wasser-Gemischs am Boden entlang von der Eisseite zur Heizseite nur am Rande erklärt. Für sie verteile sich die Tinte einfach im kalten Wasser und bewege sich so wieder zurück zur Heizseite.

Tab. 56: Kategorie E3B-SG-S zu Erklärungen zum Strömungsversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strömungen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strömungsversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Irgendwie wird durch die Wärme auf der einen Seite eine Abstoßungsreaktion erzeugt, dass die Tinte zum kalten Wasser geht.“ (E3B, P. 152)	
Kodierte Subkategorien		
E3B-SG-S1	Das Tinte-Wasser-Gemisch wird von der Heizquelle in vertikaler Richtung angezogen.	E3B, P. 100, 102, 112, 190, 194
E3B-SG-S2	Wärme erzeugt eine Abstoßungsreaktion in horizontaler Richtung, sodass sich das Tinte-Wasser-Gemisch von ihr horizontal wegbewegen.	E3B, P. 152, 190, 194
E3B-SG-S3	Die Tinte verteilt sich im kalten Wasser.	E3B, P. 56, 58, 152
E3B-SG-S4	Eine ähnliche Bewegung lässt sich durch die Bewegung des gesamten Bassins erzeugen.	E3B, P. 180, 182, 184

22.6.4 Interview SIB

Der zweite Teil zur Vorstellungsforschung im Bereich von Strömungen basiert auf dem jeweils zweiten Interview mit den Probandinnen und Probanden. In diesem Fall steht der beschriebene Versuch zur Erzeugung einer Konvektionszelle im Vordergrund. Für Hannah befindet sich das von der Heizung erwärmte Wasser stets oben, das kalte sei unten. Abweichung gebe es an der Heizseite, weil die Heizung eine Stabform habe und sich deswegen die ganze Seite erhitzen werde. Da sich das warme Wasser im Wesentlichen oben befindet, wird auch die eingetropfte Tinte oben verbleiben. Zur kalten Seite werde die Tinte nicht gelangen, da Hannah der festen Überzeugung ist, dass sich warmes und kaltes Wasser nicht vermischen werde, sondern stets zwei Schichten bilde. Dies habe sie in einem Fernsehbericht gesehen, in dem erklärt wurde, dass sich im Meer warme und kalte Wassermassen nicht vermischen und man daher Sorge habe, dass durch Schmelzwasser des Eises am Nordpol der Golfstrom unterbrochen werden könnte.

1 I: Wir haben jetzt zwei Experimente vorbereitet. Das ist einmal dieser Kasten und einmal das andere Experiment. Und wir machen so eine bestimmte Methode. Das heißt PEOE. Da werde ich dir erstmal erklären, was das ist und dann sollst du mir sagen, was du glaubst, was passieren wird. Dann beobachten wir das. Dann wird gesagt, was wir gesehen haben. Und dann werden wir einmal erklären, was so passiert ist. Wir fangen einfach mal mit dem ersten hier an. Das ist ein ganz normaler Kunststoffkasten. Wir haben hier so Holz, damit das ein bisschen verstärkt wird. Da drinnen ist ganz normales Leitungswasser, habe ich gerade eingefüllt. Hier ist eine ganz normale Aquarienheizung, die das an dieser Seite aufheizen wird. Und an dieser Seite werde ich gleich einen Pappbecher nehmen, Eiswürfel einfüllen und den werde ich hier reinstülpen, dass hier quasi gekühlt wird. Dann nehme ich Tinte und tropfe einmal einen Tropfen hier hinein und dann auch da hinein. Dann gucken wir, was damit passiert, wie sich das Wasser verhält. Jetzt frage ich dich, was du dir vorstellst, was wird passieren mit der Tinte, wenn die zum Beispiel rechts an der Heizung eingetropft wird.

2, B: Wir haben verschiedene Wassertemperaturen. Das warme Wasser wird
4 oben sein, das kalte Wasser wird sich unten ablagern. Wenn du von oben Tinte hereintropfst, könnte mir vorstellen, dass die in der warmen Wasserschicht bleibt.

5 I: Was würde mit der Tinte links passieren?

6 B: Die sinkt nicht ab.

7 I: Und die rechts?

8, B: Wo der Heizstab ist, wird sich das nicht so unterteilen in kalt und... das
10 wird in diesem Bereich überall warm sein, weil der Heizstab da in der Nähe ist. Deswegen wird sich hier die Tinte verteilen. Aber hier in der Ecke wird kaltes Wasser sein und ich glaube, dass die Tinte da nicht hinkommt.

18 B: Große Bewegung ist auch nicht drin. Die kalten und warmen Wasserschichten werden sich nicht vermischen.

21 I: Wie kommst du jetzt darauf, dass das passieren wird?

24 B: Weil ich mal im Fernsehbericht gehört habe, dass sich im Meer warme und kalte Wasserschichten nicht vermischen, sondern sich übereinander lagern.

Man hat große Sorge, dass wenn das Eis am Nordpol abschmilzt, kalte Wasserschichten in die Nordsee reindrücken und den Golfstrom unterbrechen und wir ein anderes Klima bekommen. Also die vermengen sich nicht.

Im Versuch beobachtet Hannah viele Aspekte, die sie nicht erwartet hat: Sie erkennt, dass die Tinte im kalten Wasser zügig zum Boden sinkt. Im warmen Wasser bewege sie sich viel langsamer in Richtung Boden. Die Geschwindigkeit des Absinkens verringere sich Zusehens, bis die Bewegung der Tinte zum Stillstand komme und die Richtung sich dann sogar umkehre, sodass die Tinte wieder aufsteige. Die Probandin beobachtet, dass die Tinte jeweils im warmen bzw. kalten Wasser zur entgegengesetzten Richtung treibe. Es sei ein Kreislauf zu erkennen.

25, I: Gut, dann gucken wir einfach mal. So, den Becher habe ich eingeklemmt. Ich
27, steck die Heizung ein. Hier heizt sich das sofort auf. Dann nehme ich mir hier ein
31 bisschen Tinte und tropfe hier einfach hinein und hier genauso. Jetzt gucken wir mal, was passiert. Beschreibe schon mal, was du jetzt gerade so gesehen hast.

32 B: Im kalten Wasser löst es sich schneller auf als im warmen Wasser. **Es verläuft sozusagen schneller als im warmen Wasser. Im warmen Wasser sinkt es ganz langsam, im kalten Wasser ist es schon fast unten angekommen.**

33 I: Man sieht jetzt hier beim warmen Wasser eine Bewegung.

34 B: **Es sinkt kaum noch ab.**

35 I: Und wohin bewegt sich das? Das kannst du hier oben ganz gut sehen.

36, B: **Es steigt sogar etwas an, ganz etwas. Das warme Wasser geht nach oben**
38 **und das kalte geht hier schon darunter her. Und das bleibt in der warmen Schicht.** Da ist so ein Schleier zu sehen von dem kalten Wasser.

41 I: Die Tinte, die hier rechts reingekippt habe, drückt scheinbar den Eiswürfel weg.

43, B: **Das warme Wasser lagert sich jetzt nach oben an und das kalte bleibt**
45 **scheinbar unten.**

46 I: Und was passiert mit dem kalten Wasser, wenn das hier wieder hinkommt?

47 B: **Wird erwärmt und steigt hier wieder...**

61 I: Hier kann man es jetzt auch deutlicher sehen als vorhin noch.

62, B: **Ja, es bleibt in der warmen Wasserschicht und treibt so ganz langsam**
64 **nach links. Und dies treibt jetzt ganz langsam in die Richtung zum Heizstab.**

65 I: Und oben bewegt sich das nach links, genau.

66 B: **Also es ist ein Kreislauf.**

Nach wie vor ist Hannah der Meinung, dass sich kaltes und warmes Wasser nicht vermischen und deshalb der zu beobachtende Kreislauf entstehe. Sie weiß, dass die Bewegung des Wassers mit der Tinte etwas mit der Dichte zu tun haben müsse. Sie führt aus, kaltes Wasser sei schwerer und halte sich deswegen unten auf. Warmes Wasser sei leichter und treibe nach oben. Der Heizstab erwärme das kalte Wasser, sodass es nach oben steige.

Deshalb sei für die Bewegung ein Temperaturunterschied entscheidend. Hannah entscheidet sich, den Versuch als Wasserzirkulation zu bezeichnen.

67 I: Ein Kreislauf, genau. Dann kommen wir jetzt weiter zur Erklärung. Erkläre mir was passiert ist und erkläre, wie das dazu gekommen ist.

68 B: **Ich habe anfangs gesagt, dass sich die Wassertale, die warmen und kalten, nicht vermischen. Dadurch entsteht dieser Kreislauf. Das kalte Wasser ist unten, bewegt sich langsam in Richtung Heizstab. Wird dort aufgeheizt und dann treibt es nach oben. Und treibt somit im warmen Wasser die Tinte an der Oberfläche langsam in Richtung vom kalten Wasser. Dann sinkt es.** Die Tinte im kalten Wasser sinkt noch relativ schnell ab, im warmen Wasser sinkt sie kaum ab.

69 I: Weißt du, warum das kalte Wasser sinkt? Oder warum die Tinte in dem kalten Wasser sinkt? Kannst du dir das erklären?

70 B: **Das muss mit Dichte zu tun haben.**

71, I: Kannst du das ein bisschen genauer nochmal erläutern? Ist kaltes Wasser dichter
73 oder weniger dicht?

74 B: **Kaltes Wasser wird schwerer sein. Deswegen hält es sich unten auf. Warmes Wasser ist leichter und treibt nach oben.**

75 I: Richtig, und wie kommt es dann zu dieser Kreisbewegung?

76 B: **Das macht der Heizstab. Der das ankommende kalte Wasser aufwärmt und nach oben steigen lässt.** Dann treibt das hierher.

77 I: Die Energie, die wir quasi hinzufügen, in Form von diesem Heizstab oder in Form von den Eiswürfeln, die das hier wieder abkühlen, bringen da die Bewegung rein, genau.

78 B: **Ja, also der Temperaturunterschied.**

93 I: Wenn du für dieses Phänomen jetzt einen Namen finden würdest, hättest du da eine Idee?

96, B: Es ist eine Form von Zirkulation im großen Maßstab. Was anderes fällt mir
98 dazu nicht ein, **Zirkulation, Wasserzirkulation.**

Im Gespräch mit Hannah wird deutlich, dass sie versucht, mit dem Konzept der Dichte zu argumentieren, weil sie weiß, dass sich solche Bewegungen in Flüssigkeiten mit diesem Konzept entschlüsseln lassen. Allerdings wird das Konzept nur oberflächlich beschrieben. Sie sagt, warmes Wasser sei leichter und steige nach oben, kaltes Wasser hingegen sei schwerer und sinke somit nach unten. Der Fokus in den Erklärungen liegt demnach auf der vertikalen Bewegung des Wassers. In Bezug auf die horizontale Bewegung des Wassers wird lediglich ausgesagt, dass das aufsteigende Wasser das Wasser auf die andere Seite hinübertreibe.

Tab. 58: Kategorie S1B-SG-S zu Erklärungen zum Strömungsversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strömungen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strömungsversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Kaltes Wasser wird schwerer sein. Deswegen hält es sich unten auf. Warmes Wasser ist leichter und treibt nach oben.“ (S1B, P. 74)	
Kodierte Subkategorien		
S1B-SG-S1	Sich erwärmendes Wasser wird leichter und steigt nach oben, sich abkühlendes Wasser wird schwerer und sinkt nach unten.	S1B, P. 70, 74, 76
S1B-SG-S2	Das aufsteigende bzw. absinkende Wasser treibt das Wasser an der Oberfläche bzw. am Boden weiter in Richtung der jeweils anderen Seite.	S1B, P. 68
S1B-SG-S3	Warmes Wasser schichtet sich über kaltem Wasser, es findet keine Vermischung statt.	S1B, P. 2, 4, 18, 24,
S1B-SG-S4	Der Temperaturunterschied im Wasser führt zu einer Kreisbewegung.	S1B, P. 66, 78, 96, 98

22.6.5 Interview S2B

Der zweite Teil zur Vorstellungsforschung im Bereich von Strömungen basiert auf dem jeweils zweiten Interview mit den Probandinnen und Probanden. In diesem Fall steht der beschriebene Versuch zur Erzeugung einer Konvektionszelle im Vordergrund. Probandin Mimi ist davon überzeugt, in dem Bassin werde ein Wirbel entstehen, ein ganzer Kreis. Als Ursache hierfür benennt sie das Eis, das sich im Behälter befindet. Dieses sei schwerer und sinke ab. Dies reiche aus, damit sich das Wasser im Bassin drehe.

1, 5 I: Wir haben heute zwei Experimente. Das ist einmal so eine grüne Schale. Und das hier, was ein bisschen aussieht wie ein Aquarium. Wir werden zwei Experimente machen, dabei gehen wir so vor, dass du mir einmal sagen musst was du vermutest, was passieren wird, nachdem ich dir erklärt hab, was ich mache. Dann erklärst du mir, warum du glaubst, dass es passieren wird. Dann gucken wir uns das an. Da beobachten wir das ein bisschen. Und danach erklären wir, was wirklich passiert ist und was sich zum Beispiel unterscheidet zu dem, was du vorher gedacht hast.

Das erste Experiment ist das hier. Das haben wir einen Kunststoffkasten. Den haben wir selbst gebaut. Mit Holz ist der an der Seite verstärkt. Wir haben da eine Heizung drin. Und auf der anderen Seite werde ich gleich Eis hineintun. Da werde ich den Becher so über Kopf hineinstellen und hineindrücken. Ich werde hier oben noch so einen Eisklotz hinlegen. Dann haben wir auf dieser Seite etwas, das kühlt. Und hier etwas, das das Ganze erwärmt. Und dann werde ich hier mit der Tinte einen Tropfen reinmachen und da einen Tropfen reinmachen.

6 B: Also bei dem Kalten?

7, 9, 11 I: Einmal vor dem Kalten und einmal bei dem Warmen. Und dann gucken wir, was passiert. Was passiert, wenn ich hier jetzt den Tropfen reinmache? Hast du da eine Idee?

12 B: Ohne Eis?

13 I: Nein, mit Eis.

16 B: Es vermischt sich schlecht.

19 I: Hm (bejahend), vermischt sich schlecht. Was passiert denn dann? Trennt sich das irgendwie?

20 B: **Ich würde sagen, es dreht sich. Es entsteht ein Wirbel.**

21 I: Also ein Wirbel in der Mitte oder ein ganzer Kreis?

22 B: **Ich würde sagen ein ganzer Kreis.**

25 I: Das ist doch eine gute Vermutung. Und warum... (unterbrochen).

26 B: **Durch diesen dicken Klotz.**

27 I: Warum glaubst du das? Wie kommst du darauf, dass sich das dreht?

28 B: **Also, dass sich das dreht: Das ist ja dann schwerer als das, was hier drin ist.**

29 I: Das kalte Wasser?

30, B: **Ja. Das eisige ist ja dann schwerer als nur dies Wasser.**
32

33 I: Genau.

34 B: **Und dadurch dreht sich das.**

Mimi spricht von sich aus vom Konzept der Dichte, kann dies jedoch nicht konsistent auf den Versuch anwenden, weil sie zum einen davon redet, kaltes Wasser sinke nach unten, zum anderen jedoch erläutert, das Wasser stets die gleiche Dichte habe. Allerdings wisse sie nicht, wie das mit dem Eis sei.

37 I: Ja, ist das denn leichter als das Wasser, oder?

38 B: **Wasser hat ja eigentlich die gleiche Dichte, aber ich weiß nicht, wie das dann ist, wenn das ein Eisklotz ist.**

Wegen der Dichteanomalie des Wassers treten einige argumentatorische Probleme auf. Weil sich Eis an der Oberfläche des flüssigen Wassers befindet, folgert sie, dass Eis leichter sei als Wasser. Eigentlich habe sie erwartet, dass kaltes Wasser, also auch Eis, nach unten sinke. Dies verwundert sie insofern, als sie der Meinung ist, warmes Wasser steige nach oben. Im Gespräch geht es einige Male hin und her, bis sie zu dem Schluss kommt, dass sich sowohl Eis als auch warmes Wasser oben befinden.

39 I: Der Eisklotz wird oben schwimmen.

40 B: **Der wird oben schwimmen? Aha, dann ist er ja leichter als das Wasser.**

41 I: Hm (bejahend).

42 B: **Durch das Gefrorene. Hätte ich jetzt nicht gedacht. Ich hätte gedacht, der sinkt.**

43 I: Eis schwimmt immer oben.

51 I: Weißt du denn zum Beispiel, was mit warmem Wasser passiert, wenn ich jetzt zum Beispiel einfach Wasser erwärme? Bleibt das hier auf der Stelle oder würdest du sagen, das fällt nach unten oder nach oben oder...

52 B: **Warmes Wasser muss doch eigentlich nach oben steigen.**

53 I: Was würdest du dann im Gegenzug zu kaltem Wasser sagen.

54 B: **Kaltes Wasser bleibt ja dann oben.**

55 I: Nein.

56 B: **Nein, Eis bleibt oben.**

57 I: Genau.

58 B: **Eis bleibt oben. Also ich würde sagen, das warme Wasser steigt nach oben.**

Weil die Tinte sich an der Eisseite anders verhält, zeigt Mimi sich überrascht, denn eigentlich hat sie erwartet, dass die Tinte zusammen mit dem Eis oben bleibt. Bei der Bewegung der Tinte mit dem Wasser vermische sich die Tinte im Wasser. Außerdem erkennt sie eine horizontale Bewegung der Tinte am Boden entlang von der Eisseite zur Heizseite und umgekehrt: an der Wasseroberfläche von der Heizseite zur Eisseite. Diese Bewegungen vermag Mimi jedoch nicht konsistent zu erklären, also spricht sie von einer magischen Anziehungskraft, den die Anhäufung von Eis auf das warme Wasser ausübe.

61	I: Genau. Ich kippe den Becher mal eben hier so rein.
66	B: Wie schnell heizt sich das auf?
67	I: Relativ flott, also das Ding wird relativ schnell warm. Und dann warten wir ganz kurz und dann mach ich da jetzt gleich eben zwei Tropfen rein an jeder Seite.
68	B: Ja, hier würde es oben bleiben, der blaue Tropfen.
69	I: Oben bleiben? Ich mach direkt daneben mal. Oh, jetzt bewegt er sich grade. Oben bleibt das nicht so ganz.
70, 72	B: Hah! Nein, das geht ganz nach unten. Da hätte ich jetzt gedacht, das bleibt oben. Ich hätte gedacht, es ist andersherum. Das sackt und das bleibt oben. Und das geht schön langsam runter. Ich hätte gedacht, das zieht noch wohl weitere Kreise.
75	I: Was passiert mit der Tinte da? Kannst du sehen?
76	B: Die verflüssigt sich nicht so wie hier.
77	I: Was passiert denn mit der Tinte da. Kannst du das sehen? Die hier ganz unten. Wo fließt die hin?
78	B: Die fließt ins Warme. Also verbindet die sich dann mit dem Warmen?
79	I: Und das Warme wo fließt das jetzt hin? Jetzt kann man es sehen, jetzt wird die langsam ein bisschen... (unterbrochen).
80	B: Oben zum Kalten.

88	B: Ja, interessant, dass sich das dann so sehr bewegt. Warm und kalt. Also extrem in so einem kleinen Behälter.
89	I: Was können wir jetzt also alles beobachten? Was passiert mit der Tinte links? Die ich beim Eis rein getan...
90	B: Die löst sich auf.
91	I: Und wohin bewegt die sich?
92	B: Nach unten, nach rechts.

95	I: Und mit der Tinte bei der Heizung?
96, 98	B: Die verschwindet nach links zur Kälte hin. Das ist, als wenn der Eisklotz das magisch anzieht.

Eigentlich erwartete Mimi, dass sich die Tinte auf der warmen Seite zusammenzieht und eben nicht zur Eisseite hinüberbewegt.

112 B: **Ich hätte jetzt eher gedacht, dass sich das mehr zusammenzieht.**

113 I: Das heißt, du hättest gedacht, dass es hier so ungefähr ist?

114 B: **Ja, dass es nicht zum Kalten hinübergeht.**

Ihre Vermutungen und Erläuterungen macht Mimi an ihren bisherigen Erfahrungen mit Wetterphänomenen fest, denn sie erklärt, dass es beim Wetter üblich sei, dass Luft aufsteige und letztlich wieder hinunterkomme, sodass ein Kreislauf entstehe. Entsprechend verbindet sie den vorliegenden Versuch mit einem Wirbelwind über dem Meer. Die Nähe zu Wetter- und Klimaphänomenen wird ebenfalls deutlich, als sie sich einen Namen für das beobachtete Phänomen überlegen sollte. Sie nennt einen El Niño. Obwohl sie dies sofort zurücknimmt, gibt das durchaus einen Einblick in ihre Denkwelt: Die Erklärungen zum El Niño umfasst ein Strömungskreislauf, der auf dem Aufstieg warmer gegenüber kalter Luft basiert.

119 I: Wie kannst du dir das erklären, was du beobachtet hast? Hast du sowas vielleicht in echt schon mal irgendwo anders gesehen?

120, B: **Ich denke mal mit dem Wetter hängt das auch zusammen. Luft steigt**
122, **hoch, bildet sich oben zu Kristallen. Es kommt dann wieder runter, also**
124, **ein Kreislauf. Wetterkreislauf dann über dem Meer. Und manchmal ent-**
128 **stehen ja da Wirbel. Mit einem Wirbelwind über dem Meer würde ich das**
vergleichen.

Aber interessant. Guck mal, wie lange sich das hält. Das hätte ich jetzt nicht gedacht. Dass das im Warmen so lange hält und es zieht trotzdem zum Kalten hin.

141, I: Ja, selbst einen Kreislauf machen.

143 Name für das Phänomen? Du hattest grade schon ein paar Sachen gesagt. Was würdest du sagen, was würde am besten passen?

144 B: **El Niño (lacht), nein quatsch. Einen Namen wüsste ich nicht. Komme ich jetzt so nicht drauf.**

Auf die Frage, wie sich ein ähnliches Phänomen, ohne eine Heizung und ohne Eis darstellen ließe, antwortet sie, dass sie einen Finger nehmen könnte und macht dann ein Zischgeräusch, womit gemeint ist, dass sie mit dem Finger im Gefäß rührt.

137, I: Irgendwann wird sich das auflösen. Weil wir hier zwei Energiequellen drin
139 haben, einmal Eis und einmal Wärme haben wir im Prinzip so einen Kreislauf. Wenn jetzt eine Seite wegfällt, dann wärmt sich das jetzt ja nur noch auf. Da wird ja nicht mehr viel passieren. Deswegen ziehe ich das mal raus.

Wir haben eigentlich schon alles gesehen. Hast du noch eine andere Idee, wie man das mit der Tinte hinbekommen würde in Wasser? Dass man die Tinte da drin so bewegen kann?

140 B: **Ja, wenn ich da selbst mit dem Finger [Zischgeräusch].**

An vielen Stellen sind Mimis Ausführungen nicht konsistent, weil sie relativ spontan als Ausdruck dessen erfolgen, was sie gerade beobachtet. Für Mimi ist die Dichte von Wasser stets gleich. Für Eis scheint sie jedoch eine andere zu sein, weil sie angibt, dass sich Eis stets auf dem Wasser befinde. Trotz angenommener konstanter Dichte erklärt Mimi, dass warmes Wasser nach oben steige. In Bezug auf kaltes Wasser ist sie sich nicht sicher, weil sich sowohl Eis (als Ausdruck von etwas Kaltem) als auch warmes Wasser oben befinden. Zu Beginn allerdings ist sie der Meinung, Eis sinke, weil etwas Kaltes im Allgemeinen sinke und etwas Warmes steige. Letztlich erklärt sie ihre Beobachtungen lediglich auf der Basis von bekannten Wetterphänomenen, denn auch dort bewege sich die Luft in einem Kreislauf.

Tab. 60: Kategorie S2B-SG-S zu Erklärungen vom Strömungsversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strömungen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strömungsversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Warmes Wasser muss doch eigentlich nach oben steigen.“ (S2B, P. 52)	
Kodierte Subkategorien		
S2B-SG-S1	Warmes Wasser steigt nach oben.	S2B, P. 52, 58
S2B-SG-S2	Kaltes Wasser bleibt oben.	S2B, P. 54
S2B-SG-S3	Eis ist schwerer und sinkt nach unten, deswegen dreht sich das Wasser im Bassin und bildet einen Wirbel aus.	S2B, P. 20, 22, 28, 30, 32, 34, 42
S2B-SG-S4	Die Dichte von Wasser ist konstant.	S2B, P. 38
S2B-SG-S5	Das Eis zieht warmes Wasser an.	S2B, P. 96, 98
S2B-SG-S6	Eine ähnliche Kreislaufbewegung im Bassin lässt sich erzeugen, indem man mit dem Finger rührt.	S2B, P. 140

22.6.6 Interview S3B

Der zweite Teil zur Vorstellungsforschung im Bereich von Strömungen basiert auf dem jeweils zweiten Interview mit den Probandinnen und Probanden. In diesem Fall steht der beschriebene Versuch zur Erzeugung einer Konvektionszelle im Vordergrund. Hans erwartet, dass die Tinte sich im Eiswasser langsamer hinunterbewegt als im warmen Wasser. Darüber hinaus verteile sich die Tinte im warmen Wasser schneller als im kalten Wasser, wo sie eher gerade absinkt. Er begründet seine Vermutung damit, dass warmes Wasser besser leite und die Tinte dementsprechend in umliegendes Wasser weitergeleitet werde, wohingegen das kalte Wasser die Tinte nicht schnell an die Umgebung abgebe.

2, I: Hier sind zwei Experimente. Einmal haben wir hier diese Schale. Das kommt
4 gleich. Dann haben wir diesen Kasten. Einmal wirst du mir vorab sagen, wenn ich dir erklärt habe, wie das funktioniert, was da passieren wird. Dann erklärst du, warum das so passieren wird. Dann führen wir das zusammen durch. Dann gucken wir, was da wirklich passiert ist und ob das gepasst hat. Und dann erklären wir das später eben zusammen. Hier ist ein ganz normaler Kunststoffkasten, den haben wir ein bisschen mit Leim verklebt. Da drumherum ist Holz, um das zu stabilisieren. Da ist ganz normales Leitungswasser drin. Das hier rechts ist so eine Aquarienheizung. Hier links kommt gleich Eis rein mit dem Becher. Den kann ich da so zwischengklemmen, damit das Eis da unten bleibt. Dann kommen hier links und rechts ein Tropfen Tinte hinein und da ein Tropfen Tinte. Jetzt sollst du mir sagen, was du glaubst, was da passiert. Hast du eine Idee?

5 B: **Die Tinte bei dem Eiswasser, die geht langsam hinunter. Und hier geht die schneller hinunter, verteilt sich schneller.**

6, I: Ok, kannst du mir erklären, warum das so ist?
7

9 B: **Denn das eiskalte Wasser hat nicht so eine Verdrängung, also gibt nicht so schnell ab. Und das warme Wasser, das leitet besser.**

13 B: **Bei dem Eiswasser geht sie gerade herunter. Bei dem warmen Wasser, da verteilt sie sich mehr.**

Bei der Durchführung des Versuchs sieht Hans seine Vermutungen im Wesentlichen bestätigt. Er erkennt, dass sich die Tinte auf der Heizungsseite stark verteilt und sie verwirbelt. Neu hingegen ist, dass sich die Tinte von der Heizseite wegzubewegen scheint. Hans verdeutlicht, dass sich die Tinte von der Heizseite zur Eisseite hinüberbewege und dort absinke. Er meint, einen Kreislauf zu erkennen, innerhalb dessen eine Bewegung von kalt zu warm und warm zu kalt stattfindet.

24 I: Der Becher, der klemmt das ein. So, da ist jetzt Eis. Ich mache die Heizung jetzt an. Guck genau hin und dann gucken wir, was passiert. Du kannst nebenbei schon mal erklären, was du siehst, was passiert.

25 B: **Die Tinte verläuft da besser. Die fällt auch gerade herunter. So wie ich das hier gezeigt habe. Und die verwirbelt. Die zieht sich von der Hitze weg.**

26 I: Und das hier unten? Dass das jetzt hier hinüberläuft?

27 B: **Das ist die Strömung jetzt von dem Eis. Das Kalte bleibt unten und das zieht jetzt langsam herüber und geht zu dem Wärmeren hin.**

34 I: Ich schmeiß jetzt nochmal einen Tropfen rein, guck nochmal. Haben ja genug Tinte hier.

35 B: **Ja, siehst du, genau wie ich gesagt hab. Das geht runter.**

36 I: Das geht runter, genau.

37 B: **Und das verwirbelt.**

38 I: Aber das verwirbelt das jetzt oder läuft das einfach nach links?

39 B: **Ja, das geht von der Hitze weg, von der Wärme weg.**

42 I: Und was machst das gleich, wenn das hier angekommen ist?

43 B: **Geht runter.**

44 I: Und dann?

45 B: **Läuft's im Kreis.**

46 I: Also so ein Kreislauf?

47 B: Ja.

48 I: Aber jetzt sieht man das aber richtig gut, ne?

49 B: **Ja, kalt zu warm.**

50 I: Unten.

51 B: **Und warm zu kalt.**

Seine Beobachtungen kann Hans jedoch nicht hinreichend erklären, weil er keine neuen Ideen vorbringt und die bisher geäußerten – über die Verteilung von Tinte in kaltem bzw. warmem Wasser – nicht ausreichen, um die gerichtete Bewegung der Tinte von kalt zu warm und umgekehrt zu entschl[sseln]. Dennoch meint Hans allerdings, dass alles so sei, wie er eingangs gesagt habe, obwohl er einen Großteil der auftretenden Bewegungen im Bassin nicht erklären kann. Dementsprechend äußert er die recht oberflächliche Erklärung, dass kalt und warm stets eine Strömung in Form eines Kreislaufs entwickeln.

28 I: Und das hier oben? Warum läuft das hier rüber? Von warm nach kalt oben?

29 B: **Das kann ich dir auch nicht sagen. Das weiß ich nicht, warum das so ist. Aber das ist ja im Prinzip genau, wie ich es gesagt hab. Hier geht's runter, ja?**

66 I: Vergleichen wir mal eben das, was wir gesehen haben, mit dem, was du aufgemalt hast. Würdest du sagen, es stimmt überein oder...

67 B: **Ja, es stimmt insofern nicht überein, dass dieses jetzt nicht nur grade runterfällt, sondern dass es sich zur Wärme hinzieht unten. Insofern stimmt's nicht überein. Dieses hier... gut, das kann man nicht genau sagen, wie das**

genau funktioniert. Das ist ja so ein bisschen durcheinandergewirbelt. Und das zieht sich dann zur Kälte hin oben.

68 I: Hat dich das überrascht? Was hat dich überrascht?

69 B: **Naja, im Prinzip hab ich das ja wohl so ungefähr dargelegt. Aber ich habe nicht gewusst, dass das jetzt so ein Kreislauf wird.**

56 I: Gut, wir haben ja jetzt schon eigentlich erklärt, was passiert ist. Wie (unv.) dass es dazu gekommen ist?

57 B: **Kalt und warm entwickelt eine Strömung, einen Kreislauf.**

Hans Beobachtungen sind sehr feinkörnig: Er erkennt sowohl die unterschiedliche Verteilung der Tinte an der Eis- bzw. Heizseite, die Aufwärts- und Abwärtsbewegung des dort befindlichen Wassers als auch die horizontale Bewegung des Wassers zur gegenüberliegenden Seite. Insgesamt begründet er damit die Entstehung eines Kreislaufs. Allerdings erlauben ihm seine Ideen nicht, alle beobachteten Phänomene konsistent zu beschreiben. Denn er führt lediglich an, dass warmes Wasser besser leite als kaltes Wasser. Deshalb verteile sich die Tinte im warmen Wasser besser. Das kalte Wasser leite die Tinte nicht so gut, sodass sie weitestgehend konzentriert nach unten sinke. Hans sagt sogar offen, dass er die horizontale Bewegung nicht erklären könne und nicht wisse, wie diese zustande käme. Allerdings ist trotzdem der Meinung, dass er die meisten Beobachtungen hinreichend erklärt habe. Letztlich kann Hans lediglich resümieren, dass die Strömung in Form eines Kreislaufs sich durch kalt und warm entwickle.

Tab. 62: Kategorie S3B-SG-S zu Erklärungen vom Strömungsversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strömungen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strömungsversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Denn das eiskalte Wasser hat nicht so eine Verdrängung, also gibt nicht so schnell ab. Und das warme Wasser, das leitet besser.“ (S3B, P. 9)	
Kodierte Subkategorien		
S3B-SG-S1	Warmes Wasser leitet Tinte besser als kaltes Wasser, sodass sie sich in letzterem weniger schnell verteilt als im warmen Wasser.	S3B, P. 5, 9, 13
S3B-SG-S2	Das Vorhandensein von kalt und warm führt zu einer Strömung in Form eines Kreislaufs.	S3B, P. 57

22.6.7 Interview J1B

Der zweite Teil zur Vorstellungsforschung im Bereich von Strömungen basiert auf dem jeweils zweiten Interview mit den Probandinnen und Probanden. In diesem Fall steht der beschriebene Versuch zur Erzeugung einer Konvektionszelle im Vordergrund. Proband George vermutet, dass durch das Vorhandensein von kaltem und warmem Wasser eine Strömung oder ein Strudel im Bassin entstehen werde und liefert eine Erklärung hierfür: Er sagt, das warme Wasser wolle nach oben und das kalte nach unten. Weil die Tinte sich am Wasser festlagere, lässt sich die entsprechende Aufwärts- bzw. Abwärtsbewegung des Wassers im Gefäß erkennen. Werde das Wasser stark genug erhitzt, dann entstehe im inneren des Bassins gar ein Strudel, denn das Erwärmen und Abkühlen sorge für eine Bewegung in Form eines Kreislaufes.

3 I: Ich habe heute zwei Experimente mitgebracht. Einmal haben wir hier ein Experiment mit einem Wasserkasten. Damit werden wir auch anfangen. Du siehst hier so ein Holzgestell und Plexiglasscheiben. Das Holzgestell ist eigentlich nur dafür da, dass die Plexiglasscheiben nicht herausfallen, weil da Wasser drin ist. Da ist ganz normales Wasser drin. Hier haben wir eine Aquarienheizung. Und hier habe ich Eiswürfel mitgebracht. Was kannst du dir denn vorstellen, was passiert, wenn ich die Heizung gleich anmache, Eiswürfel reinpacke und dann Tinte ins Wasser tun würde?

4 B: **Ich könnte mir vorstellen, dass durch kaltes und warmes Wasser da vielleicht eine Strömung oder ein Strudel entsteht. Weil das warme Wasser nach oben will und das kalte nach unten. Und durch die Tinte kann man das dann vielleicht erkennen, weil sich die Tinte dann festlagert beim warmen Wasser oder die Strömung dann erkennbar macht.**

5 I: Glaubst du, es passiert noch mehr? Oder nur das?

6 B: Es könnte vielleicht Wasser verdampfen, denn durch Hitze verdampft Wasser.

17 I: Wie glaubst du, bewegt sich die Tinte.?

18, 20 B: **Halt entweder nach oben mit dem warmen Wasser oder nach unten mit dem kalten Wasser. Und wenn sich das erhitzt, könnte es sein, dass da dann halt so ein Strudel entsteht, weil sich das Wasser dann hier aufwärmt, dann geht das nach oben, hier kühlt es sich wieder ab und geht zurück. Dass halt ein Kreislauf entsteht.**

Offenbar speist sich die Vermutung des Probanden aus seinem Wissen über die innertropische Konvergenzzone. Er überträgt das Wissen aus diesem Bereich auf den vorliegenden Versuch, denn auch dort heize sich Luft bzw. Wasser auf, steige empor und kühle wiederum ab. Hierdurch entstünden zwei Kreisläufe, links und rechts von der innertropischen Konvergenzzone. Als weiteres Beispiel nennt er ein Phänomen aus seinem Alltag, das zumindest Ähnlichkeiten mit dem vorliegenden Versuch aufweist. Von seinem Getränk sei ihm bekannt, dass die Eiswürfel zunächst oben schwimmen und, wenn es etwas wärmer wird, schließlich nach unten sinken.

23 I: Gibt es vielleicht Situationen, wo du das her kennst? Hast du das schon mal irgendwo gesehen sowas?

24 B: **Es gibt ja auf der Welt diese innertropische Konvergenzzone und da ist das quasi so, dass sich Luft erhitzt, Wasser aufsteigt, dann abkühlt, dann regnet es**

und dann sind es quasi so zwei Kreisläufe links und rechts immer dieser ITC.

29 I: Ok, hast du denn vielleicht auch irgendwelche Situationen, mit denen du das vergleichen kannst? Kannst du das vielleicht mit was anderem noch irgendwie vergleichen? Hast du das vielleicht so alltäglich schon mal gesehen?

30 B: **Vielleicht wenn man in ein Getränk Eiswürfel reintut, dann schwimmen die erst oben und sinken ja auch, so wärmer es wird, nach unten und dann liegen die auch erst unten zum Teil. Aber eigentlich nicht so.**

Beim Beobachten des Versuchsablaufs erkennt George, dass sich das Verhalten der Tinte, je nach der Seite des Gefäßes, unterscheidet. Beim Eis bewege sich die Tinte direkt nach unten. Bei der Heizung bleibe die Tinte oben. Dies entspricht seinen Erwartungen. Neu ist, dass er explizit beschreibt, dass sich die Tinte zusammen mit dem Wasser oben von der Heizung zum Eis bewegt. Und auch, dass umgekehrt die nach unten gesunkene Tinte von der Eisseite am Boden entlang zur Heizseite fließt. Insgesamt deutet dies für ihn auf eine Kreisbewegung hin.

31, I: Jetzt haben wir die Heizung angeschaltet. Dann packen wir jetzt mal ein bisschen
33, Eis rein. Dann kannst du schon mal näherkommen. Ich würde dich bitten,
35 wenn ich gleich die Tinte reingepackt habe, mir deine Beobachtungen zu erzählen, was du dort siehst. Wir haben jetzt Eiswürfel reingepackt. Jetzt nehmen wir unser schönes Werkzeug hier und dann kommt jetzt Tinte rein. Einmal hier ein bisschen und einmal hier ein bisschen. Jetzt erzählst du mir mal, was du siehst.

36, B: **Man sieht auf jeden Fall schon mal direkt, dass da, wo die Eiswürfel liegen, die Tinte direkt nach unten geht. Da, wo der Heizstab ist, sinkt die Tinte nicht, also bleibt oben und fließt direkt zum kalten Wasser hin. Und jetzt sieht man, dass die Tinte quasi, wo sie beim kalten Wasser nach unten gesackt ist, jetzt am Boden entlang zum Heizstab geht. Und die Tinte, die beim Heizstab erst war, jetzt auch mit runter geht. Die ist recht schnell gewandert. Und man sieht eindeutig, dass da schon viel Bewegung drin ist im Wasser.**

39 I: Was passiert beim Heizstab noch?

40, B: **Jetzt im Moment noch nicht so viel. Kann auch einfach sein, dass das jetzt**
42 **so ein bisschen steigt, weil da jetzt schon viel Tinte ist und sich das verbreitet, es steigt vielleicht so ganz langsam hoch. Also jetzt kommt's gerade so ein bisschen zum...**

43 I: ... Kalten.

44 B: **... beim Kalten, also unter den Eiswürfeln entsteht so ein kleiner Strudel, da geht erst Tinte runter, dann nach links und dann wieder nach oben quasi zurück in so einem Kreis.**

Bemerkenswert ist, dass seine vorgebrachten Konzepte stets auf die Vertikalbewegung des Wassers mit der Tinte fokussieren. Scheinbar ist für ihn die horizontale Bewegung des Wassers keiner Erklärung Wert, da er lediglich von warmem Wasser spricht, das gegenüber kaltem aufsteige. Dadurch gibt es in seiner Erklärung einen Bruch zwischen der Vertikalbewegung des Wassers, die er erklären kann und dem tatsächlichen Kreislauf, den er beobachtet. Dieser Bruch scheint George allerdings nicht aufzufallen, was auch

damit zusammenhängen mag, dass er bestimmte Bruchstücke von Konzepten nutzt, die in der ihm bekannten Erklärung zur innertropischen Konvergenzzone vorkommen, und deren Erwähnung er wegen bestimmter Ähnlichkeiten mit diesem Versuch als angemessen ansieht.

- | | |
|------------------|---|
| 45 | I: Aber was du erstmal grundsätzlich festgestellt hast, ist, dass die Tinte vom Warmen nach oben zum Kalten fließt. Die kalte Tinte vom Kalten runtergeflossen ist und nach unten hin zum Warmen. Und das quasi hier ganz langsam die Tinte, die vom Kalten zum Warmen gestiegen ist, wieder hochgeht. Das hast du ungefähr erkannt, richtig? |
| 46 | B: Und was mir noch auffällt ist, dass ein Großteil der Tinte jetzt auch unten bleibt und nicht nach oben steigt. |
| 47 | I: Ja, also das bewegt sich da am Rand und verteilt sich nicht überall. |
| 48 | B: Ja. |
| 49 | I: Gut. Dann kannst du dich wieder setzen. Warum ist das passiert? |
| 50,
52,
54 | B: Ja, ich könnt mir halt vorstellen, dass das an den Wärmeunterschieden, also an den Temperaturunterschieden des Wassers liegt. Und da ja warmes Wasser nach oben steigt und kaltes nach unten, das ist wie bei Luft. Kalte Luft bleibt ja auch am Boden und warme steigt nach oben. Die Tinte kann das halt ganz gut veranschaulichen. |

Dementsprechend benennt er den Versuch als eine Wasserzirkulation, die bei einem Temperaturunterschied entstehe.

- | | |
|----|--|
| 67 | I: Wenn du dem Experiment einen Namen geben könntest, wie würdest du das nennen? |
| 68 | B: Wasserzirkulation bei einem Temperaturunterschied. |

Um ein ähnliches Phänomen ohne die Zuhilfenahme einer Heizung und von Eis zu erzeugen, schlägt George eine Kraft von außen vor, die auf das Wasser wirken müsse. Als Beispiel nennt er Anziehungskräfte des Mondes oder auch die Erdanziehungskraft. Wichtig ist ihm hierbei, dass es irgendeine Energiequelle geben müsse, die dafür sorgt, dass Wasser in Bewegung versetzt wird.

- | | |
|----|---|
| 57 | I: Glaubst du denn, es gibt noch eine andere Möglichkeit, die Tinte so in Bewegung zu setzen ohne Heizung und Eis? |
| 58 | B: Die braucht ja irgendwie eine Energiequelle, dass sie sich bewegt, oder? Also könnt ich mir vorstellen. Ein Stück Holz, wenn du das in stilles Wasser schmeißt, bewegt sich ja auch nicht, sondern bleibt erstmal einfach auf der Stelle. |
| 59 | I: Und was glaubst du, müsste man machen, damit sich das bewegt? |
| 60 | B: Ja, wie gesagt, halt Wärme... |
| 61 | I: Ohne Heizung und Eis! |

62 B: Halt eine Kraft von außen. Im Wattenmeer zum Beispiel gibt es ja auch durch den Mond und die Erdanziehungskraft immer Ebbe und Flut. Vielleicht dadurch, dass dann halt eine außenstehende Kraft so wirkt, halt Erdanziehungskraft.

Die Äußerungen von George zeigen, dass er mit Konzepten arbeitet, die er von der Erklärung der innertropischen Konvergenzzone kennt. Offenbar erzeugt der vorliegende Versuch insofern Assoziationen, als er den Transfer der dortigen Erklärungen für angemessen hält. So spricht er davon, dass warmes Wasser nach oben will und kaltes Wasser nach unten. Auch sei es möglich, dass eine Wasserzirkulation erzeugt werde, wenn das Wasser ausreichend stark erhitzt werde. Er ist sich bewusst, dass im Inneren des Bassins ein Strudel oder eine Kreislaufbewegung entstehen werde. Er begründet diesen Kreislauf allerdings nur anhand der Vertikalbewegung des Wassers. Die Horizontalbewegung wird nicht gewürdigt, weil sie ggf. als geklärt/trivial angesehen wird. Wichtig ist für George lediglich, dass es einer Energiequelle bedarf, die dafür sorgt, dass sich das Wasser im Gefäß in Bewegung versetze. Eine solche Energiequelle sei die Heizung, die Wärme an das Wasser abgebe. Eine andere Energiequelle seien Anziehungskräfte, die bspw. zu Ebbe und Flut führen.

Tab. 64: Kategorie J1B-SG-S zu Erklärungen vom Strömungsversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strömungen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strömungsversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Ja, ich könnt mir halt vorstellen, dass das an den Wärmeunterschieden, also an den Temperaturunterschieden des Wassers liegt. Und da ja warmes Wasser nach oben steigt und kaltes nach unten, das ist wie bei Luft.“ (J1B, P. 50, 52, 54)	
Kodierte Subkategorien		
J1B-SG-S1	Warmes Wasser steigt nach oben, kaltes Wasser sinkt nach unten - genau wie bei Luft.	J1B, P. 4, 18, 20, 50, 52, 54
J1B-SG-S2	Tinte vermischt und bewegt sich mit dem Wasser, während sie sich zusehends im Wasser verteilt.	J1B, P. 4, 40, 42, 50, 52, 54
J1B-SG-S3	Durch Temperaturunterschiede wird eine Zirkulation im Wasser/ in der Luft erzeugt.	J1B, P. 18, 20, 24, 68
J1B-SG-S4	Für die Bewegung des Wassers bedarf es zugeführter Energie, z. B. in Form von Wärme oder von Anziehungskräften.	J1B, P. 58, 60, 62

22.6.8 Interview J2B

Der zweite Teil zur Vorstellungsforschung im Bereich von Strömungen basiert auf dem jeweils zweiten Interview mit den Probandinnen und Probanden. In diesem Fall steht der beschriebene Versuch zur Erzeugung einer Konvektionszelle im Vordergrund. Hans und Franz sind der Meinung, das Wasser von beiden Seite werde sich vermischen, weil ihnen ihr Gefühl sage, dass die Tinte mit dem Wasser zu einer Seite hingezogen werde. Beide fokussieren auf den Hitze-Kälte-Unterschied und dass dadurch auf jeden Fall etwas passieren werde. Auch sei es möglich, dass sich die Tinte verteile, was sie als verstrudeln bezeichnen. Als Begründung dafür, dass die Tinte nicht in der Form des hinzugegebenen Tropfens verbleibt, führt Franz die Brownsche Molekularbewegung an. Diese besage, dass die Wahrscheinlichkeit für die Verteilung der Tinte in Form von Diffusion größer sei als dafür, dass ein Tropfen bestehen bleibt, weil die zugrundeliegenden Teilchen sich gegenseitig abstoßen.

4 I: Ich habe euch hier Experimente mitgebracht. Wir fangen natürlich erstmal mit diesem hier an. Hier seht ihr Plexiglasplatten, die sind hier zu einer Art kleinem Aquarium zusammengebaut. Hier haben wir noch so etwas, das kennt man vom Aquarium. Das ist eine Aquarienheizung. Wenn ich den Stecker in die Steckdose stecke, dann heizt die quasi das Wasser auf. Und dann hab ich hier noch Eiswürfel mitgebracht. Und dann hab ich hier noch Tinte mitgebracht. Ich möchte jetzt, dass ihr mir mal erzählt, was ihr glaubt, was passiert, wenn ich den Stecker reinstecke von der Heizung, und wenn ich dann Eiswürfel auf die andere Seite packe. Was glaubt ihr, was passiert mit der Tinte, wenn ich die beim warmen Wasser reinpacke und beim kalten?

5 B1: Oh Gott, das habe ich noch nie gemacht.

6 B2: Das hört sich so nach Physikexperimenten an.

8 B1: Aber dieses Wasser ist ja nicht abgetrennt. **Das wird sich vermischen.**

9 I: Das Wasser ist nicht abgetrennt, ihr könnt euch das sonst auch noch genauer angucken. Da ist kein doppelter Boden oder sowas drin. Das ist einfach nur quasi vergleichbar mit einem Aquarium.

10 B2: **Ich würde sagen, dass wird zu einer Seite irgendwie hingezogen. Ich weiß nicht warum, aber irgendwie sagt das mein Gefühl. Es könnte sein, dass sich irgendwie beim kalten oder beim warmen Wasser die Tinte irgendwie verstrudelt oder sonst was. Weil irgendwas mit dem Hitze-Kälte-Unterschied wird da passieren.**

11 B1: **Oder vielleicht könnten auch so kleinen Bläschen zusammenbleiben, so, dass sich das gar nicht da mit dem Wasser vermischt.**

12 I: Kleine Bläschen?

13 B1: **Ja, also so kleine Kügelchen.**

14 B2: **Das glaub ich nicht, die Brownsche Molekularbewegung... (lacht).**

16 I: Die Brownsche Molekularbewegung sagt was anderes, ok.

17, B1: Ist das Chemie? Hab ich abgewählt (lacht).

19

- 20 B2: **Ich weiß, das kommt aber auch in Physik oder Bio dran. Es ist eben, dass die Wahrscheinlichkeit höher ist, dass, wenn du hier Tinte reinmachst, es sich verteilt und eben eigentlich im (unv.) bleibt, weil die Wahrscheinlichkeit größer ist, dass die Teilchen von hier nach da diffundieren, weil sie sich gegenseitig abstoßen und sich dann verteilen. Deswegen glaube ich nicht, dass hier so Kügelchen bleiben.**

Aus den Äußerungen der Befragten lassen sich sodann zwei nachzeichnen. Franz denkt an ein Verstrudeln der Tinte, also an eine Verteilung durch den Einfluss der Brownschen Molekularbewegung. Hans hingegen meint, die Tinte werde sich zu einer Seite hinbewegen. Beide stimmen jedoch darin überein, dass beim Aufeinandertreffen von warmem und kaltem Wasser – sei es durch die Seitwärtsbewegung oder durch die Verteilung der Tinte als Folge der Molekularbewegung – etwas passiere: Die Temperaturunterschiede werden sich ausgleichen und es werde ein Strudel in der Mitte des Bassins entstehen. Bemerkenswert ist, dass sie als Begründung anführen, dass sie gelernt haben, dass immer irgendetwas passiert, wenn kalt und warm aufeinandertreffen, z. B. bei einem Gewitter.

- 21, I: Ok. Also was genau passiert mit der Tinte? So richtig verstanden habe ich das
24 noch nicht.

25 B2: **Sie verstrudelt sich irgendwie.**

26 B1: **Geht mit einem Strudel auf eine Seite zu.**

27 B2: **Das kann gut sein.**

48 B1: **Ich würde halt sagen, dass dann so auf einer Seite, ich könnte mir irgendwie vorstellen bei kalt, dass es zum Warmen übergeht, aber ich weiß es nicht so genau. Dass es sich zumindest auf eine Seite so hinüberzieht so ein bisschen.**

50 I: Wir träufeln das nicht in die Mitte, sondern einmal hier beim warmen Bereich und einmal hier beim Eiswürfelbereich.

51 B2: **Ich glaube trotzdem, dass die Wassermassen irgendwo hier aufeinandertreffen müssen, dass die Tinte sich so verteilt und dass dann irgendwas passiert.**

52 B1: **Ja, das kann ich mir auch vorstellen.**

53 B2: **Auch wenn man das da oder da reinträufelt, geht es ja trotzdem wieder in die Mitte rüber.**

54 B1: **Ja, sich auszugleichen halt die...**

55 B2: **... Temperaturunterschiede.**

56 B1: Aber ist ja auch keine Strömung drin, die es irgendwie zur Seite wegträgt.

57 B2: **Ja, aber die Tinte verteilt sich ja trotzdem. Das ist die Brownsche Molekularbewegung. Weil wenn Tinte in ein Glas träufelt, dann verteilt sie sich langsam ja auch nach einer Zeit, wenn das Wasser still ist. Und deswegen könnte ich mir das vorstellen.**

60 B2: **Sie wird irgendwo aufeinandertreffen auf jeden Fall.**

62	I: Was passiert dann, wenn das aufeinandertrifft? Dann gibt es eine Explosion? Müssen wir uns dann in Acht nehmen oder was passiert, wenn die aufeinandertreffen?
64	B1: (Lacht) bunt passiert.
65	B2: Ich glaube, dass sie wirklich irgendwie was bilden, also wenn warm und kalt aufeinandertreffen.
66	B1: Könnte das nicht so einen Ministrudel geben?
67	B2: Ich glaube an einen Ministrudel oder an eine Minibewegung.
68	B1: Ja, dass da irgendeine Minibewegung ist.
70	B1: Sagen wir, es ist ein Ministrudel in der Mitte.
73, 89	I: Zeichnerisch einmal vielleicht, dass ich das auch hundertprozentig irgendwie verstehe. Also in der Mitte ein Ministrudel. Wie kommt ihr denn darauf?
90, 92	B1: Wenn warm und kalt aufeinandertreffen, hat man ja gelernt, dass jeweils was passiert. Dann gibt es ja ein Gewitter. Und jetzt könnte man sich ja irgendwie vorstellen, weil es im Wasser ist, dass da irgendwas passiert.
93	B2: Ja, eigentlich immer, wenn kalte und warme Massen aufeinandertreffen, passiert irgendetwas (betont).
94	I: Ihr glaubt, da entsteht ein Strudel und das ist immer so, wenn kaltes und warmes Wasser aufeinandertreffen?
95	B2: Ich weiß es nicht genau, aber meistens passiert etwas.

Bei der Durchführung des Versuchs erkennen Hans und Franz Phänomene, die sie nicht erwartet haben. Sie beschreiben, dass die an der Eisseite eingetropfte Tinte zu Boden sinkt und sich von dort in Richtung Mitte bewege. Auf der anderen Seite bleibe die Tinte oben. Sie folgern, dass es einen Austausch gebe – die Tinte von der warmen Seite gehe zur kalten und andersherum – der mit einem Kreislauf einhergehe. Dabei bilde die Tinte auf der warmen Seite eine Art Wolke, wohingegen sie auf der kalten Seite eher verlaufe.

101	I: Ok, dann würde ich vorschlagen, ich stecke jetzt mal den Stecker rein und dann machen wir hier nochmal die Eiswürfel rein und ihr beobachtet ganz genau, was da passiert und beschreibt es auch. Wir machen jetzt hier Tinte rein und wir machen hier Tinte rein.
104	B1: Auf der Seite mit den Eiswürfeln verteilt sich die Tinte schneller.
105	B2: Geht nach oben, es bildet sich so eine Art Tintenwolke und sie geht Richtung Mitte.
106	B1: Aber am Boden vom Aquarium.
107	B2: Ja.
108	B1: Und auf der warmen Seite bleibt die Tinte oben.
109	I: Guckt, was jetzt passiert so langsam.
110	B1: Es gibt einen Austausch. Die Tinte von der kalten Seite geht zur warmen

Seite und andersherum.	
111	B2: Das ist ein Kreislauf! Das ist wie bei den Luftmassen.
112	I: Jetzt ist es noch ein bisschen deutlicher sichtbar, jetzt wo die Heizung auch ein bisschen läuft. Ihr könnt gerne sonst nochmal ein bisschen Tinte reinpacken. Hier haben wir ein bisschen Tinte und hier haben wir ein bisschen Tinte. Guckt euch das nochmal genau an. Ihr habt das ja schon gesagt. Hier sieht man es jetzt gerade ganz schön.
113	B1: Auf der rechten Seite, also bei der Heizung, bleibt es halt wie so eine Wolke zusammen, also so eine richtige Masse.
114	I: Erstmal, ja.
115	B1: Sobald es in die kältere Region reingeht, wird das halt dünner und verläuft sich.
116	B2: Aber jetzt bewegt sich die Tinte gar nicht mehr.

Durch ihre Beobachtungen wird eine Verknüpfung zwischen dem Versuch und ihrem Vorwissen über Wetterphänomene und Luftzirkulationen hergestellt. Als Beispiele nennen sie einen Monsunregen und Passatwinde: Sie erklären, dass sich Luft erwärme und aufsteige, bis sie in ein anderes Gebiet gelange, dort abkühle und wieder absinke, sodass der Kreislauf wieder von Neuem beginnen könne. Im Versuch sei im Prinzip das Gleiche im Wasser zu sehen: Wenn die Tinte und das Wasser an der kalten Seite ankommen, kühlen sie ab und sinken nach unten. Kommen sie dann bei der Heizungsseite an, werden sie erwärmt und steigen auf. Hans und Franz bleiben allerdings die Erklärung schuldig, wie es zu einer horizontalen Bewegung von Wasser und Tinte kommt. Beide Befragte sehen sich jedoch in ihren Vermutungen bestätigt. Denn Hans erwartete, dass eine Seitwärtsbewegung stattfindet und Franz erläuterte, dass sich die Tinte verteilen werde. Und auch ihre Idee, dass beim Vorhandensein von Heiß-kalt-Unterschieden etwas passiert, sei bestätigt worden: Im vorliegenden Versuch sei durch diese Unterschiede schließlich ein Kreislauf im Wasser entstanden.

117	I: Nein, das ist ein bisschen schade. Also eigentlich ist es so, wie ihr das eben auch schon gesehen habt. Das ist ein schöner Kreislauf gewesen. Von der warmen Seite läuft es oben Richtung kalte. Und von der kalten läuft es dann runter. Ein Kreislauf, genau wie ihr das gerade schon gesagt habt. Was glaubt ihr denn, warum das passiert ist?
118, 120	B2: Das ist vielleicht wirklich wie so ein Monsun-Regen oder bei Luftzirkulation ja generell. Da ist ja unten die Luft kalt. Dann erwärmt sie sich. Dann steigt sie nach oben, bis sie dann auf einer Seite wieder abkühlt. Dann steigt sie wieder runter. Dann wärmt sie sich wieder auf in der Nähe des Äquators und dann geht sie hoch. Und genauso ist es hier auch, also hier erwärmt sich das Wasser oder die Tinte, dann wandert sie langsam oben rüber, bis sie langsam ins kalte Wasser kommt. Da kühlt sie eben ab, sinkt hier runter, wandert dann wieder langsam Richtung Heizung, wo sie wieder erwärmt wird, und steigt auf.

121	B1: Hört sich plausibel an.
-----	-----------------------------

122	I: Inwieweit passt das dann mit euren Erwartungen zusammen, die ihr hattet?
123	B2: Zwischen warm und kalt passiert etwas. Wir haben hier zwar keinen Strudel in der Mitte, aber wir haben sozusagen einen Kreislauf drumherum und wir haben eben gesehen, dass sich die Tinte jeweils verteilt.
124	B1: Ja, und mit unserer Bewegung zu der anderen Seite hatten wir recht.
125	B2: Ja genau, dass sich die Tinte verteilt, sich zur anderen Seite bewegt und jetzt bildet sich in der Mitte zwar kein Strudel, aber es entsteht eben eine Bewegung des Wassers.
132	I: Wo glaubt ihr denn, gibt es solche Situationen, wie ihr im Experiment gesehen habt, also diese Kreisläufe von warm zu kalt? Wo gibt es solche Situationen, wo kennt ihr das vielleicht her?
133	B2: Passatzirkulation.
138	I: Kannst du das vielleicht näher erklären?
139	B1: Kenn ich nicht!
140	I: Du kennst das nicht? Aber wenn du das kennst, kannst du das vielleicht näher erklären?
141	B2: Das sind so besondere Winde. Die sind am Äquator und am Äquator ist es ja meistens warm, das heißt, du hast kalte Luftmassen, die erhitzen sich langsam, steigen auf, oben kühlen sie dann langsam wieder ab und sinken dann langsam wieder runter und erwärmen sich wieder. Dadurch entsteht so eine Zirkulation und dadurch entstehen Winde. Und je nachdem, was für eine Jahreszeit wir haben, verschieben die sich und die bringen teilweise ganz viel Regen mit, weil sie über das Wasser kommen und da eben Regen und sowas aufnehmen. Und je nachdem, wie sie sich verschieben, hat dann ein Land mehr Regen und ein Land weniger. Und deswegen heißen die Regenwälder auch somit Regenwälder, weil die eben am Äquator liegen und die meistens darüber sich so abregnen.

Der Name, den die Befragten dem Versuch geben, macht deutlich, dass für sie vor allem die Kreislaufbewegung im Vordergrund steht, die aus dem Zusammenspiel kalter und warmer Wassermassen resultiert. Außerdem machen sie mit einem Nebensatz deutlich, dass sie um die Funktion der Tinte wissen, die lediglich dazu dient, die Bewegung der Wassermassen sichtbar zu machen, quasi als Indikator.

158	I: Wenn ihr dem Ganzen einen Namen geben könntet, wie würdet ihr das Experiment nennen?
159	B2: Zirkulation von kalten in warme Wassermassen, verdeutlicht durch Tinte.

Im Gespräch bestätigen die Befragten ferner, dass es sich beim Wasserkreislauf um eine Strömung handele. Allerdings sind sie der Meinung, dass es sich um zwei Strömungen handele – eine oben und eine unten – weil sie durch den Interviewenden auf ihre ursprüngliche Definition einer Strömung hingewiesen wurden, dass es sich bei einer Strömung um eine Bewegung in eine bestimmte Richtung handelt.

- 161 I: Ist denn das für euch, was wir hier gesehen haben, eine Strömung gewesen oder was war das für euch?
- 162 B2: Hm (überlegend).
- 163 B1: **An sich war da ja eine Strömung.**
- 164 B2: **Ja.**
- 165 I: Also ihr würdet das, was ihr da gesehen habt, auch als Strömung bezeichnen?
- 166 B1: **Mehr oder weniger, im weitesten Sinne. Das war so eine Art Kreislauf eben, aber das heißt ja nicht, dass ein Kreislauf keine Strömung sein muss.**

- 167 I: Ich habe mich nämlich nochmal erinnert an unser erstes Interview, was wir geführt haben. Da habt ihr gesagt, für euch ist eine Strömung eine Bewegung der Masse von A nach B und die Strömung zeichnet sich dadurch aus, dass sie nur in eine Richtung geht.
- 168 B2: **Ja, wir haben in diese Richtung eine Strömung und in diese Richtung eine Strömung.**
- 169 B1: **Und von oben nach unten und von unten nach oben.**
- 170 B2: Hier ist noch (unv.).
- 171 B1: Stimmt, aber da steigt es auch.
- 172 B2: Ja, aber ich weiß nicht, ob ich das als Strömung bezeichnen würde so 100 Prozent, weißt du?
- 173, 175 B1: **Es steigt ja auf, weil das Wasser ja erhitzt wird. Und Wärme steigt ja nach oben, denn auf der anderen Seite sinkt es, weil es ja wieder kalt wird durch die Eiskwürfel. Aber haben wir die Strömung oben? Wir haben eine Strömung oben und wir haben eine Strömung unten.**

Eine weitere Möglichkeit, eine ähnliche Bewegung, ohne die Zuhilfenahme einer Heizung und Eis, zu erzeugen, besteht aus Sicht von Hans und Franz darin, zunächst Tinte hineinzugeben und dann Wasser nachzugießen. Alternativ könne jemand von oben die Tinte manuell durch die Bewegung des Wassers fortbewegen oder aber Wind verwenden, der von oben auf das wirke und so das Wasser in Bewegung versetze.

- 126 I: Es entsteht eine Bewegung des Wassers. Meint ihr denn, es gibt noch eine andere Möglichkeit, die Tinte im Wasser in Bewegung zu setzen, ohne Heizung und Eis?
- 127 B2: **Ja, wenn ich da Tinte reinmache und anderes Wasser reinkippe. Dann bewegt sich die Tinte auch letztendlich.**
- 128 I: Stellt euch vor, wir haben denselben Versuchsaufbau, haben aber keine Heizung und keine Eiskwürfel. Glaubt ihr, es gibt noch eine andere Möglichkeit, die Tinte in Bewegung zu setzen?
- 129 B2: **Ja, wenn jemand von oben kommt und sie etwas vermischt oder mit Luft.**
- 130 I: Mit Luft?

131 B2: Ja, also wenn da so eine Strömung reinkommt, also wenn halt von oben Luft, also zum Beispiel Wind darauf kommt, dann gibt es ja auch eine Bewegung im Wasser. Die ist dann ja nicht nur an der Oberfläche.

Direkt am Anfang des Gesprächs mit Hans und Franz wird die Grundidee deutlich, Tinte verteile sich im Wasser, weil deren Teilchen miteinander stoßen und so die Wahrscheinlichkeit groß ist, dass sich ihr Abstand zueinander vergrößert. Außerdem wird erläutert, dass sich bei einem Hitze-Kälte-Unterschied Wasser von einer Seite auf die andere bewege, ohne dies weiter begründen zu können. Besonders prävalent ist die aus ihrem Vorwissen gespeiste Vorstellung, dass bei einem vorliegenden Temperaturunterschied im Wasser oder auch in der Luft irgendetwas passieren müsse. Als Beispiele führen sie Gewitter, Monsunregen und Passatwinde an. Die im Versuch auftretende vertikale Bewegung des Wassers mit der Tinte vermögen die beiden Befragten ebenfalls durch einen Vergleich mit den ihnen bereits bekannten Wetterphänomenen zu erklären: Sie erläutern, warmes Wasser bzw. Luft steige nach oben, kaltes Wasser bzw. Luft sinke nach unten. Auch hier allerdings fehlt es an einer Erklärung der erwarteten und schließlich auch beobachteten horizontalen Bewegung des Wassers mit der Tinte, die nicht gewürdigt wird. Letzteres gilt nicht nur für den Versuch, sondern auch für die Beispiele in Form des Monsunregens und der Passatwinde, bei denen der Fokus ausschließlich auf die vertikalen Luftbewegungen gelegt wird. Zwar wird dann erläutert, dass sich die Luft am höchsten bzw. tiefsten Punkt vom Ort des Aufstiegs bzw. Abstiegs horizontal wegbewege, eine Begründung hierfür wird allerdings nicht genannt.

Tab. 66: Kategorie J2B-SG-S zu Erklärungen vom Strömungsversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strömungen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strömungsversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Es ist eben, dass die Wahrscheinlichkeit höher ist, dass, wenn du hier Tinte reinmachst, es sich verteilt und eben eigentlich im (unv.) bleibt, weil die Wahrscheinlichkeit größer ist, dass die Teilchen von hier nach da diffundieren, weil sie sich gegenseitig abstoßen und sich dann verteilen.“ (J2B, P. 20)	
Kodierte Subkategorien		
J2B-SG-S1	Tinte verteilt sich im Wasser (Diffusion), weil deren Teilchen sich im Zuge der Brownschen Molekularbewegung voneinander abstoßen.	J2B, P. 10, 11, 13, 14, 20, 25, 51, 57
J2B-SG-S2	Tinte wird durch den Unterschied zwischen kalt und warm auf eine Seite gezogen.	J2B, 10, 26, 48
J2B-SG-S3	Treffen kalte und warme Luft-/Wassermassen aufeinander, gleichen sich Temperaturunterschiede aus und es passiert etwas (z. B. Gewitter).	J2B, P. 10, 51, 52, 54, 55, 65, 90, 92, 93, 95, 123
J2B-SG-S4	Durch Temperaturunterschiede im Wasser entsteht ein Kreislauf.	J2B, P. 111, 123, 125, 159, 166
J2B-SG-S5	Warme Luft-/Wassermassen steigen auf, kalte sinken ab.	J2B, P. 118, 120, 141, 173, 175
J2B-SG-S6	Eine ähnliche Bewegung lässt sich durch Eingießen von Wasser auf Tinte, durch manuelles Vermischen der Tinte oder durch Wind erzeugen, der über die Wasseroberfläche bläst.	J2B, P. 127, 129, 131

22.6.9 Interview J3B

Der zweite Teil zur Vorstellungsforschung im Bereich von Strömungen basiert auf dem jeweils zweiten Interview mit den Probandinnen und Probanden. In diesem Fall steht der beschriebene Versuch zur Erzeugung einer Konvektionszelle im Vordergrund. Hanni und Nanni erklären, dass warmes Wasser oben schwimme und kaltes Wasser nach unten gehe. Dies sei genauso wie bei der Luft, auch dort steige warme Luft nach oben. Wenn nun Tinte in das Wasser gegeben werde, dann bewege sie sich jeweils mit dem Wasser mit: An der warmen Seite eingetropfte Tinte verbleibe demnach oben und an der kalten Seite eingetropfte Tinte sinke zusammen mit dem Wasser nach unten.

- | | |
|----|--|
| 4 | I: Ich habe euch hier einen Versuch mitgebracht. Ihr seht hier ein Behältnis mit Wasser. Das hier ist ein Heizstab für ein Aquarium und hier hab ich noch Eiswürfel. Ich werde gleich die Eiswürfel in das Wasser tun und werde dann etwas Tinte rein-tun auf der Seite, wo ich die Eiswürfel reinpacke und auf der Seite, wo der Heizstab drin ist. Was meint ihr, was da passieren könnte? |
| 5 | B1: Auf jeden Fall wird die Tinte im Wasser verlaufen, also das Wasser wird sich leicht blau färben. |
| 6 | B2: Macht das das Wasser warm? |
| 7 | I: Ja, das ist ja der Heizkörper. |
| 8 | B2: Warmes Wasser schwimmt ja oben, also wenn bei dem warmen Wasser blaue Tinte reinkommt, würde ich sagen, dass die eher oben ist. Und da, wo die Eiswürfel reinkommen, ist es dann ja kalt und die Tinte geht eher mit nach unten. |
| 9 | I: Was glaubt ihr, warum das so passieren wird? |
| 10 | B2: Hab ich schon erklärt, warum ich das denke. |
| 11 | I: Ja, aber du noch nicht. |
| 12 | B1: Ich wüsste jetzt auch nicht, wie ich es noch erklären sollte, aber das ist ja auch bei der Luft so, dass warme Luft nach oben steigt. Deswegen hätte ich gedacht, dass da vielleicht auch die Tinte eher oben ist und dann beim Eis weiß ich nicht ob es mit runtergezogen wird, aber ich würde auch sagen, dass die dann eher unten ist. |

Bei der Durchführung beobachteten Hanni und Nanni dann zunächst eben jene Aspekte, die auch Teil ihrer Vermutungen sind: Auf der warmen Seite bleibe die Tinte oben, auf der kalten sinke sie. Zwar verteile sich die Tinte vor allem auf der warmen Seite zusehends und das dortige Wasser färbe sich flächig blau, allerdings seien die Strukturen der Tinte immer noch zu erkennen. Dann allerdings beobachteten sie etwas Neues: Die hinuntergeflossene Tinte bewege sich von der Eisseite zur Heizseite. Umgekehrt fließe die Tinte zusammen mit dem warmen Wasser von der Heiz- zur Eisseite. Daraus folgern die Befragten das Auftreten einer Kreisbewegung.

- | | |
|----|--|
| 13 | I: Gut, dann werden wir den Versuch mal durchführen. Ich werd jetzt hier mal so ein paar Eiswürfelchen rausnehmen, schmeiß die hier rein. Und dann tropfen mir jetzt mal an die kalte Seite etwas Tinte rein und an die warme Seite etwas Tinte rein. Beschreibt doch mal, was ihr jetzt seht. |
|----|--|

14 B2: **Also bei den Eiswürfeln da geht die Tinte eher nach unten. Und auf der warmen Seite bleibt die Tinte eher oben im Wasser und die verteilt sich schon ein bisschen, aber man sieht trotzdem noch so die Strukturen.**

15 I: Man sieht die Struktur der Tinte, ja. Was passiert denn jetzt noch? Die Tinte auf der kalten Seite ist nach unten gegangen, das habt ihr gesagt. Und die auf der warmen Seite ist oben geblieben. Was passiert denn noch mit der Tinte?

16 B1: **Die macht eine gewisse Kreisbewegung. Die Tinte, die beim Eis nach unten geflossen ist, ist dann auf die andere Seite zum warmen Wasser rüber geflossen und fließt da jetzt langsam wieder hoch, weil das Wasser da wärmer ist. Und die Tinte, die auf der warmen Seite ins Wasser getan wurde, ist jetzt auf die kalte Seite herübergeschwommen und fließt da jetzt auch runter und wieder auf die Seite mit dem warmen Wasser.**

Also es ist für mich eine gewisse Kreisbewegung zu erkennen, aber auf der warmen Seite verteilt sich die Tinte noch mehr und ich glaube, es ist nicht genug, dass sie wieder nach oben fließen kann. Also die verteilt sich da ja und das Wasser wird ein bisschen blau.

21 I: Und im Prinzip habt ihr jetzt gesagt, dass da so eine kreisförmige Bewegung der Tinte ist und die verteilt sich so ein ganz bisschen auch im Mittelbereich. Aber die die Kreisbewegung spielt sich im Randbereich ab. Hab ich das richtig zusammengefasst?

22 B2: Ja.

23 B1: **Ja, jetzt eher noch auf der warmen Seite. Da erkennt man die Blaufärbung des Wassers noch deutlicher als auf der kalten Seite. Also es ist jetzt eher auf der warmen Seite.**

Die Befragten versuchen die Aufwärts- und Abwärtsbewegung der Tinte zusammen mit dem Wasser noch genauer zu ergründen und erklären, dass sich Teilchen im kalten Wasser nicht so schnell bewege wie im warmen Wasser. Dieses Konzept wenden sie auf die Bewegung der Tinte an und meinen, dass die Tinte sich wegen der langsameren Bewegung der Wasserteilchen nach unten bewege. Hier ist die Vorstellung offenbar, dass die Wasserteilchen den Weg für die Tinte frei machen. Das ist anders als auf der Heizseite, wo die Stöße der Wasserteilchen mit der Tinte offenbar dafür sorgen, dass sich die Tinte nach oben bewegt. Damit begründen die Befragten an den beiden Seiten also Vorzugsrichtungen, sodass hierdurch zwangsläufig die Kreisbewegung entstehe. Abermals wird jedoch die horizontale Bewegung des Wassers nicht richtig mit einer Erklärung gewürdigt.

24 I: Habt ihr denn Erklärungen dafür, warum das so ist mit Ausnahme der Temperatur, das hattet ihr ja schon angedeutet.

Was für eine Begründung habt ihr dafür, dass das kalte Wasser nach unten fließt/läuft und das warme Wasser nach oben?

25 B1: **Beim kalten Wasser bewegen sich die Teilchen nicht so schnell oder eher weniger als beim warmen Wasser. Dadurch ist es für die Tinte leichter, nach unten zu fließen. Und auf der anderen Seite das Gegenteil: Dort bewegen sich die Teilchen im warmen Wasser mehr und dadurch kann die Tinte ja noch**

oben fließen. Und die Tinte geht auch von der kalten auf die warme Seite, weil sie unten ist und wieder anstrebt, nach oben zu fließen und das geht ja auf der kalten Seite nicht. Dass vielleicht dadurch auch diese Kreisbewegung entsteht.

Bemerkenswert ist, dass sich die Befragten zu Anfang nicht sicher sind, ob sie die beobachtete Kreislaufbewegung als Strömung bezeichnen können. Dann jedoch stellen sie eine Verbindung zu sogenannten Kreisströmungen her, die sie von Strudeln kennen und die im ersten Interview diskutiert werden. Sie erläutern schließlich, dass es von der Perspektive abhängt, ob es sich im Versuch um eine Strömung oder um eine Kreisströmung, also einen Strudel handle. Von der Seite sei ein Strudel zu erkennen, von oben lediglich eine Strömung.

- | | |
|-----------|--|
| 26 | I: Hast du noch eine andere Erklärung vielleicht? |
| 27 | B2: Nö, ich überleg gerade, was das irgendwie mit Strömung zu tun haben könnte, weil das ja ein Versuch zu Strömung ist. |
| 28 | I: Habt ihr eine Idee, was das mit Strömung zu tun haben könnte oder seht ihr darin jetzt irgendwie gar keinen Zusammenhang? |
| 29 | B2: Also halt ein bisschen Strömung wegen dieser Kreisbewegung, aber mehr dann auch irgendwie nicht. |
| 30 | I: Was für Strömungsarten haben wir denn im letzten Interview gesehen? Fallen die euch noch ein? |
| 31 | B1: Wir haben halt einmal so eine Kreisströmung gesehen bei solchen Strudeln zum Beispiel und dann hatten wir ja eine Strömung, die z. B. im Fluss, immer in die gleiche Richtung geht. |
| 32 | B2: Eine Welle. |
| 33,
35 | B1: Genau, eine Welle hatten wir noch. Aber das hier würde ich dann fast sogar eher mit einer Kreisströmung verbinden. |
| 36 | I: Eine Kreisströmung? Kennt ihr denn vielleicht aus dem Erdkundeunterricht eine bestimmte Art der Strömung? Ihr würdet das eher mit einer Kreisströmung in Zusammenhang bringen, also mehr mit einem Strudel oder eher mit einem Fluss, der einfach vielleicht seine Richtung wechselt und so fließt. |
| 37 | B1: Also ich würde sagen, wenn man sich das von der Seite betrachtet, ist es eher wie so ein Strudel. Aber wenn man das nur von oben sieht, würd ich eher sagen, es ist wie eine Strömung einfach nur in eine Richtung. Weil da sieht man ja von oben nicht die Kreisbewegung so gut wie von der Seite jetzt. |

Den Versuch können Hanni und Nanni in Verbindung mit Phänomenen bringen, die sie aus dem Erdkundeunterricht kennen. Hierzu zählen der Golfstrom und Passatwinde. In beiden Fällen handle es sich um eine Kreisbewegung von Wasser bzw. Luft. Warmes Wasser bzw. warme Luft steige nach oben auf und bewege sich auch horizontal an einen anderen Ort. Dort sei es kälter und die Luft bzw. das Wasser sinke dort wieder nach unten. Schließlich komme die Luft bzw. das Wasser an den Ausgangsort zurück, wo der Prozess erneut beginnt – der Kreislauf sei vollendet.

- | | |
|----|---|
| 38 | I: Wenn ihr das Ganze mit dem Erdkundeunterricht vielleicht in Verbindung bringt: |
|----|---|

	Habt ihr da schon mal was gehört, wo vielleicht solche Strömungen auch passieren?
39	B2: Golfstrom.
40	I: Golfstrom?
41	B2: Ja, und das würde man ja eher nicht als Strudel bezeichnen.
42	B1: Ich hab jetzt eher an Passatwinde gedacht.
43	I: An Passatwinde?
44	B1: Das da ist ja genau so eine Kreisbewegung. Die kalte Luft steigt nach oben, also es war auch so mit der Luft, dass die auch mehr im Kreis geht. Ich glaube, es war Richtung Äquator, da ist die Luft nach oben gestiegen, dann nach außen. Wo es kälter wurde, ist die dann wieder auf die Erde gesunken und dann wieder in Richtung Äquator. Und da gab es auch diese Kreisbewegung. Daran hatte ich jetzt gedacht.
45	I: Also sind für dich Winde doch Strömungen? Weil im ersten Interview habt ihr beide gesagt, dass für euch Winde keine Strömungen sind, sondern Strömungen für euch nur mit Wasser zusammenhängen.
46	B1: Ja, vor allem mit Wasser. Nur jetzt, wo ich das gesehen habe, hatte ich halt daran gedacht und das verbunden. Also irgendwie hängt das schon zusammen, nur ich stelle mir das trotzdem eher noch im Wasser vor, weil da sieht man das ja noch eher.
47	B2: Also ich finde nicht, dass es im Wind Strömung gibt, aber ich finde, es ist das gleiche Prinzip. Aber dann heißt es nicht, dass im Wind auch Strömung ist, weil ich würd das nicht so sagen.
48	I: Ok, und du hast ja jetzt schon gesagt, du kennst das vom Golfstrom und du von den Passatwinden. Was weißt du über den Golfstrom? Weißt du, wie der funktioniert?
49	B2: Also ein bisschen, wir hatten das noch nicht, aber ein bisschen weiß ich das, ja.
50	I: Ja, dann wäre es nett, wenn du mir erzählen könntest, was du weißt.
51	B2: Also das Wasser wird halt erwärmt in der Nähe von Amerika, im Golf von Mexiko. Deswegen heißt es ja Golfstrom. Dann fließt das Wasser in den atlantischen Ozean an Norwegen vorbei oder irgendwo da und auf dem Weg wird es halt wieder kühler das Wasser und irgendwann ist es so kalt, dass es wieder runtersinkt und dann wieder zurückströmt zum Golf von Mexiko und dann wird es wieder erwärmt und dann immer so.

Im Gespräch fokussieren die Befragten zum einen auf die Vertikalbewegung der Tinte im Wasser und auf deren diffuse Verteilung. In Bezug auf die Vertikalbewegung nutzen sie die Idee, dass sich Wasser und Luft beim Erwärmen nach oben bewegen, beim Abkühlen hingegen bewegen sie sich nach unten. Dies versuchen sie noch weiter mit dem Konzept aufzubohren, dass sich Wasserteilchen von warmem Wasser schneller bewegen als von kaltem. Daher sei der Weg nach unten für die Tinte in kaltem Wasser leichter. Umgekehrt Sorge die zügige Teilchenbewegung des warmen Wassers dafür, dass die Tinte aufsteige. Mit diesem Konzept begründen beide Befragte die von ihnen beobachtete Kreislaufbewegung im Bassin. Allerdings wird die horizontale Bewegung des Wassers mit der Tinte

nicht gewürdigt oder einfach als geklärt vorausgesetzt. Außerdem sind beide der Meinung, dass sich die Tinte im warmen Wasser zügiger verteilt als im kalten, sodass im warmen Wasser eine schnellere, flächige Blaufärbung des Wassers aufträte.

Tab. 68: Kategorie J3B-SG-S zu Erklärungen zum Strömungsversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strömungen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strömungsversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Ich wüsste jetzt auch nicht, wie ich es noch erklären sollte, aber das ist ja auch bei der Luft so, dass warme Luft nach oben steigt. Deswegen hätte ich gedacht, dass da vielleicht auch die Tinte eher oben ist und dann beim Eis weiß ich nicht ob es mit runtergezogen wird, aber ich würde auch sagen, dass die dann eher unten ist.“ (J3B, P. 12)	
Kodierte Subkategorien		
J3B-SG-S1	In warmem Wasser bewegen sich die Teilchen schneller als in kaltem.	J3B, P. 25
J3B-SG-S2	In warmem Wasser verteilt sich Tinte schneller als in kaltem.	J3B, P. 14, 16, 23
J3B-SG-S3	Warmes Wasser bzw. Luft steigt nach oben, kaltes Wasser bzw. Luft sinkt nach unten.	J3B, P. 8, 12, 14, 44, 51
J3B-SG-S4	Da sich die Teilchen in kaltem Wasser weniger schnell bewegen, kann die Tinte ungestört nach unten fließen. Im warmen Wasser sorgt die schnelle Bewegung der Wasserteilchen dafür, dass Tinte aufsteigt.	J3B, P. 25

22.6.10 Interview J4B

Der zweite Teil zur Vorstellungsforschung im Bereich von Strömungen basiert auf dem jeweils zweiten Interview mit den Probandinnen und Probanden. In diesem Fall steht der beschriebene Versuch zur Erzeugung einer Konvektionszelle im Vordergrund. Stephanie und Sebastian vermuten, dass sich die Tinte und das Wasser auf beiden Seiten des Gefäßes ausbreiten werden. Direkt am Anfang machen sie klar, dass die Tinte dazu diene, die Bewegung des Wassers sichtbar zu machen. Beide sind der Meinung die warme Tinte werde sich schneller in Form von Schlieren ausbreiten. Die Schlieren bewegen sich in alle Richtungen und daher vornehmlich nach links, weil sich die Heizung am rechten Rand des Gefäßes befinde. Beim kalten Wasser werde sich Tinte zunächst beim Eis aufhalten. Sie begründen ihre Vermutung mit der Vorstellung, dass sich die Moleküle im warmen Wasser schneller und häufiger bewegen als im kalten Wasser. Deswegen dauere es in letzterem länger.

- 1 I: Also hier haben wir so ein Wassergefäß, das hier durch einen Holzrahmen verstärkt ist, einfach damit die Platten halten. Da ist ganz normales Leitungswasser drin. Und hier rechts ist so eine Heizung. Die kann ich gleich einstecken, dann fängt die an zu heizen. Hier in diesem Gefäß ist Eis. Das Eis mache ich gleich hier rein, damit es nicht einfach so durcheinander schwimmt im Wasser. Das mache ich hier in den Becher rein und den Becher stelle ich hier links rein. Hier haben wir Tinte und eine Pipette und damit fülle ich dann gleich hier und hier Tinte in dieses Becken rein. Was meint ihr: was kann man daran sehen, wenn das passiert?
- 2 B2: Ich würde sagen, man sieht dann vielleicht, **in welche Richtung sich das ausbreitet**, wenn es wärmer wird.
- 3 B1: Das warme und das kalte Wasser.
- 4 B2: **Genau, und wie sich das so verteilt mit der Tinte, sieht man wo das so lang geht.**
- 5 I: Ja, was glaubt ihr denn, wo geht die Tinte lang? Oder was sieht man da?
- 6 B1: Also ich würde sagen, **das sind beim warmen Wasser vielleicht so Schlieren, die so von rechts nach links laufen**, also dass es das Ganze zum Schluss so ausgefüllt hat.
- 7 I: Ja.
- 8 B1: Und **bei dem Eis würde ich das eigentlich auch sagen**. Ok, **vielleicht nicht so Schlieren, aber dass es vielleicht erst so um das Eisdings so herum ist und irgendwann sich weiter so fortbewegt**.
- 9 B2: **Ich glaube, bei der Wärme breitet es sich schneller aus.**
- 10 B1: **Das glaub ich auch, ja.**
- 11 I: Was meint ihr denn, wie bewegt sich das fort. Also hier beim Eis: Wenn ich daneben dann so Tinte reintrope, dann glaubt ihr verteilt es sich erstmal so um den Eisbecher herum, und dann, wie bewegt es sich dann? Vielleicht in eine bestimmte Richtung?
- 12 B1: **Erstmal so nach unten und dann nach rechts.**
- 13 B2: **Bei der Wärme würde ich sagen, schon relativ direkt nach so links oder unten.**

14 B1: **Also eigentlich überall bei der Wärme, würde ich sagen. Also nicht jetzt erst irgendwo in eine Richtung, sondern einfach so direkt.**

15 I: Direkt nach links?

16 B: Ja.

17 I: Ok. Was glaubt ihr denn, warum das passiert? Warum bewegt sich die Tinte? Oder das Wasser mit der Tinte.

18 B2: **Vielleicht wenn das Wasser erwärmt wird, vielleicht bewegen sich dann irgendwie die Moleküle da drin? Oder irgendwas? Und deswegen wird das dann so.**

19 B1: **Wahrscheinlich wird das beim Eis auch langsamer gehen, weil das halt kälter ist, und wenn das kälter ist, dann bewegen sich die Moleküle ja generell langsamer.**

20 B2: **Weniger, ja.**

21 B1: Oder weniger, **und dass deshalb beim Eis es länger dauert, bis sich das überhaupt verändert und ausbreitet.**

Beide führen noch eine zweite Idee an, mit deren Hilfe sie zu begründen versuchen, aus welchem Grund sie erwarten, dass sich die Tinte und das kalte Wasser auf der Eisseite nach unten bewegen: Sie vergleichen das Wasser mit der Luft. Hier ist ihnen das Prinzip bekannt, dass warme Luft nach oben steige. Deshalb sei es im Schwimmbad unten kälter als oben. Darüber hinaus werde die Oberfläche durch die Sonne erwärmt.

22 I: Ja, ok. Und beim Eis geht es in welche Richtung?

23 B1: Erstmal runter. Also erstmal um den Behälter herum und dann runter.

24 I: Und warum runter und nicht rauf oder nach rechts?

25 B1: **Ich würde das jetzt mit Luft vergleichen.**

26 B2: **Warme Luft steigt ja immer nach oben. Und das Eis ist dann ja kalt.**

27 B1: Und es ist ja auch so, dass **wenn man jetzt zum Beispiel im Schwimmbad schwimmt, es unten kälter ist als oben, weil es ja oben generell erwärmt wird von der Sonne. Und das ist denk ich mal da jetzt auch so in kleiner.**

Bei der Durchführung beobachten Stephanie und Sebastian neben der vertikalen auch eine horizontale Bewegung des Wassers mit der Tinte. Zunächst folgern sie aus der Bewegung einen Kreislauf, nehmen ihr Urteil aber wieder zurück, weil das Wasser manchmal stillzustehen scheine.

29 I: Super, dann versuchen wir mal, ob wir das Experiment in Gang kriegen. Beschreibt doch mal, was ihr da seht.

30 B2: **Ja also beim Kalten ging es erst so unter dem Becher lang. Und dann auf den Boden. Und dann geht es jetzt nach rechts zum Wärmeren. Und beim Wärmeren ist es, also war ja überall so ein bisschen Tinte und das Obere ist direkt nach links gegangen und das Andere ist noch so ein bisschen da.**

- 31 B1: **Und jetzt ist es halt so ein Kreislauf.** Jetzt fängt halt das, was vom Warmen angekommen ist, beim Eis wieder an, da runter zu gehen und wieder nach rechts zu gehen und immer so weiter.
- 32 I: Gucken wir noch mal ein bisschen zu, ob die da tatsächlich wieder runtergeht und dann nach rechts.
- 33 B: So ein ganz bisschen geht es wieder runter, **aber da verändert sich nichts mehr, also doch kein Kreislauf.**

Sie beobachten darüber hinaus einen Unterschied bei der Geschwindigkeit der Horizontalbewegung: An der Oberfläche erfolge die Bewegung zuerst und auch schneller. Am Boden des Gefäßes dauere es länger, bis es anfängt sich dort in Richtung Heizung zu bewegen.

- 36 I: Ok, jetzt verdünnt sich die Tinte auch allmählich. So, was macht die neue Tinte?
- 37 B2: Eigentlich wieder recht ähnlich. Also beim Kalten ist es eigentlich ähnlich wie gerade eben. Beim Warmen ist es eigentlich nur sehr wenig, was sich da bewegt.
- 38 B1: **Aber es ist eigentlich auch wie gerade. Es verteilt sich halt so ein bisschen. Also das Oberste geht schnell nach links und unten braucht es halt auch so ein bisschen länger, bis es sich nach unten hin verteilt.** Ich würde sagen, beim Kalten wird einfach so diese Schicht, die sich nach rechts bewegt, so ein bisschen breiter einfach als vorher. Und beim Warmen passiert jetzt aber nicht mehr so viel. Also beim Kalten passiert mehr.

Sie versuchen in ihren Erklärungen im Wesentlichen die Beobachtung zu erklären, dass die Horizontalbewegung an der Oberfläche schneller erfolgt als am Boden des Gefäßes. Sie scheinen anzunehmen, dass eine Horizontalbewegung lediglich einsetzt, wenn sich das Wasser ausreichend erwärmt hat. Der Unterschied zwischen der Bewegung am Boden und an der Oberfläche komme dadurch zustande, dass sich die Oberfläche des Gefäßes schneller erwärme als der Boden. Sie nehmen nämlich Schichten im Wasser mit unterschiedlicher Temperatur an. In ihrer Vorstellung erwärmt der Heizstab zwar überall in der Vertikale das Wasser. Aber das Wasser sei an der Oberfläche von Beginn an wegen des Einflusses der Umgebung wärmer. Das ist konsistent zu ihrem Erlebnis im Schwimmbad, in dem sich die Wasseroberfläche wärmer anfühlt als das Wasser in der Tiefe.

- 56 I: Ok, ihr habt genug beobachtet. Setzen wir uns dazu noch mal hin, denn vielleicht müsst ihr dazu noch was malen. Ihr habt ja vorhin gesagt, was ihr glaubt, was passieren wird und habt das hier auch aufgemalt auf der Skizze. Hat sich da bei euch jetzt was verändert, jetzt wo ihr das Experiment beobachtet habt.
- 57 B1: **Also ich würde schon sagen, dass wir im Großen und Ganzen eigentlich recht hatten. Außer, dass es halt beim Warmen sich nicht direkt verteilt hat, sondern dass es erstmal so oben geblieben ist und das nur so oben war, wo es nach links gezogen ist.**
- 58 B2: **Also nicht alles hat sich verbreitet, sondern nur oben.**
- 59 B1: **Halt alles oben.**

60 B2: Ja, genau. **Beim zweiten Mal auch, als wir die Tinte reingemacht haben und so ein großer Ballen dageblieben ist und später erst sich das alles geteilt hat.**

61 I: Was glaubt ihr denn, warum passiert das da jetzt so?

62 B1: **Also ich habe gar keine Idee. Wahrscheinlich ist das halt wirklich so, dass das Kalte unten so ein bisschen bleibt und das Eis gibt ja auch so die Kälte ab und wenn sie dann so nach unten geht, dann stellt man das nur damit dar, dass man die Tinte dazu tut und dann sieht man, wie das kältere Wasser, dass durch das Eis kalt geworden ist, nach unten absinkt und sich am Boden verteilt.**

63 B2: Beim Warmen vielleicht, weil das zuerst oben nur so weitergezogen ist. **Vielleicht erwärmt es sich über die obere Schicht schneller, weil die vielleicht auch schon vorher wärmer war, oder so. Und deswegen zieht das oben erst lang und dann erst später so, wenn das Untere auch wärmer ist.**

64 B1: **Es ist halt viel einfacher, die oberste Schicht zu erwärmen, weil da musst du halt nur eine Schicht erwärmen und wenn du unten was erwärmen willst, musst du vorher durch alles durch.**

65 I: Der Heizstab geht ja schon ganz runter. Der heizt ja überall.

66 B1: **Aber vielleicht heizt der halt dafür zu wenig, wenn es unten kalt ist, dass die Kälte unten überwiegt und oben eher nicht.**

67 B2: **Vielleicht wärmt die Luft das oben. Vielleicht ist das generell ein bisschen wärmer oben. Schon von vornherein und dann wird es oben schneller warm.**

68 B1: **Auch wenn es überall sonst warm ist halt auch.**

Sie machen dies auch am Beispiel einer Badewanne fest. Ist es dort zu warm, lässt man kaltes Wasser einfließen: Dies sei zunächst am Boden der Wanne zu spüren. Erst nach und nach setzt auch eine Abkühlung im oberen Bereich der Wanne ein. Das sei auch in der Luft so.

77 B1: **Es ist ja auch so, wenn man badet, einfach wenn einem das Wasser zu warm ist und man lässt so kaltes Wasser nachlaufen, dann wird es ja auch als erstes unten am Boden kalt.** Und dann, so nach und nach verteilt sich das dann so, auch erst von unten, aber dann nach oben und dann oben erstmal lang und dann ...

78 I: Kennt ihr es noch irgendwo anders her? Gibt es so was nur im Wasser?

79 B1: **Ne, in der Luft ist es ja auch so.** Das ist ja auch wie sich so Wolken und so was bilden.

Die Befragten sind der Meinung, dass die Wärme der Heizung oder auch die Wärme infolge der Sonneneinstrahlung sich erst durch die verschiedenen Schichten hindurcharbeiten müsse. Dadurch dauere es erst einige Zeit, bis sich der Boden des Gefäßes ebenfalls erwärme. Einzig auf der linken Seite des Gefäßes sei es zunächst umgekehrt, da sich oben das Eis befindet. Hierdurch kühle das Wasser ab, sinke nach unten, wodurch der Boden des Gefäßes abkühle.

80 I: Jetzt habt ihr hier gesagt, da wo das Wasser mit der Tinte kalt wird, sinkt es nach unten, hier geht es nach oben und nach rechts bei der Heizung. Wisst ihr, oder habt

	ihr eine Idee, warum das so ist? Warum geht denn das nach unten, nur weil es kalt ist?
81	B2: Weil das generell warm ist. Also hier oben ist es ja kalt, bei dem Becher und unten ist das Wasser am Anfang noch wärmer, würd ich sagen, weil die Kälte sich ja von oben ausbreitet...
82	B1: Weil es Schichten gibt: also, dass es oben viel einfacher ist, das so zu erwärmen, weil man nur durch die oberste Schicht hindurch muss, um das Ganze zu erwärmen und es dauert halt viel länger erstmal durch sechs, sieben, acht Schichten durchzukommen, bis man halt unten das erwärmen kann. Und auch, wenn das hier jetzt nur so stehen würde und die Sonne durch das Fenster scheinen würde, dann wäre es ja auch unten irgendwie ein bisschen kälter als oben. Und dass die Kälte, die vom Eis kommt sich dann zum Kalten weiterbewegt.
83	I: Also das Kalte bewegt sich zum Kalten hin?
84	B2: Also hier oben ist es ja eher kälter würde ich sagen, weil das Eis da ja ist.
85	B1: Aber das ist ja nur dieser Bereich.
86	B2: Und da das dann nach unten strahlt, geht das dann auch nach unten.
87	I: Ok, und deswegen bewegt sich das Wasser nach unten.
88	B: Ja.

Entsprechend sehen die Probandin und der Proband den Versuch am Ende des Gesprächs als entschlüsselt an. Sie erklären, dass die Beobachtungen im Nachhinein logisch seien, weil die Oberfläche des Wassers schon von Beginn an wärmer war, sodass sich das Wasser dort schneller zur anderen Seite bewegt habe.

93	I: Ok. Gibt es irgendwas, was euch überrascht hat, als ihr das beobachtet habt? Womit ihr vorher nicht gerechnet hättet?
94	B2: Also hier hätten wir zuerst gedacht, dass es sich überall verteilt. Und jetzt im Nachhinein ist es ja ganz logisch, weil die obere Schicht schon von vornherein ein bisschen wärmer ist, und es daher ein bisschen schneller zur Seite zieht.

Entsprechend bezeichnen sie den Versuch als *die Bewegung von Wasser bei Temperaturunterschieden*.

89	I: Wenn ihr jetzt einen Namen finden müsstet, für das, was ihr da gesehen habt, was für einen Namen würdet ihr diesem Prozess geben?
90	B1: Die Bewegung von Wasser in verschiedenen Temperaturen, oder bei Temperaturunterschieden.

Resümierend zeigen bei Stephanie und bei Sebastian zunächst zwei Ideen, mit deren Hilfe sie die erwartete Bewegung von Wasser und Tinte begründen. Zum einen nennen sie das Prinzip, dass sich warmes Wasser bzw. warme Luft nach oben bewegen, kaltes Wasser bzw. kalte Luft hingegen bewegen sich nach unten. Darüber hinaus erklären sie, dass sich das warme Wasser im Gefäß in alle Richtungen schneller bewegen werde als das kalte,

weil sich die Moleküle im warmen Wasser schneller und häufiger bewegen als im kalten Wasser.

Bei der Beobachtung des Versuchs nehmen die Befragten jedoch neben der bereits entschlüsselten vertikalen Bewegung eine deutliche Bewegung in horizontale Richtung wahr. Ihnen fällt auch auf, dass sich das Wasser an der Oberfläche zügiger in der Horizontalen bewegt als am Boden. Im Gespräch konzentrieren sie sich dann stark darauf, diesen Unterschied zu erläutern. Es fehlt allerdings ein Konzept, aus welchem Grund sich das Wasser überhaupt in horizontale Richtung bewegt. Hier scheint eine simple gedankliche Verknüpfung zwischen der Temperatur des Wassers und dem Grad der Horizontalbewegung vorzuliegen: Je wärmer das Wasser sei, desto schneller bewege es sich horizontal. Die Richtung der Horizontalbewegung ist dabei insofern für sie unwichtig, als Wasser an beiden Seiten nur die Chance hat, sich zur jeweils anderen Seite zu bewegen, weil sich sowohl die Heizquelle als auch das Eis an den Rändern des Bassins befinden. Sie erklären den Unterschied zwischen der Bewegung an der Oberfläche und am Boden damit, dass das Wasser an der Oberfläche stets wärmer sei, weil die Oberfläche durch die Umgebung direkt erwärmt werde. Bis die Erwärmung auch den Boden erfasse, dauere es sehr lange, da erst mehrere Schichten Wasser durchdrungen werden müssen. Diesbezüglich führen sie Beispiele im Schwimmbad und in der Badewanne an. Und auch wenn eine zusätzliche Wärmequelle wie der Heizstab eingesetzt werde, der das Wasser in der gesamten Vertikalen gleichmäßig erwärme, so sei wegen der zusätzlichen Erwärmung der Oberfläche durch die Umgebung oben stets eine Art Temperaturvorsprung vorhanden. Dieser Vorsprung erklärt anscheinend in ihren Augen, weshalb sich das Wasser oben schneller horizontal bewegt als unten.

Tab. 70: Kategorie J4B-SG-S zu Erklärungen vom Strömungsversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strömungen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strömungsversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Und jetzt im Nachhinein ist es ja ganz logisch, weil die obere Schicht schon von vornherein ein bisschen wärmer ist, und es daher ein bisschen schneller zur Seite zieht.“ (J4A, P. 94)	
Kodierte Subkategorien		
J4B-SG-S1	Warme(s) Wasser/Luft steigt auf, kalte(s) Wasser/Luft sinkt.	J4B, P. 9, 10, 18, 19, 20, 21
J4B-SG-S2	Warmes Wasser verteilt sich schneller, weil die Moleküle sich im warmen Wasser schneller und häufiger bewegen als im kalten.	J4B, P. 25, 26
J4B-SG-S3	Mit zunehmender Erwärmung von Wasser setzt eine zunehmende Horizontalbewegung des Wassers ein.	J4B, P. 63, 94
J4B-SG-S4	Wasser ist oben stets wärmer als unten, weil die Umgebung zunächst die Wasseroberfläche erwärmt und das Wasser demnach von oben nach unten erwärmt wird.	J4B, P. 63, 64, 67, 77, 79, 82
J4B-SG-S5	Die Erwärmung durch zusätzliche Heizquellen addiert sich zur Erwärmung durch die Umgebung.	J4B, P. 63, 67, 68, 94

22.7 Auswertungen zu Erklärungen: Strukturen (Allgemein)

22.7.1 Interview E1A

Im Folgenden werden die Vorstellungen des Probanden Sandra (Codename) zur Entstehung und Beeinflussung von Strukturen in Interview E1A rekonstruiert. An einem Beispiel macht Sandra deutlich, wie sie sich die Veränderung von Strukturen vorstellt. Sie erklärt, dass Wind, z. B. in Form eines Sturms, auf den Sand an der Küste einwirke und es so zu einschneidenden Veränderungen kommen könne, wodurch sich die Struktur der Küste verändere.

96 B: Sandgebilde im Wattenmeer, genau. Gut, das eine auf Bild 21 sieht man ja weniger selbst. Gut, man sieht natürlich Strukturen, wenn da jetzt eine Sanddüne dazu zählt. Weiß ich nicht, inwieweit ihr das da jetzt definiert. **Man weiß, wie die Küstenlinie oder diese Sanddüne vor einem Sturm zum Beispiel ausgesehen hat und man guckt sich das dann nach diesem Sturm wieder an und es fehlen plötzlich 1,50 m oder 2 m. Dann ist das ja eine einschneidende Veränderung.** Man hat ein bestimmtes Bild von einer Küstenlinie oder man fährt da in den Urlaub immer hin und **es hat sich ja letztendlich die Struktur geändert**, also das würde ich mit einer Struktur mit Meer verbinden.

Bemerkenswert ist, dass Sandra bei der Frage nach der Entstehung von Strukturen zunächst in zwei Bereiche unterteilt: Strukturen, die durch das Wirken von Menschen entstehen und Strukturen, die in der Natur gebildet werden. Erstere können von Sandra detaillierter beschrieben werden: Es werden geplante Maßnahmen durchgeführt, sodass nach der Maßnahme eine andere Struktur anzutreffen sei als vorher. Letztere werden von Sandra lediglich benannt, aber nicht erklärt.

139 I: Ok perfekt, legen wir das einmal zur Seite. Dann kommen wir jetzt auch wieder zum Erklärungsbegriff ein bisschen. Was glaubst du, wie kommt es zu solchen Strukturen?

140 B: **Ich glaube, da gibt es verschiedene Möglichkeiten, mindestens zwei. Also eine sind vom Menschen gemachte, bestimmte Strukturen durch Einflussnahme auf die Landschaft eventuell. Das man dann andere Strukturen vor dieser Maßnahme findet, als nach dieser Maßnahme. Und das andere ist einfach die natürliche Struktur. Also wenn wir jetzt an das Wattenmeer denken, an diese Riffel im Sand. Diese zwei Arten eventuell.**

Ähnliches zeigt sich, als Sandra Beispiele für bekannte Strukturen nennen soll. Auch hier bezieht sie sich lediglich auf Strukturen, die durch intelligentes Leben bewusst erzeugt werden: Die Spuren in einem Kornfeld nach dem Mähen und Geoglyphen, die angeblich von außerirdischen Lebensformen erzeugt wurden.

101 I: Ja, fallen dir sonst noch irgendwelche Strukturen ein, so Beispiele für Strukturen, die man kennt?

102 B: Von der Küste jetzt direkt?

103 I: Ja, zum Beispiel, also kann auch sonst außerhalb der Küste sein, wenn dir da irgendwie auch noch ein paar einfallen.

- 104 B: **Wenn man von oben betrachtet, wie der Landwirt sein Feld angelegt hat: seine Spuren, die dann später irgendwie zuwachsen, wenn das Korn höher wird, aber letztendlich man immer noch sieht, wo er denn gefahren ist oder wie er enden will, solche Strukturen.** Ja, was ganz was Blödes von Erich von Däniken, wo wir gerade bei Feldern sind: irgendwelche Kreise oder auch Satellitenaufnahmen von Südamerika, wo wirklich mit einem Lineal gezogene Linien irgendwie sind, **die irgendwer ja gemacht haben muss.** Also solche Strukturen fallen mir jetzt ein.

Bei der Frage, wie sich Strukturen aufhalten lassen, wird deutlich, dass Sandra lediglich über oberflächliches Wissen über das Entstehen von Strukturen verfügt. Da sie eine Verbindung zwischen Luft- bzw. Wasserströmungen und Strukturen vermutet, gibt sie an, dass Barrieren geeignet seien, um Strukturen aufzuhalten. Denn dort, von wo Wasser- bzw. Luftströmungen ferngehalten werden, können sich keine natürlichen Strukturen bilden. Am Beispiel der Düne erläutert Sandra lediglich, dass bei einer Veränderung der Windrichtung sich auch die Struktur der Düne verändere. Aus welchem Grund dies geschieht, also welche detaillierten Prozesse bei der Veränderung der Windrichtung im Sandgebildet ablaufen, beschreibt Sandra nicht.

- 141 I: Ok, könnte man Strukturen aufhalten?
- 142 B: **Ja, also, ich denke, was ich vorhin schon gesagt habe: Dass man Dämme baut, Deiche, Staudämme und Mauern.**
- 143 I: Könnte die Natur denn auch wieder darauf einwirken? Also könnte die Natur zum Beispiel irgendwie solche Strukturen verstärken?
- 144 B: **Wenn wir bei der Sanddüne bleiben, gibt es ja die windabgewandte Seite und die windzugewandte Seite. Das heißt, sollte der Wind drehen, ändert sich natürlich auch die Struktur der Sanddüne, also eine Wanderdüne zum Beispiel. Das würde ich schon sagen, ja.**

Konsistent zu ihren bisherigen Darlegungen vermutet Sandra einen engen Zusammenhang zwischen Strömungen und Strukturen. Zunächst sagt sie, dass am Anfang eine bestimmte Struktur da sei, die wiederum die Dynamik des Windes, also die Strömung beeinflussen könne. Dass sie kurz darauf anspricht, dass es auch anders sein könne, deutet darauf hin, dass auch aus ihrer Sicht die Richtung von Ursache und Wirkung bei von Strömungen erzeugten Strukturen nicht so eindeutig ist, wie zunächst von ihr beschrieben. Allerdings bricht sie bei diesem Gedanken das Gespräch ab.

- 149 I: Ok, was kannst du so abschließend über Strömungen und Strukturen sagen, also haben die für dich irgendwie einen Zusammenhang für dich? Wie stehen die zueinander?
- 150 B: **Ja, also sie sind abhängig voneinander, denke ich, also das eine resultiert vielleicht aus dem anderen.**
- 151 I: Was kommt zuerst sozusagen? Wenn du jetzt sagst, das eine resultiert aus dem anderen.
- 152 B: **Es hat ja am Anfang eine bestimmte Struktur und wenn wir jetzt diese Wanderdüne nehmen, ändert sich durch die Dynamik des Windes diese**

Struktur. Aber andererseits kann es natürlich auch... ja, ne, lassen wir es so stehen (lacht).

Im Gespräch mit Sandra zeigt sich, dass sie bei der Erklärung von Strukturen zunächst in die beiden Bereiche menschengemacht und natürlich einteilt. Erstere vermag sie eindeutiger zu beschreiben als letztere. Denn sie erläutert, dass künstliche Strukturen durch geplante Maßnahmen bewusst erzeugt werden. Mit Blick auf die natürlichen Strukturen vermutet sie einen Zusammenhang mit Strömungen. Dies ist konsistent zu den von ihr genannten Beispielen natürlicher Strukturen: Bei allen handelt es sich um Strukturen, die durch Wirken von Luft- und Wasserströmungen entstanden seien. Mehr als eine Verknüpfung zwischen Strömungen und natürlichen Strukturen herzustellen, gelingt Sandra jedoch nicht. Es bleibt bei der schlichten Verknüpfung, dass Strömungen Strukturen erzeugen. Von Sandra wird jedoch teilweise ein Wechselwirkungscharakter zwischen Strömungen und Strukturen erkannt. Denn sie vermutet zunächst, dass Strukturen zuerst da seien und Strömungen beeinflussen: Strukturen bewirken beispielsweise eine Veränderung der Dynamik des Windes. Kurz nachdem sie dies weiter ausführen möchte, verwirft sie den Gedanken jedoch. Darüber hinaus erläutert Sandra, dass sich Strukturen verändern, wenn sich die Eigenschaften von Strömungen ändern, wenn also beispielsweise eine Veränderung der Windrichtung auftritt. Auf die genauen Prozesse, was bei der durch Wind bzw. Luft induzierten Bewegung von Sand genau passiert, wird nicht eingegangen. Meist wird lediglich erklärt, dass Wasser bzw. Wind Sand in Bewegung versetzen und Sand irgendwie schließlich Strukturen in Form von Rippeln oder Dünen bilde. Folglich beziehen sich die Ideen zum Aufhalten einer Struktur lediglich auf das Fernhalten von Strömungen.

Aus den Äußerungen von Sandra lassen sich die folgenden Ideen zur Entstehung und Beeinflussung von Strukturen nachzeichnen:

Tab. 86: Kategorie E1A-SR-A zu Erklärungen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strukturen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strukturen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Das heißt, sollte der Wind drehen, ändert sich natürlich auch die Struktur der Sanddüne, also eine Wanderdüne zum Beispiel.“ (E1A, P. 144)	
Kodierte Subkategorien		
E1A-SR-A1	Strukturen entstehen durch bewusste Maßnahmen des Menschen zur Veränderung der Landschaft.	E1A, P. 104, 140
E1A-SR-A2	Strukturen entstehen durch Wasser- und Windströmungen.	E1A, P. 96, 140
E1A-SR-A3	Verändern sich die Eigenschaften von Strömungen, verändern sich die resultierenden Strukturen und die Strukturen verändern wiederum die sie erzeugenden Strömungen.	E1A, P. 144, 152
E1A-SR-A4	Bildung von Strukturen lässt sich aufhalten, indem Strömungen durch Dämme, Deiche, Staudämme und Mauern ferngehalten werden.	E1A, P. 142

22.7.2 Interview E2A

Im Folgenden werden die Vorstellungen des Probanden Heinz (Codename) zur Entstehung und Beeinflussung von Strukturen in Interview E2A rekonstruiert. Im Interview bleibt Heinz mit den Grundideen zur Entstehung von Strukturen eher auf einem allgemeinen Level. Er erklärt, dass Strukturen zum einen durch natürliches Wachstum entstehen und darüber hinaus durch die Sonne oder durch den Wind beeinflusst werden.

196 I: Ok. Dann sind wir jetzt auch wieder bei den Erklärungen so ein bisschen angelangt. Was glaubst du, wie kommt es zu solchen Strukturen? Also was ist der Grund für solche Strukturen?

197 B: **Diese Strukturen entstehen durch das natürliche Wachstum und werden auch beeinflusst durch Sonne, Wind und durch natürliche Elemente.**

198 I: Ok.

199 B: **Das ist so pauschal!**

Was er unter natürlichem Wachstum versteht, wird deutlich, als er nach Möglichkeiten befragt wird, Strukturen aufzuhalten. Er berichtet vom Wachstum von Bäumen und merkt an, dass zur Verhinderung einer Struktur eben jenes Wachstum beeinflusst werden müsse. Danach verallgemeinert er seine Äußerungen und schreibt, dass zunächst herausgefunden werden müsse, in welchem Zusammenhang sich eine Struktur verändere, um dann die Maßnahmen zu deren Verhinderung treffen zu können.

200 I: Wie könnte man deiner Meinung nach Strukturen aufhalten?

201 B: Das ist schwierig, denn es gibt Dinge, die kann man nicht aufhalten. Zum Beispiel wenn man das **Wachstum von Bäumen** in irgendeiner Form beeinflussen will – obwohl das hat keinen Einfluss auf die Rinde. **Man muss erstmal sehen, welche Struktur es ist und dann gucken, in welchem Zusammenhang diese Struktur sich verändert und dann die jeweiligen Maßnahmen treffen.**

Auch bei der Frage nach der Verstärkung von Strukturen bleibt Heinz vage. Er sagt lediglich, dass irgendwelche Abhängigkeiten vorhanden seien, die Strukturen zu verstärken vermögen. Welche das sind, sagt er jedoch nicht.

204 I: Könnte die Natur das von sich aus auch? Also könnte die Natur von sich aus Strukturen verstärken?

205 B: Im Sinne der Evolution?

206 I: Ja, zum Beispiel.

207 B: **Theoretisch können Dinge verstärkt werden, aber das geschieht nicht bewusst. Das geschieht ja auf Grund irgendwelcher Abhängigkeiten.**

Auch Heinz sieht einen engen Zusammenhang zwischen Strömungen und Strukturen. Der Proband spricht von den Auswirkungen, die eine Strömung auf eine Struktur habe.

212 I: Ok, alles klar. Abschließend noch die Frage: Was könntest du jetzt so über Strömungen und Strukturen aussagen? Hängen die für dich zusammen oder haben die

irgendwie eine Bindung zueinander oder wie stehen die beiden Phänomene so für dich zueinander?

213 B: **Die hängen schon in gewisser Weise zusammen, weil Strömungen Auswirkungen auf Strukturen haben können und die sind für mich auf die Natur bezogen. Also Basis ist die Natur und natürliche Gegebenheiten.**

Aus den Äußerungen von Heinz lassen sich die folgenden Ideen zur Entstehung und Beeinflussung von Strukturen nachzeichnen:

Tab. 88: Kategorie E2A-SR-A zu Erklärungen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strukturen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strukturen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Diese Strukturen entstehen durch das natürliche Wachstum und werden auch beeinflusst durch Sonne, Wind und durch natürliche Elemente.“ (E2A, P. 197)	
Kodierte Subkategorien		
E2A-SR-A1	Strukturen entstehen, wenn Lebewesen wachsen.	E2A, P. 197, 201
E2A-SR-A2	Strukturen werden durch Umgebungsbedingungen, wie die Sonne und den Wind, beeinflusst.	E2A, P. 197
E2A-SR-A3	Strukturen werden von Strömungen beeinflusst.	E2A, P. 213

22.7.3 Interview E3A

Im Folgenden werden die Vorstellungen der Probandin Martina (Codename) zur Entstehung und Beeinflussung von Strukturen in Interview E3A rekonstruiert. Aus Martinas Sicht entstehen Strukturen im Sand dadurch, dass die Sonne scheine, sich die Erde bewege und es daher windig sei und das Wasser ablaufe und auflaue. Folglich sei die Ursache von Strukturen also sehr ähnlich zu der Ursache von Strömungen.

309 I: Ok, jetzt haben wir wieder gut was kennengelernt über Strukturen. Was glaubst du denn, wie es zu solchen Strukturen kommt?

310 B: **Das ist ja ähnlich wie bei Strömungen zu betrachten. Die Erde bewegt sich, die Sonne scheint, es ist windig, das Wasser bewegt sich, es gibt auflaufendes Wasser, ablaufendes Wasser. Also allein dadurch entstehen ja diese Strukturen, die mit Wasser und Sand zu tun haben.**

Ihre Vorstellungen macht Martina an einem Beispiel fest: Ein Orkan, der auf die Insel Sylt wirke, verändere die dortigen Dünen oder vernichte dieses sogar. Dadurch erschaffe der Wind jedoch wieder eine neue Struktur. Zusätzlich verändere auch der Mensch die dortigen Strukturen, indem er Sand anfahre.

315, 316, 317 I: Aber die Natur hat auf jeden Fall Einfluss darauf und könnte das dann verstärken? Die Strukturen.

318 B: Ja.

319 I: Wie zum Beispiel?

320 B: **Ein Extrembeispiel wäre jetzt ein Orkan, der auf Sylt zukommt. Vorher war der Strand schön flach und man konnte einzelne Dünen erkennen. Der Orkan nimmt die ganze erste Dünenreihe weg, dann habe ich diese Struktur der Dünenlandschaft, die erste Reihe, überhaupt nicht mehr. Dann ist die Natur kräftiger oder die Macht der Natur ist in dem Sinne größer und zerstört mein Strukturbild, was ich von Sylt jetzt hätte an der Stelle.**

321, 323 I: Würde denn dieser Orkan diese Struktur denn komplett vernichten oder einfach nur umlagern? Also würde dadurch ein neuer entstehen? Oder würde einfach dann die komplett weg sein?

324 B: **Der vernichtet die vorhandene, aber er erschafft auch wieder was anderes, was Neues. Wenn dann der Mensch wieder Sand anfährt, wird wieder die Struktur verändert.** Es ist ja immer irgendwie eine Veränderung da.

Diese Vorstellungen sind konsistent zu ihren späteren Aussagen, dass es zwischen Strömungen und Strukturen einen engen Zusammenhang gebe. Viele Strukturen entstehen, weil Strömungen sie verursachen. Welche Prozesse allerdings bei der Wechselwirkung einer Strömung mit Sand stattfinden, bleibt im Dunkeln. In Bezug auf die Wolke erklären sie lediglich mit Wind und aufsteigendem Wasser, wie eine Wolke an sich entsteht, nicht jedoch, wie sich dort eine spezifische Struktur darstellt.

- 331 I: Dann sind wir auch schon fast am Ende. Dann würde ich nochmal abschließend einmal fragen, was du abschließend über Strukturen und Strömungen aussagen kannst. Also stehen die beiden Phänomene für dich in Zusammenhang?
- 332 B: Ja, die stehen in Zusammenhang. **Denn durch Strömungen entstehen Strukturen auf der einen Seite.** Bei Tieren, wenn wir wieder auf das Zebra kommen, hat das jetzt nicht unbedingt was mit einer Strömung zu tun, das Tierfell von einem Zebra. **Aber das andere hat mit Strömung zu tun. Eine Wolkenstruktur entsteht durch Wind und aufsteigendes Wasser. Das hängt schon zum größten Teil zusammen.**
- 335 I: Alles klar, dann sind wir am Ende.

Aus den Äußerungen von Martina lassen sich die folgenden Ideen zur Entstehung und Beeinflussung von Strukturen nachzeichnen:

Tab. 90: Kategorie E3A-SR-A zu Erklärungen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strukturen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strukturen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Das ist ja ähnlich wie bei Strömungen zu betrachten. Die Erde bewegt sich, die Sonne scheint, es ist windig, das Wasser bewegt sich, es gibt auflaufendes Wasser, ablaufendes Wasser. Also allein dadurch entstehen ja diese Strukturen, die mit Wasser und Sand zu tun haben.“ (E3A, P. 310)	
Kodierte Subkategorien		
E3A-SR-A1	Strukturen im Sand entstehen durch Strömungen, die wiederum durch die Drehung der Erde und die Sonne entstehen.	E3A, P. 310, 320, 332
E3A-SR-A2	Wenn sich Strömungen verändern, z. B. ein Sturm auftritt, werden vorhandene Strukturen im Sand zerstört und neue gebildet.	E3A, P. 320, 324
E3A-SR-A3	Der Mensch beeinflusst Strukturen im Sand, indem er durch Maßnahmen bewusst die Landschaft verändert.	E3A, P. 324

22.7.4 Interview S1A

Im Folgenden werden die Vorstellungen der Probandin Hannah (Codename) zur Entstehung und Beeinflussung von Strukturen in Interview S1A rekonstruiert. Hannah unterscheidet bei der Erzeugung von Strukturen zwischen solchen, die bewusst von Menschenhand und jenen, die von der Natur erzeugt werden. Aus Hannahs Sicht werden Strukturen geformt. Hierfür muss ein Medium vorhanden sein. Dabei kann es sich um Wind, um Wasser oder auch um die Wirkung eines Menschen handeln. Darüber hinaus spielen auch das Wachstum eine Rolle, was sie an einem Zebrafell festmacht. Bemerkenswert ist, dass sie hier von einer Laune der Natur spricht – so, als entscheide sich Materie aus einer Laune heraus für eine Struktur.

225 I: Wenn du jetzt jemandem Struktur erklären müsstest, was für eine Struktur wichtig ist, wie würdest du das machen?

228 B: **Entweder durch Menschenhand oder durch Naturereignisse geschaffene Formation.**

157 I: Was kannst du denn für deine Strukturen sagen? Was muss dafür gelten?

158 B: **Ein Medium muss diese Strukturen formen, ob es Wind, Wasser oder Menschenhand ist.** Und das ist ja hier fast bei allen Bildern gegeben. Wenn man mal das Fell des Zebras nimmt, **ist das auch eine Laune der Natur. Ist auch eine Struktur durch Wachstum. Wachstum ist, glaube ich, nicht der richtige Begriff, aber äh...** (unterbrochen).

Laut Hannah müsse eine Kraft und damit auch Bewegung vorhanden sein, damit eine Struktur erzeugt werden könne. Wie allerdings eine Kraft und eine Bewegung die spezifische Formung von z. B. Sand bewirken, wird von Hannah nicht erklärt.

239 I: Was muss für eine Strukturbildung passieren, also was ist die Ursache dafür, dass so eine Struktur kommt?

240, 242 B: **Bewegung, also Kraft ist ja auch Bewegung. Das kann in verschiedenen Richtungen sein, das muss nicht in eine Richtung sein. Wenn ich so ans Wattenmeer denke, dann entsteht meistens bei ablaufendem Wasser die Strukturen. Das ist dann in eine Richtung Obwohl, das Wasser läuft ja beim Ablauf unregelmäßig ab. Es strömt zu Prielen und in den Prielen fließt es ab.**

Insgesamt fällt im Gespräch mit Hannah auf, dass sie sich bei freier Wahl häufiger auf Strukturen bezieht, die vom Menschen erzeugt werden denn auf Strukturen, die natürlichen Ursprungs sind. Ferner vermag sie über menschengemachte Strukturen detailliertere Auskünfte zu geben. So berichtet sie von einer Struktur im Sand, die von den Reifen eines Fahrzeugs geformt werde oder von einer Harke, die im Garten eine Struktur hinterlasse. Hier zeigt sich also, dass sich Strukturen durch einen Abdruck eines bereits strukturierten Gegenstands erzeugen lassen. Und auch bei der Frage, ob und wie sich Strukturen beeinflussen lassen, berichtet Hannah von einem Pflasterbild oder Mosaik und erläutert, dass der Mensch dies beeinflussen könne. Generell seien menschengemachte Strukturen einfacher zu beeinflussen als jene, die durch Wasser und Wind entstanden sind.

197 I: Hast du schon selbst Strukturen erzeugt?

198, B: Ich erzeuge eine Struktur, wenn ich mit dem Fahrzeug über einen Sand-
200 weg fahre. Dann erzeuge ich eine Fahrspur im Sand. Das ist auch eine
Struktur. Natürlich erzeugt man Strukturen. Wenn ich hier im Garten mit
der Harke arbeite, dann erzeuge ich auch irgendwie eine Struktur.

245 I: Wie würdest du eine Strukturbildung aufhalten?

246 B: **Den Menschen kann man leicht aufhalten, sodass die Strukturbildung
dann beendet ist. Bei Wind und Wasser ist es wieder schwieriger.**

247 I: Könntest du die Struktur zerstören?

248, B: **Natürlich kann ich die zerstören, aber nur kleinflächig, indem ich dar-
250 über laufe.**

253 I: Könntest du die Stärke irgendwie beeinflussen von einer Strukturbildung?

254 B: Ich als Mensch?

255 I: Ja, oder allgemein: Was muss man machen?

256, B: Ja, natürlich kann ich die beeinflussen, zum Beispiel unser Pflasterbild oder
258 Mosaikbild: Die kann ich beeinflussen, das ist ja ganz klar. Und das kann ich
auch beeinflussen. **Alles was von Menschenhand gemacht wird, kann man
natürlich beeinflussen. Die Strukturen kann man verändern.**

Bei der Thematisierung von natürlichen Strukturen bleibt Hannah vage. Sie sagt lediglich aus, dass der Mensch natürliche Strukturen über seinen Lebensstandard beeinflusst. Hierdurch komme es zu einem Klimawandel, der sich auf die bereits benannten Ursachen von Strukturen auswirke, sodass sich auch die natürlichen Strukturen verändern.

259 I: Und die Natursachen? Kannst du die auch beeinflussen?

260 B: **Das machen wir als Menschen durch den Klimawandel, wir beeinflussen
die Natur.** Als Einzelperson ist es schwierig. Schon durch die Auswirkungen un-
seres Lebensstandards erzeugen wir den Klimawandel.

Aus den Äußerungen von Hannah lassen sich die folgenden Ideen zur Entstehung und Beeinflussung von Strukturen nachzeichnen:

Tab. 92: Kategorie S1A-SR-A zu Erklärungen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strukturen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strukturen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Ich erzeuge eine Struktur, wenn ich mit dem Fahrzeug über einen Sandweg fahre. Dann erzeuge ich eine Fahrspur im Sand.“ (S1A, P. 198, 200)	
Kodierte Subkategorien		
S1A-SR-A1	Strukturen werden von Wind, Wasser oder Menschenhand geformt, indem eine Kraft auf ein formbares Medium wirkt.	S1A, P. 158, 228, 240, 242
S1A-SR-A2	Strukturen von Lebewesen entstehen durch Wachstum.	S1A, P. 158
S1A-SR-A3	Strukturen entstehen, wenn mit bereits strukturierten Gegenständen (Harke, Reifen) Abdrücke in formbaren Medien erzeugt werden.	S1A, P. 198, 200
S1A-SR-A4	Menschen beeinflussen Strukturen, indem sie aktiv auf ihre Umgebung einwirken.	S1A, P. 246, 248, 250, 256, 258
S1A-SR-A5	Menschen beeinflussen Strukturen, die von Wind oder Wasser erzeugt werden, indem sie einen Klimawandel bewirken.	S1A, P. 260

22.7.5 Interview S2A

Im Folgenden werden die Vorstellungen der Probandin Mimi (Codename) zur Entstehung und Beeinflussung von Strukturen in Interview S2A rekonstruiert. Auch Mimi unterteilt bei der Frage nach ihrer Entstehung Strukturen in zwei Lager: Strukturen in der Natur und menschengemachte Strukturen. Bei der Erklärung bezieht sie sich vornehmlich auf letztere, die sie detaillierter beschreiben kann als Strukturen in der Natur. Sie berichtet im Wesentlichen von zeitlich wiederkehrenden Handlungen und macht dies am donnerstäglichen Sport und Sektrinken sowie am jährlichen Aufhängen eines Kalenders fest. Strukturen durch den Menschen entstehen für Mimi also dadurch, dass Menschen ein Ritual einführen.

587 I: Wie kommt es zu solchen Strukturen?

588 B: **Zum einen bilden die Natur diese Strukturen. Die meisten Strukturen, würde ich sagen, sind von uns Menschen gemacht.**

503 I: Sind dir sonst Strukturen begegnet, außer jetzt zum Beispiel hier auf den Bildern?

504 B: Ja, **donnerstagsabends Sport mit anschließendem Sektrinken** (lacht). Das ist auch so ein fester Bestandteil und das ist auch 'ne Struktur.

505 I: Wenn du selbst Strukturen erzeugst hast, sind das hauptsächlich solche Sachen, wie den Alltag strukturieren? Oder hast du auch selbst schon mal irgendwie sowas gemacht?

508, B: Bestimmt. Das sind so Dinge, da denkst du nicht drüber nach. Zum Beispiel
510 **jedes Jahr, 1. Januar, einen neuen Kalender aufhängen. Das ist ein Ritual. Aber ist es eine Struktur? Ja auch, natürlich. Das machst du auch jedes Jahr.**

Bei ihrer Auseinandersetzung mit natürlichen Strukturen am Beispiel von granularen Strukturen wird deutlich, dass sie es als ausreichend ansieht zu erklären, dass eine Bewegung von Sand und Wasser bzw. Luft vorhanden sein müsse. Dann gibt es einen gedanklichen Sprung. Für Mimi entstehen diese Strukturen dann einfach. Auch genauere Nachfragen vermögen es nicht, Mimi zu einer genaueren Auseinandersetzung mit ablaufenden Prozessen, also Wirkmechanismen, bei der Wechselwirkung von Sand und Wasser bzw. Luft anzuregen. Für Mimi scheint das Entstehen des Musters keiner Erklärung zu bedürfen.

589 I: Was muss für eine Naturstruktur gegeben sein, damit das so passieren kann?

590, B: **Wind, Wasser, Ebbe und Flut. Hängt ja dann auch noch mit der Mond-**
592, **phase, also mit dem Mond zusammen.** Ich kenne mich mit Ebbe und Flut nicht
594, genau aus. Ich weiß nur, dass das alle vier Stunden mal kommt.
596

597 I: Aber du würdest schon sagen irgendwie, dass da vom Wasser oder vom Wind eine Bewegung sein muss. Und was passiert dann.

598, B: **Ja, dann kommen solche schönen Bilder zustande.** Nein, also Wasser,
600 Wind... wie ist das mit Ebbe und Flut?

601 I: Es geht jetzt hauptsächlich um das, was hier auf der Erde passiert. Also das Wasser fließt da quasi drüber...

602 B: **Ja, fließt drüber und dann zieht es auch wieder ab.**

Auch bei der Frage, wie sich Strukturen aufhalten lassen, geht sie auf menschliches Wirken ein und erläutert, dass ein Mensch eine Struktur kaputt machen könne, indem er Gewalt oder Kraft einsetzen könne.

607 I: Wie würdest du eine Struktur aufhalten?

608 B: **Das kannst du nicht aufhalten.**

609 I: Und wenn ich da jetzt darauf trete (unv.)?

610 B: **Wenn du deine Füße darein steckst, dann ist die Struktur nicht mehr gleich. Das ist klar. Aber ich dachte jetzt, du willst das Wasser aufhalten. Das kannst du nicht.**

611 I: Ne, ich meine jetzt die Struktur. Ob man eine Struktur kaputt machen kann?

612, B: **Ja, das kannst du kaputt machen, das geht. Mit Gewalt oder hier Kraft.**
614,
616

Aus den Äußerungen von Mimi lassen sich die folgenden Ideen zur Entstehung und Beeinflussung von Strukturen nachzeichnen:

Tab. 94: Kategorie S2A-SR-A zu Erklärungen von Strukturen mit Subkat.

Tab. 9.4. Kategorie S2A-SR-A3 Erklärungen von Strukturen im Allgemeinen		
Kategorie	Erklärungen von Strukturen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strukturen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Zum Beispiel jedes Jahr, 1. Januar, einen neuen Kalender aufhängen. Das ist ein Ritual. Aber ist es eine Struktur? Ja auch, natürlich. Das machst du auch jedes Jahr.“ (S2A, P. 508, 510)	
Kodierte Subkategorien		
S2A-SR-A1	Strukturen (zeitlich) entstehen, wenn Menschen Rituale einführen.	S2A, P. 504, 508, 510, 588
S2A-SR-A2	Strukturen im Sand entstehen und vergehen, wenn Menschen Gewalt oder Kraft ausüben	S2A, P. 610, 612, 614, 616
S2A-SR-A3	Strukturen im Sand entstehen, wenn Wind bläst oder durch die Gezeiten bewegtes Wasser über die Küste fließt.	S2A, P. 590, 592, 594, 596, 598, 600, 602

22.7.6 Interview S3A

Im Folgenden werden die Vorstellungen des Probanden Hans (Codename) zur Entstehung und Beeinflussung von Strukturen in Interview S3A rekonstruiert. Hans gibt an, dass sich Strukturen erzeugen lassen, indem ein Arbeits- oder Lernplan gemacht wird, der dann abgearbeitet werden müsse.

377 B1: **Struktur kann sein beim Arbeiten, beim Lernen, zum Beispiel.**

378 I: Wie geht man da vor, wenn man eine Struktur erzeugt?

379 B1: **Man macht einen genauen Plan und arbeitet den ab.**

Es ist offenbar schwierig für ihn, die Entstehung von natürlichen, räumlichen Strukturen zu entschlüsseln. So gibt er an, Strukturen im Holz seien vom Holz vorgegeben – als sei etwas vorangelegt. Aus welchem Grund das Holz überhaupt Strukturen voranlegt, wird nicht erwähnt. Gleiches zeigt sich auch, als er eine Struktur im Sand erklären soll. Auch hier sagt er, dass hierfür Sand und Wasser nötig seien sowie die Möglichkeit, dass Wasser abfließen könne. Auf die konkreten Wirkmechanismen der Strukturbildung beim Ablauen des Wassers geht er jedoch nicht ein.

392 I: Alles gut. Wir haben jetzt schon ganz viele Strukturen genannt, von Holz zum Beispiel usw. Weißt du, wie es zu solchen Strukturen so kommt?

393 B1: **Beim Holz zum Beispiel gibt es das Holz vor. Es ist eigentlich im Grunde genommen alles Struktur, ob du Stahl nimmst oder ob du Eisen nimmst. Egal was du nimmst, ist das alles eine Struktur.**

394 I: Wie bildet sich zum Beispiel so eine Struktur?

395 B1: Das ist aber jetzt nicht gewollt. Das ist keine gewollte Struktur.

396 I: Genau, aber so eine Struktur wie würde die sich bilden?

397 B1: **Nur durch Sand, Wasser, Abfluss...**

398 I: Also das Zusammenspiel von irgendwie sowas.

399, 401 B1: **Von Elementen. Aber das kannst du nicht künstlich erzeugen.**

Menschliches Wirken sei laut Hans eine Möglichkeit, Strukturen im Sand zu zerstören, aufhalten lassen sie sich aber dadurch nicht. Natürliche Einflüsse – wie z. B. ein Sturm, der wiederum das Wasser in Bewegung versetzt – Sorge dafür, dass die Strukturen sich verändern, also die ursprüngliche Struktur verschwindet und eine neue entsteht. Dabei sei es für die Entstehung der Struktur entscheidend, wie viel Energie das sich bewegende Wasser besitze.

406, 408 I: Wie könnte man zum Beispiel so eine Struktur zerstören? Oder eine Struktur aufhalten, eine Strukturbildung?

409, 411 B1: **Zerstören kannst du die nur, wenn du darüber läufst. Sonst kannst du die nicht zerstören.**

412 B2: **Aufhalten kannst du die gar nicht.**

413	B1: Ne.
414	B2: Also nicht in der Natur. Wenn du jetzt am Strand bist und das Wasser kommt und zieht sich zurück. Das kannst du ja nicht aufhalten.
415	I: Kann man da irgendwie die Stärke beeinflussen von Strukturbildung?
416	B1: Ja, indem draußen Sturm ist. Wenn draußen mehr Bewegung mit Wasser ist. Und das Wasser nicht ruhig abläuft, sondern dass es gewaltmäßig abläuft, dann kann die Struktur eine andere sein.
417	I: Also würdet ihr sagen, von der Stärke von dem... (unterbrochen)
418	B1: Ja, von der Energie des Wassers, da kommt das her.

Aus dem Interview mit Hans lassen sich die folgenden Ideen zur Entstehung und Beeinflussung von Strukturen herausarbeiten:

Tab. 96: Kategorie S3A-SR-A zu Erklärungen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie		
	Erklärungen von Strukturen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strukturen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Wenn draußen mehr Bewegung mit Wasser ist. Und das Wasser nicht ruhig abläuft, sondern dass es gewaltmäßig abläuft, dann kann die Struktur eine andere sein.“ (S3A, P. 416)	
Kodierte Subkategorien		
S3A-SR-A1	Strukturen (zeitlich) entstehen, wenn Menschen einen Ablaufplan festlegen.	S3A, P. 377, 379
S3A-SR-A2	Strukturen werden von manchen Materialien (Holz, Stahl, Eisen) vorgegeben.	S3A, P. 393
S3A-SR-A3	Strukturen entstehen dadurch, dass Wasser über Sand abfließt.	S3A, P. 397
S3A-SR-A4	Strukturen können durch menschliches Wirken zerstört werden.	S3A, P. 409, 411, 414
S3A-SR-A5	Strukturen verändern sich, wenn sich die Energie des sie erzeugenden, bewegten Wasser ändert.	S3A, P. 416

22.7.7 Interview J1A

Im Folgenden werden die Vorstellungen der Probanden George und Barry (Codennamen) zur Entstehung und Beeinflussung von Strukturen in Interview J1A rekonstruiert. Für George und Barry braucht es für das Entstehen von Strukturen eine Ursache. Als Beispiel für eine eigens erzeugte Struktur benennen sie Sandburgen, die sie schon einmal selbst gebaut haben. Vielfach werden unterschiedliche Energieformen und auch (menschliche) Kraft als Ursache für Strukturen benannt, wobei sie beide Begriffe nicht trennscharf verwenden. Der Begriff Strömungsenergie zeigt, dass sie ebenfalls Strömungen als Ursache von Strukturen ansehen. Bemerkenswert ist, dass ihnen das Benennen von Kraft und Energie bereits genügt, um das Entstehen von Strukturen zu begründen. Denn eigentlich wird damit lediglich das Vorhandensein von Bewegung begründet, die eigentlichen Prozesse, die innerhalb einer Bewegung zur Bildung von Strukturen führen, also die Wirkmechanismen, bleiben im Dunkeln.

605 I: Was glaubt ihr denn, was die Ursache für Strukturbildung ist? Bei Strömungen hattet ihr ja schon gesagt: Wind oder Höhenunterschiede. Was könnte der Grund dafür sein, dass sowas wie auf Bild 5 entsteht oder auf Bild 9?

606 B1: **Immer unterschiedlich.**

607 B2: **Wärmeenergie, Strömungsenergie.**

608 B1: **Es kann ja durch alles entstanden sein.**

609 B2: **Das soll ja ein Mosaik sein, oder?**

610 B1: Ja.

611, B2: **Dann ist es ja menschliche Kraft gewesen.**

613 **Es entsteht halt immer durch eine Kraft, würde ich behaupten.**

614 I: Ok.

615 B1: **Also es hat eine Ursache.**

522 I: Ja, habt ihr denn schon mal selbst Strukturen erzeugt?

523 B1: **Ich habe bestimmt schon mal Sandburgen gebaut, wo man halt der Sandburg eine Struktur gibt.**

498 I: Warum gehört das für euch dazu? Was muss denn da gegeben sein, damit man von Strukturen sprechen oder von Strukturbildung sprechen kann?

499 B2: **Man braucht halt eine Kraft, um etwas zu verändern. Es verändert sich ja eigentlich fast nichts von allein.**

Im Zuge der Frage nach Möglichkeiten, wie sich Strukturen im Sand aufhalten lassen, wird deutlich, dass sie die Gezeiten als eine Ursache für Strukturen ansehen. Denn die Gezeiten führen zu Strömungen und diese wiederum zu Strukturen im Sand. Demnach überlegen sich George und Barry eine Barriere, die Strömungen fernhält, sodass sich keine Strukturen bilden können. Darüber hinaus überlegen sie, den Mond zu entfernen, weil dieser für die Gezeiten verantwortlich sei. Ferner nennen sie auch die Sonne als Ursache, weil jene das Wasser erhitze, es aufsteige und so Wolken bilde, die sich durch eine gewisse Struktur auszeichnen.

616	I: Könntet ihr denn solche Entstehungen, wie Bild 5 oder Bild 9, könntet ihr das aufhalten. Oder könnte die Natur... könnte die vielleicht das aufhalten?
617	B1: Wir könnten Bild 5 ändern, wenn wir zum Beispiel da mit einer Schaufel rübergehen. Aber jetzt, dass es neu entsteht, können wir nicht verhindern.
618	B2: Man kann halt die Gezeiten nicht verändern.
619	B1: Ja.
620	B2: Die sind halt fest.
623	B1: Riesige Mauer aufbauen!
624	B2: Haben die was mit dem Mond zu tun?
625	B1: Ja, haben sie.
626	B2: Ja, dann kann man den Mond ja wegsprengen (lacht).
627	I: Man kann den Mond wegsprengen (überlappend).
628	B2: Aber in Bild 9 kann man halt, gar nichts machen, man kann halt die Sonne ja nicht wegsperren. Die Sonne lässt ja Wasser erhitzen. Dadurch dann steigt sie auf und (unv.) die Wolken.

Aus den Äußerungen von George und Barry lassen sich die folgenden Ideen zur Entstehung und Beeinflussung von Strukturen nachzeichnen:

Tab. 98: Kategorie J1A-SR-A zu Erklärungen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strukturen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strukturen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Man braucht halt eine Kraft, um etwas zu verändern. Es verändert sich ja eigentlich fast nichts von allein.“ (J1A, P. 499)	
	Kodierte Subkategorien	
J1A-SR-A1	Strukturen entstehen, indem Materialien durch das Wirken von Kräften oder Hinzufügen von Energie verändert werden.	J1A, P. 499, 607, 611, 613
J1A-SR-A2	Strukturen lassen sich durch das Wirken des Menschen bewusst erzeugen und vernichten (z. B. Sandburgen).	J1A, P. 523, 611, 613
J1A-SR-A3	Strukturen im Sand entstehen durch die Gezeiten.	J1A, P. 618, 624, 625
J1A-SR-A4	Strukturen im Sand lassen sich verhindern, wenn Barrieren errichtet werden, die Strömungen aufgehalten werden oder der Mond entfernt werden könnte, der die Gezeiten hervorruft.	J1A, P. 626
J1A-SR-A5	Strukturen in Wolken entstehen dadurch, dass die Sonne Wasser erhitzt und dieses dann aufsteigt und Wolken bildet.	J1A, P. 628

22.7.8 Interview J2A

Im Folgenden werden die Vorstellungen der Probanden Hans und Franz (Codennamen) zur Entstehung und Beeinflussung von Strukturen in Interview J2A rekonstruiert. Für Hans und Franz handelt es sich bei einer Struktur um etwas, das erstellt, also geschaffen worden ist. Dabei unterscheiden die beiden zwischen der Erzeugung durch eine außenstehende Person und der Erzeugung durch ein sogenanntes außenstehendes Element. Mit ersterem meinen sie Strukturen die bewusst, also gewollt, von Menschen geschaffen worden sind. Mit letzteren beziehen sie sich auf Strukturen, die nicht bewusst erzeugt wurden.

480 B2: Struktur ist etwas, **was von einem äußeren Etwas erstellt worden ist.**

514 B2: Struktur wird **von einer außenstehenden Person oder einem außenstehenden Element entweder gewollt oder ungewollt geschaffen.** Hierbei musste diese nicht exakt identisch sein, sondern auf eine gleiche Weise bzw. recht ähnliche Art, wo die Gemeinsamkeit klar zu erkennen ist, geschaffen sein.

Als Beispiele für Strukturen, die von Menschen erzeugt werden, nennen sie: die Struktur eines Gullys, den Aufbau eines Gebäudes, den Bau einer Sandburg oder auch die Erzeugung eines Arbeitsplans, der abzuarbeiten sei. Synonym für ein außenstehendes Element sprechen sie auch von einer äußeren Gewalt, wenn sie damit Strukturen meinen, die nicht vom Menschen bewusst erzeugt werden. Solche Strukturen entstehen beispielsweise durch den Wind, das Wasser und die Mondphasen (Strukturen im Sand) oder aber durch Frost (Eisblumen an der Fensterscheibe). Bezüglich ungewollter, nicht vom Menschen erzeugter Strukturen ist bemerkenswert, dass die Befragten stets lediglich die notwendigen Bedingungen für das Entstehen einer Struktur zusammentragen; also beispielsweise das Vorhandensein von bewegtem Wasser, Luft sowie Sand oder aber einer Fensterscheibe und Frost. Diese Aufzählung scheint aus ihrer Sicht für die Klärung einer Struktur bereits zufriedenstellend zu sein. Sie erklären damit zwar das Auftreten irgendeiner Anordnung, aus welchem Grund letztlich aber genau jene besonders strukturierte Anordnungen entstehen und nicht etwa unstrukturierte, wird nicht erklärt. Es fehlt der Blick auf diesbezügliche Wirkmechanismen.

373 I: Was muss gegeben sein, damit man überhaupt von Strukturbildungen reden kann? Was haben die alle gemeinsam?

374 B2: Sie **wurden alle erschaffen**, also es ist **überall eine Außeneinwirkung**. Wir haben hier bei 7, 5, 21, 9 eben die **Auswirkung des Windes oder des Wassers**. In Bild 12 **hat der Mensch eine Einwirkung gemacht**, wie bei 11. Und 22 hat eben auch **jemand selbst erschaffen**. Aber es wird immer eine Struktur in diesen Bildern **gebildet von einer weiteren Person oder einem weiteren Gegenstand**.

383, B1: Struktur haben wir da vorne rein theoretisch auch nochmal, der Gully und
385 das Gebäude. Weil es wurde ja ein Plan gemacht, wie die am besten aufgebaut sind.

386 B2: Die haben eben auch eine Struktur, die **vom Menschen erschaffen** ist, also **von einer äußeren Gewalt**.

410, B1: Struktur wäre für mich ein **Plan** im Sinne von strukturiert sein, als ob du
412 eine **Liste abarbeiten** musst.

359 I: Ok, dann sage ich euch mal einen Begriff, der nennt sich Strukturbildung. Wenn man hier guckt, das sind Strukturen. Weil da Struktur gebildet wird. Was verbindet ihr denn mit Strukturen? Wenn ihr Struktur hört, an was denkt ihr?

360 B2: Strukturiert ist ja meistens was Geregeltes, was Festgesetztes. Also für mich, wenn jemand sagt so: "Ja, du bist gut strukturiert" oder "strukturiere deinen Plan, deine Arbeit". **Das heißt ja, dass man sich da letztendlich darüber Gedanken macht und eben sich einen Aufbau macht, wie man das abarbeiten möchte und somit eine Struktur aufbaut, die für einen am besten ist.**

Und das ist eben jetzt keine festgelegte Struktur, weil Natur kann meistens selten... Wasser fließt ja immer, hat verschiedenste Einflüsse, den **Menschen, Wind, Mondphasen** und sowas als Einfluss. Deswegen wird die Natur wahrscheinlich jetzt nicht geplant (lacht) strukturiert und gesagt wird: "Heute möchte ich den Sand wie ein Herz aussehen lassen und morgen wie ein Kreis". **Da entstehen eben Strukturen, aber das meist ungewollt.**

390 B2: Jeder hat schon mal eine **Sandburg gebaut**, würde ich sagen. Und eben Strukturen könnten Eisblumen am Fenster sein.

391 B1: (Lacht) Eisblumen?

392 B2: Ja, denn zuerst hat es geregnet und **die äußere Gewalt, die sozusagen eindringt, ist der Frost und dadurch macht er eben ein festes, strukturiertes Bild**, z. B. wenn Seifenblasen draußen frieren oder so. Also machen die so Eisblumen. Und das ist für mich eine Struktur, die **von der Natur festgelegt** worden ist. Und die sieht man hier nirgendwo.

395 I: Das hat jetzt die Natur gemacht. Habt ihr selbst schon Strukturen erzeugt? Vielleicht habt ihr irgendwas gemacht, dass vielleicht eine ähnliche Struktur hat wie hier auf Bild 5.

396 B2: Eigentlich dieses Becken bei meiner Oma (lacht), da kommt dann meistens Sand noch mit hoch, weil man das nicht vermeiden kann. Sobald man eben das Wasser rauslässt oder dass eben dann die Rinne wieder ins Wasser fließt, **hinterlässt das eben auch solche Spuren und somit Strukturen**. Und somit habe ich indirekt eine **Struktur geschaffen**.

Auf die Frage nach dem Aufhalten von Strukturen beziehen sich beide auf Strukturen in den Wolken und im Sand. Da sie Luft- und Wasserströmungen als Verursacher ansehen, schlagen sie vor, die Luft- und Wasserströmungen umzuleiten und nicht in ein fragliches Areal eindringen zu lassen, sodass in jenem Areal dann keine Strukturen gebildet werden.

517 I: Ok, das klingt gar nicht so unüberlegt. Dann ist ja schon mal schön, dass ihr viele Strukturbildungen und Strukturen erkannt und benannt habt. Was glaubt ihr denn, wie es sein kann, dass diese Strukturen überhaupt entstehen? Warum ordnen sich die Wolken hier so an? Oder warum sieht das hier so aus wie auf Bild 5? Wie

	kann das sein? Was ist die Ursache dafür? Und kann man das vielleicht aufhalten, dass sich die Wolken so anordnen?
518	B2: Aufhalten?
519	I: Ja, kann man das verhindern?
520	B1: Also 9 entsteht ja durch die Windströme und dass sich die Wolken durch diesen Wind halt verformen . Aber wie willst du das denn aufhalten?
521	B2: Das Gleiche ist beim Wasser. Man müsste das Wasser umleiten oder nicht mehr darüber fließen lassen .
522	B1: Ja, dann ist es an der einen Stelle nicht so, aber irgendwo findest du es immer wieder.
523	B2: Ja, also sie entstehen aus Strömungen meist, eben Windströmung und Wasserströmung. Das ist eben das Element, das außenstehende Element . Und ist schwer, eine Welle aufzuhalten. Dementsprechend ist es genauso schwer, eine Luftströmung aufzuhalten, dass diese die Wolken in genau diesem Areal nicht verformt. Aber dann wird sie 20 Meter weiter die Wolke dann verformen, weil der ja irgendwie umgeleitet werden muss der Windstrom.
524	B1: Du könntest halt höchstens immer nur so einen kleinen Teil aufhalten. Aber niemals das Ganze .

Am Beispiel von Dünen machen sie deutlich, dass diese sowohl von der Natur als auch von Menschen erzeugt werden können. Der Wind sei verantwortlich für die Entstehung der Dünen, denn dieser trage den Sand ab. Bei einer Wanderdüne trage der Wind Sand von einer Seite ab und lagere ihn an der anderen Seite wieder an. Hierdurch wandere die Düne. Ferner machen sie deutlich, dass bei einer höheren Windgeschwindigkeit mehr Sand abgetragen und an einer anderen Stelle abgelagert werde, sodass dort auch umso größere Dünen entstehen. Eine Düne könne dabei nicht ins Unermessliche wachsen, da dies von der Statik nicht funktioniere. Irgendwann werde sie zusammenbrechen.

533	I: Glaubt ihr, dass sich da Menschen Dünen hingestellt haben und die gebuddelt haben?
534	B2: Nein.
535	B1: Sie haben nachgeholfen, aber hauptsächlich hat ja der Wind den Sand abgetragen .
536	B2: Es gibt ja auch Wanderdünen, wovon immer gewarnt wird. Wenn die Düne von der einen Seite wegträgt und auf der anderen Seite aufbaut .
538	B1: Aber da hat halt der Wind wieder Einfluss drauf.
539	I: Ja, auch da gibt es ja große und kleine. Was glaubt ihr denn, wie man das beeinflussen kann, die Stärke dieser Strukturen?
540	B2: Eben durch Windströmung . Also wenn der Wind stärker ist und somit dann mehr Sand aufnimmt und abträgt und dann anderswo wieder auf den Dünen ablegt und verlässt, umso größer wird die Düne dann auch . Ich glaube, je größer die Düne, umso notwendiger ist es in dem Punkt glaub ich auch. Wenn das eine kleine Düne ist, heißt das ja, dass nicht so viel Wind kommt oder

	nicht so viel Sand dahin getragen wird. Und in dem Punkt ist es dort an der Stelle dann auch nicht so windig oder so.
542	B1: Einwirken kannst du ja nur z. B. bei einer Düne oder so, wenn du selbst als Person was wegträgst, damit das nicht weitergetragen werden kann.
543	I: Glaubt ihr denn auch, so eine Düne kann unendlich wachsen oder so eine Wolke kann unendlich groß werden?
544	B2: Nein.
545	B1: Weiß ich nicht.
546	B2: Eine Düne kann nicht unendlich wachsen. Du kannst keine Düne bis zum Himmel haben.
547	B1: Ja, ok, von oben bröckelt es dann halt wieder runter.
548, 550	B2: Ja, weil das dann von der Struktur nicht funktioniert. Weil das dann einfach von der Statik irgendwann nicht mehr funktioniert. Weil du nicht so viel Sand auftragen kannst. Du kannst auch keine Mauer bis ins Unendliche bauen. Weil irgendwann wird sie zusammenbrechen.

Aus den Äußerungen lassen sich die folgenden Erklärungen für Strukturen nachzeichnen:

Tab. 100: Kategorie J2A-SR-A zu Erklärungen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strukturen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strukturen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Ja, weil das dann von der Struktur nicht funktioniert. Weil das dann einfach von der Statik irgendwann nicht mehr funktioniert. Weil du nicht so viel Sand auftragen kannst. Du kannst auch keine Mauer bis ins Unendliche bauen. Weil irgendwann wird sie zusammenbrechen.“ (J2A, P. 548, 550)	
Kodierte Subkategorien		
J2A-SR-A1	Strukturen (zeitlich) entstehen dadurch, dass Menschen einen Ablaufplan festlegen.	J2A, P. 360, 410, 412
J2A-SR-A2	Strukturen werden bewusst von außenstehenden Personen erzeugt.	J2A, P. 374, 386, 390, 396, 514, 535
J2A-SR-A3	Strukturen, in Form von Eisblumen, entstehen durch Frost.	J2A, P. 390, 391, 392
J2A-SR-A4	Die Struktur der Eisblume ist von der Natur festgelegt.	J2A, P. 392
J2A-SR-A5	Strukturen im Sand entstehen durch den Wind und bewegtes Wasser.	J2A, P. 360, 374, 523, 535, 536
J2A-SR-A6	Strukturen in den Wolken entstehen dadurch, dass Wind die Wolken entsprechend formt.	J2A, P. 520, 523
J2A-SR-A7	Strukturen in den Wolken und im Sand lassen sich aufhalten, indem die sie erzeugenden Strömungen umgelenkt werden.	J2A, P. 521, 523
J2A-SR-A8	Strukturen, in Form von Dünen, wachsen bei stärkeren Windströmungen, weil mehr Sand	J2A, P. 540

	abgetragen und an anderer Stelle wieder ange- lagert wird.	
J2A-SR-A9	Die Größe von Strukturen im Sand ist begrenzt, da sie wegen der Statik ab einer bestimmten Größe zusammenbrechen.	J2A, P. 546, 547, 548, 550

22.7.9 Interview J3A

Im Folgenden werden die Vorstellungen der Probanden Hanni und Nanni (Codennamen) zur Entstehung und Beeinflussung von Strukturen in Interview J3A rekonstruiert. Die Probandinnen unterscheiden bei der Entstehung von Strukturen solche, die vom Menschen erzeugt werden und solche, die in der Natur vorkommen. Bezüglich der menschengemachten Strukturen nennen sie als Beispiele eine Struktur im Sand. Diese entstehe, da eine der Probandinnen mit einem Schuh in den Sand getreten sei und sich so der strukturierte Abdruck der Sohle im Sand abbilde. Weitere ähnliche gelagerte Beispiele sind der Abdruck einer Harke im Beet oder der eines Reifens. Diese Überlegungen übertragen die Befragten auf eine natürliche Struktur, die im Bild 5 zu erkennen sei. Hierbei handelt es sich um Rippel. Die Probandinnen führen aus, dass jene eine gewisse Ähnlichkeit zu einem Abdruck aufweisen würde. Hier nehmen sie an, dass sich die Wellenform des Wassers in den Boden hineindrückte. In allen Fällen ist also schon eine Struktur vorhanden, die sich dann auf ein anderes Material (hier: Sand) überträgt.

291 I: Wieder eine kurze, knackige Definition. Das ist ok. Dann kommen wir zum letzten Part. Ihr habt ja jetzt Strukturen gesehen. Was glaubt ihr denn, wie es überhaupt zu diesen Strukturen kommt? Was ist der Grund dafür, dass die sich bilden, dass es Strukturbildung gibt?

292 B1: Also einmal kann man Strukturen auf jeden Fall **künstlich erzeugen**. Und **sonst ist in der Natur** ja nichts irgendwie wirklich gleich oder so. Also an sich hat ja alles irgendwie eine gewisse Struktur.

248 I: Ja, habt ihr denn schon mal selbst irgendwelche Strukturen erzeugt und wie?

249, 251 B1: **Mit einem Schuh. Wenn ich damit in den Sand getreten bin, gab es auch sowas wie eine Struktur im Sand. Also von der Sohle halt.** Das ist jetzt sohlenabhängig, aber manchmal sieht das aus wie eine Struktur.

252 B2: Oder **wenn man den Garten harkt, also ein Beet, dann entsteht auch eine Struktur.**

253 B1: Oder **mit einem Reifen** zum Beispiel.

222 I: Das ist der Begriff, mit dem ich arbeiten würde, nämlich mit dem Begriff Strukturbildung. Man kann es Muster nennen, aber Strukturen klingt ja doch ein bisschen anders. Verbindet ihr irgendwas mit Strukturbildung? Und wenn ihr an Struktur denkt, an was denkt ihr?

223 B1: Ja, wenn ich das jetzt einmal mit Bild 5 verbinden würde, dann z. B. so einen **Schuhabdruck im Sand. Da entsteht ja auch irgendwie so eine Struktur der Sohle.** Und das würde ich jetzt auch noch ein bisschen mit Bild 5 verbinden, ich finde, das sieht ähnlich aus. Das ist ja auch so, dass es **an manchen Stellen ein bisschen tiefer reingeht.**

228 I: Dann muss das ja für dich bestimmt interessant sein diese Strukturen. Wenn du die so siehst, so was interessiert dich daran?

229 B2: Wie das entsteht.

230 I: Wie das entsteht?

- 231 B2: Also bei 5 kann ich mir das vorstellen **durch die Wellenbewegung, weil die ja nicht nur oberflächlich ist, sondern auch unter Wasser**. Aber bei 9 oder 21 weiß ich das nicht so ganz.

In ihren Ausführungen fällt auf, dass die Befragten lediglich aufführen, was für die Bildung einer Struktur gegeben sein muss. Hierzu zählt formbare Materie wie Sand und Wolken sowie Medien, welche die Materie formen: beispielsweise Wind oder Wasser, das im Zuge der Gezeiten in Bewegung versetzt wird. Dann allerdings kommt es zu einem Sprung in der Erklärung, denn es wird nicht deutlich, wie Wind oder bewegtes Wasser auf die Materie wirken, sodass ganz bestimmte Formen und Strukturen entstehen. Es fehlt der Blick auf die Wirkmechanismen. In den Formulierungen der Befragten kommt daher stets vor, dass beim Vorhandensein der aufgezählten Materie *irgendwie* eine Struktur entstehe oder die Struktur „übriggeblieben“ sei. Letztlich erklären sie mit ihren Konzepten aber nur, dass *irgendeine* Anordnung von Materie entsteh.

- 293 I: Und was glaubst du, was der Grund ist dafür, dass sich Strukturen bilden?
- 294 B2: Ich würd halt auch sagen, dass alles irgendwie eine Struktur hat, z. B. auf 9 und 5 sind das jetzt so besondere Strukturen, die halt **irgendwie durch Wind oder andere Einwirkungen** geschehen.
- 295 I: Ja, ihr habt ja zum Beispiel in eurem Fragebogen auch Ebbe und Flut geschrieben.
- 296 B2: Hm (bejahend).
- 297 I: Denkt ihr, dass Ebbe und Flut auch ein Grund oder die Ursache sind für Strukturen, dass die entstehen?
- 298 B2: Also würde ich schon sagen, weil **wenn Ebbe ist, geht das Wasser ja weg und das nimmt ja auch am Boden immer ein bisschen Sand mit**. Und dadurch entsteht dann ja auch irgendwie eine gewisse Struktur.
- 299 B1: Wie auf Bild 5 zu sehen ist. Da hätte ich jetzt gesagt, dass das genauso im Watt ist, **wo das Wasser halt bei Ebbe weggeflossen ist und das ist da jetzt übriggeblieben**.

Konsistent zu ihren bisherigen Darlegungen beziehen sich die Probandinnen bei Überlegungen zur Beeinflussung oder Verhinderung von Strukturen stets auf jene aufgezählte Materie – Sand und Wolken sowie auf die Medien Luft und Wasser – nicht jedoch auf Wechselwirkungsprozesse zwischen ihnen, die eine Strukturbildung begründen. Zur Beeinflussung der Strukturen schlagen sie demnach vor, die Geschwindigkeiten von Luft bzw. Wasser zu verändern. Denn die Stärke bzw. der Ausprägungsgrad einer Struktur hänge von der Geschwindigkeit des Wassers bzw. der Luft ab. Je höher deren Geschwindigkeit sei, desto ausgeprägter seien auch die resultierenden Strukturen. Aufhalten lassen sich die Strukturen, wenn die entscheidende Materie Sand entfernt werde (Strand einbetonieren) oder Wind ferngehalten werde (mit Ventilator umlenken).

- 300 I: Glaubt ihr, das kann man aufhalten? Könnte man zum Beispiel die Wolken auf Bild 9 daran hindern, dass die so eine Struktur bilden?
- 301 B2: Ich glaub, **das hat was mit dem Wind zu tun**.

- 302 B1: Ich denk, theoretisch würde das gehen, wenn man da auch **mit großen Ventilatoren irgendwie pustet**, kann man das verhindern, aber... (unterbrochen).
- 303 B2: Ja, aber das ist unrealistisch.
- 304 B1: Ja, ich denke **theoretisch ist das möglich**.
- 305 B2: ... aber praktisch nicht.
- 306 B1: Das ist bei Wolken noch leichter als im Watt. Ich meine, man kann das **alles einbetonieren, dann entstehen da auch nicht mehr solche Strukturen**. Aber das ist halt sowas, was ziemlich schwer zu realisieren ist, dass man das verhindert, dass solche Strukturen entstehen. Also ich denke, man kann eher schwer was dagegen machen.
- 307 I: Und was glaubt ihr, wie man die Stärke davon beeinflussen kann? Wenn man das jetzt mal die Wolken auf 9 sieht, die sind ja auch noch unterschiedlich stark ausgeprägt. Und die könnten ja auch alle so bleiben wie am Anfang oder halt alle so wie am Ende. Wie kann man das denn beeinflussen?
Oder auch die Art und Weise der Formen in Bild 5 die müssen ja auch nicht immer gleich ausgeprägt sein. Dann sind die auch mal stärker und mal weniger stark. Auch in Bild 21 und 5 würde bestimmt nicht nach jedem Wellengang, jedes Mal, wenn Ebbe und Flut war, alles genau wieder identisch aussehen. Was glaubt ihr denn, wovon die Stärke von Strukturen abhängt und wie man das beeinflussen kann?
- 308 B2: Also bei den Wolken würde ich das an der **Windstärke** festmachen. Und in Bild 5 vielleicht auch daran, **wie stark das Wasser in eine Richtung strömt**. Ich finde, als Menschen kann man das zwar beeinflussen, so wie man es auch stoppen würde, nur halt ein bisschen weniger, aber das wäre halt...
- 309 B1: Ja, ich denke auch, **dass es mit der Geschwindigkeit zu tun hat**. Zum Beispiel jetzt wie das Wasser abfließt, **wenn das ganz langsam abfließt. Dann entstehen solche Strukturen eher nicht oder sind zumindest nicht so stark. Wenn es schneller abfließt, dann entstehen solche Strukturen schon eher oder auch größer**.

Aus dem Gespräch mit Hanni und Nanni lassen sich die folgenden Konzepte zur Entstehung und Beeinflussung von Strukturen rekonstruieren:

Tab. 102: Kategorie J3A-SR-A zu Erklärungen von Strukturen mit Subkat.

Tab. 102: Kategorie J3A-SR-A1a Erklärungen von Strukturen im Allgemeinen		
Kategorie	Erklärungen von Strukturen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strukturen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Also würde ich schon sagen, weil wenn Ebbe ist, geht das Wasser ja weg und das nimmt ja auch am Boden immer ein bisschen Sand mit. Und dadurch entsteht dann ja auch irgendwie eine gewisse Struktur.“ (J3A, P. 298)	
Kodierte Subkategorien		
J3A-SR-A1	Strukturen entstehen, wenn bereits strukturierte Gegenstände (Schuhsohle, Harke, Reifen) Abdrücke im Sand hinterlassen.	J3A, P. 223, 249, 251, 252, 253

J3A-SR-A2	Rippelstrukturen entstehen, weil sich die Wellenform des Wassers in den Sand drückt und dort abzeichnet.	J3A, P. 231
J3A-SR-A3	Strukturen im Sand und in Wolken entstehen, wenn bewegte Luft oder bewegtes Wasser (durch die Gezeiten) auf jene Materie einwirken.	J3A, P. 294, 298, 299
J3A-SR-A4	Eine Struktur in den Wolken und im Sand wird umso ausgeprägter, je höher die Bewegungsgeschwindigkeit der verursachenden Luft bzw. des verursachenden Wassers ist.	J3A, P. 308, 309
J3A-SR-A5	Strukturen in den Wolken und im Sand lassen sich aufhalten, indem Sand einbetoniert oder bewegte Luft durch Ventilatoren ferngehalten wird.	J3A, P. 302, 304, 306

22.7.10 Interview J4A

Im Folgenden werden die Vorstellungen der Probanden Stephanie und Sebastian (Codennamen) zur Entstehung und Beeinflussung von Strukturen in Interview J4A rekonstruiert. Die beiden Befragten sehen eine bedeutende Ursache von Strukturen in Strömungen von Wasser und Luft. Zum einen sorgt bewegtes Wasser dafür, dass Steine aneinander reiben und so Sand entsteht, den die Befragten bereits an sich als Struktur auffassen. Darüber hinaus sorgen Strömungen in Form der Gezeiten dafür, dass Spuren im Sand (Rippeln, Prielen etc.) entstehen.

171 B2: **Sand wird ja dadurch gebildet, dass Steine so übereinander reiben durch eben Strömung.** Wenn im Wasser sehr viel Strömung ist, dann reiben die so übereinander.

172 B1: **Wenn das so zusammengepresst aus dem Eimer ist und man das als Sandburg baut, dann ist die Struktur ja wesentlich fester,** weil dann ja alles zusammengepresst ist und näher aneinander als wenn der Sand da einfach nur so liegt.

173 B2: Ja, und der **Sand bildet sich halt durch Strömung.** Würde ich so sagen.

174 B1: **Und hier die Struktur, das ist halt auch durch die Strömung entstanden,** halt so wie das Wasser abgeflossen ist, wegen der Gezeiten.

Am Ende des Gesprächs erklären sie etwas genauer, dass sich das Wasser bewegt und dadurch Sand mitnehme. Hierdurch komme es dann zu Erhöhungen und Vertiefungen.

268 B: Ja genau, Bild 5 ist eigentlich auch **durch eine Strömung zum Beispiel. Ja, die Konsequenz aus der Strömung. Das Wasser sucht sich seinen Weg und der Sand weicht eben aus. Ne, das Wasser bewegt sich da einfach durch und nimmt vielleicht auch ein bisschen Sand mit.**

Als Beispiel für durch Wind erzeugte Strukturen führen die Probandin und der Proband Wolken an.

177 B1: Halt wie diese Furchen, einfach so Priele, so kleine Miniflüsschen. **Und Wolken...** [überlappend].

178 B2: ..., **wenn der Wind halt so, die in die Form...**

179 B1: **Dadurch entsteht ja auch diese Wolkenstruktur.** Und das ist da ja das Gleiche: wenn sich da neue Knospen bilden. Das sind da oben ja die kleinen, wenn die immer größer werden, verändert sich die Struktur ja auch. Also immer weiter.

Auch bezüglich der Wolken erläutern die Befragten am Ende des Gesprächs deren Entstehung etwas genauer. Hierzu beziehen sie sich zunächst auf die Entstehung von Wind durch kalte und warme Luft. Mehrere Wolken werden dann durch den Wind in eine Position gepustet, die in Gänze als Struktur anzusehen ist.

266 B1: Ja und auch Bild 7 – halt das mit den Wolken – dass **durch diese warme und kalte Luft, dadurch entsteht das ja auch und dann entsteht ja der Wind und durch den Wind entstehen halt diese Wolkenstrukturen, weil sie dann dahin**

gepustet werden und das dann gerade so aussieht, weil sie in dem Moment abfotografiert werden.

Offenbar stellen sie sich die Entstehung von Strukturen als eine Verbindung von Einzelteilen zu einem größeren Ganzen vor. Sie machen dies am Beispiel von Lego fest: Bei einer Struktur entstehen Verbindungen zwischen den Einzelteilen.

189 B1: Also ich würde auch so sagen, wie bei Strömung, dass es auch so irgendwie gleichförmig ist, aber auch stabil: Papa hat früher immer gesagt: **verbundbar. Wenn man so Lego gebaut hat, dass die Steine übereinander greifen und dass deshalb eine Struktur entsteht und hält.** Und so, würde ich auch sagen, dass **irgendwie so Verbindungen entstehen, die dann stabil genug sind, dass sich daraus diese Struktur dann entwickeln kann.**

Neben Strömungen vermag allein das Wachstum von Lebewesen, z. B. von Pflanzen, die Entstehung und Beeinflussung von Strukturen auszumachen. So geben die Befragten zu Protokoll, dass sich die Struktur einer Pflanze ausgehend von der Knospe bis zur Blüte verändere. Es handele sich um Wachstum, das von der Natur so vorgegeben sei.

190 B2: Ja, eine Struktur kann sich auch verändern. Wie hier z.B. bei dem, wo wir gesagt haben: **von der Knospe zur Blüte.** Das verändert sich halt.

264 I: Geordnet, ok. Jetzt sehen wir hier verschiedene Strukturen auf den Bildern. Wie entstehen denn überhaupt Strukturen, oder warum kommt es dazu?

265 B2: Ich würde sagen, z. B. auf Bild 23, da ist halt auch so eine Oberflächenstruktur. Das ist ja auch strukturiert in dem Sinne, dass es geordnet ist. Hat ja so ein wiederkehrendes Muster mit diesen kleinen Tannen, sag ich mal. **Und das wächst einfach so, von der Natur so vorgegeben.**

Zuletzt vermag auch der Mensch durch seine ordnende Intelligenz Struktur zu erschaffen und zu verändern. Diesbezüglich sprechen die Befragten von vielen Beispielen: Ein Schal, der gehäkelt wird, eine Pflasterung, ein Reifenprofil, Sandburgen, ein Haus und Zeitpläne. Aber auch die Veränderung der Struktur einer Pflanze durch einen Biologen wird dem Einfluss des Menschen zugeschrieben.

230 B1: **Wenn man einen Schal häkelt, dann ist das ja auch immer die gleiche Strukturabfolge an diesen Kettelchen da.** Halt so sonst kann man das auch so ganz theoretisch fassen. Struktur ist ja auch, dass wir **jeden Tag aufstehen und zur Schule gehen.** Das ist ja auch Struktur.

231 B: Geregelt, strukturiert, also geordnet. Also unsere Schulsachen in allen Fächern, das ist ja auch strukturiert. Zum Beispiel so ein **Pflastermuster, das ist ja auch immer gleich, wie so gepflastert wird,** hat auch also auch eine Struktur. So eine Idee dahinter, so ein Prinzip, so eine Regel. Vielleicht auch so ein **Reifenprofil,** das ist ja auch so eine gewisse Struktur, die so besonders gut aufliegt – für Sommer- und für Winterreifen. Das passt sich ja auch an, an den Untergrund. Dafür ist diese Struktur ja da, dass das halt sich möglichst gut anpassen kann.

232 I: Habt ihr schon mal selbst irgendwo eine Struktur erzeugt? Habt ihr selbst irgendwas gemacht?

233 B: **Einen Schaal gehäkelt.**

271 I: Ja stimmt. Seht ihr denn irgendwo Strukturen auf den Bildern, die man beeinflussen kann?

272 B1: **Ja, die Sandburg.**

273 I: Stimmt, Bild 12.

274 B1: **Also, wenn man weniger stärker auf den Eimer klopft, um den Sand da festzumachen oder stärker, dann ist er entweder mehr zusammengepresst oder weniger.**

275 B2: **Irgendwelche Biologen können bestimmt auch die Struktur von so einer Pflanze beeinflussen.**

276 B1: **Ja, oder halt hier sowas: Beim Haus kannst du es ja ganz direkt beeinflussen, wenn du es einfach anders planst, als es ist. Oder die Farben umstellst oder so vermischt.**

Aus den Äußerungen von Stephanie und Sebastian lassen sich die folgenden Grundideen zur Entstehung und Beeinflussung von Strukturen nachzeichnen:

Tab. 104: Kategorie J4A-SR-A zu Erklärungen von Strukturen mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen von Strukturen im Allgemeinen	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen die Entstehung und die Beeinflussung von Strukturen zu verdeutlichen versuchen.	
Ankerbeispiele	„Und hier die Struktur, das ist halt auch durch die Strömung entstanden, halt so wie das Wasser abgeflossen ist, wegen der Gezeiten.“ (J4A, P. 174)	
Kodierte Subkategorien		
J4A-SR-A1	Strukturen im Sand (Rippel, Priele) entstehen durch Strömungen.	J4A, P. 174
J4A-SR-A2	Strukturen im Sand entstehen, weil Strömungen Sand mitnehmen.	J4A, P. 268
J4A-SR-A3	Strukturen in Form von Sand entstehen, weil durch Strömungen Steine aneinander gerieben werden.	J4A, P. 171, 173
J4A-SR-A4	Strukturen in den Wolken entstehen, weil die Wolken von Wind geformt werden.	J4A, P.177, 178, 179
J4A-SR-A5	Strukturen in den Wolken entstehen, weil kalte und warme Luft Wind bilden und dieser die Wolken an einen bestimmten Ort bewegt.	J4A, P. 266
J4A-SR-A6	Strukturen entstehen, weil ihre Einzelteile Verbindungen ausbilden, sodass sie zusammenhalten können.	J4A, P. 189
J4A-SR-A7	Strukturen entstehen durch das Wachstum von Pflanzen.	J4A, P. 190, 265

J4A-SR-A8	Strukturen entstehen und werden beeinflusst durch bewusste Entscheidungen des Menschen.	J4A, P. 172, 230, 231, 233, 272, 274, 275, 276
-----------	---	--

22.8 Auswertungen zu Erklärungen: Strukturen (Speziell)

22.8.1 Interview E1B

Der zweite Teil zur Vorstellungsforschung im Bereich von Strukturen basiert auf dem jeweils zweiten Interview mit den Probandinnen und Probanden. In diesem Fall steht der beschriebene Versuch zur Erzeugung eines Musters im Sand im Vordergrund. Als Sandra der Versuchsablauf erläutert wird, äußert sie die Erwartung, dass sie bleibende Linien auf der Sandoberfläche sehen werde. Denn durch die Bewegung der Schale werde der Sand hin- und herbewegt. Hört die Bewegung auf, dann müsse sich der Sand entscheiden, in welche Richtung er liegenbleibe.

93 I: Gut, dann sind wir auch mit dem Experiment schon fertig und dann kommen wir zu dem anderen.

94 B: Jetzt kommen wir zum Baggermatsch.

95 I: Genau, Baggermatsch (lachen). Ich erkläre mal wieder, was wir hier haben. Wir haben hier einfach eine normale Kunststoffschale. In dieser Schale ist ganz normaler Sand drin und der ist recht matschig, weil da Wasser drin ist. Hier sieht man das Wasser auch noch. Also: Wasser und Sand in einer Kunststoffschale. Stell dir folgenden Ablauf vor: Ich nehme die Schale gleich und schüttele sie ruckartig hin und her. Was denkst du, wirst du da beobachten können?

96 B: **Ich erwarte bleibende Linien auf der Sandoberfläche.**

97 I: Inwiefern bleibende Linien?

98 B: **Durch die Bewegung der Schale, es geht ja hin und her in zwei Richtungen. Aber irgendwann hört die Bewegung auf und dann muss sich die Oberfläche entscheiden, in welcher Richtung sie liegen bleibt, denn es ist ja alles in Bewegung, zumindest die oberen Schichten vom Sand, denke ich.** Somit entsteht ein charakteristisches oder ein uncharakteristisches Muster auf der Oberfläche des Sandes.

Ihre Erwartungen macht Sandra an ihren bisherigen Erfahrungen fest und erklärt, dass sie erst im letzten Drittel oder Viertel der Schale die Oberflächenveränderung erwarte, da die Schale sehr klein sei und sich die Muster am Strand bei einer relativ weiten, flach ansteigenden Uferlinie bilden. Der Rest bleibe eben.

99 I: Wird das erst am Ende entstehen oder ist schon die ganze Zeit irgendwas erkennbar?

100 B: **Das kann ich mir jetzt gar nicht so richtig vorstellen, weil die Schale eine kleine Oberfläche hat, ob das da jetzt auch funktionieren würde. Ich denke jetzt eben an den Strand, wo wir eine relativ weite, flach ansteigende Uferlinie haben mit Sand. Ich erwarte da doch eher im letzten Drittel die Wellen oder die Oberflächenveränderung.**

Als Begründung dafür, dass sich Linien bilden, liefert sie einzig jene Erfahrungen aus ihrer Umwelt: Da das Wasser am Strand ebenfalls Linien im Sand hinterlasse, werde dies auch in der Schale der Fall sein.

105	I: Ok, könntest du mir deine Erwartungen einmal wieder aufmalen?
106	B: Ja, das kann ich versuchen. Gleichmäßig soll das sein, diese Wellen. So, wenn das als ein Drittel vielleicht reicht in dem Bereich und hier halt eben eine ebene Fläche.
107, 109	I: Hier unten sind sie irgendwie eben und dann... also, wenn ich die jetzt so schüttele, dann soll dieses Muster entstehen.
110	B: Gut, dann zeichne ich das nochmal, dann würde es an der schmalen Seite einfach so vielleicht aussehen. Dann vielleicht ein bisschen mehr als ein Drittel, vielleicht ein Viertel oder so.
111	I: Gut ok, wie kommst du darauf, dass das so passieren wird?
112	B: Durch die Beobachtungen in der Natur, da sieht man, dass das Wasser eben diese Strukturen auf der Sandoberfläche macht. Ablaufendes Wasser zum Beispiel bei der Ebbe. Das ist es eigentlich. Aus der Beobachtung heraus würde ich das jetzt vermuten, dass das so ist.

Sandra denkt, dass die Linien lediglich in einem Teilbereich der Schale auftreten, weil ein Mensch nicht in der Lage sei, die Schale gleichmäßig zu bewegen. Sie macht also die Unregelmäßigkeit in der Schale in Form von Linien im Sand und ebenen Flächen an einer Unregelmäßigkeit der Schalenbewegung fest. Würde man die Schale auf eine Schüttelapparat im Labor legen, dann würde ein gleichmäßiges Muster im Sand zu sehen sein.

113	I: Und wie kommst du darauf, dass nur dieses obere Viertel oder Drittel diese Strukturen aufweist und das untere glatt ist?
114	B: Weil ich glaube, dass du das nicht so gut gleichmäßig schütteln kannst, als wenn du das jetzt auf einen Schüttelapparat in unserem Labor legst, die eine gleichmäßige Schüttelfrequenz haben. Ich glaube, das bekommst du nicht so hin. Rein von der Mechanik jetzt her, vermute ich, dass das eher so passieren wird.

Sandra führt den Gedanken noch etwas weiter und erklärt, dass die ungleichmäßige Schüttelfrequenz nicht nur für die beschränkte Ausdehnung des Musters in der Schale verantwortlich sei, sondern auch für die Art des Musters. Die Unregelmäßigkeit beim Schütteln der Schale habe nämlich Auswirkungen darauf, wie das Wasser auf die Sandoberfläche treffe.

115	I: Ok, wird das auch immer, dass so eine Struktur dann zustande kommt?
116	B: Nein, es hängt von der Schüttelart ab jetzt oder eben wie das Wasser auf die Sandoberfläche trifft. Ich glaube, das ist die Abhängigkeit dazu, egal ob es Wind ist oder Wellenschlag. Das wird das Muster beeinträchtigen und auch die Weite des Musters in der Schale.

Entgegen der eignen Erwartung stellt Sandra beim Beobachten fest, dass Strukturen nicht nur in einem Teil der Schale auftreten, sondern auf der gesamten Fläche zu erkennen sind. Sie erkennt jedoch unterschiedliche Arten von Strukturen: Unförmige Vertiefungen und Erhöhungen sowie Linie. Gerade in Bezug auf letzteres sieht sich Sandra jedoch in ihren Erwartungen bestätigt, denn die Linien seien nur in etwa einem Viertel der Schale zu

erkennen. Die einzige Abweichung von den Erwartungen besteht also darin, dass Sandra – neben den Linien – eine glatte Oberfläche erwartet hat, letztlich aber unförmige Vertiefungen und Erhöhungen aufgetreten sind. Sie resümiert nach eigenem Durchführen des Versuchs, dass die wellenartige Struktur im Sand, also die Linien, nie in der gesamten Schale zu sehen seien, wenn mit der Hand geschüttelt werde.

119, I: Dann werden wir den Versuch jetzt einmal eben durchführen. Ich bitte dich,
121 dass du dann einmal eben wieder beobachtest und einfach erzählst, was wir hier machen. Ich bewege jetzt die Schale einmal hin und her.

122 B: Ich sehe die Wellenbewegung. Ich sehe, das Wasser ist komplett im Sand
eingesogen. Es ist, von mir aus gesehen rechts, immer noch mehr Wasser zu
sehen. Der Sand ist feuchter als auf der anderen Seite. **Aber die Strukturen
gehen doch durch, sie sind doch durchgängig.**

123 I: Also sie sind doch überall?

124 B: **Nicht so ganz, wie ich es vermutet habe – also gleichmäßig wellenförmig
– sondern ein bisschen unebener, unförmiger, aber auf jeden Fall auf der
gesamten Oberfläche des Sandes.**

125 I: Jetzt hör ich einmal auf und dann kannst du beschreiben, was da passiert.

126 B: **Jetzt ist es so, dass auf der linken Seite mehr Sand zu sehen ist, eine höhere
Sandoberfläche. Rechts liegt es unterhalb, da steht auch das Wasser auf der
Sandoberfläche und wir haben ganz leichte Spuren auf der Fläche, wo das
Wasser steht. Man kann es also erahnen, dass da Bewegung mal drin war.
Aber auf dem anderen Viertel, oder die Hälfte, würde ich schon fast sagen,
zeigt sich doch die Wellenstruktur.**

129 I: Du kannst es sonst auch gerne selbst ausprobieren, wenn du möchtest.

130 B: Ok.

131 I: Muss man ein bisschen ruckartig schütteln.

132 B: Ja, das Wasser muss sich erst durchmischen.

133 I: Wenn du es ganz in die Hand nimmst, ist es noch ein bisschen einfacher. Dann
kannst du ein bisschen stärker schütteln.

134 B: **Ja, das stimmt. Ja aber auch hier (unv.) es ist immer nur auf einer Seite
scheinbar.**

163 I: Wenn wir das jetzt nochmal durchführen, würde das wieder so passieren?

164 B: Zum gleichen Ergebnis?

165 I: Hm (bejahend).

166 B: Ja. Vielleicht diesmal auf der rechten Seite, je nachdem, wie das liegt. **Aber
ich denke, dass die Wellenstruktur immer nicht in der gesamten Schale zu
sehen sein wird.**

167 I: Ok, dann vergleiche wieder deine Erwartungen mit dem, was du jetzt beobachtet hast.

168 B: **Die Erwartung war, dass sich in einem Viertel der Schale die Wellenstruktur ausbildet. Das ist gut geschätzt gewesen, denn wir haben jetzt ungefähr die Hälfte gehabt von der Schale. Ich hatte erwartet, dass die Wellenstruktur gleichmäßiger ist. Das war jetzt nicht der Fall, aber es überrascht mich im Nachhinein nicht (lachen). Ich hatte halt nicht bedacht, dass wir natürlich nicht so gleichmäßig schütteln. Ich hab das zwar schon öfter angeführt, aber damit wird auch klar, dass, wenn ich nicht so gleichmäßig schüttelte, kriege ich natürlich auch nicht die gleichmäßigen Wellen und dann solche Strukturen da raus. Aber ansonsten ist das eingetreten, was ich erwartet habe.**

Sandra berichtet davon, dass bei einem ungleichmäßigen Schütteln natürlich auch ein ungleichmäßiges Wellenmuster entstehe und nicht das eigentlich ursprünglich erwartete gleichmäßige Wellenmuster. Bei einer konstanten Schüttelfrequenz, z. B. durch eine Maschine, sei ein gleichmäßiges Wellenmuster zu erwarten.

158 B: Die Bewegungsrichtung, genau. Und ich zeichne jetzt mal zur Hälfte hin. Hier haben wir nachher die unterschiedlichen Strukturen gehabt und hier halt die – da hatte ich es ja auch so mit Strichen gezeichnet – die plane Seite. **Ich vermute, dass sich durch die nicht ausgeglichene Schüttelfrequenz, die wir jetzt beide hatten, der Sand sich mehr oder weniger dann eben auf der einen Seite niederschlägt oder angehäuft wird. Wenn wir jetzt ein Gerät hätten, was eine konstante Schüttelfrequenz hat, würde das so nicht passieren.**

Im nachfolgenden Auszug versucht Sandra nun das Entstehen des Musters an sich zu erklären, bleibt aber vage: Sie erläutert, dass durch das Schütteln mechanische Kräfte auf die Oberfläche wirken. Diese kommen dadurch zustande, dass sich das Wasser durch das Schütteln bewege und das Wasser wiederum den Sand bewege, sodass das Wasser quasi als Überträger der menschlichen Kraft auf den Sand fungiere. Entscheidend sei, dass der Sand in Bewegung versetzt werde. Dies sei der „Hauptpunkt“, weshalb solche Gebilde zu sehen seien. Damit ist Sandra zwar in der Lage zu erklären, weshalb sich der Sand überhaupt bewegt und sich anhäuft, aber sie kann nicht das Besondere an der Anhäufung erklären, insbesondere die Ähnlichkeit der Anordnung zu sich selbst wird nicht begründet, die aber aus Sicht der Befragten ein sehr wichtiges Charakteristikum von Strukturen darstellt.

137 I: Erkläre, was da jetzt passiert ist.

138 B: **Da wirken meines Erachtens jetzt mechanische Kräfte auf die Sandoberfläche. Hervorgerufen durch das menschliche Schütteln. Letztlich kommt es immer darauf an, dass die Sandoberfläche oder auch die Tiefe von dem Sand – man weiß ja nicht, ob es fünf Zentimeter sind in Wirklichkeit – in Bewegung gerät. Das ist der Hauptpunkt, warum wir dann solche Wellenstrukturen oder solche Gebilde sehen.**

139 I: Könntest du auf das Wasser da drin noch ein bisschen genauer eingehen, was das Wasser da jetzt drin macht?

140 B: **Das Wasser ist das Medium, was den Sand vor sich hertreibt. Am Meer habe ich ja immer nur eine bestimmte Richtung, wo also durch Wellenschlag**

oder durch Wind das Wasser dann den Sand zum Ufer hintreibt. Hier haben wir ja nun gegenläufige Kräfte, also einmal nach links und einmal nach rechts. Aber das Wasser ist das Medium, was den Sand eben bewegt. Also die Kraft bewegt das natürlich auch, aber das Wasser ist der Träger, um die Kraft zu übertragen und weiterzuleiten, die wir da einwirken, sodass der Sand dann eben fortbewegt wird.

Da das Wasser für Sandra ein wichtiges Trägermedium für die Übertragung der menschlichen Kraft auf den Sand darstellt, gibt sie dem Versuch den Namen Hydrodynamik.

169 I: Ok, alles klar. Wenn du jetzt wieder einen Namen für dieses Phänomen finden müsstest, wie würde der lauten?

170 B: **Gibt es Hydrodynamik? Wasser spielt in dem Falle ja eine große Rolle und vielleicht gibt es den Fachbegriff demnächst oder gibt ihn schon. Hydrodynamik (lachen) würde ich mal so sagen.**

Die Probandin ist sich dessen bewusst, dass ein ähnliches Ergebnis auch mit Wind statt Wasser erzielt werden könne. Dies ist konsistent mit ihrer Vorstellung, dass es eines Mediums bedürfe, durch das menschliche Kraft auf den Sand übertragen werde.

141 I: Kennst du noch andere Situationen, wo das ebenso passiert?

142 B: Mit Wasser oder direkt nur mit Sand, oder?

143 I: Sowohl als auch.

144 B: **Die Wanderdüne eventuell, was ich ja schonmal sagte. Dass eben dort der Wind den Sand bewegt.**

145 I: Könnte man dieses Phänomen mit dem Wind auch kriegen solche Strukturen und nicht nur mit Wasser?

146 B: **Ja, nicht nur mit Wasser.**

Im Interview mit Sandra wird deutlich, dass sie aufgrund des Vorhandenseins von Sand und bewegtem Wasser eine Verbindung mit dem in der Natur existenten Phänomen der Rippel herstellt. Wegen ihrer Erfahrung mit diesem Phänomen hat sich als Vorstellung das Prinzip herausgestellt, dass das Wasser beim Fließen über den Sand ein wellenförmiges Muster hinterlässt. Für sie ist die Entstehung des Musters an sich ein normaler Vorgang, den sie deshalb nicht näher erklärt. Wird Sandra aufgefordert, die Entstehung des Musters in der Schale zu begründen, dann fokussiert sie auf etwas, das ihrer Ansicht nach Erklärung bedarf: den Unterschied zwischen dem Muster in der Schale und dem Muster in der Natur. Sie versucht dann eben jenen Unterschied zu begründen. Hierzu benutzt sie das bemerkenswerte Konzept, dass Unregelmäßigkeiten zu unregelmäßigen Mustern führen und Regelmäßigkeiten zu regelmäßigen Mustern. Dabei bezieht sie sich auf die Ausdehnung der sich bildenden Strukturen und auf deren Ähnlichkeit zueinander: In der Schale sei die Ausdehnung wellenförmiger Strukturen auf einen bestimmten Bereich begrenzt, in den anderen Bereichen sind andere Strukturen zu erkennen – das ist eine Unregelmäßigkeit. Außerdem seien auch die wellenförmigen Strukturen nicht so gleichmäßig wie in der Natur, sondern unförmiger – auch das ist eine Unregelmäßigkeit. Sie begründet diese Unregelmäßigkeiten damit, dass ein Mensch nicht in der Lage sei, die Schale

gleichmäßig bzw. regelmäßig zu schütteln. Deshalb entstehen die Unregelmäßigkeiten. Wenn die Schale auf ein Schüttelgerät im Labor gestellt werden würde, dann würde eine gleichmäßige, wellenförmige Struktur entstehen, die in der gesamten Schale zu sehen wäre.

Aufgefordert zu begründen, wie es überhaupt zu der (mehr oder minder) regelmäßigen Abfolge von Anhäufungen kommt, bleibt Sandra vage. Sie erklärt, dass die Kraft des Menschen beim Schütteln auf das Medium Wasser übertragen werde, das dann wiederum eine Kraft auf den Sand ausübe. Es wirken also mechanische Kräfte auf den Sand, die jenen formen. Ganz analog sei Wind auch ein geeignetes Medium, um Kraft zu übertragen, sodass sich Dünen bilden. Insgesamt kann Sandra zwar erklären, dass sich Sand bewegt und anhäuft, nicht jedoch, wie es zu einer Anordnung kommt, die sich durch eine Ähnlichkeit zu sich selbst auszeichnet. Ihr einzig genanntes Konzept, dass sich Sand entscheide, in welcher Richtung er liegen bleibe, drückt animistische Tendenzen aus.

Tab. 87: Kategorie E1B-SR-S zu Erklärungen zum Strukturversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strukturen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strukturversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Aber das Wasser ist das Medium, was den Sand eben bewegt. Also die Kraft bewegt das natürlich auch, aber das Wasser ist der Träger, um die Kraft zu übertragen und weiterzuleiten, die wir da einwirken, sodass der Sand dann eben fortbewegt wird.“ (E1B, P. 140)	
Kodierte Subkategorien		
E1B-SR-S1	Wellenförmige Strukturen im Sand entstehen, weil sich die Sandoberfläche entscheidet, in welche Richtung sie liegen bleibt, wenn das Wasser über sie fließt.	E1B, P. 98
E1B-SR-S2	Wenn Wasser über Sand fließt, hinterlässt es ein Muster im Sand.	E1B, P. 112
E1B-SR-S3	Beim Schütteln der Schale wird menschliche Kraft auf das Wasser übertragen, sodass sich Wasser bewegt, das dann auf die Sandoberfläche trifft.	E1B, P. 116, 140, 179
E1B-SR-S4	Wasser und Wind sind Medien, durch die eine Kraft von Wasser/Wind auf Sand übertragen wird, sodass sich eine Struktur bildet.	E1B, P. 138, 144, 150
E1B-SR-S5	Regelmäßige/gleichmäßige Bewegungen der Schale bzw. des Wassers führen zu regelmäßigen/gleichmäßigen Strukturen im Sand.	E1B, P. 114, 158, 168
E1B-SR-S6	Unregelmäßige/ungleichmäßige Bewegungen der Schale bzw. des Wassers führen zu eher unregelmäßigen/ungleichmäßigen Strukturen im Sand.	E1B, P. 114, 158, 168

22.8.2 Interview E2B

Der zweite Teil zur Vorstellungsforschung im Bereich von Strukturen basiert auf dem jeweils zweiten Interview mit den Probandinnen und Probanden. In diesem Fall steht der beschriebene Versuch zur Erzeugung eines Musters im Sand im Vordergrund. Nachdem der Versuchsablauf erläutert wird, ist er davon überzeugt, dass sich die Oberfläche des Sands verändern werde. Er konkretisiert, dass sich Kuhlen und Hochpunkte im Sand ergeben werden, sobald die Schale geschüttelt werde. Dabei werde sich der Sand mit dem Wasser verbinden. Beim Bewegungsstopp werde sich der Sand jedoch wieder egalalisieren, womit er meint, dass der Sand in seine glatte Ausgangssituation zurückkehren werde, weil keine Bewegung mehr erfolge.

118 I: Dann kommen wir jetzt zum zweiten Versuch. Hier haben wir eine Kunststoffschale. Dort drin sind Wasser und Sand. Das stand hier schon ein bisschen, dementsprechend hat sich das Wasser ein bisschen oben abgesetzt. Stelle dir vor, ich würde jetzt gleich die Schale ruckartig hin- und herbewegen, von links nach rechts. Was denkst du, wirst du beobachten können?

119 B: Während du sie hin- und herbewegst?

120 I: Genau, oder auch danach. Also während der Bewegung und wenn ich sie dann wieder hinstelle, was denkst du, würde da passieren?

121 B: **Die Struktur oder die Oberfläche wird sich verändern. Es wird irgendwelche Kuhlen und Höhepunkte, Hochpunkte geben. Wenn du sie wieder hinstellst, wird sich das nach kurzer Zeit wieder egalisieren. Das wird wieder in die Ausgangssituation zurückgehen, weil keine Bewegung mehr da ist.**

122 I: Was genau wird mit dem Sand passieren?

123 B: **Je nachdem, wie schnell du das hin- und herrüttelst.**

124 I: Ich mache es schon ruckartig.

125 B: **Der wird sich nach rechts und nach links verteilen, aber ich weiß nicht, wie dünnflüssig das wirklich ist.**

126 I: Und was würde mit dem Wasser passieren? Also momentan haben wir das Wasser hier ja noch so ein bisschen auf der Oberfläche.

127 B: **Ich glaube, dass der Sand sich mit dem Wasser wieder so ein bisschen verbinden wird.**

Neben der Veränderung der Oberfläche fokussiert Heinz auf das Zusammenspiel von Wasser und Sand. Er erläutert, dass sich vor der Bewegung das Wasser über dem Sand befinde. Bei der Bewegung allerdings dringe das Wasser zwischen die Sandkörner.

132 I: Ok, alles klar. Könntest du mir einmal deine Erwartungen wieder aufzeichnen? Was du jetzt da erwartest, wie das nachher aussieht.

133 B: Nachher, nicht währenddessen?

134 I: Das kannst du machen, wie du möchtest. Auf jeden Fall was du erwartest, wie das aussehen wird. Also wenn du sagst, danach sieht man nicht viel, dann mache es währenddessen.

137 B: **Ich denke, dass im Anschluss kein Wasser mehr auf der Oberfläche schwimmen wird, sondern das Wasser zwischen die Sandkörner dringt.**

Anscheinend besitzt der Versuch Ähnlichkeit mit seinen Erfahrungen an der Nordsee. Er begründet seine Vermutungen nämlich mit den dortigen Beobachtungen, wenn das Wasser abläuft und dann Strukturen im Sand hinterlässt. Auch denkt Heinz dabei an das Zusammenspiel von Wind und Sand, bei dem Strukturen in Form von Dünen entstehen. Ein wichtiger Unterschied sei jedoch, dass an der See das Wasser zunächst in eine Richtung gehe und erst viel später in eine andere. Im Versuch allerdings werde die ganze Zeit relativ zügig hin- und herbewegt. Heinz ist sich noch nicht ganz sicher, inwieweit sich dieser Unterschied auswirken werde.

141 B: **Man assoziiert jetzt natürlich immer mit einem Strand an der Nordsee, wo das Wasser weggelaufen ist.**

155 I: Gibt es Situationen, in denen du das schon mal erlebt hast in so einer ähnlichen Form? Wo das ähnlich abgelaufen ist.

156 B: **Ja, ich denke, das ist halt am Meer mit dem Wind und dem Wasser und dem Sand.**

157 I: Ist das immer so? Wenn man so eine Bewegung hat, dass immer sowas entstehen würde?

158 B: **Nein. Naja, an der Nordsee ist das dadurch, dass das immer erstmal in eine Richtung geht. Wir werden das jetzt hin- und herschütteln.**

159 I: Was meinst du damit, dass es an der Nordsee nur in eine Richtung geht?

160 B: **Das Wasser läuft erstmal einige Stunden in eine Richtung auf, dann läuft es nach. Dann ist Hochwasser und es läuft ja wieder in die andere Richtung. Aber nicht die ganze Zeit hin und her, sondern das ist über einen längeren Zeitraum in eine Richtung und über einen längeren Zeitraum in die andere Richtung.**

189 I: Du hast schon gesagt, das könnte man sonst auch mit Wind machen. Glaubst du, dass wenn wir jetzt einfach nur Sand hätten und Wind, ähnliche Strukturen zustande kommen?

190 B: Ja (lachen).

191 I: Hast du ein Beispiel?

192 B: **An den Dünen sieht man da ja auch.**

Welche Struktur sich letztlich darstellt, ist für Heinz nicht vorbestimmt. Die Struktur sei zufällig.

195 I: Was würde sich eventuell ein bisschen ändern?

196 B: **Die Struktur der Oberfläche.**

197 I: Also, dass die immer ein bisschen anders aussieht?

198 B: **Das ist zufällig.**

Der Proband vermutet die Entstehung eher ungleichmäßiger Strukturen, ist sich jedoch nicht sicher, wie die Strukturen tatsächlich aussehen werden und wie lange sie bei einem Stopp der Bewegung brauchen werden, um wieder zu verschwinden. Dies hänge davon ab, wie viel Wasser sich in der Schale befinde. Die Menge an Wasser ist also ein weiterer Aspekt, der die Entstehung von Strukturen beeinflusst.

144 I: Sind diese Strukturen gleichmäßig oder ungleichmäßig?

145, 147 B: **Ungleichmäßig. Und im Anschluss wird sich das aber – je nachdem, wie viel Wasser jetzt wirklich drin ist – wahrscheinlich wieder so...**

148 I: So viel Wasser ist da nicht drin. Es ist so viel Wasser drin, dass der Sand gut feucht ist und dass es so ein bisschen überschwappt.

149, 151 B: **Ich weiß nicht, inwiefern die Strukturen tatsächlich dann stehen bleiben oder sich im Laufe der Zeit, ich weiß nicht wie lange, wieder egalisieren. Müssen wir testen.**

Als Erklärung bietet Heinz an, dass sich bei der Bewegung von Wasser und Sand beide Materialien vermischen und in Gänze im Fluss sind. Da sie dann quasi eine Flüssigkeit darstellen, und Wasser beim Bewegen eine wellenförmige Struktur bildet, werde sich eine solche Bewegung auch in der Schale beim Wasser-Sand-Gemisch zeigen. Hierzu ist auch konsistent, dass Heinz die Erscheinung davon abhängig macht, wie nass das Ganze ist. Es müsse also genügend Wasser vorhanden sein.

153 I: Das können wir gleich machen genau. Wie kommst du darauf, dass das so passieren wird?

154 B: **Durch die Bewegung ist das Ganze im Fluss, sage ich mal. Da werden diese beiden Stoffe oder Materialien durchmischt. Und diese Bewegung könnte sich auch irgendwie abzeichnen, aber das hängt davon ab, wie trocken oder wie nass das Ganze ist.**

Im Versuch beobachtet Heinz, dass sich Wasser und Sand verbinden, sodass die sichtbare Oberfläche des Sands bei der Bewegung scheinbar trocknet und wie eine Lederhaut wirke. Darüber hinaus erkennt er bereits nach kurzer Zeit wellenartige Strukturen in der Schale, aber auch Vertiefungen und Erhöhungen, die ihn an die Priele in der Nordsee erinnern. Wird die Schale hingestellt, dann sammle sich das Wasser in den Vertiefungen. Ferner ist Heinz davon überzeugt, dass die Strukturen mit der Zeit wieder verschwinden, momentan aber noch Bewegung im System sei und es sich erst beruhigen müsse.

163 I: Dann werden wir das einmal durchführen. Ich habe jetzt diese Schale und bewege die jetzt hin und her. Du kannst einmal beobachten, was du siehst.

164 B: **Das Wasser hat sich jetzt eigentlich komplett verflüchtigt bzw. hat sich mit dem Sand verbunden wie eine Matschepampe. Und es wird scheinbar jetzt immer trockener, sodass sogar eine kleine Kugel hin- und herkugelt. Es gibt Strukturen wie so eine Lederhaut, einige tiefere...**

	Es ist jetzt teilweise wirklich schon auseinandergerissen. Die Kugel hat sich verflüchtigt und jetzt gibt es wirklich diese Wellenstrukturen.
165	I: Ich lasse das jetzt einmal stehen.
166	B: Tatsächlich sind hier diese Hoch- und Tiefpunkte. Klitzekleine Priele, wenn ich mal mit der Nordsee vergleiche, entstehen. Da sammelt sich jetzt das Wasser wieder.
169	I: Was kannst du jetzt aussagen über den Stillstand danach?
170	B: Im Moment sind die Strukturen noch gut ablesbar, aber je länger wir warten, desto mehr wird sich das verflüchtigen. Man sieht ja, dass sich da was tut und dass das Ganze immer noch so ein bisschen in Bewegung ist und dass sich das im Laufe der Zeit vielleicht so ein bisschen angleicht.

Entsprechend den neuen Beobachtungen passt Heinz seine geäußerten Konzepte leicht an: Sand und Wasser bilden nicht ständig ein Gemisch. Die zwei Stoffe seien lediglich während der Bewegung eine Einheit. Im Anschluss allerdings trennen sich die beiden, sobald keine Bewegung der Schale mehr erfolgt. Dann gelangt das Wasser wieder an die Oberfläche und der Sand befindet sich am Boden der Schale. Die gemeinsame Bewegung als Einheit sei elementar für die Bildung der Strukturen. Wie genau allerdings die Prozesse ablaufen, die bei der gemeinsamen Bewegung von Sand und Wasser zu einer Struktur führen, bleibt jedoch im Dunkeln.

173	I: Du hast vorhin gesagt, das Wasser verbindet sich mit dem Sand. Und sobald es jetzt wieder stillsteht...
174, 176	B: ... fließt es. Also es wird keine Einheit. Es verschmilzt nicht mit dem Sand. Es ist wirklich so, dass das Wasser Wasser bleibt und anschließend wieder einen freien Lauf hat.
177	I: Aber währenddessen ist es schon irgendwie zusammen so.
178	B: Durch die Bewegung.
179	I: Dann erkläre einmal, wie das zustande kommt.
180	B: Durch die Bewegung ist das Wasser erstmal in Bewegung und die Sandkörner sind auch in Bewegung. Ich muss das nochmal ausprobieren.
181	I: Ja, gerne.
182	B: In der Zeit, in der es in Bewegung ist, sind die zwei irgendwie eine Einheit. Die Sandmoleküle...
183	I: Also, es ist nicht mehr nur Wasser und nur Sand, sondern...?
184	B: Genau, sobald die Bewegung nicht mehr da ist, wird es wieder getrennt in Wasser und Sand.
185	I: Also die Bewegung ist sozusagen der Hauptgrund, warum das so...
186	B: Scheint elementar zu sein, ansonsten würde es ja nicht funktionieren.

Darüber hinaus spricht Heinz über die Fließstrukturen, die sich ebenfalls in der Schale erkennen lassen. Bereits in einem der vorigen Interviewauszüge spricht Heinz von kleinen

Prielen, die sich in der Schale bilden. Allerdings gibt er freimütig zu, nicht zu wissen, woher diese kommen. In der Natur entstehen jene durch den Einfluss des Windes oder der Erdrotation.

187 I: Sonst noch irgendwas, was dir dazu einfällt?

188 B: **Ganz spannend sind diese Fließstrukturen, die dann zu erkennen sind. Aber woher das sonst kommen kann, weiß ich nicht. Die Bewegung muss ja in der Natur vom Wind und von der Erdrotation kommen, denke ich mal.**

Beim Vergleich der Erwartungen mit den Beobachtungen geht Heinz lediglich auf die Tatsache ein, einerseits nicht erwartet zu haben, dass die Strukturen auch noch einige Zeit nach dem Bewegungsstopp zu beobachten seien und andererseits nicht damit gerechnet zu haben, dass sich das Wasser und der Sand nach dem Stopp so zügig wieder trennen.

199 I: Könntest du dann einmal wieder deine Erwartung und das, was du jetzt beobachtet hast, vergleichen?

200 B: **Ich hatte schon erwartet, dass es irgendwie eine Struktur gibt.**

201 I: ... die unregelmäßig auch ist.

202 B: **Genau, ich hätte nicht erwartet, dass sich das Wasser so schnell wieder löst vom Sand. Ich hätte gedacht, dass geht viel langsamer.**

203 I: Und du hattest ja auch gesagt, dass es danach wahrscheinlich wieder eben ist und nicht so lange noch stehen bleibt.

204 B: **Genau, aber das ist gar nicht der Fall.**

205 I: So ein bisschen kann man das ja erkennen, dass die Strukturen rausfließen.

206 B: **Jetzt schwimmen sie langsam, aber eben halt noch nicht.**

207 I: Also hast du das nicht erwartet, dass das so in dem Sinne am Ende herauskommt?

208 B: Ja.

Für Heinz handelt es sich bei dem Versuch zusammenfassend um eine *Strukturenbildung*, die durch Bewegung entstanden ist.

209 I: Ok, wenn du jetzt wieder einen Namen für dieses Phänomen finden müsstest, wie würde der lauten?

210 B: **Strukturenbildung durch Bewegung.**

Für Heinz sind Strukturen immer solange zu erkennen, wie Bewegung vorhanden ist. Dabei hängt die sich bildende Struktur von der Intensität der Wasserbewegung ab und von der Menge an Wasser, die über den Sand fließt. Er begründet die Entstehung von Strukturen zunächst recht oberflächlich anhand seiner Erfahrungen an der Nordsee. Dort sei es auch so, dass bewegtes Wasser und Wind Strukturen erzeugen. Bei näherem Nachfragen erklärt Heinz, dass sich beim Bewegen Sand und Wasser miteinander vermischen. Solange eine Bewegung vorhanden sei, bleiben Sand und Wasser eine Einheit. Hört die

Bewegung auf, entmischen sie sich wieder. Die Mischung aus Sand und Wasser verhält sich bei ausreichendem Vorhandensein von Wasser wie eine Flüssigkeit. Entsprechend bewege sich der Sand dann auch in der Wellenform des Wassers und es sei eine Struktur zu erkennen. An Heinz' Äußerungen ist zu erkennen, dass er bereits eine strukturierte Bewegung voraussetzt, um eine Struktur des Sandes zu erklären. Er scheint der Ansicht zu sein, dass sich die Struktur des Wassers auf den Sand übertrage. Dass Bewegung für Heinz bei der Bildung von Strukturen zentral ist, zeigt auch seine Argumentation, dass selbst im stehenden Gefäß, nach dem Bewegen, noch eine kleine Bewegung von Wasser und Sand vorhanden sei. Mit diesem Konzept begründet er, dass sich auch dem Hinstellen der Schale noch eine Struktur im Inneren erkennen lässt. Konsistent hierzu ist Heinz überzeugt, dass die Struktur verschwinden werde, wenn sich Wasser und Sand beruhigen. Ist kein ausreichendes Wasser in der Schale vorhanden, nennt Heinz ein weiteres Konzept zur Erklärung einer sich bildenden Struktur: Der feuchte, aber nicht mit Wasser benetzte Sand reiße beim Hin- und Herbewegen der Schale auseinander, sodass sich linienartige Strukturen in der Schale erkennen lassen.

Tab. 89: Kategorie E2B-SR-S zu Erklärungen zum Strukturversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strukturen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strukturversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Durch die Bewegung ist das Ganze im Fluss, sage ich mal. Da werden diese beiden Stoffe oder Materialien durchmischt. Und diese Bewegung könnte sich auch irgendwie abzeichnen, aber das hängt davon ab, wie trocken oder wie nass das Ganze ist.“ (E2B, P. 154)	
Kodierte Subkategorien		
E2B-SR-S1	Solange sich der Sand durch die Bewegung des Wassers ebenfalls bewegt, sind Strukturen zu erkennen.	E2B, P. 121, 141, 156, 158, 170, 186, 210
E2B-SR-S2	Solange sich das Wasser bewegt, bilden Wasser und Sand eine Einheit.	E2B, P. 127, 154, 164, 174, 176, 182, 184
E2B-SR-S3	Ist viel Wasser vorhanden, dann folgt der Sand der strukturierten Bewegung des Wassers und wird so selbst strukturiert.	E2B, P. 145, 147, 154
E2B-SR-S4	Ist wenig Wasser vorhanden, dann reißt der bewegte Sand ein und bildet Furchen.	E2B, P. 145, 147, 164

22.8.3 Interview E3B

Der zweite Teil zur Vorstellungsforschung im Bereich von Strukturen basiert auf dem jeweils zweiten Interview mit den Probandinnen und Probanden. In diesem Fall steht der beschriebene Versuch zur Erzeugung eines Musters im Sand im Vordergrund. Als Martina der Ablauf des Versuchs erläutert wird, vermutet sie zweierlei: Zum einen werde sich der Sand beim Bewegen entweder rechts oder links im Gefäß sammeln und dort eine Anhäufung bilden. Zum anderen vermische sich die obere Sandschicht mit dem Wasser und bilde eine einheitliche Masse, die Martina als Matschepampe bezeichnet. Im Gegensatz zum Zustand vor der Durchführung werde sich dann kein Wasser mehr oben auf dem Sand befinden.

195, 197, 199	I: Alles klar. Dann sind wir mit dem Versuch auch fertig und dann kommen wir zu dem nächsten Versuch mit dieser Kunststoffschale, die hier vor uns steht. Da drin sind Sand und Wasser. Also das ist schon so vermischt worden, wirklich Matschepampe sozusagen. Es ist auf jeden Fall sehr feuchter Sand, sieht man ja auch hier so ein bisschen Wasser noch oben drauf. Stell dir einmal folgenden Ablauf vor: Ich werde jetzt gleich die Schale nehmen und so hin- und herbewegen, ruckartig. Was denkst du, wird zu beobachten sein? Wenn ich die Schale in der Hand hab und so hin- und herbewege, ruckartig.
200	B: Das Oberflächenwasser, was man jetzt noch sehen kann, wirst du dadurch natürlich nach rechts und links bewegen und diese Sand-/Wassermischung wird sich auch bewegen, aber natürlich nicht so schnell wie das Wasser, was du da oben drauf hast.
201	I: Wird irgendwas Konkretes mit dem Sand passieren?
202	B: Ja, dass es dann auf der einen Seite mehr und auf der anderen Seite weniger ist.
203, 205	I: Dass sich Hügel bilden oder dass dann hier immer mehr... je nachdem, in welche Richtung du da...
206	B: Hm (bejahend).
207	I: Das Wasser bleibt das oben so ein bisschen drauf? Also jetzt haben wir ja hier so ein bisschen das Wasser oben drauf.
208, 210	B: Nein, du lockerst ja die oberste Schicht von dem Sand ein bisschen und du vermischt jetzt sozusagen Sand und Wasser wieder mehr. Also, dass man jetzt so dieses milchige Wasser sieht, sieht man dann, je mehr du das bewegst, nicht mehr.
211, 213	I: Könntest du mir das dann auch einmal wieder aufmalen, wie diese Schale dann sozusagen aussehen wird? Du kannst von oben einmal, wenn man da reinguckt, wie das dann aussehen wird.
214, 216	B: Wenn du einmal eine Bewegung in die Richtung machst, hast du hier ein bisschen mehr Sand-/Wassergemisch und hier weniger, und umgekehrt. Und alles eine Matschepampe, einheitlich. Ohne, dass da noch Wasser oben drauf schwimmt.

Als die Probandin aufgefordert wird, ihre Vermutung zu begründen, bezieht sie sich zunächst ausschließlich auf den Aspekt des Vermischens und erläutert, dass sie dies von

ihren Kindern kenne. Wenn die Kinder im Sandkasten mit Wasser spielen, dann bilde sich ebenfalls eine Matschepampe. In Bezug auf die Anhäufung erklärt Martina lediglich, dass man durch die Bewegung der Schale eine Kraft wirken lasse. Näher geht sie darauf nicht ein.

217 I: Wie kommst du darauf, das dann so zu erklären jetzt? Dass das so passiert. Wie kommst du drauf, dass das so passieren wird? Wie kommst du dazu?

218 B: **Als erwachsene Person hat man Kinder und mit denen hat man schon oft mal im Sandkasten oder am Wasser gespielt und je mehr Wasser oder je mehr Sand, desto matschiger wird die Sand-/Wassermischung. Das erkläre ich hier aus meinen Erfahrungswerten.**

219 I: Wie kommst du dann drauf, dass auf einer Seite so ein kleiner Hügel ist und auf der anderen das flach weiter hinuntergeht?

220 B: **Weil du die Schale reell bewegst. Dass ist ja jetzt nicht fest mit dem Boden verankert. Du übst Kraft auf diesen Behälter aus.**

Bei der Durchführung erkennt Martina, dass sich das Wasser und der Sand verteilen und letzterer dadurch an der Oberfläche an Festigkeit gewinne. Sie benennt die Masse als Brei und nimmt wahr, dass jene Falten werfe und kleine Förmchen entstehen. Sobald die Bewegung aufhört, erläutert Martina, dass sich der Sand absetze, geschmeidiger werde und die Falten wohl gleich verschwinden werden. Außerdem berichtet Martina von einer Struktur in Form eines Streifenmusters, das sich in der Schale gebildet habe.

221 I: Ok. Ja, alles klar. Gut, dann werden das jetzt einmal durchführen. Du kannst das auch sonst gleich einmal selbst machen. Du kannst wieder beobachten und dann währenddessen erklären, was du siehst, was dann passiert.

222, B: Also [Name] schüttelt den Behälter und **das Wasser verteilt sich mehr mit**
224 **dem Sand und der Sand wird fester. Man könnte meinen, es ist ein Brei ge-**
worden und der Brei wirft falten; sowohl links und rechts und es entstehen
sogar kleine Förmchen. Wie eine Masse dann sozusagen.

225 I: Und wenn ich das jetzt stehen lasse, was ist dann?

226 B: **Dann setzt sich der Sand wieder ab und wird geschmeidiger, die Falten werden wahrscheinlich gleich weniger und das Wasser setzt sich oben wieder ab.**

227 I: Kannst du das sonst auch gern mal eben ausprobieren. Ist ein bisschen anstrengend.

228, B: So? (Lacht) lustig.
230

231 I: Genau, was entsteht da jetzt so konkret, also was kann man da erkennen?

232 B: **Strukturen, Streifenmuster, aber immer unterschiedlich. Also jetzt nicht linear gezogen, sondern mal so, mal so.**

Aufgefordert, die Beobachtungen zu erklären, bezieht sich Martina abermals auf die Mischung von Wasser und Sand. Sie erläutert, dass beide ein durch die Bewegung ein Gemisch werden und sich das Wasser nicht mehr absetze. Deshalb sei der Sand oben

trocken. Sobald die Schale ruhe, entmischen sich Wasser und Sand. Der schwere Sand gehe nach unten und das leichtere Wasser dringe wieder nach oben. Sie macht dies an einem anderen Beispiel fest: Wenn man eine Suppe ansetze, dann setze sich das leichtere Fett oben ab und die Suppe sei unten.

233 I: Ok, erkläre einmal, was jetzt da passiert ist. Also wie ist es da jetzt zu gekommen?

234 B: Ich vermute, **der Sand hat das Wasser aufgenommen durch die Bewegung. Wasser und Sand werden ein Gemisch. Und dadurch ist es dann eine Masse und dadurch setzt sich das Wasser nicht mehr ab.**

235 I: Wann ist das so?

236 B: **Durch Bewegung.**

237 I: Und wenn man das jetzt wieder stehen lässt, also wenn keine Bewegung da ist?

238 B: **Wenn das jetzt ruht, dann setzt sich das Schwere, also der Sand, ab. Und oben haben wir dann nur noch das Wasser, also ein dünner Film Wasser.**

239 I: Ok, kennst du irgendwelche andere Situationen, wo du sowas schon mal gesehen hast? Auch mit solchen Mustern, die du da eben hattest.

240 B: Muster nicht, aber **dass sich Flüssigkeiten irgendwo absetzen, wenn man irgendwas stehen lässt. Beim Kochen oder so, wo sich dann was absetzt, wenn man jetzt eine Suppe ansetzt, hat man oben Fett schwimmen und die Suppe an sich, als Flüssigkeit, bleibt unten im Topf. Also, dass man zwei verschiedene Stoffe in einem Behälter hat, dass sich irgendwas absetzt. Das Schwerere sinkt nach unten, also das schon. Aber nicht jetzt durch meine eigene Bewegung, würde mir jetzt nicht einfallen, dass sich dadurch was verändert.**

Das Konzept wendet sie dann auch auf das vorliegende System an und sie erklärt, dass durch die Mischung von Sand und Wasser schweres Watt entstehe. Dann gibt es einen Sprung in ihrer Erklärung, denn plötzlich führt sie aus, dass Wasser befinde sich dann über dem schweren Watt und hinterlasse Spuren, wenn es vom Sand abfließt. Sie erklärt allerdings nicht, wie das Fließen des Wassers letztlich zu einer sich bildenden Struktur führt. Der Blick auf die Wirkmechanismen fehlt.

241 I: Und durch die Natur? Hast du da irgendwelche Situationen, die du vielleicht damit assoziieren könntest? Vielleicht auch an der Küste?

242 B: Ja, ist mir schon klar, auf was du hinauswillst. Das habe ich jetzt extra erstmal nicht gesagt, weil das dieser Versuch hier widerspiegelt. Also, wenn jetzt Ebbe ist und der Strand ist trocken, weht mir der weg. **Kommt jetzt Wasser, dann vermischt sich der Sand mit dem Wasser und der Sand wird schwerer und du hast schweres Watt dann da. Und das Wasser, wenn es abfließt, liegt es ja auch noch oberhalb des schweren Sandes. Und wenn es abfließt, hinterlässt es manchmal auch, wie wir das grade festgestellt haben, so Strukturen im Wasser.**

Das Unvermögen die Entstehung der Struktur näher zu erklären, zeigt sich auch an späterer Stelle, als sie aufgefordert wird, ihre Vermutungen mit den Beobachtungen zu vergleichen. Sie sagt aus, sie sei von der sich bildenden Struktur überrascht gewesen.

Schließlich habe sie lediglich angehäuften Sand an der Seite der Schale erwartet. Die sich bildende Struktur erklärt sie sehr oberflächlich damit, dass die Streifen und kleinen Kügelchen entstanden seien, da Wasser und Sand ein Gemisch bildeten.

257 I: Könntest du einmal wieder deine Vermutung, mit dem, was du jetzt beobachtet hast, vergleichen?

258 B: **Ja, bei meiner Vermutung habe ich überhaupt nicht darüber nachgedacht, dass irgendwelche Strukturen im Sand durch die Vermischung entstehen.** Ich habe nur ganz einfach gedacht, wir bewegen den Sand hin und her. Zwar schon, dass sich das Wasser damit vermischt, aber dass halt dann rechts oder links, je nachdem, wie man das bewegt, ein Sandhügel entsteht. So hat sich das aber nicht dargestellt. **Tatsächlich ist ein Gemisch entstanden aus Wasser und Sand und der hat mir dann unterschiedliche Strukturen oder Streifen oder kleine Kügelchen im Sand erzeugt.**

Da die Strukturen aus der Sicht Martinas sich bei jedem Mal verändern, wenn sie von Wasser durchflossen werden, gibt sie dem Versuch den Namen „Jeden Tag anders“. Darüber hinaus spricht sie von durch Bewegung erzeugten Strukturen im Sand oder schlicht von Strukturen im Sand.

259 I: Wenn du jetzt wieder einen Namen für dieses Phänomen finden müsstest, wie würde der für dich lauten?

260, 262 B: **„Strukturen im Sand“, „Jeden Tag anders“, „durch Bewegung erzeugte Strukturen im Sand“.**

Ein ähnliches Phänomen ohne Wasser ist Martina aus der Wüste bekannt. Dort erzeuge der Wind im trockenen Sand vielgestaltige Formationen.

251 I: Gibt es denn noch eine andere Möglichkeit, so eine Struktur im Sand zu erzeugen?

252 B: Also nur mit den Grundvoraussetzungen Wasser und Sand?

253 I: Muss auch gar nicht unbedingt mit Wasser sein, sondern Sand. Also einfach nur, dass solche Strukturen im Sand erkennbar sind.

254 B: **Ja, wenn du an Wüste denkst, dann hast du ja trockenen Sand. Da bläst stundenlang der Wind drüber, dann hast du auch andere Formationen.**

Schon von Beginn an erwartet Martina, dass durch die Bewegung von Wasser und Sand eine einheitliche Mischung entstehe. Hiermit sollte sie Recht behalten. Allerdings äußert sie die Vermutung, der Sand werde sich an den Seiten des Gefäßes zu einer größeren Anhäufung sammeln. Dies konnte Martina im Versuch nicht beobachten, stattdessen nimmt sie ein Streifenmuster war, eine Struktur, die sich über die gesamte Schale erstreckt. Allerdings ist sie mit ihren Konzepten nicht in der Lage, diese Strukturierung zu entschlüsseln. Wann immer sie aufgefordert wird, ihre Beobachtung zu erklären, bezieht sie sich lediglich auf die Mischung und Entmischung von Wasser und Sand. Diesbezüglich erläutert sie, dass Sand und Wasser sich vermischen, weil eine Bewegung vorherrscht. Verschwindet die Bewegung, dann setzt sich der schwerere Sand nach unten ab und das leichtere Wasser befindet sich über dem Sand. Nur an einer Stelle klingt ein

Konzept an: Bei der Bewegung der Schale mischen sich Sand und Wasser und die Sandoberfläche wirkt für Martina wie ein Brei. Dieser Brei werfe Falten, die von ihr als Strukturen bezeichnet werden.

In den meisten Fällen gibt sich Martina mit der Erklärung bezüglich des Sand-Wasser-Gemisches zufrieden. Es gibt häufig einen Sprung in ihren Erklärungen: Sie berichtet, dass beim Fließen über Sand, also dem Mischen und Entmischen, Strukturen im Sand entstehen. Und auch in Bezug auf das Zusammenspiel von Wind und Sand sind ihr ebenfalls Strukturen bekannt. Auch wenn Wind über Sand bläst, komme es zu Strukturen. Das sind ihre Ideen, die sich aus ihren bisherigen Erfahrungen an der Küste speisen. Näher erklären kann sie diese nicht.

Tab. 91: Kategorie E3B-SR-S zu Erklärungen zum Strukturversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strukturen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strukturversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Tatsächlich ist ein Gemisch entstanden aus Wasser und Sand und der hat mir dann unterschiedliche Strukturen oder Streifen oder kleine Kügelchen im Sand erzeugt.“ (E3B, P. 258)	
Kodierte Subkategorien		
E3B-SR-S1	Solange sich das Wasser bewegt, bilden Wasser und Sand ein breiiges Gemisch.	E3B, P. 200, 208, 210, 214, 216, 218, 234, 242, 258
E3B-SR-S2	Hört die Bewegung von Wasser auf, dann setzt sich der schwere Stoff (hier: Sand) ab und das Wasser ist oben.	E3B, P. 226, 238, 240
E3B-SR-S3	Durch die Bewegung der Schale wirft das breiige Sand-Wasser-Gemisch Falten und es entsteht eine Struktur.	E3B, P. 222 224, 226
E3B-SR-S4	Beim Mischen von Wasser bzw. Wind mit Sand entstehen Strukturen, die man auch nach dem Entmischen sieht.	E3B, P. 242, 254, 258

22.8.4 Interview SIB

Der zweite Teil zur Vorstellungsforschung im Bereich von Strukturen basiert auf dem jeweils zweiten Interview mit den Probandinnen und Probanden. In diesem Fall steht der beschriebene Versuch zur Erzeugung eines Musters im Sand im Vordergrund. Nachdem Hannah der Ablauf des Versuchs erläutert wird, vermutet sie, dass sich beim Hin- und Herbewegen etwas an der Oberflächenstruktur verändern müsse. Es werde eine Wellenform entstehen. Darüber hinaus werde sich das momentan noch auf der Oberfläche befindliche Wasser nach unten hin ablagern. Ihre Vermutung macht Hannah nicht etwa an physikalischen Überlegungen fest, sondern an ihrer Erfahrung. Sie berichtet vom Wattenmeer, das zwar nicht geschüttelt, aber das von ablaufendem und auflaufendem Wasser durchflossen werde, wodurch sich der Sand an der Küste bewege. Diese Bewegung des Sandes durch Wasser werde durch das Hin- und Herbewegen der Schale im Kleinen nachempfunden.

99, 101	I: Das zweite Experiment besteht nur aus dieser kleinen Schale. Da ist ganz normaler Sand drin, den wir mit Wasser ein bisschen angefeuchtet haben. Ich werde jetzt gleich diese Schale ruckartig hin- und herbewegen, relativ zügig. Du wirst beobachten, was damit passiert, ob sich da irgendwas herausbildet oder ob das glatt wird oder was weiß ich. Was wirst du erwarten?
102, 104	B: Eine glatte Oberfläche haben wir jetzt, nahezu glatt. Wenn du es ständig hin- und herbewegst, müsste sich an der Oberflächenstruktur etwas ändern. Da könnten kleine Wellen entstehen, also so kleine Berge, eine Wellenform.
105	I: Was wird mit dem Wasser passieren?
106	B: Das Wasser wird sich nach unten hin ablagern. Wenn es zur Wellenform kommt, ist natürlich in der Spitze sozusagen weniger Wasser als unten.
109	I: Wie kommst du darauf, dass das zu Wellen kommt? Worauf basiert deine Vermutung?
110, 112	B: Das sieht man ja an der Küste. Im Wattenmeer hat man auch solche Formen, Wellenformen. Das Wattenmeer schüttelt ja keiner, sondern das kommt durch das Wasser, was ständig drüber fließt und wieder zurückfließt. Das bewegt den Sand hin und her. Und du machst jetzt die Bewegung dadurch, dass du die Schale schüttelst.

Bei der Durchführung beobachtet Hannah im Wesentlichen zweierlei: Zum einen gehe das Wasser nach unten hin weg. Es verschwinde von der Oberfläche, die dann trockener wirke als vorher. Sobald die Bewegung aufhöre, komme das Wasser wieder zum Vorschein, da es vom Boden der Schale wieder nach oben trete. Zum anderen beobachtet Hannah, dass Furchen im Sand entstehen. Die Oberfläche sei zerklüftet, nicht mehr glatt.

113	I: Dann würde ich sagen, machen wir es einfach mal. Man kann es jetzt so ein bisschen errahnen. Hier, wie du gesagt hast.
114, 116	B: Ja, da entstehen so kleine Furchen. Und man sieht beim Schüttelvorgang, dass das Wasser dann nach unten so ein bisschen weggeht.
117	I: Ja, das Wasser befindet sich jetzt hier unter dem Sand.
118	B: Zerklüftet, die glatte Oberfläche ist weg. In Vertiefungen sammelt sich das Wasser.

- 119 I: Du darfst das gern natürlich auch mal versuchen, wenn du das möchtest.
- 120, B: Na gut, da kommt ja nichts anderes bei rum.
- 122, **Wir haben gerade gesehen, dass das Wasser überall zu sehen war. Wenn**
- 124 **wir jetzt schütteln, ist das Wasser an der Oberfläche und in den Vertiefungen nicht mehr so deutlich zu sehen. Wenn ich aufhöre, kommt das Wasser so ein bisschen wieder in den Vertiefungen zum Vorschein. Die Oberfläche erscheint dann nasser. Und wenn ich schüttele, erscheint die Oberfläche trockener. Weil dann ist das Wasser ganz unten in der Schale.**

Hannah erklärt, dass durch das Schütteln der Schale der Sand verdichtet werde, also etwas zusammenschrumpfe. Hierdurch werde das Wasser aus dem Sand nach unten hin herausgedrückt. Warum ausgerechnet nach unten, erklärt sie nicht. Der Sand befinde sich demnach auf dem Wasser. Sobald die Bewegung der Schale aufhöre, falle der Sand wieder auseinander, sodass sich Furchen, also die beobachteten Strukturen, bilden. Dort sehe man wegen ihrer Tiefe das Wasser ferner zuerst. Für Hannah ist dies kein Zufall, sondern bei einem erneuten Versuch würde aus ihrer Sicht wieder das Gleiche passieren.

- 125 I: Kannst du mir erklären, wie es dazu kommt?
- 126 B: **Natürlich durch die Bewegung, durch das hin- und herschütteln. Es findet an einigen Stellen eine Verdichtung statt. Wir haben ja gesehen, der schrumpft zusammen. Das drückt das Wasser raus. Wir haben gesehen, es drückt nach unten. Und dann fallen Furchen rein.**
- 127 I: Kannst du dir erklären, warum es zu so Furchen... (unterbrochen).
- 128, B: Wir haben gesehen, dass beim Schütteln, der ganze Sandkörper zusammen-
- 130 gedrückt wurde. Das Wasser ging nach unten. **Und dann schwimmt der Sand auf dem Wasser und wenn wir loslassen, dann geht es wieder auseinander und so bilden sich die Furchen. Der Sand geht wieder auseinander. Wir sehen ja jetzt, am Schalenrand haben wir wieder Sand und dann bilden sich die Furchen.** Die Furchen sind ja tiefer, sind näher am Wasser und dadurch zeigt sich da das Wasser zuerst.
- 131 I: Wenn wir das Experiment morgen durchführen würden nochmal. Würde das nochmal so passieren oder ist das nur ein Zufallsexperiment?
- 132 B: **Nein, das würde morgen genau so aussehen.**

Konsistent zu ihren bisherigen Darlegungen, diskutiert Hannah im Rahmen der Aufgabe, sich einen Namen für den Versuch zu überlegen, über die Dichte. Dabei bezieht sie sich auf den Grad, wie dicht die einzelnen Sandkörner gepackt sind. Wie bereits im Interview J5A ist also in der Alltagssprache zwischen der Massendichte eines einzelnen Sandkorns (eine Art mikroskopische Packungsdichte) und der Dichte des Sandes (Packung der Sandkörner auf makroskopischer Ebene) zu unterscheiden. Sie spricht von einer Verringerung der Packungsdichte, also von einer Komprimierung des Sandes und dass sich die Komprimierung des Sands mit der Bewegung der Schale verändere.

- 137 I: Wenn du einen Namen dafür finden müsstest, was wäre das für einer? Hättest du eine Idee?
- 140, B: **Das ist auch eine Veränderung der Dichte. Wenn wir den Sand hin- und**

144 **herschütteln, komprimiert sich das. Wenn wir wieder loslassen, läuft es wieder auseinander. Ist eine Art von Komprimierung. Änderung der Dichte.**

Hannah erwartet, beobachtet und erklärt im Wesentlichen zwei Erscheinungen im Versuch. Zum einen handelt es sich um die Bewegung des Wassers, das sich zunächst auf der Oberfläche befindet und dann beim Bewegen der Schale nach unten an den Boden gedrückt werde. Dies komme durch die Verdichtung des Sandes zustande. Dadurch werde das Wasser aus den Zwischenräumen des Sandes herausgedrückt.

Die Bewegung des Wassers hängt mit der zweiten Erscheinung zusammen, denn Hannah beobachtet zum anderen eine Veränderung der Oberflächenstruktur des Sandes. Da sich der Sand beim Bewegen der Schale verdichte, bewege er sich bei einem Bewegungsstopp wieder auseinander. Das Auseinanderbewegen führt zu einer Entstehung von Furchen, in deren Vertiefungen dann das am Boden befindliche Wasser wieder nach oben dringe. Welche Prozesse allerdings ablaufen, sodass die im Sand gebildeten Furchen in mehr oder minder regelmäßigen Abständen entstehen, und so deren Anordnung als Struktur überhaupt erst begründet, wird nicht erläutert.

Tab. 93: Kategorie S1B-SR-S zu Erklärungen zum Strukturversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strukturen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strukturversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Natürlich durch die Bewegung, durch das hin- und herschütteln. Es findet an einigen Stellen eine Verdichtung statt. Wir haben ja gesehen, der schrumpft zusammen. Das drückt das Wasser raus. Wir haben gesehen, es drückt nach unten. Und dann fallen Furchen rein.“ (S1B, P. 126)	
Kodierte Subkategorien		
S1B-SR-S1	Wird Sand durch Wasser bewegt, bilden sich Strukturen.	S1B, P. 110, 112
S1B-SR-S2	Beim Hin- und Herbewegen wird der Sand komprimiert/verdichtet, das Wasser wird dadurch unter den Sand gedrückt und die Sandoberfläche wird trockener.	S1B, P. 106, 114, 116, 120, 122, 124, 126)
S1B-SR-S3	Beim Bewegungsstopp nimmt die Komprimierung/Verdichtung des Sands wieder ab, er fällt auseinander und dabei bilden sich Furchen im Sand, also eine Oberflächenstruktur.	S1B, P. 114, 116, 118, 126, 128, 130, 140, 144

22.8.5 Interview S2B

Der zweite Teil zur Vorstellungsforschung im Bereich von Strukturen basiert auf dem jeweils zweiten Interview mit den Probandinnen und Probanden. In diesem Fall steht der beschriebene Versuch zur Erzeugung eines Musters im Sand im Vordergrund. Als Mimi der Versuchsablauf erläutert wird, vermutet sie, dass die Oberfläche des Sandes schuppig werde. Ihre Vermutung begründet sie anhand einer Ähnlichkeit zwischen dem Versuch und der Realität: Es sei so wie am Strand, wenn eine Welle komme.

- 151, 153, I: Ja, ist gut. Das war das erste Experiment. Hast du schon mal geschafft,
155, 159, bestanden! Das andere ist ein bisschen einfacher vom Aufbau her. Wir haben
161, 163 hier in dem Experiment eine ganz einfache Kunststoffschale. Da drin ist ein-
fach ganz normaler Sand aus dem Baumarkt. Und ich hab diesen Sand jetzt
mit Wasser feucht gemacht. Ich nehme die jetzt gleich in die Hand und ich
wackele die dann schnell hin und her. Und du sollst mit jetzt sagen, was
passieren wird.
- 164, 168 B: **Das ist so wie am Strand, wenn Wellen kommen. So Schuppen...
schuppig.**

Als sie danach gefragt wird, aus welchem Grund die Strukturen auf der Oberfläche entstehen werden, gibt sie lediglich einige Begriffe zum Besten: Wasser, Sand und Luft. Wenn das in Bewegung sei, entstehe eine Struktur wie am Strand auch.

- 171, I: Genau, gut. Wie kommst du darauf, dass das passiert? Kannst du mir das
173 erklären, warum? Wie stellst du dir das vor?
- 174, B: **Wasser, Sand, Luft. Wenn das in Bewegung ist wie am Strand auch.**
176 Darf ich?
- 177 I: Ja, kannst du gerne machen.
- 178 B: Geht gar nicht. Nichts!
- 179 I: Ja, muss du noch ein bisschen länger.
- 186 B: Ja.
- 187 I: Ah, doch jetzt.
- 188 B: So allmählich kommt es. Ja! **So muss es sein.**
- 189 I: Sieht doch ganz gut aus.
- 190, B: **Ja, so muss es sein. Und dann wahrscheinlich wie am Strand: weniger**
192 **Wasser, ganz trocken.**

Für Mimi scheint es zufriedenstellend zu sein, dass eine Bewegung vorhanden ist. Ihr gelingt es nicht, die Beobachtung auf einer feinkörnigeren Ebene mit Blick auf die Wirkmechanismen zu begründen. So sagt sie lediglich aus, es habe sich eine Struktur gebildet, weil die Schale geschüttelt wurde. Letztlich zeigt sich, dass auch das Vorhandensein einer Mischung von Sand und Wasser für die Erzeugung der Struktur ausschlaggebend sei. Denn Mimi spricht davon, dass sich keine Struktur bilde, wenn kein Wasser in der Schale wäre.

193, 195 I: Genau. Also was können wir jetzt sagen, was haben wir beobachtet?

196 B: **Durch Bewegung verändert sich das.**

201 I: Kannst du mir erklären, wie das passiert ist?

202 B: **Ja, du hast geschüttelt.**

203 I: Richtig.

204, 208 B: **Das hättest du nicht, wenn kein Wasser drin wäre. Dann hättest du Berge vielleicht. Dadurch, dass das nass ist und sich der Sand mit Wasser vermischt hat...**

Darüber hinaus versucht Mimi die Erscheinung zu erklären, dass sich das Wasser beim Schütteln von der Oberfläche auf den Grund der Schale bewegt. Dies führt zu einem kognitiven Konflikt, da Mimi das Prinzip bekannt ist, dass schwerere Stoffe (damit meint sie Stoffe höherer Dichte) gegenüber leichteren Stoffen nach unten sinken. Also folgert sie daraus, dass Wasser schwerer sei als Sand, wenngleich sie dies als seltsam empfindet. Die Tatsache, dass sich das Wasser im unbewegten Zustand auf dem Wasser befindet, wird von ihr bei der Erklärung nicht berücksichtigt.

209 I: Wir können ja nochmal eben ganz kurz gucken: Achte mal einmal darauf, was mit dem Wasser passiert.

210, 212 B: **Hin und her. Das verschwindet.**

215 I: Und der Sand, der wirkt so ein bisschen trocken Und wenn ich das wieder loslasse, wird der nass im Prinzip. Wo ist das Wasser? Was würdest du sagen?

216 B: **Setzt sich ab.**

217 I: Also unten.

218 B: Ja.

219 I: Genau. Und das andere ist oben. Dann lass ich es stehen.

220 B: **Kommt das Wasser wieder.**

223 I: Jetzt konnte man das sehr deutlich sehen. Kannst du dir das erklären, warum das Wasser irgendwie sich unten absetzt?

226, 230 B: **Dann müsste Wasser ja schwerer sein als der Sand, wenn sich das absetzt. Das ist immer eine Frage der Dichte. Dann muss ja Wasser schwerer sein als der Sand.**

231 I: Ja, wenn das da unten durchfällt.

232 B: **Oder?**

237 I: Ich muss ja deine Erklärung haben. Die ist mir wichtig.

238 B: **Meine Erklärung wäre: Wasser ist schwerer als der Sand. Was ich mir fast nicht vorstellen kann, aber das muss man dann abwägen.**

Auch am Ende des Gesprächs geht Mimi nicht tiefer auf die Prozesse ein, die beim Wechselspiel von Wasser und Sand ablaufen und so das Entstehen einer strukturierten Abfolge der zu beobachtenden Formen erklären: Es bleibt beim Kurzschluss, dass die Struktur durch die Wasserbewegung entstehe.

259 I: Wenn man genug schüttelt. Dann hat dich ja eigentlich auch nichts überrascht, weil das ist nämlich, wie du erwartet hast. Auch hierfür noch einen Namen?

260 B: **Da wüsste ich jetzt nicht. Für mich hat das auch was mit Wetter zu tun. Wasser, Sand... entsteht durch Wasserbewegung auch.**

Weitere Möglichkeiten, eine ähnliche Struktur im Sand zu erzeugen, bestehen darin, statt Wasser Wind zu nutzen. Aber ebenfalls ist es aus der Sicht von Mimi möglich, das Muster eigenhändig zu erzeugen, indem der Mensch auf die Oberfläche einwirkt und sie entsprechend gestaltet.

243, 245 I: Gibt es noch andere Möglichkeiten, so eine Struktur im Sand zu erzeugen? Irgendwie so Strukturen im Sand reinzubekommen?

246 B: **Durch Wind.**

247 I: Zum Beispiel.

248 B: **Regen, Wind...**

249 I: Und du selbst?

250 B: **Ja Gott, das ist ja dann was anderes. Kann ich natürlich auch. Ich kann mein Fuß auch reindrücken.**

Im Gespräch von Mimi wird deutlich, dass an vielen Stellen kein Bedarf gesehen wird, die Prozesse bei der Bildung der Sandstruktur im Detail zu klären. Auch möglich ist, dass nicht damit gerechnet wird, dass die Entstehung einer Struktur zusätzlicher Klärung bedarf. Die Erklärungen von Mimi erfolgen stets insoweit, als eine Bewegung von Wasser und Sand beschrieben wird, die zu einer Mischung von Sand und Wasser führt. Dann jedoch gibt es in der Erklärung einen Bruch und es wird ausgesagt, dass durch diese bewegte Mischung von Sand und Wasser eine Struktur entstehe.

Darüber hinaus zeigt sich bei der Erklärung eines zweiten Phänomens eine Erklärungsschwierigkeit: Mimi sieht, dass sich beim Bewegen der Schale das Wasser unter den Sand auf den Grund der Schale bewegt. Da ihr das Prinzip bekannt ist, dass sich dichtere Stoffe unter weniger dichte Stoffe bewegen, wendet sie es auf die vorliegende Situation an, ohne die Trägheit der Stoffe zu berücksichtigen. Folglich gelangt sie durch die Anwendung ihres Konzepts zu der fehlerhaften Erkenntnis, dass Wasser dichter sei als Sand.

Tab. 95: Kategorie S2B-SR-S zu Erklärungen zum Strukturversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strukturen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strukturversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Dann müsste Wasser ja schwerer sein als der Sand, wenn sich das absetzt. Das ist immer eine Frage der Dichte. Dann muss ja Wasser schwerer sein als der Sand.“ (S2B, P. 226, 230)	
Kodierte Subkategorien		
S2B-SR-S1	Wenn sich Sand durch Wasser oder Wind bewegt, entsteht eine Struktur.	S2B, P. 174, 176, 196, 202, 204, 208, 246, 248 260
S2B-SR-S2	Schwerere Stoffe sinken stets nach unten, auch bei der Bewegung der Schale.	S2B, P. 210, 212, 216, 220, 226, 230, 238
S2B-SR-S3	Wasser ist schwerer als Sand.	S2B, P. 226, 230, 238

22.8.6 Interview S3B

Der zweite Teil zur Vorstellungsforschung im Bereich von Strukturen basiert auf dem jeweils zweiten Interview mit den Probandinnen und Probanden. In diesem Fall steht der beschriebene Versuch zur Erzeugung eines Musters im Sand im Vordergrund. Als Hans die Versuchsbedingungen erläutert werden, äußert er die Vermutung, der Sand werde durch die Bewegung der Schale vollständig glatt werden, zumindest solange die Schale gerade gehalten werde.

76 I: Das war schon das erste Experiment. Da sind wir schon mit fertig. Jetzt kommt das zweite. Dafür haben wir diese Kunststoffschale da. Da befindet sich ganz normaler Sand drin, den haben wir aus dem Baumarkt. Und ich hab da jetzt ein bisschen Leitungswasser reingemacht, damit der Sand feucht ist. Ich kippe mal noch ein bisschen Wasser ab. So, jetzt werde ich die Schale gleich so in einer Hand halten, ohne den Löffel, und werde so links und rechts wackeln. So ein bisschen flott hin und her, so ruckartig. Was wirst du hier sehen können? Was erwartest du?

77 B: **Dass sich das glättet?**

78 I: Dass es ganz flach wird?

79 B: **Ja.**

80 I: Gut. Wird es noch irgendwas geben, was du erwartest? Dass sich das irgendwie zu einer Seite hinschiebt. Oder ganz platt...

81 B: **Ne, ne, wenn du das gerade halten würdest, dann würde das unten... du schaukelst weiter. Da würde das plan gehen.**

Hans versucht seine Vermutung zu begründen und erläutert, dass sich durch die Flüssigkeit der Sand bewege und sich daher eine glatte Fläche bilde. Es existiert aber ein Bruch in der Erklärung, denn es wird nicht erläutert, weshalb genau sich eine ebene Fläche bildet. Seine Vermutungen speisen sich offenbar aus seinen Erfahrungen an der Küste. Dort werde der Sand ebenfalls glatt, wenn das Wasser komme.

82 I: Ok, ja, aufmalen brauchst du das nicht. Ich kann mir das wohl gut vorstellen, wie du das meinst, dass es ganz glatt wird. Wie kommst du darauf, dass das passiert?

83 B: **Ja, durch diese Flüssigkeit bewegt sich der Sand und bildet dann eine glatte Fläche.**

84 I: Ich kippe immer noch ein bisschen ab. Das trennt sich dann immer noch danach. Hast du schon irgendwie Situationen erlebt, wo sowas Ähnliches passiert ist?

85 B: **Ja, sicher, am Meer kannst du das sehen. Wenn das Wasser kommt, dass der Sand ganz plan wird, ne?**

Bei der Durchführung des Versuchs erkennt der Proband, dass sich das Wasser nicht vollständig auf der Oberfläche verteile. Es sei nun wie am Meer: die Bildung von Prieln setze ein.

88 I: Schmeißen wir es an. Kannst schon was erkennen?

89 B: **Ja sicher, das Wasser verteilt sich nicht mehr. Ja, das ist genauso wie am Meer. Die einzelnen Priele, ne?**

Hans ist der Meinung, das Wasser verdichte sich durch die Bewegung und laufe daher zu einer bestimmten Stelle.

100 I: Und das Wasser: was passiert damit?

101 B: **Das verdichtet sich.**

102 I: Das geht zu einer Stelle hin, meinst du?

103 B: **Ja.**

Der Grund für die Bildung der Rillen auf der Oberfläche sei der geringen Menge von Wasser geschuldet, die sich in der Schale befinde. Dadurch könne sich das Wasser nicht überall gleichmäßig verteilen und es bilden sich Priele. Wenn mehr Wasser vorhanden wäre, würden keine Priele entstehen.

90 I: Aber das ist jetzt überhaupt nicht das, was du gesagt hast. Das ist ja gar nicht glatt geworden, sondern genau das Gegenteil.

91 B: **Ja, das liegt ja an dem Wasser. Dass nicht genug Wasser drin ist. Wenn jetzt mehr Wasser drin wäre, dann würden diese Priele nicht entstehen. Jetzt hast du ja diese kleinen Rillen hier. Das kommt ja daher, weil das Wasser sich nicht überall verteilen kann, sondern nur an diesen Öffnungen, an diesen Prielen. Daran geht das Wasser.**

97 B: **Ja, das sind die einzelnen Priele, wo das Wasser dann wieder sich sammelt und dann zurückläuft.**

Immer wieder kommt Hans im Gespräch auf diese Erklärung zu sprechen. Offenbar war für ihn die Oberfläche bereits am Anfang des Interviews recht uneben. Daher folgert er nun, dass sich das Wasser an eben jenen Unebenheiten aufhalte und so Priele bilde.

104 I: Ja. Kannst du mir erklären, warum das so läuft? Weil das Wasser sich jetzt also in den Prielen sammelt, sagst du. Warum trennt sich das Wasser von dem Sand? Hast du da noch eine Idee zu?

105 B: **Ja, da ist nicht genug Wasser drin.**

106 I: Ja, aber warum läuft das Wasser zum Beispiel hier unten links hin, aber hier ist jetzt gar nichts mehr.

107 B: **Weil hier am wenigsten ist, am wenigsten Sand ist.**

111 B: **Dann läuft das Wasser diese Sachen so runter. Hier ist die tiefste Stelle.**

116 I: Ähm, jetzt sollen wir das nochmal eben vergleichen mit dem, was du vorhin gesagt hast. Dass das plan wird. Der Unterschied ist jetzt, dass du vorhin dachtest, dass da mehr Wasser drin ist?

117 B: **Nein, nein. Es ist ja die gleiche Menge. Ist ja die gleiche Menge. Bloß, es ist so, dass das Wasser jetzt sich nicht mehr so verteilen kann, wie es vorher war.**

118 I: Ok.

119 B: **Ja? Sondern es bildet einfache Priele, also diese Falten und läuft dann ja wieder zur tiefsten Stelle hin und da ist überall weniger Wasser, ne? An diesen Erhebungen.**

Als Ursache für die Entstehung der Unebenheiten nennt Hans einzig den geringen Wasserstand. Aus diesem Grund folgert er konsistent, dass die Oberfläche eben wäre, wenn sich mehr Wasser in der Schale befände und dann geschüttelt werden würde.

92 I: Du sagst, mit mehr Wasser wird das ganz platt.

93 B: **Ja, mit mehr Wasser würd es platt gehen. Weil du dann ja die Flüssigkeit hin- und herschiebst.**

Als weitere Möglichkeit, ein ähnliches Phänomen zu erzeugen, nennt Hans das Ziehen von Linien mit einem Holzstab im Sand.

120 I: Genau, gut. Gibt's noch andere Möglichkeiten, so eine Struktur im Sand zu erzeugen?

121 B: (Unv.) **indem du da mit Holzstab diese Linien ziehst, aber das kriegst du nie so hin wie hier jetzt.**

Im Gespräch mit Hans wird deutlich, dass er sich stark auf den Wasserstand in der Schale bezieht und jenen für das entstehende Muster bzw. das Ausbleiben desselben verantwortlich macht. So berichtet er davon, dass die Oberfläche stets glatt sei, wenn sich so viel Wasser in der Schale befände, dass auch beim Hin- und Herbewegen die gesamte Oberfläche von der Flüssigkeit bedeckt sei. Dass die Oberfläche in ruhendem Zustand von Wasser bedeckt sei, beim Hin- und Herbewegen allerdings teilweise freiliegt, macht Hans daran fest, dass sich das Wasser beim Bewegen verdichte.

Da sich in der bewegten Schale auf der Oberfläche des Sandes wegen der Verdichtung des Wassers nicht überall Wasser befinde, seien Muster zu sehen, die an Priele erinnern würden. Dabei erklärt Hans, dass bei einem geringen Wasserstand Priele und Rillen entstehen. Er erklärt jedoch nicht genauer, wie es dazu kommt. Nachdem sich die Priele gebildet haben, sammle sich das Wasser nach dem Bewegungsstopp – und der Dekomprimierung – in den entstandenen Prielen und Rillen.

Tab. 97: Kategorie S3B-SR-S zu Erklärungen zum Strukturversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strukturen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strukturversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Ja, das liegt ja an dem Wasser. Dass nicht genug Wasser drin ist. Wenn jetzt mehr Wasser drin wäre, dann würden diese Priele nicht entstehen. Jetzt hast du ja diese kleinen Rillen hier. Das kommt ja daher, weil das Wasser sich nicht überall verteilen kann, sondern nur an diesen Öffnungen, an diesen Prielen. Daran geht das Wasser.“ (S3B, P. 91)	
Kodierte Subkategorien		
S3B-SR-S1	Bedeckt das bewegte Wasser die gesamte Sandoberfläche, dann entsteht eine glatte Sandoberfläche.	S3B, P. 77, 81, 83, 85, 93
S3B-SR-S2	Wird Wasser bewegt, verdichtet es sich, sodass es ggf. nicht mehr die komplette Sandoberfläche bedeckt.	S3B, P. 89, 91, 101, 105, 117
S3B-SR-S3	Bedeckt bewegtes Wasser nicht mehr die gesamte Oberfläche, dann bilden sich Priele und Rillen und das Wasser sammelt sich in den entstandenen Vertiefungen.	S3B, P. 89, 91, 97, 105, 107, 111, 117, 119

22.8.7 Interview JIB

Der zweite Teil zur Vorstellungsforschung im Bereich von Strukturen basiert auf dem jeweils zweiten Interview mit den Probandinnen und Probanden. In diesem Fall steht der beschriebene Versuch zur Erzeugung eines Musters im Sand im Vordergrund. Als George der Versuchsablauf erläutert wird, vermutet er, der Sand in der Schale werde sich bewegen, weil er vom sich bewegenden Wasser mitgezogen werde. Er vermutet, dass der Sand abgetragen und an eine andere Stelle befördert werde, sodass sich eine unterschiedliche Menge von Sand rechts und links in der Schale befinden werde.

71 I: Kommen wir zum nächsten. Ich habe hier im Prinzip nur eine ganz einfache Plastikschale, nichts Besonders. Da ist Sand drin und zusätzlich noch ein bisschen Wasser. Ich werde diese Schale nehmen und werde sie so hin- und herschütteln ganz doll und schnell. Was glaubst du, passiert dann?

72 B: **Ich könnte mir vorstellen, dass der Sand sich vielleicht auf eine Seite verlagert. Oder auf jeden Fall auch eine Bewegung reinkommt, weil das Wasser vielleicht den Sand mitzieht, wenn du den bewegst.**

73 I: Wie genau meinst du das? Meinst du, dass auf einer Seite der ganze Sand ist und auf der anderen Seite keiner mehr?

74 B: **So nicht, aber vielleicht, dass auf einer Seite ein bisschen mehr Sand ist oder dass auf jeden Fall der Sand ausgetauscht wird. Sand wird abgetragen, an eine andere Stelle gebracht und von der anderen Stelle wird Sand auf die andere Stelle gebracht durch die Bewegung.**

Als Begründung führt er an, dass nur dann keine Anhäufung auf einer der Seiten der Schale zu sehen sein werde, wenn genau dieselbe Kraft sowohl bei der Links- als auch bei der Rechtsbewegung aufgewendet werde. Sobald also eine unterschiedliche Kraft in jeweils eine Richtung aufgewendet werde, was George implizit vermutet, werde eine Anhäufung zu sehen sein. Hier ist ein Konzept zu erkennen, dass auch schon in anderen Interviews angeklungen ist: Eine Unregelmäßigkeit (in der Bewegung der Schale) führt zu einer Unregelmäßigkeit beim Sand (unterschiedliche Anhäufung links und rechts). Und eine Gleichmäßigkeit der Bewegung führt zu einer gleichmäßigen Verteilung des Sandes.

81, I: Das würde ja aber in der Summe bedeuten, dass sich nichts ändert. Der Sand
83 wird zwar transportiert, aber es würde genauso aussehen wie jetzt. Habe ich dich richtig verstanden?

84 B: **Ja, wenn du bei beiden nach links und rechts genau dieselbe Kraft aufwendest. Wenn du nach links zum Beispiel ein bisschen schneller ziehst, also mehr Kraft aufwendest, dann wird vielleicht mehr Sand von links nach rechts verschoben als von rechts nach links.**

85 I: Wenn ich jetzt quasi mit deutlich mehr Kraft nach rechts als nach links rütteln würde, glaubst du, dass irgendwann auf der linken Seite doch kein Sand mehr wäre.

86, B: **Kein Sand nicht, aber auf jeden Fall weniger.**
88

Entgegen seiner Vermutung erkennt George keine Anhäufung auf einer Seite der Schale, sondern Spuren, die im Sand entstehen. Ferner beobachtet er, dass das Wasser von der Oberfläche verschwinde und sich während der Bewegung stärker verteile als gedacht. Erst bei einem Stopp der Bewegung sei es wieder zu erkennen.

- 89 I: Ok, gut. Dann habe ich das verstanden, was du meinst. Dann lass uns das mal durchführen und du versuchst mal zu gucken, was da passiert und das entsprechend zu erklären. Was passiert da mit dem Sand?
- 90 B: Oh! **Das Wasser ist einfach verschwunden.**
- 91 I: Und was passiert mit dem Sand?
- 92, 94 B: **Auf jeden Fall bewegt der sich viel und es entstehen so Spuren im Sand. Die kennt man auf jeden Fall vom Meer. Die Wellen daran.**
- 95 I: Was siehst du noch?
- 96 B: **Die Menge auf den Seiten verändern sich eigentlich nicht. Das ist nicht so, wie ich erwartet hab.**
- 97 I: Ja, da kommen wir gleich noch zu. Erstmal nur die Beobachtung. Fällt dir noch was auf, was du sagen möchtest?
- 98 B: **Also das Wasser ist halt auf jeden Fall viel mehr verteilt gewesen und es kommt jetzt wieder.**

Konsistent zu den Äußerungen im ersten Interview ist der Befragte lediglich in der Lage zu erklären, aus welchem Grund sich Sand und Wasser in Bewegung versetzen. Und er ist sich bewusst, dass jene Bewegung für die Entstehung einer Struktur zwingend notwendig sei. Das zeigt sich schon an der Auswahl eines Namens für das Phänomen: er nennt es zunächst Abbildung der Sandbewegung. Allerdings gibt er freimütig zu, dass er keine Erklärung dafür habe, aus welchem Grund das sich bewegende Wasser im Zusammenspiel mit dem Sand genau jene Formation hervorrufe. Er gibt lediglich an, dass er ein vergleichbares Phänomen vom Meer kenne und es dort bereits gesehen habe.

- 103 I: Was glaubst du denn, warum es so gewesen ist und nicht so, wie du das erwartet hast?
- 104 B: **Ich könnte das jetzt halt vergleichen mit dem Meer, weil man das ja schon mal gesehen hat so. Und ich habe mir das davor nicht so vorgestellt. Aber sonst habe ich dafür eigentlich keine Begründung.**
- 107 I: Du hättest also keine logische Erklärung. Du kennst das nur aus dem Meer?
- 108 B: **Nur aus dem Meer.**
- 117 I: Gut, also grundsätzlich fällt es dir schwer, eine logische Erklärung für zu finden?
- 118 B: **Im Moment ja.**
- 121 I: Ok, und wenn du dem Experiment auch einen Namen geben würdest, wie würdest du das nennen?

122 B: **Also eigentlich so eine Abbildung der Sandbewegung. Sandspuren im Meer halt als Experiment, um die nachstellen zu können. Ein richtiger Name fällt mir dazu nicht, weil ich das halt selbst noch nicht so richtig erklären kann. Ich habe da halt gar nicht so an die Erklärung gedacht. Deshalb vielleicht sonst einfach: das Sandexperiment.**

123 I: Das Sandexperiment.

Als eine weitere Möglichkeit, ein ähnliches Phänomen zu erzeugen, gibt der Proband Eisenpulver an, das sich in einem Magnetfeld befindet. In einem Magnetfeld bilde das Eisenpulver eine spezielle Anordnung. Eine ähnlich spezielle Anordnung bilde auch Sand, der sich am Strand befinde. Ansonsten habe George die gleiche Anordnung von Sand in anderen Zusammenhängen noch nicht erlebt.

109 I: Ok, glaubst du denn, es gibt auch noch eine andere Möglichkeit, den Sand so aussehen zu lassen, ohne dass ich das hin- und herrüttle?

110 B: Diese Spuren da drauf?

111 I: Ja.

112 B: **Vielleicht durch weniger Wasser. Dass hier eigentlich kein Wasser drauf ist, aber dann halt trotzdem die Schüssel so in eine Richtung langsam bewegen, dass sich der Sand aber trotzdem noch bewegen kann. Das könnte eine Möglichkeit sein.** Sonst hätte ich keine Ahnung, wie das noch gehen würde.

113 I: Ist dir sowas allgemein denn schon mal begegnet, wenn du das versuchst zu übertragen? Hast du das vielleicht schon mal außerhalb von Sand gesehen, dass sich etwas ganz speziell angeordnet hat?

114 B: **Nicht in der Form? Sondern einfach speziell?**

115 I: Irgendwas. Wir hatten ja vorher Wasserströmung. Da hast du ja auch von Winden gesprochen.

116 B: **Also ich würde in eine ganz andere Richtung schweifen mit Eisenpulver und Magnetfeldern. Also wenn man ein Magnetfeld und halt das Eisenpulver hat, ist das auch eine spezielle Anordnung. Bei Sand und Wasser, habe ich das, glaub ich, so noch nicht gesehen, also außer am Strand.**

George erklärt, dass durch die aufgewendete Kraft auf das Gefäß Wasser in Bewegung versetzt werde und dass sich das Wasser in der Schüssel stark verteile. Damit ziehe das Wasser wiederum den Sand mit sich und versetze ihn ebenfalls in Bewegung. Dementsprechend werde der Sand an einer Stelle abgetragen und an einer anderen Stelle angelagert. George macht das Entstehen einer Struktur davon abhängig, wie die nach links und nach rechts wirkenden Kräfte ausbalanciert seien. Immer dann, wenn die Kraft nach links und rechts sich unterscheiden, werde eine Anhäufung auf eine der beiden Seiten in der Schale zu erkennen sein. Der Sand bleibe nur überall gleich verteilt, wenn exakt die gleiche Kraft nach links und rechts eingesetzt werde, um die Schüssel zu bewegen.

Tab. 99: Kategorie J1B-SR-S zu Erklärungen zum Strukturversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strukturen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strukturversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Wenn du nach links zum Beispiel ein bisschen schneller ziehst, also mehr Kraft aufwendest, dann wird vielleicht mehr Sand von links nach rechts verschoben als von rechts nach links.“ (J1B, P. 85)	
Kodierte Subkategorien		
J1B-SR-S1	Wird das Wasser in der Schale bewegt, dann wird der Sand mitgezogen, damit von einer Stelle abgetragen und an einer anderen Stelle abgelagert.	J1B, P. 72, 74
J1B-SR-S2	Es entstehen unregelmäßige Sandanhäufungen, wenn die auf Wasser und Sand wirkende Kraft in beide Richtungen unausgeglichen ist.	J1B, P. 84, 86, 88

22.8.8 Interview J2B

Der zweite Teil zur Vorstellungsforschung im Bereich von Strukturen basiert auf dem jeweils zweiten Interview mit den Probandinnen und Probanden. In diesem Fall steht der beschriebene Versuch zur Erzeugung eines Musters im Sand im Vordergrund. Nachdem beiden Probanden der Ablauf im Versuch erklärt wird, äußern sie die Vermutung, dass der Sand in der Schale beim Hin- und Herbewegen vom Wasser mitgenommen werde. Dabei werde der Sand an den Seiten des Gefäßes bewegt. Beim Bewegungsstopp fließe dann das Wasser in die gebildete Kuhle in der Mitte.

185, I: Dann haken wir erstmal das erste Experiment ab. Und dann kommen wir näm-
188 lich gleich zum nächsten. Wir sehen jetzt hier eine ganz normale Plastikscha-
Da drinnen sind ganz normaler Sand und Leitungswasser. Das habe ich eben
unter Zeugen da reingefüllt. Ich werde das hier jetzt gleich festhalten und die
Schale dann immer nach links und rechts kippen. Jetzt möchte ich natürlich von
euch wissen, was glaubt ihr, was passiert? Was sind eure Erwartungen?

189 B1: Was passiert, wenn du das die ganze Zeit so hin und her...

190 I: Irgendwann höre ich natürlich auf, aber was passiert währenddessen und was
passiert, wenn ich aufgehört habe? Was glaubt ihr, was da mit dem Sand oder
dem Wasser passiert?

191 B1: **Ich würde sagen, der Sand sammelt sich auf beiden Seiten. Also wird
sich so verteilen und in der Mitte wird eine kleine Kuhle entstehen.**

193 B2: **Also das Wasser nimmt, weil es sich bewegt, die Sandpartikel immer
mit, wenn man das von der Seite zur Seite hin- und herbewegt. Damit
könnte dem Vorschlag von [Name] zustimmen. Und das Wasser wird sich,
wenn man dann aufhört, also je nachdem, wie stark man schlägt, vielleicht
so langsam noch etwas bewegen, bis es sich dann einpendelt und still ist und
dann sich wahrscheinlich eher etwas in der Mitte sammeln.**

194 I: Das Wasser?

197 B2: **In unserem Versuch entsteht ja eine Kuhle und in der Kuhle wird sich
das Wasser ein bisschen drin sammeln.**

223 B2: **Die Sandmassen sind jetzt nicht auf einmal weg, also es wird auch noch
etwas in der Mitte sein, aber das türmt sich so leicht.**

224, B1: **Es wird sich halt einfach auftürmen an der Seite. Ich glaube, es wird
226 nicht mehr so gerade wie vorher sein.**

Bei der Durchführung des Versuchs geben die Befragten trotz der Beschreibung am Anfang an, dass sie erwartet hätten, der Versuch lief anders ab. Die Bewegung solle intensiver erfolgen, damit Wellen entstehen. Ansonsten verteile sich der Sand einfach in der Schale.

241 I: Dann schlage ich vor, ich führe den Versuch durch. Ihr guckt euch das an und
redet wieder fleißig darüber. Das ist ganz wichtig. Ich fange an, das hin und her
zu wippen.

242 B1: Ach so, ich dachte...

243 B2: Ja, ich dachte auch, dass...

244 B1: **Dann verteilt es sich ja gerade!**

245 I: Also ich mache das so: links und rechts.

246 B1: **Ja, dann bleibt es ja. Ich dachte, es wird jetzt so richtig so Wellen geben.**

Zunächst beobachten sie tatsächlich, dass sich die Sandmasse in der Schale gleichmäßig verteile.

247 I: Auch das könnte ich machen, da würde dasselbe bei herauskommen. Ich will hier nur nichts dreckig machen. Deswegen gucken wir mal, dass das auch hier klappt.

248 B1: **Das ist wie so ein Kuchenteig. Das verteilt sich alles gleich.**

Nachdem der Versuch etwas länger durchgeführt wird, nehmen die Befragten wahr, dass sich das Wasser in den Sand hinein bewege und dabei Wellen, Falten und Spuren im Sand entstehen. Dass sei wie ein Kuchen, der sich kurze Zeit im Ofen befinde: Oben wirke es schon alles relativ fest unten jedoch sei es noch flüssig.

251 I: Guckt am besten auf den Sand, was da jetzt so langsam passiert.

252 B2: **Also das Wasser ist so gut wie im Sand verschollen.**

253 I: Wenn ihr euch das da anguckt an den Wänden, an den Rändern.

254 B2: **Ja, das sind Wellen, also so Falten.**

255 B1: **Es entstehen Spuren.**

256 B2: **Das sieht genauso aus, als würdest du Kuchen reinton und nach drei Minuten darauf gucken und unten ist es flüssig und oben ist er langsam fest.**

257 I: So, habt ihr das gesehen?

258 B1: **Ja, der wird oben hart.**

259 B2: **Das sind mehr oder weniger Berge.**

260 I: Ja, guckt euch das nochmal an.

Durch die Bewegung der Schale habe sich das Wasser in den Sand hineingearbeitet. Das Wasser sei weg und der Sand wirke oben trockener. Daher sei er in der Lage, die Form der Bewegung für kurze Zeit zu halten. Sobald die Bewegung stoppt, sei der Zustand vor der Bewegung wiederhergestellt.

261 B1: **Die Flüssigkeit von oben ist weggesunken. Durch die Bewegung ist das Wasser halt weg und dann ist das so ein bisschen trockener oben und hält die Form für eine kurze Zeit.**

262 I: Also habt ihr das jetzt gesehen, was da passiert ist mit dem Sand?

263 B1: Darfst aufhören.

264, 266	I: Ja? Gut. Wenn ich aufgehört habe, dann sieht der Sand wie aus?
267	B2: Wie vorher.
268	I: Wie vorher. Was habt ihr denn während des Versuchs gesehen? Was ist mit dem Sand passiert?
269	B2: Ja, also das Wasser hat sich erstmal in den Sand eingearbeitet.

Aus der Sicht der Probanden scheint für die Bildung der Wellen bzw. Falten bedeutsam, dass sich das Wasser in den Sand hineinarbeitet. Hierdurch entstehe ihrer Meinung nach ein Sand-Wasser-Gemisch bzw. feuchter Sand. Dieser verhalte sich bisweilen wie eine Flüssigkeit, sodass er Wellen bilde. Weil das Sand-Wasser-Gemisch jedoch zäher sei als das Wasser vermag er für kurze Zeit seine Form zu halten, wodurch die vom Sand erzeugten Wellen für kurze Zeit dauerhaft sichtbar seien.

270	B1: Ich würde sagen, dass hat sich so nach unten gepresst. Dass sich das unten unter dem Sand angesammelt hat. Und dadurch war oben nicht mehr so viel Wasser und dann war der Sand kann man sagen: flüssig.
271	B2: Es war ein Sand-Wasser-Gemisch.
272	B1: Es war kein Sand-Wasser-Gemisch oben mehr, sondern hauptsächlich Sand oder feuchter Sand, der sich dann halt in der Form gehalten hat für eine kurze Zeit.
273	I: In was für einer Form?
274	B1: In so Wellen, also da waren halt so Spuren drin, als ob da ein Wurm durchgelaufen ist.
275	I: Was hast du noch gesehen?
276	B2: Ja also es ist hart geworden, also oben ist er hart geworden und dann so ein bisschen weiter hinten, hat der so leichte Wellen geworfen, bis er dann zum Flüssigen übergegangen ist.

347	I: Also wie seid ihr auf die Idee gekommen zu diesem Experiment für die Erklärungen und für die Vermutungen?
352	B2: Warum das jetzt so ausgegangen ist das Experiment?
353	I: Ja.
354	B2: Wir haben, glaub ich, zu viel mit dem Wasser gerechnet. Wir haben mehr Kraft dem Wasser zugewiesen und der Sand war, glaub ich, zum Beispiel unsere Vorstellung. Und deswegen ist es jetzt das komplette Gegenteil eigentlich geworden. Und wie das passiert ist: Wasser- und Sandteilchen haben sich eben miteinander verbunden. Wo es dann mit Energie zu einer Seite geschaukelt worden ist, hat sich das Wasser eben etwas nach unten gedrückt, dadurch hat man oben den Sand und der hat dann eben die Form des Schaukelns bzw. wie das Wasser rausgeht. Und da hat man eine Struktur und dann schaukelt man zur anderen Seite wieder hoch und zur anderen Seite.

Konsistent zu ihren Darstellungen wählen sie Sandschaukel/Sandwippe als Bezeichnung für den Versuch.

310	I: Wenn ihr jetzt euch nochmal vorher erstmal einen Namen überlegt für dieses Experiment: Was glaubt ihr, wie könnte das heißen oder wie würdet ihr das nennen?
311, 314	B1: Sandwippe. Bewegung von Sandmassen.
315	B2: Sandschaukel.

Beim Vergleich zwischen Erwartung und Beobachtung merken die beiden Befragten abermals an, dass sie nicht mit einer solchen Durchführung gerechnet hätten. Denn wäre mehr Wasser im Behälter gewesen, wäre ihre Erwartung treffend gewesen.

277	I: Passt das denn so wirklich mit euren Erwartungen und Vermutungen zusammen?
278	B2: Nein.
279, 281	B1: Wir sind echt schlecht. Wir haben ja auch gedacht, das wird anders durchgeführt.
282	I: Das ist auch völlig egal, wie ich es durchgeführt habe. Ich hätte das auch so machen können. Oder wie dachtet ihr?
283	B2: Wir hätten einfach mehr Wasser gebraucht.

Die beiden Lernenden vergleichen das erzeugte Phänomen mit dem Wattenmeer: Wenn dort eine Wasserströmung über den Sand fließe, seien auch Spuren zu sehen. Man erkenne, wo die Strömung langgelaufen sei, wo sich das Wasser im ausgetrockneten Sand langgeschlängelt habe und wo sich Wattwürmer befinden.

295	I: Glaubt ihr denn, es gibt noch eine andere Möglichkeit, außer durch diese Kippbewegung, den Sand so zu formen?
296, 298	B2: Wasser was in einer Strömung darüber fließt. Wenn man dann zum Schluss diese Sandmassen dann noch sehen muss. Im Wattenmeer ist das doch auch so. Da geht das Wasser dann zurück und dann sieht man die Spuren.
299	B1: Da haben wir wieder den Wurm.
302	I: Und das ist quasi das Wattenmeer, wenn das Wasser zurückläuft, dann sieht der Sand wie aus? Kannst du das nochmal ein bisschen beschreiben?
303	B2: Dann sieht man entweder, wo die Strömung langgelaufen ist und wo das Wasser zurückgelaufen ist, weil dann hat man sozusagen so einen ausgetrockneten Flusslauf und sieht eben, wie das Wasser sich langgeschlängelt hat. Die Wellenbewegung und so kreuz und quer den Sand. Und eben wo Wattwürmer waren, wo sie rausgekrochen sind und sowas.

Die Befragten erklären, dass bei der Bewegung des Wassers der Sand mitbewegt werde und sich daher in der Schale verteilen werde. Beim Beobachten erkennen sie zusätzlich, dass sich das Wasser bei der Bewegung der Schale in den Sand hinein arbeite und so von der Oberfläche verschwinde. Dadurch entstehe feuchter Sand bzw. ein Sand-Wasser-Gemisch anstelle der vormaligen Unterteilung in einen Sand- und einen Wasserbereich. Da das Wasser im Wesentlichen unter dem Sand sei, sei die Oberfläche des Sandes eher trocken und nach unten nehme die Feuchtigkeit im Sand zu. Dieses Phänomen hängt direkt mit dem zweiten zusammen: der Entstehung von Wellen, Falten und Anhäufungen im Sand. Diese Erscheinungen entstehen, weil sich das Wasser gerade in den Sand hinein arbeite. Die Interviewten erklären, dass das noch feuchte Sand-Wasser-Gemisch an der Oberfläche zunächst eine Wellenbewegung ausführe wie Wasser. In dem Moment, in dem das Wasser sich von dem Sand trennt, werde der Sand trockener und halte die Form, bei der das Wasser sich gerade nach unten bewege. Demnach sei eine Welle bzw. eine Falte zu erkennen. Allerdings fehlt in ihrer Erklärung, weshalb Wasser überhaupt Wellen bildet, denn auch bei einer Welle handelt es sich um eine Struktur. Das Problem, eine Struktur zu erklären, wird somit lediglich vom Sand auf das Wasser verlagert und nicht gelöst.

Tab. 101: Kategorie J2B-SR-S zu Erklärungen zum Strukturversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strukturen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strukturversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Wo es dann mit Energie zu einer Seite geschaukelt worden ist, hat sich das Wasser eben etwas nach unten gedrückt, dadurch hat man oben den Sand und der hat dann eben die Form des Schaukelns bzw. wie das Wasser rausgeht.“ (J2B, P. 354)	
Kodierte Subkategorien		
J2B-SR-S1	Wenn das Wasser vom Sand abfließt, bilden sich Spuren im Sand.	J2B, P. 296, 298, 303
J2B-SR-S2	Bei der Bewegung des Wassers wird Sand mitbewegt und verteilt sich.	J2B, P. 191, 193
J2B-SR-S3	Bei der Bewegung des Wassers arbeitet sich das Wasser in den Sand hinein, sodass ein Sand-Wasser-Gemisch entsteht, dessen Feuchtigkeit nach unten zunimmt.	J2B, P. 252, 256, 258, 261, 269, 270, 271
J2B-SR-S4	Der feuchte Sand an der Oberfläche bewegt sich zunächst wellenförmig wie eine Flüssigkeit und hält die Wellenform zunehmend lang, da er trockener wird, während das Wasser aus dem Sand nach unten dringt.	J2B, P. 261, 271, 272, 274, 276, 354

22.8.9 Interview J3B

Der zweite Teil zur Vorstellungsforschung im Bereich von Strukturen basiert auf dem jeweils zweiten Interview mit den Probandinnen und Probanden. In diesem Fall steht der beschriebene Versuch zur Erzeugung eines Musters im Sand im Vordergrund. Nachdem Hanni und Nanni der Versuchsablauf erläutert wird, vermuten sie, dass der Sand sich bei ausreichend starkem Hin- und Herbewegen der Schale mit dem Wasser hin- und herbewege. Hierdurch setze der Sand sich an den Seiten der Schale ab und in der Mitte befinde sich schließlich weniger Sand. Weil der Sand durch das Wasser gebunden sei, werde bei schwachem Schütteln der Schale nicht passieren.

78 I: Ok, dann kommen wir zum nächsten. Ich hab hier eine Schale dabei. Da ist Sand drin. Der Sand ist ein bisschen angefeuchtet, wie man sehen kann. Und den werde ich gleich so ein bisschen hin- und herwippen. Was glaubt ihr denn, was mit dem Sand passiert?

79 B2: **Der wippt hin und her.**

80 I: Ja, irgendwann höre ich natürlich auf mit dem Wippen.

81 B2: Ok.

82 I: Habt ihr eine Idee, was damit passiert?

83 B1: **Ich denke, jetzt wo der Sand nass ist, passiert bei gleichem Wippen erstmal nichts, weil der durch das Wasser, sage ich mal, stärker verbunden ist. Und wenn man stärker hin- und herwippt, dann denke ich wippt der Sand so ein bisschen mit.**

84 I: Was glaubt ihr denn, wie der Sand aussieht, wenn ich aufgehört habe mit dem Wippen? Sieht der dann wieder so aus wie jetzt oder was habt ihr für eine Idee?

85 B1: **Ich glaube eher, dass der Sand dann mehr am Rand ist oder an den Seiten, wo er hingewippt ist und dann in der Mitte weniger Sand ist.**

Ihre Vermutung macht Hanni an ihren bisherigen Erfahrungen fest. Ihr seien Strudel bekannt und auch dort befinde sich das Wasser an den Rändern, in der Mitte sei eine Vertiefung zu erkennen. Obgleich der Versuchsleiter ihr erklärt, er werde keine Kreisbewegung ausführen, betont sie, dass Kreisbewegungen ebenfalls entstehen können, wenn etwas nur hin und herbewegt werde. Als Beispiel nennt sie eine Murmel in einem Becher. Wird der Becher hin- und herbewegt, läuft die Murmel im Kreis. Genauer erklären könne sie dies nicht, aber deshalb denke sie, der Sand werde sich nach außen hin verlagern.

92 I: Ok, dann können wir ja erstmal festhalten, was du dir quasi überlegt hast, dass der Sand so in der Art wie das Meer in der Bibel, das geteilt wird. In der Mitte ist nichts mehr und an den Rändern ist der ganze Sand, richtig?

93 B1: **Das ist ja auch so bei einem Strudel. Da ist ja auch das Wasser irgendwann eher außen, wenn sich das schnell dreht. Deswegen hätte ich jetzt gedacht, dass das hier auch so ist, wenn man es hin- und herwippt, dass das dann auch eher außen ist. Wenn das jetzt vor allem von der Kreisbewegung (unv.).**

94 I: Du würdest eine Kreisbewegung machen. Ich mache keine Kreisbewegung... (unterbrochen).

95 B1: **Genau, das ist ja komisch, ja.**

103 I: Woran machst du das denn fest? Wie kommst du denn darauf, dass dieser Sand, den ich hin- und herbewege, dass der eine Kreisbewegung macht und deswegen sich der Sand an den Rändern verteilt, links und rechts quasi.

104 B1: **Ich habe das schon öfter gemacht: Es war aber jetzt in einem runden Becher, da hat es gereicht, wenn ich was hin- und herbewegt habe, dass eine Murmel darin sich im Kreis bewegt hat. Kommt halt drauf an, wie ich das hin- und herbewegt habe. Aber ich hatte das ja auch gedacht, dass auch beim Wippen sich der Sand mehr nach außen hin verlagert. Und das ist jetzt nur eine Vermutung, also erklären könnt ich das nicht.**

Die beiden Probandinnen beobachten Phänomene, die nicht mit ihren Erwartungen übereinstimmen. Zunächst nehmen sie wahr, dass sich beim Schütteln der Schale das Wasser von der Oberfläche wegbewege. Hierdurch erscheine die Oberfläche des Sandes trockener. Außerdem entstehen kleinere Hügel, die sich letztlich übereinander schieben und zu größeren Hügeln anwachsen. Ferner käme es an der nunmehr trocknen Sandoberfläche zu Rissen. Insgesamt verschiebe sich die Masse des Sandes leicht zu einer Seite der Schale. An der anderen Seite befinde sich also nur noch wenig Sand.

107 I: Dann wollen wir den Versuch mal durchführen. Ich wippe den Sand so ein bisschen hin und her. So, beschreibt mir doch mal, was passiert. Was seht ihr?

108 B2: Also ich glaube, das **Wasser geht so oben aus dem Sand raus und eher nach unten.**

110 B1: Ich würd sagen, **das ist jetzt mehr auf einer Seite. Das hat sich mehr auf die eine Seite verschoben. In einer Ecke ist jetzt fast gar kein Sand mehr. Dafür mehr in der Mitte und auf der anderen Seite. Damit ist auch ein kleiner Sandberg entstanden durch das Schütteln.**

111 I: Und während ich das gemacht habe? Soll ich es nochmal machen, dass ihr das noch ein bisschen besser sehen könnt, was währenddessen passiert ist?

112 B1: Nein, also **der Sand hat sich jetzt irgendwie so ein bisschen aufgehäuft. Also am Anfang war er glatt und dann hat er sich halt so aufgehäuft in kleinere Hügel, die dann zusammen zu einem größeren Hügel wurden.** So hab ich das jetzt gesehen.

113 I: Hast du noch Beobachtungen gemacht?

114 B2: **Also irgendwann ist oben der Sand so ein bisschen eingerissen. Also erst war er noch glatt und dann ist er eingerissen sozusagen. Und dann könnt ich mir vorstellen, dass das Wasser eher nach unten gegangen ist durch dieses Wippen und deswegen ist es oben trockener geworden.**

115 I: Der Sand hat sich bewegt, ist zu kleineren Hügeln geworden und dann sind diese Hügel quasi mehr oder weniger auseinandergefallen, richtig?

116 B1: Ja, es wurden **kleinere Hügel und manche von den Hügeln wurden ein bisschen größer. Die sind die ja so dicht beieinander und sind halt mehrere kleinere Hügel nebeneinander.**

117 I: Also es ist nichts auseinandergefallen, sondern nur es sind ganz viele Hügel entstanden?

118 B1: Ich würde sagen, **dass die ja eher sogar noch ein bisschen zusammengeschoben wurden oder dass die so ein bisschen übereinander geschoben wurden.**

135 I: Inwieweit sind denn deine Vermutungen eingetreten?

136, 138 B1: **Ich würde sagen eher fast gar nicht. Weil sich der Sand eher in der Mitte gesammelt hat und nicht am Rand. Genau das Gegenteil ist eingetreten. Außer auf dieser Seite, da ist halt noch Sand, aber dafür auf der anderen Seite halt so gut wie gar keiner mehr und dafür eher in der Mitte.**

Beide Befragte erläutern, dass es sich bei der Anordnung von Sand in der Schale um eine Struktur handele. Dabei beziehen sie sich auf die Beobachtung, dass im Sand viele Rillen und kleinere Hügel entstanden seien und verbinden dies mit dem Wattenmeer: Auch dort seien ähnliche Strukturen zu erkennen.

122, 124 I: **Erinnert euch dieser Anblick an etwas, was ihr vielleicht schon mal gesehen habt oder was wir auch auf den Fotos gesehen haben im ersten Interview? Ihr habt ja auch gesagt, dass das was mit Strukturen zu tun haben muss. Ist ja fast offensichtlich. Ihr habt ja gesagt, dass für euch Strukturen Muster sind. Seht ihr da ein Muster? Oder wäre das für euch überhaupt eine Struktur?**

125 B1: **Ich finde schon, vor allem auf dieser Seite sieht das so aus, als ob da mehrere kleine Linien ziemlich gleichmäßig noch hintereinander sind und ein bisschen auseinandergefallener Sand, weil halt immer wieder kleine Ritzen dazwischen sind und dadurch so eine Struktur entstanden ist.**

126 I: Was glaubst du?

127 B2: **Ich finde auch, dass es was von einer Struktur hat, denn hier oben bei den mehreren kleinen Sandhügeln sind ja auch so hier Linien dazwischen. Ich finde schon, dass das eine Struktur ergibt.**

128 I: Woran erinnert euch das? Was wir beim letzten Mal vielleicht sogar gesehen haben schon?

129 B1: **Ja, dieses Bild vom Watt find ich so ein bisschen. Da war es ja auch so, dass da auch kleinere Hügel in der großen Fläche waren. Oder kleine Mauern oder kleine Erhebungen, die halt auch zusammen dann eine Struktur ergeben haben.** Ich finde, hier sieht es auch ein bisschen so aus, nur halt wieder ein bisschen kleiner.

Als sie aufgefordert werden, ihre Beobachtungen zu erklären, erläutern sie, das Wasser nehme den Sand bei seiner Bewegung mit. Die Bewegung in beide Richtungen erfolge jedoch nicht in gleicher Weise. Dadurch entstehen ihrer Ansicht nach die Strukturen. Als Begründung ziehen sie die Bewegung von Wasser als Welle heran, erläutern jedoch etwas unscharf: Bei der Bewegung in eine Richtung werde der Sand mitgerissen. Er könne sich jedoch nicht in gleichem Maße wieder zurückbewegen, da bei der rückwärtigen Bewegung bereits die nächste Welle komme und so die Rückwärtsbewegung abgebrochen werde. Dies sei bei einer Welle im Meer genauso. Durch diese Unterbrechung bilden sich

die Anhäufungen, die mit der Zeit größer werden, sodass nach langer Zeit eine ganz große Anhäufung entstehen werde.

119 I: Habt ihr denn eine Idee, warum das passiert ist?

120 B2: (Lacht).

121 B1: **Durch das Hin- und Herwippen bewegt sich der Sand im Gefäß auch mit hin und her. Ich hätte jetzt gedacht, das ist wie bei einer Welle: Erst bewegt er sich in eine Richtung und beim Zurückfallen kommt was von der anderen Richtung entgegen und dass sich das dadurch vielleicht so ein bisschen aufhäuft. Dass sich halt bei der Rückbewegung der Sand nicht so weit zurückbewegen kann, wie sich der Sand hinbewegt hat. Dass sich das dadurch aufhäuft. Das ist ähnlich wie bei einer Welle, wenn die am Strand wieder zurückkommt, kommt die nächste schon. So ein bisschen hätte ich das jetzt vielleicht gedacht, dass dadurch diese kleinen Sandberge entstanden sind.**

139 I: Und die Entstehung dieser Struktur, dieser kleineren Hügel und Ritzen ist das für euch zurückzuführen auf die Wellenbewegung, die quasi besagt, dass eine Welle ja schneller vorwärts fließt als der Sand mitkommen kann? Wenn quasi der Sand immer ein bisschen weiterwandert und die Welle beim Zurückziehen gar nicht so viel Sand wieder mitziehen kann. Hab ich eure Erklärung dann richtig verstanden, oder?

140 B1: **Ja, also ich hätte gesagt, dass die Welle immer Sand mitnimmt, aber natürlich nicht so schnell und so weit, wie die Welle an sich fließt. Und dass dann auch diese (unv.) zurückfließen, dass dadurch vielleicht auch kleinere Erhebungen entstehen können.**

141 I: Ist dir vielleicht noch was eingefallen oder bist du einfach nur fasziniert und gespannt?

142 B2: Mir ist nichts eingefallen.

143 I: Hast du da keine sinnvolle Erklärung für?

144 B2: **Also nur das, was halt schon gesagt wurde, dass sich das halt durch diese Bewegung weiter in eine Richtung bewegt, der Sand dann wieder zurückkommen kann und sich dadurch so ein Haufen bildet.**

130 I: Habt ihr denn eine Idee, was passieren würde, wenn wir das jetzt einfach stundenlang weitermachen würden das Hin- und Herschütteln? Was glaubt ihr, was würde mit dem Sand passieren?

131 B2: **Ich glaube, der Sand würde sich noch mehr in der Mitte sammeln, weil der Sand nicht so weit, wie er zu einer Seite gegangen ist, auch wieder zurückkommen kann und dass sich das dann so anhäuft.**

132, 134 B1: **Hätte ich jetzt auch vermutet, dass vielleicht irgendwann der ganze Sand zu einem größeren Haufen geworden ist, wenn man das lange macht. Also, dass alles jetzt zu so einem Berg wird.**

Angesprochen auf die sich bildenden Rillen und die vielen kleinen Haufen, führt Hanni aus: Beim Hin- und Herbewegen treffe nicht immer die gleiche Menge Sand auf das

Gleiche, sodass sich bestimmte Portionen verbinden und dadurch Anhäufungen entstehen. Am Anfang seien diese Portionen weniger und dann mehr. Außerdem ist Hanni der Meinung, dass man die Schale nie genau gleichmäßig hin- und herbewegen könne. In diesem Zusammenhang verwendet sie das Prinzip, dass sich aus einer ungleichmäßigen Bewegung eine ungleichmäßige Anhäufung ergebe.

145 I: Habt ihr eine Erklärung dafür, warum sich nicht einfach ein großer Haufen bildet? Warum bilden sich dann mehrere kleine Haufen und warum sind Rillen da drin?

146 B1: Naja, weil das ganz viele Hin- und Herbewegungen sind und **nicht immer die gleiche Menge Sand auf das Gleiche trifft und dass vielleicht dadurch es sich in Portionen verbindet und dadurch so eine Bergform entsteht. Dass vielleicht am Anfang weniger wurde und dann mal ein bisschen mehr. Und man kann das ja auch nicht genau gleichmäßig hin- und herwippen, sodass vielleicht dadurch auch kein gleichmäßiger Berg an sich entsteht.**

Für Hanni und Nanni bildet feuchter Sand eine Art Klebstoff. Aus ihren Erfahrungen mit dem Bau von Sandburgen ist ihnen bekannt, dass feuchter Sand zusammenhalte. Entsprechend vermuten beide, dass beim Stehenlassen der Schale der enthaltene Sand trockne, er auseinanderfalle und so die Ritzen in der Schale verschwänden. Ganz glatt werde er jedoch nicht, denn von größeren Anhäufungen werde lediglich etwas Sand hinunterrollen. Die größeren Anhäufungen seien nach dem Trocknen des Sandes somit noch zu erkennen.

156, 158 I: Würde sich dann die Struktur wieder ändern, wenn er trockener wird? Wenn wir den Sand jetzt so lassen würden.? Würde der immer noch so aussehen?

159 B1: **Wenn der trocken ist, würde das nicht mehr so Ritzen geben, weil trockener Sand ist nicht mehr so verbunden wie jetzt nasser Sand. Damit kann man ja auch besser eine Burg bauen mit etwas nasserem Sand, weil der eher zusammenhält. Und wenn man den jetzt wirklich ganz trocknen lässt, dann würde die Oberfläche ja auch wieder glatt werden und keine Ritzen mehr dazwischen sein.**

160 I: Was glaubst du?

161 B2: **Wenn der Sand trocken ist, heißt das ja dann auch irgendwie, dass da kein Wasser mehr dabei ist. Und wenn dann der Sand trocknen würde, würde der erstmal ein bisschen zusammenfallen, weil ja das Wasser da rausgeht sozusagen. Aber dann würde da auch nicht mehr wirklich Struktur sein, weil halt der Sand zusammenfällt und dann wieder so eine Fläche bildet und er nicht mehr so zusammenklebt.**

162 I: Also mehr oder weniger würde er dann wieder so aussehen wie vorher?

163 B2: **Ne, so auch nicht, weil der sich ja nicht einfach so selbst ein bisschen nach links und rechts bewegt. Der Berg würde vielleicht ein bisschen kleiner werden, weil die Sandkörner von oben vielleicht so ein bisschen runterrollen. Aber der würde sich nicht wieder so stark verteilen, nur ein bisschen.**

Im Kontext von Sandstrukturen an der Küste argumentieren Hanni und Nanni ähnlich: Auch hier sprechen sie davon, dass dortige Wellen von unterschiedlicher Größe seien. Dadurch werde an einigen Stelle mehr Sand mitgespült, an anderen weniger. Bemerkens-

wert ist, dass sie auch auf einen imaginären Zustand beziehen, indem eine große Anhäufung im Watt entsteht. Nanni erläutert, dass eine Anhäufung bestimmter Größe von Wellen wieder abgetragen werde. Es könne daher keine ganz große Anhäufung entstehen.

147 I: Ja, aber ihr habt ja gesagt, diese Strukturen bringt ihr Verbindung mit Wellen. Wellen, die den Sand hin- und herschieben quasi. Für euch war ja letztes Mal eine Strömung, und damit ja auch eine Welle, eine gleichmäßige Bewegung in eine Richtung. Wenn ihr das mit dem Wattenmeer vergleicht: Müsste da nicht nach eurer Erklärung eigentlich im Wattenmeer ein riesiger Berg entstehen, denn Strömungen und damit Wellen sind ja gleichmäßige Bewegungen nach eurer Definition.

148 B1: Wellen sind ja auch nicht immer gleich. Also manche sind ein bisschen größer, manche sind ein bisschen kleiner. **Da wird vielleicht mal ein bisschen mehr Sand mitgespült und mal ein bisschen weniger. Und ich denke auch, dass nicht ganz viel Sand auf eine bestimmte Stelle hinfließt, sondern eher ein Stückchen fließt und dann vielleicht da ein kleinerer Haufen sich bildet, so dass nicht einfach alles plötzlich an einem Ort ist.** Es wird ja immer ein bisschen Sand von verschiedenen Stellen mitgenommen, dann sinkt das auch wieder runter und bleibt liegen und wieder ein bisschen Sand. Der Sand wird dann nicht den ganzen Weg mitgezogen von der Welle. Dadurch eher mehr kleinere.

149 B2: **Und wenn da ein Berg entstehen würde, würden die Wellen den ja trotzdem weiter abtragen, weil da kommen ja auch Wellen lang. Also ich glaube nicht, dass da ein Berg entstehen würde. Das wäre komisch.**

Hanni und Nanni ist bekannt, dass sich durch die Bewegung der Schale das enthaltene Wasser mitbewege und Wellen bilde. Dadurch werde auch der Sand in Bewegung versetzt, denn er werde vom Wasser mitgerissen. Auch er führe eine Art Wellenbewegung aus. Es bilden sich dann Anhäufungen, weil die Bewegung des Sandes in beide Richtungen nicht in gleichem Maße erfolge: Sand werde zunächst in eine Richtung mitbewegt. Ändere sich dann die Richtung der Schale, ändere sich auch die Richtung des bewegten Sandes. Er gelange jedoch nicht mehr in die ursprüngliche Position zurück, weil nachlaufende Wellen die Rückwärtsbewegung des Sandes behindern. Es komme also zu einer Anhäufung. Ein weiteres Konzept bezieht sich auf die Entstehung kleinerer Anhäufungen: Das Hin- und Herbewegen der Schale erfolge nie genau gleich in exakter Weise. Dadurch käme der bewegte Sand mit unterschiedlichen Mengen Sands in Kontakt und verbinde sich zu unterschiedlich großen Portionen, sodass mehrere, unterschiedlich große Anhäufungen entstehen. Dass sich Sand miteinander verbinde, ist Hanni und Nanni aus dem Sandburgenbau bekannt: Feuchter Sand halte zusammen. Außerdem entstehen Rillen, weil der Sand an der Oberfläche trockner wäre und einreiße. Und größere Anhäufungen bilden sich deshalb, weil sich kleinere Anhäufungen übereinander schieben. Bemerkenswert ist ihre Erklärung zur Beschränkung der Größe von Anhäufungen. Sie erklären, dass diese nicht ins Unermessliche wachsen könne, da Wellen Sand auch wieder abtragen. Wellen treten im Interview also in einer Doppelfunktion auf, denn sie häufen Sand an und bewirken auf der anderen Seite eine Beschränkung der Größe von Anhäufungen.

Tab. 103: Kategorie J3B-SR-S zu Erklärungen zum Strukturversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strukturen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strukturversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Naja, weil das ganz viele Hin- und Herbewegungen sind und nicht immer die gleiche Menge Sand auf das Gleiche trifft und dass vielleicht dadurch es sich in Portionen verbindet und dadurch so eine Bergform entsteht.“ (J3B, P. 146)	
Kodierte Subkategorien		
J3B-SR-S1	Beim Hin- und Herbewegen bewegt sich das Wasser in den Sand, der dann an der Oberfläche trocken wird und einreißt.	J3B, P. 114
J3B-SR-S2	Ist Sand feucht, dann bindet er und bildet Anhäufungen.	J3B, P. 83, 146, 159, 161, 163
J3B-SR-S3	Bewegt sich das Wasser ausreichend stark, wird Sand mitgerissen und folgt der Wellenbewegung des Wassers.	J3B, P. 83, 121, 140, 148
J3B-SR-S4	Es entsteht eine Sandanhäufung, da die Bewegung des Sandes in beide Richtungen nicht in gleichem Maße erfolgt, denn die rückwärtige Sandbewegung wird durch nachlaufende Wasserwellen behindert, die sich schneller bewegen als der Sand.	J3B, P. 121, 131, 132, 134, 140, 144
J3B-SR-S5	Es entstehen unterschiedlich große Sandanhäufungen, da die Bewegung der Schale ungleichmäßig erfolgt, sodass unterschiedliche Mengen Sand an unterschiedlichen Orten aufeinandertreffen und sich verbinden.	J3B, P. 146
J3B-SR-S6	Die Anhäufungen wachsen nicht ins Unermessliche, da Sand von bestehenden Anhäufungen durch Wasser auch wieder abgetragen wird.	J3B, P. 148, 149

22.8.10 Interview J4B

Der zweite Teil zur Vorstellungsforschung im Bereich von Strukturen basiert auf dem jeweils zweiten Interview mit den Probandinnen und Probanden. In diesem Fall steht der beschriebene Versuch zur Erzeugung eines Musters im Sand im Vordergrund. Probandin Stephanie und Proband Sebastian stellen zunächst eine Verbindung mit dem Wattenmeer her und sprechen von Ebbe, bis sie realisieren, dass sich das Wasser in der Schale hin- und herbewegt. Das macht für sie einen Unterschied. Denn sie vermuten, dass ebenfalls Rillen entstehen werden, jedoch nicht so stark, weil es sich durch das Hin- und Herbewegen der Schale ausgleichen werde. Des Weiteren stellen sie die Vermutung an, dass sich der Sand von der Mitte zu den Seiten bewegen werde. So entstehe in der Mitte der Schale eine Kuhle.

- 98 I: Ok, prima. Dann sind wir mit dem ersten Experiment schon fertig. Dann machen wir jetzt ein zweites. Ich zeig euch mal, was das für ein Experiment ist. Beim zweiten Experiment haben wir hier eine Kunststoffschale und da ist Sand drin, das ist ganz normaler Sand, den haben wir aus dem Baumarkt, und ein bisschen Wasser. Und ich werde gleich diese Schale nehmen und von links nach rechts immer so hin und herschütteln, zur Seite. Was glaubt ihr, was ihr beobachten könnt?
- 99 B2: Ich glaube, das ist wie im Watt. Also wenn jetzt Ebbe ist und das Wasser dann so z.B. von hier nach da gehen, weil hier ist jetzt ja so ein bisschen Meer... ne, immer nur so, oder?
- 100 I: Hin und her.
- 101 B2: Ach so, hin und her, dann würde ich sagen so **Rillen entstehen, so ein bisschen, also nicht so stark, weil das wieder so ausgeglichen wird.**
- 102 B1: Ich weiß halt nicht, ob sich dann der Sand so rechts und links so sammelt und dann in der Mitte quasi nur das Wasser ist. Oder ist es dann eher so, dass es dann so eben bleibt? Weil das macht man ja auch so, wenn man z.B. Mehl so abmessen will, damit das gerade wird, dann macht man das ja auch so hin und her.
- 103 B2: Ja, stimmt. Also ich würde sagen entweder, das mit dem rechts und links...
- 104 B1: Würde ich fast eher sagen, glaube ich, also **dass sich rechts und links der Sand so absetzt und in der Mitte dann das Wasser ist.** Vielleicht nicht so extrem, dass man dann den Boden sieht, aber schon, **dass da so eine Kuhle ist.**

Ihre Vermutung begründen sie damit, dass das Wasser in der Lage sei, Sand mitzunehmen. Das Wasser werde dann Sand von der Mitte zu den Seiten bewegen. Weshalb nur Sand von der Mitte vom Wasser mitgenommen wird, bleibt im Dunkeln.

- 110 I: Warum glaubt ihr, dass das passieren wird?
- 111 B2: **Wenn wir das immer so hin und herbewegen, dann nimmt Wasser ja immer nach links und rechts so ein bisschen Sand mit aus der Mitte.**
- 112 B1: **Irgendwann ist halt in der Mitte kein Sand mehr da und dann muss das ja irgendwo anders hin transportiert worden sein.**
- 113 B2: Ich glaube schon, wenn man das nach links macht, **dann geht natürlich erstmal ein bisschen Sand mit dahin, aber dann geht auch wieder was zurück. Aber im Ganzen bleibt mehr Sand da [an den Seiten].**

Entscheidend sei dafür, dass der Sand nicht trocken sei. Auch ein wenig Wasser, sodass Sand und Wasser eine Paste bilden, reiche nicht aus. In beiden Fällen wäre eine glatte Oberfläche nach Durchführung des Versuchs zu beobachten.

117 B2: **Aber eigentlich ist er schon so eine feste Masse. Also wenn das jetzt so trockener Sand wäre, so Pudersand...**

118 B1: **Ja dann würde sich das glätten.**

119 B2: Genau. **Aber das ist jetzt ja schon so gebunden und so fest. Ich glaube, wenn man jetzt nicht so richtig viel Wasser hätte, sondern nur dass es so gerade so eine feste Pampe ist, dann würde auch nichts passieren. Ich glaube, das ist schon wegen des Wassers.**

120 B1: **Wenn oben Wasser noch drauf steht.**

Die beiden Befragten beobachten bei der Durchführung des Versuchs Aspekte, die sie nicht vermutet haben. So sehen sie in der Mitte der Schale eine sich bildende Ritze. Zwar erwarteten sie dort ebenfalls eine Vertiefung, diese sollte jedoch dadurch entstehen, dass das Wasser den Sand wegschüle. In diesem Fall allerdings sei die Oberfläche des Sandes in der Mitte der Schale aufgerissen. Sie erkennen darüber hinaus, dass sich der Sand vornehmlich auf einer Seite der Schale anhäufe: Links sei am meisten Sand, in der Mitte und rechts entsprechend wenig. Und auf der Oberfläche bilden sich ferner kleine Hügel.

124 I: Ok, ich nehme jetzt mal die Schale und bewege sie schnell und ruckartig hin und her.

125 B: Das Wasser arbeitet sich so ein bisschen nach unten. Es teilt sich. **Wie eine Erdbeben sozusagen. Und in der Mitte ist so eine Ritze. Es ist ja schon in der Mitte so schmaler geworden. Aber nicht, weil das Wasser es wegschült. Dann hat sich das in der Mitte so aufgeteilt.**

126 I: Ok, dann setzen wir uns doch damit mal hin und schauen uns das noch mal genau an. Also, was seht ihr da jetzt in der Schale?

127 B: **Also links ist am meisten Sand. In der Mitte eher weniger, da ist mehr Wasser. Und rechts ist es ein bisschen niedriger, aber dafür sind da mehr so verschiedene Huckel.** Aber schon Sand auch.

128 I: Und der Sand, ist der so wie ihr den erwartet habt vorher? Wie habt ihr euch das denn hier gedacht bei eurer Skizze? Ist der eher so glatt hier?

129 B: Das ist eher so, finde ich. Da ist halt auch Struktur drin. **Links ist ganz viel Sand, in der Mitte ein bisschen weniger und rechts dann wieder ein bisschen mehr als in der Mitte.** Nicht so, wie wir gedacht haben, dass rechts und links ganz viel ist und in der Mitte gar nichts. Also eher so in der Hälfte geteilt, würde ich sagen. Also, dass hier wenig Sand ist und da ist viel Sand.

Dass sich der Sand in der Schale nun eher auf der linken Seite befindet, erklären die beiden mit einer unregelmäßigen Bewegung nach links und nach rechts. Sie vermuten, dass in eine der Richtungen mehr geschüttelt wurde als in die andere oder dass die Schale

schief gehalten wurde. Wäre es umgekehrt gewesen, dann wäre die Anhäufung des Sandes auf der anderen Seite erfolgt.

130 I: Was glaubt ihr denn, warum ist das jetzt so gekommen?

131 B2: **Also vielleicht könnte es sein, weil in eine Richtung so ein bisschen mehr geschüttelt, so geruckelt wurde und deswegen ist der meiste Sand da herüber gegangen. Und wenn das jetzt in die andere Richtung gewesen wäre, wäre dann auf der anderen Seite mehr Sand gewesen.**

145 I: Was glaubt ihr, warum ist das passiert? Warum ist der Sand nicht gleichmäßig geblieben, so wie er vorher war?

146 B: **Das ist davon abhängig, wie stark man die schüttelt, oder ob man es auch gerade hält. Man hält es wahrscheinlich immer so schief.**

Neben den Hügeln erkennen beide im Versuch auch kleine Kugeln Sand, die sich beim Schütteln bilden. Dass der Sand nicht mehr glatt ist, erklären Stephanie und Sebastian an sehr vielen Stellen im Gespräch damit, dass sich zunächst Risse bilden und sich diese dann übereinander schieben und auftürmen. Sie ziehen diesbezüglich einen Vergleich zu sogenannten Faltengebirgen. Ein solches Gebirge entstehe dadurch, dass sich Erdplatten übereinander schieben. Damit erklären sie neben den Anhäufungen auch die sich bildenden Kugeln, dort lösen sich die übereinander geschobenen Sandschichten von der Oberfläche ab und rollen dann in der Schale umher.

132 B1: Ja vielleicht, dass sich das generell auch so ein bisschen trennt zwischen Sand und Wasser. Also zu Anfang hat es sich so drunter geschoben und dann hat es sich aber so geteilt und ist dann so nach rechts rüber und dann ist ja immer noch der rechte Teil viel nasser als der linke Teil.

133 B2: **Und in der Mitte sind auch noch so Kugeln.**

134 B1: **Ja, Sandkugeln.**

135 I: Ihr habt eben schon das Wort Struktur benutzt. Warum sind denn jetzt hier so komische Formen im Sand? Warum ist der nicht glatt?

136 B2: **Weil sich das so aneinandergeschoben hat. Also es wurde ja immer so von rechts nach links bewegt.**

137 B1: **Gab es so Risse und dann, wenn die sich wieder...**

138 B2: **... aneinander geschoben haben...**

139 I: Könnt ihr mir dazu, was ihr jetzt beobachtet habt, auch noch mal eine Skizze machen? Aus der wir dann nachher ersehen können, warum das so eine Form angenommen hat, wie sie es angenommen hat?

140 I: Ok. Jetzt habt ihr eine Skizze gemalt und diese waagerechten Wellenlinien, das ist eher das Wasser und dieses leicht schräg schraffierte, das ist der Sand. Warum sind denn jetzt, könnt ihr das noch mal sagen, hier diese Sandanhäufungen entstanden?

141 B: **Irgendwie entstehen doch so auch Gebirge, wenn die sich so aufschieben. Faltengebirge oder so. Ja, das hat sich ja so aufgeschoben.** Also erstmal war es ja so rissig. Also erstmal war es ja glatt. Und dann auf einmal kam so ein ganz großer Riss in der Mitte, dann waren es in der Mitte so zwei Teile sozusagen. Alles ist wieder so ein bisschen mehr in die Mitte gegangen, denn es war ja ganz weit links. Intern gab es noch mal so ganz viele kleine Risse. **Und dann sind in der Mitte diese Kugeln so rausgekommen, wo dann die beiden Teile wieder aneinander gekommen sind, sind dann diese Kugeln so entstanden.**

159 B2: **Jedenfalls haben sich diese Kügelchen gebildet und durch dieses hin und her schütteln haben die sich dann so gerollt und sind so ein bisschen fester geworden.**

160 B1: **Und größer auch, würde ich sagen.**

Die Befragten erläutern nur kurz, weshalb die Risse entstehen: Der Sand verschiebe sich gegeneinander und so komme es zu einer Bildung von Rissen. Deren Entstehung sei eine notwendige Bedingung für die Bildung der Anhäufungen in der Schale, weil die Risse beim Zusammenschieben erst die Hügel bilden, indem sich der Sand auftürme. Neben Faltengebirgen nennen sie auch den Tsunami als Beispiel, bei dem sich Erdplatten aufeinander zubewegen.

147 I: Ok, ab dem vierten Bild haben sich dann anscheinend mehrere kleine Risse gebildet. Und dann anschließend auch solche.

148 B1: **Und aus den Rissen diese Hügel.**

149 B2: **Weil die dann wieder so zusammengeschoben wurden.**

150 I: Also noch mal: Könntet ihr mir noch mal erklären, wie entstehen diese Hügel jetzt, diese kleinen?

151 B2: **Also, erst sind ja diese Risse da. Wenn man das wieder so hin und herbewegt.**

152 B1|: **Dann klatschen die so aneinander.**

153 B2: **Dann türmen die sich so auf.**

154 B1: **Dann geht der eine, der größere Riss über diesen anderen rüber und der kleinere verschwindet darunter und dann entsteht so ein Hügel halt.**

162 B2: **Ja ich glaub, das ist, wenn sich so zwei Erdplatten so übereinander schieben, ist ja auch so wie mit diesen Rissen und sich dann so Gebirge bilden. Dass die sich dann so hochschieben.**

163 B1: **Es ist vielleicht auch so bei Tsunamis. Also ich weiß nicht, ob das so direkt das Gleiche ist.**

164 B2: **Wenn sich Sachen so verschieben und Risse bilden.**

- 194 B2: **Auch dass es sich dann so aufsieht, hätte ich auch nicht gedacht, dass sich auf einer Seite dann so kleine Risse bilden.**

Ähnliche Prozesse beschreiben Stephanie und Sebastian beim Zusammenspiel von Wind und trockenem Sand. Auch hier können sich Wellen oder Dünen bilden. Grundlage hierfür ist, dass der Wind in der Lage sei, Sand abzutragen. Dann werde der Sand an einer anderen Stelle abgelagert und bilde eine Anhäufung. Diesbezüglich nutzen die Interviewten das Stichwort Erosion, gehen jedoch nicht näher darauf ein. Sie stellen eine Verbindung zum vorliegenden Versuch her, indem sie erläutern, dass im durchgeführten Versuch der Sand durch das Hin- und Herbewegen von Wasser bewegt werde, beim Gedankenexperiment werde der Sand durch Wind hin- und herbewegt.

- 176 I: Ja, oder ihr habt ja auch gesagt, sowas kann man in der Natur irgendwie finden. Wie kann denn sowas noch erzeugt werden?

- 177 B2: **Durch Wind vielleicht? Wenn man jetzt so trockenen Sand hat, kann es so Wellen bilden.**

- 178 B1: **Stimmt, Verwehungen. Dünen zum Beispiel, würde ich jetzt sagen.**

- 179 B2: Ja, genau. Das sind halt kleine Dünen dann sozusagen.

- 180 B1: **Also von der großen Düne bilden sich halt so Verwehungen, diese Kügelchen. Weil das abgetragen wird, entsteht halt diese Kuhle, wo sich jetzt in dem Fall das Wasser drin sammelt, dann wird das aber von dem Wind so weitergetragen und das setzt sich woanders dann ab und dann entstehen diese kleinen Kügelchen.**

- 181 I: Ok, und die entstehen durch was?

- 182 B1: **Erosion, oder? Halt so Bodenerosion, so Abtragungen.**

- 183 B2: **Ja, durch den Wind. Der Sand wird dann so abgetragen und dann so weitergetragen.**

- 184 I: Würdet ihr dann sagen, da ist es grundsätzlich so, wie wir es hier auch gemacht haben? Hier habe ich irgendwie Wasser und Sand geschüttelt. Gibt es da einen Zusammenhang zwischen dem, was der Wind macht, und dem, was ich mit dem Schütteln gemacht habe?

- 185 B2: **Jetzt haben wir ja durch das Wasser und dieses Hin und herbewegen den Sand so hin und herbewegt. Und wenn man jetzt trockenen Sand und Wind hat, dann würde ich sagen, ist es durch den Wind, dass es so hin und herbewegt wird.**

In vielen Fällen sind die Probandin und der Proband lediglich in der Lage, das Phänomen recht oberflächlich zu erklären. Sowohl bei Wind im Zusammenspiel mit trockenem Sand als auch im vorliegenden Versuch sprechen die beiden von einer Abtragung von Sand: Sand werde durch Luft bzw. Sand mitgenommen, vom ursprünglichen Ort entfernt und dann an einen anderen Ort angelagert. Um zu erklären, weshalb sich in der einen Schalenhälfte mehr Sand befindet als in der anderen, sprechen sie von einer Unregelmäßigkeit bei der Bewegung der Schale. Weil die Schale jeweils unterschiedlich nach rechts und links bewegt werde, häufe sich der Sand in einer der Hälften an. Bei einer gleichmäßigen Bewegung passiere dies nicht. Sie vermuten auch, dass die Schale schief gehalten wurde.

Die auftretenden Risse, Anhäufungen und die entstehenden Sandkugeln versuchen sie auf der Basis eines einzigen Konzepts zu entschlüsseln, in dem die Risse den Ausgangspunkt der Erklärung darstellen, jedoch selbst nicht erklärt werden. Ähnlich wie bei der Entstehung von Faltengebirgen und Tsunamis, bei denen sich Erdplatten aufeinander zubewegen, bewegen sich im Versuch die durch den Riss getrennten Sandmassen aufeinander zu. Beim Zusammentreffen schichten sie sich übereinander, sodass eine Anhäufung entstehe. Manchmal werden hierdurch auf Anhäufungen in Form von Kugeln gebildet, die sich von der Oberfläche lösen und umherrollen. Da die Befragten mit ihren Konzepten in der Lage sind, das Auftreten *irgendwelcher* Anhäufungen zu erklären, stellt sich zum einen die Frage, wie die auslösenden Risse entstehen und weshalb sich die Risse und Anhäufungen in bestimmten Abständen darstellen, die ein gewisses Maß an Ähnlichkeiten ausdrückt. Es fehlt damit wiederum der Blick auf die Wirkmechanismen, die in der Lage sind, das Strukturbildungsphänomen zu entschlüsseln.

Tab. 105: Kategorie J4B-SR-S zu Erklärungen zum Strukturversuch mit Subkat.

Kategorie	Erklärungen zur Entschlüsselung von Strukturen im Versuch	
Beschreibung	Diese Kategorie wird kodiert, wenn die Befragten mithilfe von Erklärungen ihre Vermutungen zum Strukturversuch begründen und dortige Beobachtungen zu erklären versuchen.	
Ankerbeispiele	„Also, erst sind ja diese Risse da. Wenn man das wieder so hin und herbewegt. Dann klatschen die so aneinander. Dann türmen die sich so auf.“ (J4B, P. 151, 152, 153)	
Kodierte Subkategorien		
J4B-SR-S1	Strukturen entstehen, weil der Sand durch Wasser gebunden wird.	J4A, P. 117, 118, 119, 120
J4B-SR-S2	Strukturen entstehen, weil Sand durch Wasser bzw. Luft abgetragen und an anderer Stelle angelagert wird (Erosion).	J4A, P. 111, 112, 113, 178, 180, 182, 183, 185
J4B-SR-S3	Sand häuft sich auf einer Seite der Schale an, weil die Schale unregelmäßig nach rechts und links bewegt oder beim Bewegen nicht gerade gehalten wird.	J4A, P. 131, 146
J4B-SR-S4	Der Sand reißt ein, weil sich Sand beim Bewegen der Schale gegeneinander verschiebt.	J4A, P. 164, 194
J4B-SR-S5	Kleinere Anhäufungen und Kugeln von Sand entstehen, weil sich eingerissene Sandmassen aufeinander zubewegen, sich übereinander hinwegbewegen und auftürmen.	J4A, P. 136, 137, 138, 141, 148, 149, 151, 152, 153, 154, 162, 163

Bisher erschienene Bände der Reihe „*Studien zum Physik- und Chemielernen*“

ISSN 1614-8967 (vormals *Studien zum Physiklernen* ISSN 1435-5280)

- 1 Helmut Fischler, Jochen Peuckert (Hrsg.): Concept Mapping in fachdidaktischen Forschungsprojekten der Physik und Chemie
ISBN 978-3-89722-256-4 40.50 EUR
- 2 Anja Schoster: Bedeutungsentwicklungsprozesse beim Lösen algorithmischer Physikaufgaben. *Eine Fallstudie zu Lernprozessen von Schülern im Physiknachhilfeunterricht während der Bearbeitung algorithmischer Physikaufgaben*
ISBN 978-3-89722-045-4 40.50 EUR
- 3 Claudia von Aufschnaiter: Bedeutungsentwicklungen, Interaktionen und situatives Erleben beim Bearbeiten physikalischer Aufgaben
ISBN 978-3-89722-143-7 40.50 EUR
- 4 Susanne Haerberlen: Lernprozesse im Unterricht mit Wasserstromkreisen. *Eine Fallstudie in der Sekundarstufe I*
ISBN 978-3-89722-172-7 40.50 EUR
- 5 Kerstin Haller: Über den Zusammenhang von Handlungen und Zielen. *Eine empirische Untersuchung zu Lernprozessen im physikalischen Praktikum*
ISBN 978-3-89722-242-7 40.50 EUR
- 6 Michaela Horstendahl: Motivationale Orientierungen im Physikunterricht
ISBN 978-3-89722-227-4 50.00 EUR
- 7 Stefan Deylitz: Lernergebnisse in der Quanten-Atomphysik. *Evaluation des Bremer Unterrichtskonzepts*
ISBN 978-3-89722-291-5 40.50 EUR
- 8 Lorenz Hucke: Handlungsregulation und Wissenserwerb in traditionellen und computergestützten Experimenten des physikalischen Praktikums
ISBN 978-3-89722-316-5 50.00 EUR
- 9 Heike Theyßen: Ein Physikpraktikum für Studierende der Medizin. *Darstellung der Entwicklung und Evaluation eines adressatenspezifischen Praktikums nach dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion*
ISBN 978-3-89722-334-9 40.50 EUR
- 10 Annette Schick: Der Einfluß von Interesse und anderen selbstbezogenen Kognitionen auf Handlungen im Physikunterricht. *Fallstudien zu Interessenhandlungen im Physikunterricht*
ISBN 978-3-89722-380-6 40.50 EUR
- 11 Roland Berger: Moderne bildgebende Verfahren der medizinischen Diagnostik. *Ein Weg zu interessanterem Physikunterricht*
ISBN 978-3-89722-445-2 40.50 EUR

- 12 Johannes Werner: Vom Licht zum Atom. *Ein Unterrichtskonzept zur Quantenphysik unter Nutzung des Zeigermodells*
ISBN 978-3-89722-471-1 40.50 EUR
- 13 Florian Sander: Verbindung von Theorie und Experiment im physikalischen Praktikum. *Eine empirische Untersuchung zum handlungsbezogenen Vorverständnis und dem Einsatz grafikorientierter Modellbildung im Praktikum*
ISBN 978-3-89722-482-7 40.50 EUR
- 14 Jörn Gerdes: Der Begriff der physikalischen Kompetenz. *Zur Validierung eines Konstruktes*
ISBN 978-3-89722-510-7 40.50 EUR
- 15 Malte Meyer-Arndt: Interaktionen im Physikpraktikum zwischen Studierenden und Betreuern. *Feldstudie zu Bedeutungsentwicklungsprozessen im physikalischen Praktikum*
ISBN 978-3-89722-541-1 40.50 EUR
- 16 Dietmar Höttecke: Die Natur der Naturwissenschaften historisch verstehen. *Fachdidaktische und wissenschaftshistorische Untersuchungen*
ISBN 978-3-89722-607-4 40.50 EUR
- 17 Gil Gabriel Mavanga: Entwicklung und Evaluation eines experimentell- und phänomenorientierten Optikcurriculums. *Untersuchung zu Schülervorstellungen in der Sekundarstufe I in Mosambik und Deutschland*
ISBN 978-3-89722-721-7 40.50 EUR
- 18 Meike Ute Zastrow: Interaktive Experimentieranleitungen. *Entwicklung und Evaluation eines Konzeptes zur Vorbereitung auf das Experimentieren mit Messgeräten im Physikalischen Praktikum*
ISBN 978-3-89722-802-3 40.50 EUR
- 19 Gunnar Friege: Wissen und Problemlösen. *Eine empirische Untersuchung des wissenszentrierten Problemlösens im Gebiet der Elektrizitätslehre auf der Grundlage des Experten-Novizen-Vergleichs*
ISBN 978-3-89722-809-2 40.50 EUR
- 20 Erich Starauschek: Physikunterricht nach dem Karlsruher Physikkurs. *Ergebnisse einer Evaluationsstudie*
ISBN 978-3-89722-823-8 40.50 EUR
- 21 Roland Paatz: Charakteristika analogiebasierten Denkens. *Vergleich von Lernprozessen in Basis- und Zielbereich*
ISBN 978-3-89722-944-0 40.50 EUR
- 22 Silke Mikelskis-Seifert: Die Entwicklung von Metakzepten zur Teilchenvorstellung bei Schülern. *Untersuchung eines Unterrichts über Modelle mithilfe eines Systems multipler Repräsentationsebenen*
ISBN 978-3-8325-0013-9 40.50 EUR
- 23 Brunhild Landwehr: Distanzen von Lehrkräften und Studierenden des Sachunterrichts zur Physik. *Eine qualitativ-empirische Studie zu den Ursachen*
ISBN 978-3-8325-0044-3 40.50 EUR

- 24 Lydia Murmann: Physiklernen zu Licht, Schatten und Sehen. *Eine phänomenografische Untersuchung in der Primarstufe*
ISBN 978-3-8325-0060-3 40.50 EUR
- 25 Thorsten Bell: Strukturprinzipien der Selbstregulation. *Komplexe Systeme, Elementarisierungen und Lernprozessstudien für den Unterricht der Sekundarstufe II*
ISBN 978-3-8325-0134-1 40.50 EUR
- 26 Rainer Müller: Quantenphysik in der Schule
ISBN 978-3-8325-0186-0 40.50 EUR
- 27 Jutta Roth: Bedeutungsentwicklungsprozesse von Physikerinnen und Physikern in den Dimensionen Komplexität, Zeit und Inhalt
ISBN 978-3-8325-0183-9 40.50 EUR
- 28 Andreas Saniter: Spezifika der Verhaltensmuster fortgeschrittener Studierender der Physik
ISBN 978-3-8325-0292-8 40.50 EUR
- 29 Thomas Weber: Kumulatives Lernen im Physikunterricht. *Eine vergleichende Untersuchung in Unterrichtsgängen zur geometrischen Optik*
ISBN 978-3-8325-0316-1 40.50 EUR
- 30 Markus Rehm: Über die Chancen und Grenzen moralischer Erziehung im naturwissenschaftlichen Unterricht
ISBN 978-3-8325-0368-0 40.50 EUR
- 31 Marion Budde: Lernwirkungen in der Quanten-Atom-Physik. *Fallstudien über Resonanzen zwischen Lernangeboten und SchülerInnen-Vorstellungen*
ISBN 978-3-8325-0483-0 40.50 EUR
- 32 Thomas Reyer: Oberflächenmerkmale und Tiefenstrukturen im Unterricht. *Exemplarische Analysen im Physikunterricht der gymnasialen Sekundarstufe*
ISBN 978-3-8325-0488-5 40.50 EUR
- 33 Christoph Thomas Müller: Subjektive Theorien und handlungsleitende Kognitionen von Lehrern als Determinanten schulischer Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-0543-1 40.50 EUR
- 34 Gabriela Jonas-Ahrend: Physiklehrervorstellungen zum Experiment im Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-0576-9 40.50 EUR
- 35 Dimitrios Stavrou: Das Zusammenspiel von Zufall und Gesetzmäßigkeiten in der nicht-linearen Dynamik. *Didaktische Analyse und Lernprozesse*
ISBN 978-3-8325-0609-4 40.50 EUR
- 36 Katrin Engeln: Schülerlabors: authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken
ISBN 978-3-8325-0689-6 40.50 EUR
- 37 Susann Hartmann: Erklärungsvielfalt
ISBN 978-3-8325-0730-5 40.50 EUR

- 38 Knut Neumann: Didaktische Rekonstruktion eines physikalischen Praktikums für Physiker
ISBN 978-3-8325-0762-6 40.50 EUR
- 39 Michael Späth: Kontextbedingungen für Physikunterricht an der Hauptschule. *Möglichkeiten und Ansatzpunkte für einen fachübergreifenden, handlungsorientierten und berufsorientierten Unterricht*
ISBN 978-3-8325-0827-2 40.50 EUR
- 40 Jörg Hirsch: Interesse, Handlungen und situatives Erleben von Schülerinnen und Schülern beim Bearbeiten physikalischer Aufgaben
ISBN 978-3-8325-0875-3 40.50 EUR
- 41 Monika Hüther: Evaluation einer hypermedialen Lernumgebung zum Thema Gasgesetze. *Eine Studie im Rahmen des Physikpraktikums für Studierende der Medizin*
ISBN 978-3-8325-0911-8 40.50 EUR
- 42 Maike Tesch: Das Experiment im Physikunterricht. *Didaktische Konzepte und Ergebnisse einer Videostudie*
ISBN 978-3-8325-0975-0 40.50 EUR
- 43 Nina Nicolai: Skriptgeleitete Eltern-Kind-Interaktion bei Chemiehausaufgaben. *Eine Evaluationsstudie im Themenbereich Säure-Base*
ISBN 978-3-8325-1013-8 40.50 EUR
- 44 Antje Leisner: Entwicklung von Modellkompetenz im Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-1020-6 40.50 EUR
- 45 Stefan Rumann: Evaluation einer Interventionsstudie zur Säure-Base-Thematik
ISBN 978-3-8325-1027-5 40.50 EUR
- 46 Thomas Wilhelm: Konzeption und Evaluation eines Kinematik/Dynamik-Lehrgangs zur Veränderung von Schülervorstellungen mit Hilfe dynamisch ikonischer Repräsentationen und graphischer Modellbildung – mit CD-ROM
ISBN 978-3-8325-1046-6 45.50 EUR
- 47 Andrea Maier-Richter: Computerunterstütztes Lernen mit Lösungsbeispielen in der Chemie. *Eine Evaluationsstudie im Themenbereich Löslichkeit*
ISBN 978-3-8325-1046-6 40.50 EUR
- 48 Jochen Peuckert: Stabilität und Ausprägung kognitiver Strukturen zum Atombegriff
ISBN 978-3-8325-1104-3 40.50 EUR
- 49 Maik Walpuski: Optimierung von experimenteller Kleingruppenarbeit durch Strukturierungshilfen und Feedback
ISBN 978-3-8325-1184-5 40.50 EUR
- 50 Helmut Fischler, Christiane S. Reiners (Hrsg.): Die Teilchenstruktur der Materie im Physik- und Chemieunterricht
ISBN 978-3-8325-1225-5 34.90 EUR
- 51 Claudia Eysel: Interdisziplinäres Lehren und Lernen in der Lehrerbildung. *Eine empirische Studie zum Kompetenzerwerb in einer komplexen Lernumgebung*
ISBN 978-3-8325-1238-5 40.50 EUR

- 52 Johannes Günther: Lehrerfortbildung über die Natur der Naturwissenschaften. *Studien über das Wissenschaftsverständnis von Grundschullehrkräften*
ISBN 978-3-8325-1287-3 40.50 EUR
- 53 Christoph Neugebauer: Lernen mit Simulationen und der Einfluss auf das Problemlösen in der Physik
ISBN 978-3-8325-1300-9 40.50 EUR
- 54 Andreas Schnirch: Gendergerechte Interessen- und Motivationsförderung im Kontext naturwissenschaftlicher Grundbildung. *Konzeption, Entwicklung und Evaluation einer multimedial unterstützten Lernumgebung*
ISBN 978-3-8325-1334-4 40.50 EUR
- 55 Hilde Köster: Freies Explorieren und Experimentieren. *Eine Untersuchung zur selbstbestimmten Gewinnung von Erfahrungen mit physikalischen Phänomenen im Sachunterricht*
ISBN 978-3-8325-1348-1 40.50 EUR
- 56 Eva Heran-Dörr: Entwicklung und Evaluation einer Lehrerfortbildung zur Förderung der physikdidaktischen Kompetenz von Sachunterrichtslehrkräften
ISBN 978-3-8325-1377-1 40.50 EUR
- 57 Agnes Szabone Varnai: Unterstützung des Problemlösens in Physik durch den Einsatz von Simulationen und die Vorgabe eines strukturierten Kooperationsformats
ISBN 978-3-8325-1403-7 40.50 EUR
- 58 Johannes Rethfeld: Aufgabenbasierte Lernprozesse in selbstorganisationsoffenem Unterricht der Sekundarstufe I zum Themengebiet ELEKTROSTATIK. *Eine Feldstudie in vier 10. Klassen zu einer kartenbasierten Lernumgebung mit Aufgaben aus der Elektrostatik*
ISBN 978-3-8325-1416-7 40.50 EUR
- 59 Christian Henke: Experimentell-naturwissenschaftliche Arbeitsweisen in der Oberstufe. *Untersuchung am Beispiel des HIGHSEA-Projekts in Bremerhaven*
ISBN 978-3-8325-1515-7 40.50 EUR
- 60 Lutz Kasper: Diskursiv-narrative Elemente für den Physikunterricht. *Entwicklung und Evaluation einer multimedialen Lernumgebung zum Erdmagnetismus*
ISBN 978-3-8325-1537-9 40.50 EUR
- 61 Thorid Rabe: Textgestaltung und Aufforderung zu Selbsterklärungen beim Physiklernen mit Multimedia
ISBN 978-3-8325-1539-3 40.50 EUR
- 62 Ina Glemnitz: Vertikale Vernetzung im Chemieunterricht. *Ein Vergleich von traditionellem Unterricht mit Unterricht nach Chemie im Kontext*
ISBN 978-3-8325-1628-4 40.50 EUR
- 63 Erik Einhaus: Schülerkompetenzen im Bereich Wärmelehre. *Entwicklung eines Testinstruments zur Überprüfung und Weiterentwicklung eines normativen Modells fachbezogener Kompetenzen*
ISBN 978-3-8325-1630-7 40.50 EUR

- 64 Jasmin Neuroth: Concept Mapping als Lernstrategie. *Eine Interventionsstudie zum Chemielernen aus Texten*
ISBN 978-3-8325-1659-8 40.50 EUR
- 65 Hans Gerd Hegeler-Burkhart: Zur Kommunikation von Hauptschülerinnen und Hauptschülern in einem handlungsorientierten und fächerübergreifenden Unterricht mit physikalischen und technischen Inhalten
ISBN 978-3-8325-1667-3 40.50 EUR
- 66 Karsten Rincke: Sprachentwicklung und Fachlernen im Mechanikunterricht. *Sprache und Kommunikation bei der Einführung in den Kraftbegriff*
ISBN 978-3-8325-1699-4 40.50 EUR
- 67 Nina Strehle: Das Ion im Chemieunterricht. *Alternative Schülervorstellungen und curriculare Konsequenzen*
ISBN 978-3-8325-1710-6 40.50 EUR
- 68 Martin Hopf: Problemorientierte Schülerexperimente
ISBN 978-3-8325-1711-3 40.50 EUR
- 69 Anne Beerenwinkel: Fostering conceptual change in chemistry classes using expository texts
ISBN 978-3-8325-1721-2 40.50 EUR
- 70 Roland Berger: Das Gruppenpuzzle im Physikunterricht der Sekundarstufe II. *Eine empirische Untersuchung auf der Grundlage der Selbstbestimmungstheorie der Motivation*
ISBN 978-3-8325-1732-8 40.50 EUR
- 71 Giuseppe Colicchia: Physikunterricht im Kontext von Medizin und Biologie. *Entwicklung und Erprobung von Unterrichtseinheiten*
ISBN 978-3-8325-1746-5 40.50 EUR
- 72 Sandra Winheller: Geschlechtsspezifische Auswirkungen der Lehrer-Schüler-Interaktion im Chemieanfangsunterricht
ISBN 978-3-8325-1757-1 40.50 EUR
- 73 Isabel Wahser: Training von naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen zur Unterstützung experimenteller Kleingruppenarbeit im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-1815-8 40.50 EUR
- 74 Claus Brell: Lernmedien und Lernerfolg - reale und virtuelle Materialien im Physikunterricht. *Empirische Untersuchungen in achten Klassen an Gymnasien (Laborstudie) zum Computereinsatz mit Simulation und IBE*
ISBN 978-3-8325-1829-5 40.50 EUR
- 75 Rainer Wackermann: Überprüfung der Wirksamkeit eines Basismodell-Trainings für Physiklehrer
ISBN 978-3-8325-1882-0 40.50 EUR
- 76 Oliver Tepner: Effektivität von Aufgaben im Chemieunterricht der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-1919-3 40.50 EUR

- 77 Claudia Geyer: Museums- und Science-Center-Besuche im naturwissenschaftlichen Unterricht aus einer motivationalen Perspektive. *Die Sicht von Lehrkräften und Schülerinnen und Schülern*
ISBN 978-3-8325-1922-3 40.50 EUR
- 78 Tobias Leonhard: Professionalisierung in der Lehrerbildung. *Eine explorative Studie zur Entwicklung professioneller Kompetenzen in der Lehrererstausbildung*
ISBN 978-3-8325-1924-7 40.50 EUR
- 79 Alexander Kauertz: Schwierigkeitserzeugende Merkmale physikalischer Leistungstestaufgaben
ISBN 978-3-8325-1925-4 40.50 EUR
- 80 Regina Hübinger: Schüler auf Weltreise. *Entwicklung und Evaluation von Lehr-/Lernmaterialien zur Förderung experimentell-naturwissenschaftlicher Kompetenzen für die Jahrgangsstufen 5 und 6*
ISBN 978-3-8325-1932-2 40.50 EUR
- 81 Christine Waltner: Physik lernen im Deutschen Museum
ISBN 978-3-8325-1933-9 40.50 EUR
- 82 Torsten Fischer: Handlungsmuster von Physiklehrkräften beim Einsatz neuer Medien. *Fallstudien zur Unterrichtspraxis*
ISBN 978-3-8325-1948-3 42.00 EUR
- 83 Corinna Kieren: Chemiehausaufgaben in der Sekundarstufe I des Gymnasiums. *Fragebogenerhebung zur gegenwärtigen Praxis und Entwicklung eines optimierten Hausaufgabendesigns im Themenbereich Säure-Base*
978-3-8325-1975-9 37.00 EUR
- 84 Marco Thiele: Modelle der Thermohalinen Zirkulation im Unterricht. *Eine empirische Studie zur Förderung des Modellverständnisses*
ISBN 978-3-8325-1982-7 40.50 EUR
- 85 Bernd Zinn: Physik lernen, um Physik zu lehren. *Eine Möglichkeit für interessanteren Physikunterricht*
ISBN 978-3-8325-1995-7 39.50 EUR
- 86 Esther Klaes: Außerschulische Lernorte im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Die Perspektive der Lehrkraft*
ISBN 978-3-8325-2006-9 43.00 EUR
- 87 Marita Schmidt: Kompetenzmodellierung und -diagnostik im Themengebiet Energie der Sekundarstufe I. *Entwicklung und Erprobung eines Testinventars*
ISBN 978-3-8325-2024-3 37.00 EUR
- 88 Gudrun Franke-Braun: Aufgaben mit gestuften Lernhilfen. *Ein Aufgabenformat zur Förderung der sachbezogenen Kommunikation und Lernleistung für den naturwissenschaftlichen Unterricht*
ISBN 978-3-8325-2026-7 38.00 EUR
- 89 Silke Klos: Kompetenzförderung im naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht. *Der Einfluss eines integrierten Unterrichtskonzepts*
ISBN 978-3-8325-2133-2 37.00 EUR

- 90 Ulrike Elisabeth Burkard: Quantenphysik in der Schule. *Bestandsaufnahme, Perspektiven und Weiterentwicklungsmöglichkeiten durch die Implementation eines Medienservers*
ISBN 978-3-8325-2215-5 43.00 EUR
- 91 Ulrike Gromadecki: Argumente in physikalischen Kontexten. *Welche Geltungsgründe halten Physikanfänger für überzeugend?*
ISBN 978-3-8325-2250-6 41.50 EUR
- 92 Jürgen Bruns: Auf dem Weg zur Förderung naturwissenschaftsspezifischer Vorstellungen von zukünftigen Chemie-Lehrenden
ISBN 978-3-8325-2257-5 43.50 EUR
- 93 Cornelius Marsch: Räumliche Atomvorstellung. *Entwicklung und Erprobung eines Unterrichtskonzeptes mit Hilfe des Computers*
ISBN 978-3-8325-2293-3 82.50 EUR
- 94 Maja Brückmann: Sachstrukturen im Physikunterricht. *Ergebnisse einer Videostudie*
ISBN 978-3-8325-2272-8 39.50 EUR
- 95 Sabine Fechner: Effects of Context-oriented Learning on Student Interest and Achievement in Chemistry Education
ISBN 978-3-8325-2343-5 36.50 EUR
- 96 Clemens Nagel: eLearning im Physikalischen Anfängerpraktikum
ISBN 978-3-8325-2355-8 39.50 EUR
- 97 Josef Riese: Professionelles Wissen und professionelle Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften
ISBN 978-3-8325-2376-3 39.00 EUR
- 98 Sascha Bernholt: Kompetenzmodellierung in der Chemie. *Theoretische und empirische Reflexion am Beispiel des Modells hierarchischer Komplexität*
ISBN 978-3-8325-2447-0 40.00 EUR
- 99 Holger Christoph Stawitz: Auswirkung unterschiedlicher Aufgabenprofile auf die Schülerleistung. *Vergleich von Naturwissenschafts- und Problemlöseaufgaben der PISA 2003-Studie*
ISBN 978-3-8325-2451-7 37.50 EUR
- 100 Hans Ernst Fischer, Elke Sumfleth (Hrsg.): nwu-essen – 10 Jahre Essener Forschung zum naturwissenschaftlichen Unterricht
ISBN 978-3-8325-3331-1 40.00 EUR
- 101 Hendrik Härtig: Sachstrukturen von Physikschulbüchern als Grundlage zur Bestimmung der Inhaltsvalidität eines Tests
ISBN 978-3-8325-2512-5 34.00 EUR
- 102 Thomas Grüß-Niehaus: Zum Verständnis des Löslichkeitskonzeptes im Chemieunterricht. *Der Effekt von Methoden progressiver und kollaborativer Reflexion*
ISBN 978-3-8325-2537-8 40.50 EUR

- 103 Patrick Bronner: Quantenoptische Experimente als Grundlage eines Curriculums zur Quantenphysik des Photons
ISBN 978-3-8325-2540-8 36.00 EUR
- 104 Adrian Voßkühler: Blickbewegungsmessung an Versuchsaufbauten. *Studien zur Wahrnehmung, Verarbeitung und Usability von physikbezogenen Experimenten am Bildschirm und in der Realität*
ISBN 978-3-8325-2548-4 47.50 EUR
- 105 Verena Tobias: Newton'sche Mechanik im Anfangsunterricht. *Die Wirksamkeit einer Einführung über die zweidimensionale Dynamik auf das Lehren und Lernen*
ISBN 978-3-8325-2558-3 54.00 EUR
- 106 Christian Rogge: Entwicklung physikalischer Konzepte in aufgabenbasierten Lernumgebungen
ISBN 978-3-8325-2574-3 45.00 EUR
- 107 Mathias Ropohl: Modellierung von Schülerkompetenzen im Basiskonzept Chemische Reaktion. *Entwicklung und Analyse von Testaufgaben*
ISBN 978-3-8325-2609-2 36.50 EUR
- 108 Christoph Kulgemeyer: Physikalische Kommunikationskompetenz. *Modellierung und Diagnostik*
ISBN 978-3-8325-2674-0 44.50 EUR
- 109 Jennifer Olszewski: The Impact of Physics Teachers' Pedagogical Content Knowledge on Teacher Actions and Student Outcomes
ISBN 978-3-8325-2680-1 33.50 EUR
- 110 Annika Ohle: Primary School Teachers' Content Knowledge in Physics and its Impact on Teaching and Students' Achievement
ISBN 978-3-8325-2684-9 36.50 EUR
- 111 Susanne Mannel: Assessing scientific inquiry. *Development and evaluation of a test for the low-performing stage*
ISBN 978-3-8325-2761-7 40.00 EUR
- 112 Michael Plomer: Physik physiologisch passend praktiziert. *Eine Studie zur Lernwirksamkeit von traditionellen und adressatenspezifischen Physikpraktika für die Physiologie*
ISBN 978-3-8325-2804-1 34.50 EUR
- 113 Alexandra Schulz: Experimentierspezifische Qualitätsmerkmale im Chemieunterricht. *Eine Videostudie*
ISBN 978-3-8325-2817-1 40.00 EUR
- 114 Franz Boczianowski: Eine empirische Untersuchung zu Vektoren im Physikunterricht der Mittelstufe
ISBN 978-3-8325-2843-0 39.50 EUR
- 115 Maria Ploog: Internetbasiertes Lernen durch Textproduktion im Fach Physik
ISBN 978-3-8325-2853-9 39.50 EUR

- 116 Anja Dhein: Lernen in Explorier- und Experimentiersituationen. *Eine explorative Studie zu Bedeutungsentwicklungsprozessen bei Kindern im Alter zwischen 4 und 6 Jahren*
ISBN 978-3-8325-2859-1 45.50 EUR
- 117 Irene Neumann: Beyond Physics Content Knowledge. *Modeling Competence Regarding Nature of Scientific Inquiry and Nature of Scientific Knowledge*
ISBN 978-3-8325-2880-5 37.00 EUR
- 118 Markus Emden: Prozessorientierte Leistungsmessung des naturwissenschaftlich-experimentellen Arbeitens. *Eine vergleichende Studie zu Diagnoseinstrumenten zu Beginn der Sekundarstufe I*
ISBN 978-3-8325-2867-6 38.00 EUR
- 119 Birgit Hofmann: Analyse von Blickbewegungen von Schülern beim Lesen von physikbezogenen Texten mit Bildern. *Eye Tracking als Methodenwerkzeug in der physikdidaktischen Forschung*
ISBN 978-3-8325-2925-3 59.00 EUR
- 120 Rebecca Knobloch: Analyse der fachinhaltlichen Qualität von Schüleräußerungen und deren Einfluss auf den Lernerfolg. *Eine Videostudie zu kooperativer Kleingruppenarbeit*
ISBN 978-3-8325-3006-8 36.50 EUR
- 121 Julia Hostenbach: Entwicklung und Prüfung eines Modells zur Beschreibung der Bewertungskompetenz im Chemieunterricht
ISBN 978-3-8325-3013-6 38.00 EUR
- 122 Anna Windt: Naturwissenschaftliches Experimentieren im Elementarbereich. *Evaluation verschiedener Lernsituationen*
ISBN 978-3-8325-3020-4 43.50 EUR
- 123 Eva Kölbach: Kontexteinflüsse beim Lernen mit Lösungsbeispielen
ISBN 978-3-8325-3025-9 38.50 EUR
- 124 Anna Lau: Passung und vertikale Vernetzung im Chemie- und Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-3021-1 36.00 EUR
- 125 Jan Lamprecht: Ausbildungswege und Komponenten professioneller Handlungskompetenz. *Vergleich von Quereinsteigern mit Lehramtsabsolventen für Gymnasien im Fach Physik*
ISBN 978-3-8325-3035-8 38.50 EUR
- 126 Ulrike Böhm: Förderung von Verstehensprozessen unter Einsatz von Modellen
ISBN 978-3-8325-3042-6 41.00 EUR
- 127 Sabrina Dollny: Entwicklung und Evaluation eines Testinstruments zur Erfassung des fachspezifischen Professionswissens von Chemielehrkräften
ISBN 978-3-8325-3046-4 37.00 EUR
- 128 Monika Zimmermann: Naturwissenschaftliche Bildung im Kindergarten. *Eine integrative Längsschnittstudie zur Kompetenzentwicklung von Erzieherinnen*
ISBN 978-3-8325-3053-2 54.00 EUR

- 129 Ulf Saballus: Über das Schlussfolgern von Schülerinnen und Schülern zu öffentlichen Kontroversen mit naturwissenschaftlichem Hintergrund. *Eine Fallstudie*
ISBN 978-3-8325-3086-0 39.50 EUR
- 130 Olaf Krey: Zur Rolle der Mathematik in der Physik. *Wissenschaftstheoretische Aspekte und Vorstellungen Physiklernender*
ISBN 978-3-8325-3101-0 46.00 EUR
- 131 Angelika Wolf: Zusammenhänge zwischen der Eigenständigkeit im Physikunterricht, der Motivation, den Grundbedürfnissen und dem Lernerfolg von Schülern
ISBN 978-3-8325-3161-4 45.00 EUR
- 132 Johannes Börlin: Das Experiment als Lerngelegenheit. *Vom interkulturellen Vergleich des Physikunterrichts zu Merkmalen seiner Qualität*
ISBN 978-3-8325-3170-6 45.00 EUR
- 133 Olaf Uhden: Mathematisches Denken im Physikunterricht. *Theorieentwicklung und Problemanalyse*
ISBN 978-3-8325-3170-6 45.00 EUR
- 134 Christoph Gut: Modellierung und Messung experimenteller Kompetenz. *Analyse eines large-scale Experimentiertests*
ISBN 978-3-8325-3213-0 40.00 EUR
- 135 Antonio Rueda: Lernen mit ExploMultimedial in kolumbianischen Schulen. *Analyse von kurzzeitigen Lernprozessen und der Motivation beim länderübergreifenden Einsatz einer deutschen computergestützten multimedialen Lernumgebung für den naturwissenschaftlichen Unterricht*
ISBN 978-3-8325-3218-5 45.50 EUR
- 136 Krisztina Berger: Bilder, Animationen und Notizen. *Empirische Untersuchung zur Wirkung einfacher visueller Repräsentationen und Notizen auf den Wissenserwerb in der Optik*
ISBN 978-3-8325-3238-3 41.50 EUR
- 137 Antony Crossley: Untersuchung des Einflusses unterschiedlicher physikalischer Konzepte auf den Wissenserwerb in der Thermodynamik der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-3275-8 40.00 EUR
- 138 Tobias Viering: Entwicklung physikalischer Kompetenz in der Sekundarstufe I. *Validierung eines Kompetenzentwicklungsmodells für das Energiekonzept im Bereich Fachwissen*
ISBN 978-3-8325-3277-2 37.00 EUR
- 139 Nico Schreiber: Diagnostik experimenteller Kompetenz. *Validierung technologiegestützter Testverfahren im Rahmen eines Kompetenzstrukturmodells*
ISBN 978-3-8325-3284-0 39.00 EUR
- 140 Sarah Hundertmark: Einblicke in kollaborative Lernprozesse. *Eine Fallstudie zur reflektierenden Zusammenarbeit unterstützt durch die Methoden Concept Mapping und Lernbegleitbogen*
ISBN 978-3-8325-3251-2 43.00 EUR

- 141 Ronny Scherer: Analyse der Struktur, Messinvarianz und Ausprägung komplexer Problemlösekompetenz im Fach Chemie. *Eine Querschnittstudie in der Sekundarstufe I und am Übergang zur Sekundarstufe II*
ISBN 978-3-8325-3312-0 43.00 EUR
- 142 Patricia Heitmann: Bewertungskompetenz im Rahmen naturwissenschaftlicher Problemlöseprozesse. *Modellierung und Diagnose der Kompetenzen Bewertung und analytisches Problemlösen für das Fach Chemie*
ISBN 978-3-8325-3314-4 37.00 EUR
- 143 Jan Fleischhauer: Wissenschaftliches Argumentieren und Entwicklung von Konzepten beim Lernen von Physik
ISBN 978-3-8325-3325-0 35.00 EUR
- 144 Nermin Özcan: Zum Einfluss der Fachsprache auf die Leistung im Fach Chemie. *Eine Förderstudie zur Fachsprache im Chemieunterricht*
ISBN 978-3-8325-3328-1 36.50 EUR
- 145 Helena van Vorst: Kontextmerkmale und ihr Einfluss auf das Schülerinteresse im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-3321-2 38.50 EUR
- 146 Janine Cappell: Fachspezifische Diagnosekompetenz angehender Physiklehrkräfte in der ersten Ausbildungsphase
ISBN 978-3-8325-3356-4 38.50 EUR
- 147 Susanne Bley: Förderung von Transferprozessen im Chemieunterricht
ISBN 978-3-8325-3407-3 40.50 EUR
- 148 Cathrin Blaes: Die übungsgestützte Lehrerpräsentation im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Evaluation der Effektivität*
ISBN 978-3-8325-3409-7 43.50 EUR
- 149 Julia Suckut: Die Wirksamkeit von piko-OWL als Lehrerfortbildung. Eine Evaluation zum Projekt *Physik im Kontext* in Fallstudien
ISBN 978-3-8325-3440-0 45.00 EUR
- 150 Alexandra Dorschu: Die Wirkung von Kontexten in Physikkompetenztestaufgaben
ISBN 978-3-8325-3446-2 37.00 EUR
- 151 Jochen Scheid: Multiple Repräsentationen, Verständnis physikalischer Experimente und kognitive Aktivierung: *Ein Beitrag zur Entwicklung der Aufgabenkultur*
ISBN 978-3-8325-3449-3 49.00 EUR
- 152 Tim Plasa: Die Wahrnehmung von Schülerlaboren und Schülerforschungszentren
ISBN 978-3-8325-3483-7 35.50 EUR
- 153 Felix Schoppmeier: Physikkompetenz in der gymnasialen Oberstufe. *Entwicklung und Validierung eines Kompetenzstrukturmodells für den Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen*
ISBN 978-3-8325-3502-5 36.00 EUR

- 154 Katharina Groß: Experimente alternativ dokumentieren. *Eine qualitative Studie zur Förderung der Diagnose- und Differenzierungskompetenz in der Chemielehrerbildung*
ISBN 978-3-8325-3508-7 43.50 EUR
- 155 Barbara Hank: Konzeptwandelprozesse im Anfangsunterricht Chemie. *Eine quasixperimentelle Längsschnittstudie*
ISBN 978-3-8325-3519-3 38.50 EUR
- 156 Katja Freyer: Zum Einfluss von Studieneingangsvoraussetzungen auf den Studienerfolg Erstsemesterstudierender im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-3544-5 38.00 EUR
- 157 Alexander Rachel: Auswirkungen instruktionaler Hilfen bei der Einführung des (Ferro-)Magnetismus. *Eine Vergleichsstudie in der Primar- und Sekundarstufe*
ISBN 978-3-8325-3548-3 43.50 EUR
- 158 Sebastian Ritter: Einfluss des Lerninhalts Nanogrößeneffekte auf Teilchen- und Teilchenmodellvorstellungen von Schülerinnen und Schülern
ISBN 978-3-8325-3558-2 36.00 EUR
- 159 Andrea Harbach: Problemorientierung und Vernetzung in kontextbasierten Lernaufgaben
ISBN 978-3-8325-3564-3 39.00 EUR
- 160 David Obst: Interaktive Tafeln im Physikunterricht. *Entwicklung und Evaluation einer Lehrerfortbildung*
ISBN 978-3-8325-3582-7 40.50 EUR
- 161 Sophie Kirschner: Modellierung und Analyse des Professionswissens von Physiklehrkräften
ISBN 978-3-8325-3601-5 35.00 EUR
- 162 Katja Stief: Selbstregulationsprozesse und Hausaufgabenmotivation im Chemieunterricht
ISBN 978-3-8325-3631-2 34.00 EUR
- 163 Nicola Meschede: Professionelle Wahrnehmung der inhaltlichen Strukturierung im naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht. *Theoretische Beschreibung und empirische Erfassung*
ISBN 978-3-8325-3668-8 37.00 EUR
- 164 Johannes Maximilian Barth: Experimentieren im Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe. *Eine Rekonstruktion übergeordneter Einbettungsstrategien*
ISBN 978-3-8325-3681-7 39.00 EUR
- 165 Sandra Lein: Das Betriebspraktikum in der Lehrerbildung. *Eine Untersuchung zur Förderung der Wissenschafts- und Technikbildung im allgemeinbildenden Unterricht*
ISBN 978-3-8325-3698-5 40.00 EUR
- 166 Veranika Maiseyenka: Modellbasiertes Experimentieren im Unterricht. *Praxistauglichkeit und Lernwirkungen*
ISBN 978-3-8325-3708-1 38.00 EUR

- 167 Christoph Stolzenberger: Der Einfluss der didaktischen Lernumgebung auf das Erreichen geforderter Bildungsziele am Beispiel der W- und P-Seminare im Fach Physik
ISBN 978-3-8325-3708-1 38.00 EUR
- 168 Pia Altenburger: Mehrebenenregressionsanalysen zum Physiklernen im Sachunterricht der Primarstufe. *Ergebnisse einer Evaluationsstudie.*
ISBN 978-3-8325-3717-3 37.50 EUR
- 169 Nora Ferber: Entwicklung und Validierung eines Testinstruments zur Erfassung von Kompetenzentwicklung im Fach Chemie in der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-3727-2 39.50 EUR
- 170 Anita Stender: Unterrichtsplanung: Vom Wissen zum Handeln.
Theoretische Entwicklung und empirische Überprüfung des Transformationsmodells der Unterrichtsplanung
ISBN 978-3-8325-3750-0 41.50 EUR
- 171 Jenna Koenen: Entwicklung und Evaluation von experimentunterstützten Lösungsbeispielen zur Förderung naturwissenschaftlich-experimenteller Arbeitsweisen
ISBN 978-3-8325-3785-2 43.00 EUR
- 172 Teresa Henning: Empirische Untersuchung kontextorientierter Lernumgebungen in der Hochschuldidaktik. *Entwicklung und Evaluation kontextorientierter Aufgaben in der Studieneingangsphase für Fach- und Nebenfachstudierende der Physik*
ISBN 978-3-8325-3801-9 43.00 EUR
- 173 Alexander Pusch: Fachspezifische Instrumente zur Diagnose und individuellen Förderung von Lehramtsstudierenden der Physik
ISBN 978-3-8325-3829-3 38.00 EUR
- 174 Christoph Vogelsang: Validierung eines Instruments zur Erfassung der professionellen Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften. *Zusammenhangsanalysen zwischen Lehrerkompetenz und Lehrerperformanz*
ISBN 978-3-8325-3846-0 50.50 EUR
- 175 Ingo Brebeck: Selbstreguliertes Lernen in der Studieneingangsphase im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-3859-0 37.00 EUR
- 176 Axel Eghtessad: Merkmale und Strukturen von Professionalisierungsprozessen in der ersten und zweiten Phase der Chemielehrerbildung. *Eine empirisch-qualitative Studie mit niedersächsischen Fachleiter_innen der Sekundarstufenlehrkräfte*
ISBN 978-3-8325-3861-3 45.00 EUR
- 177 Andreas Nehring: Wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen im Fach Chemie. Eine kompetenzorientierte Modell- und Testentwicklung für den Bereich der Erkenntnisgewinnung
ISBN 978-3-8325-3872-9 39.50 EUR
- 178 Maike Schmidt: Professionswissen von Sachunterrichtslehrkräften. Zusammenhangsanalyse zur Wirkung von Ausbildungshintergrund und Unterrichtserfahrung auf das fachspezifische Professionswissen im Unterrichtsinhalt „Verbrennung“
ISBN 978-3-8325-3907-8 38.50 EUR

- 179 Jan Winkelmann: Auswirkungen auf den Fachwissenszuwachs und auf affektive Schülermerkmale durch Schüler- und Demonstrationsexperimente im Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-3915-3 41.00 EUR
- 180 Iwen Kobow: Entwicklung und Validierung eines Testinstrumentes zur Erfassung der Kommunikationskompetenz im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-3927-6 34.50 EUR
- 181 Yvonne Gramzow: Fachdidaktisches Wissen von Lehramtsstudierenden im Fach Physik. Modellierung und Testkonstruktion
ISBN 978-3-8325-3931-3 42.50 EUR
- 182 Evelin Schröter: Entwicklung der Kompetenzerwartung durch Lösen physikalischer Aufgaben einer multimedialen Lernumgebung
ISBN 978-3-8325-3975-7 54.50 EUR
- 183 Inga Kallweit: Effektivität des Einsatzes von Selbsteinschätzungsbögen im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Individuelle Förderung durch selbstreguliertes Lernen*
ISBN 978-3-8325-3965-8 44.00 EUR
- 184 Andrea Schumacher: Paving the way towards authentic chemistry teaching. *A contribution to teachers' professional development*
ISBN 978-3-8325-3976-4 48.50 EUR
- 185 David Woitkowski: Fachliches Wissen Physik in der Hochschulausbildung. *Konzeptualisierung, Messung, Niveaubildung*
ISBN 978-3-8325-3988-7 53.00 EUR
- 186 Marianne Korner: Cross-Age Peer Tutoring in Physik. *Evaluation einer Unterrichtsmethode*
ISBN 978-3-8325-3979-5 38.50 EUR
- 187 Simone Nakoinz: Untersuchung zur Verknüpfung submikroskopischer und makroskopischer Konzepte im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-4057-9 38.50 EUR
- 188 Sandra Anus: Evaluation individueller Förderung im Chemieunterricht. *Adaptivität von Lerninhalten an das Vorwissen von Lernenden am Beispiel des Basiskonzeptes Chemische Reaktion*
ISBN 978-3-8325-4059-3 43.50 EUR
- 189 Thomas Roßbegalle: Fachdidaktische Entwicklungsforschung zum besseren Verständnis atmosphärischer Phänomene. *Treibhauseffekt, saurer Regen und stratosphärischer Ozonabbau als Kontexte zur Vermittlung von Basiskonzepten der Chemie*
ISBN 978-3-8325-4059-3 45.50 EUR
- 190 Kathrin Steckenmesser-Sander: Gemeinsamkeiten und Unterschiede physikbezogener Handlungs-, Denk- und Lernprozesse von Mädchen und Jungen
ISBN 978-3-8325-4066-1 38.50 EUR
- 191 Cornelia Geller: Lernprozessorientierte Sequenzierung des Physikunterrichts im Zusammenhang mit Fachwissenserwerb. *Eine Videostudie in Finnland, Deutschland und der Schweiz*
ISBN 978-3-8325-4082-1 35.50 EUR

- 192 Jan Hofmann: Untersuchung des Kompetenzaufbaus von Physiklehrkräften während einer Fortbildungsmaßnahme
ISBN 978-3-8325-4104-0 38.50 EUR
- 193 Andreas Dickhäuser: Chemiespezifischer Humor. *Theoriebildung, Materialentwicklung, Evaluation*
ISBN 978-3-8325-4108-8 37.00 EUR
- 194 Stefan Korte: Die Grenzen der Naturwissenschaft als Thema des Physikunterrichts
ISBN 978-3-8325-4112-5 57.50 EUR
- 195 Carolin Hülsmann: Kurswahlmotive im Fach Chemie. Eine Studie zum Wahlverhalten und Erfolg von Schülerinnen und Schülern in der gymnasialen Oberstufe
ISBN 978-3-8325-4144-6 49.00 EUR
- 196 Caroline Körbs: Mindeststandards im Fach Chemie am Ende der Pflichtschulzeit
ISBN 978-3-8325-4148-4 34.00 EUR
- 197 Andreas Vorholzer: Wie lassen sich Kompetenzen des experimentellen Denkens und Arbeitens fördern? *Eine empirische Untersuchung der Wirkung eines expliziten und eines impliziten Instruktionsansatzes*
ISBN 978-3-8325-4194-1 37.50 EUR
- 198 Anna Katharina Schmitt: Entwicklung und Evaluation einer Chemielehrerfortbildung zum Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung
ISBN 978-3-8325-4228-3 39.50 EUR
- 199 Christian Maurer: Strukturierung von Lehr-Lern-Sequenzen
ISBN 978-3-8325-4247-4 36.50 EUR
- 200 Helmut Fischler, Elke Sumfleth (Hrsg.): Professionelle Kompetenz von Lehrkräften der Chemie und Physik
ISBN 978-3-8325-4523-9 34.00 EUR
- 201 Simon Zander: Lehrerfortbildung zu Basismodellen und Zusammenhänge zum Fachwissen
ISBN 978-3-8325-4248-1 35.00 EUR
- 202 Kerstin Arndt: Experimentierkompetenz erfassen.
Analyse von Prozessen und Mustern am Beispiel von Lehramtsstudierenden der Chemie
ISBN 978-3-8325-4266-5 45.00 EUR
- 203 Christian Lang: Kompetenzorientierung im Rahmen experimentalchemischer Praktika
ISBN 978-3-8325-4268-9 42.50 EUR
- 204 Eva Cauet: Testen wir relevantes Wissen? *Zusammenhang zwischen dem Professionswissen von Physiklehrkräften und gutem und erfolgreichem Unterrichten*
ISBN 978-3-8325-4276-4 39.50 EUR
- 205 Patrick Löffler: Modellanwendung in Problemlöseaufgaben. *Wie wirkt Kontext?*
ISBN 978-3-8325-4303-7 35.00 EUR

- 206 Carina Gehlen: Kompetenzstruktur naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-4318-1 43.00 EUR
- 207 Lars Oettinghaus: Lehrerüberzeugungen und physikbezogenes Professionswissen. *Vergleich von Absolventinnen und Absolventen verschiedener Ausbildungswege im Physikreferendariat*
ISBN 978-3-8325-4319-8 38.50 EUR
- 208 Jennifer Petersen: Zum Einfluss des Merkmals Humor auf die Gesundheitsförderung im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Eine Interventionsstudie zum Thema Sonnenschutz*
ISBN 978-3-8325-4348-8 40.00 EUR
- 209 Philipp Straube: Modellierung und Erfassung von Kompetenzen naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung bei (Lehramts-) Studierenden im Fach Physik
ISBN 978-3-8325-4351-8 35.50 EUR
- 210 Martin Dickmann: Messung von Experimentierfähigkeiten. *Validierungsstudien zur Qualität eines computerbasierten Testverfahrens*
ISBN 978-3-8325-4356-3 41.00 EUR
- 211 Markus Bohlmann: Science Education. Empirie, Kulturen und Mechanismen der Didaktik der Naturwissenschaften
ISBN 978-3-8325-4377-8 44.00 EUR
- 212 Martin Draude: Die Kompetenz von Physiklehrkräften, Schwierigkeiten von Schülerinnen und Schülern beim eigenständigen Experimentieren zu diagnostizieren
ISBN 978-3-8325-4382-2 37.50 EUR
- 213 Henning Rode: Prototypen evidenzbasierten Physikunterrichts. *Zwei empirische Studien zum Einsatz von Feedback und Blackboxes in der Sekundarstufe*
ISBN 978-3-8325-4389-1 42.00 EUR
- 214 Jan-Henrik Kechel: Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren. *Eine qualitative Studie am Beispiel einer Experimentieraufgabe zum Hooke'schen Gesetz*
ISBN 978-3-8325-4392-1 55.00 EUR
- 215 Katharina Fricke: Classroom Management and its Impact on Lesson Outcomes in Physics. *A multi-perspective comparison of teaching practices in primary and secondary schools*
ISBN 978-3-8325-4394-5 40.00 EUR
- 216 Hannes Sander: Orientierungen von Jugendlichen beim Urteilen und Entscheiden in Kontexten nachhaltiger Entwicklung. *Eine rekonstruktive Perspektive auf Bewertungskompetenz in der Didaktik der Naturwissenschaft*
ISBN 978-3-8325-4434-8 46.00 EUR
- 217 Inka Haak: Maßnahmen zur Unterstützung kognitiver und metakognitiver Prozesse in der Studieneingangsphase. *Eine Design-Based-Research-Studie zum universitären Lernzentrum Physiktreff*
ISBN 978-3-8325-4437-9 46.50 EUR

- 218 Martina Brandenburger: Was beeinflusst den Erfolg beim Problemlösen in der Physik?
Eine Untersuchung mit Studierenden
ISBN 978-3-8325-4409-6 42.50 EUR
- 219 Corinna Helms: Entwicklung und Evaluation eines Trainings zur Verbesserung der Erklärqualität von Schülerinnen und Schülern im Gruppenpuzzle
ISBN 978-3-8325-4454-6 42.50 EUR
- 220 Viktoria Rath: Diagnostische Kompetenz von angehenden Physiklehrkräften. *Modellierung, Testinstrumentenentwicklung und Erhebung der Performanz bei der Diagnose von Schülervorstellungen in der Mechanik*
ISBN 978-3-8325-4456-0 42.50 EUR
- 221 Janne Krüger: Schülerperspektiven auf die zeitliche Entwicklung der Naturwissenschaften
ISBN 978-3-8325-4457-7 45.50 EUR
- 222 Stefan Mutke: Das Professionswissen von Chemiereferendarinnen und -referendaren in Nordrhein-Westfalen. *Eine Längsschnittstudie*
ISBN 978-3-8325-4458-4 37.50 EUR
- 223 Sebastian Habig: Systematisch variierte Kontextaufgaben und ihr Einfluss auf kognitive und affektive Schülerfaktoren
ISBN 978-3-8325-4467-6 40.50 EUR
- 224 Sven Liepertz: Zusammenhang zwischen dem Professionswissen von Physiklehrkräften, dem sachstrukturellen Angebot des Unterrichts und der Schülerleistung
ISBN 978-3-8325-4480-5 34.00 EUR
- 225 Elina Platova: Optimierung eines Laborpraktikums durch kognitive Aktivierung
ISBN 978-3-8325-4481-2 39.00 EUR
- 226 Tim Reschke: Lesegeschichten im Chemieunterricht der Sekundarstufe I zur Unterstützung von situationalem Interesse und Lernerfolg
ISBN 978-3-8325-4487-4 41.00 EUR
- 227 Lena Mareike Walper: Entwicklung der physikbezogenen Interessen und selbstbezogenen Kognitionen von Schülerinnen und Schülern in der Übergangsphase von der Primar- in die Sekundarstufe. *Eine Längsschnittanalyse vom vierten bis zum siebten Schuljahr*
ISBN 978-3-8325-4495-9 43.00 EUR
- 228 Stefan Anthofer: Förderung des fachspezifischen Professionswissens von Chemielehramtsstudierenden
ISBN 978-3-8325-4498-0 39.50 EUR
- 229 Marcel Bullinger: Handlungsorientiertes Physiklernen mit instruierten Selbsterklärungen in der Primarstufe. *Eine experimentelle Laborstudie*
ISBN 978-3-8325-4504-8 44.00 EUR
- 230 Thomas Amenda: Bedeutung fachlicher Elementarisierungen für das Verständnis der Kinematik
ISBN 978-3-8325-4531-4 43.50 EUR

- 231 Sabrina Milke: Beeinflusst *Priming* das Physiklernen?
Eine empirische Studie zum Dritten Newtonschen Axiom
ISBN 978-3-8325-4549-4 42.00 EUR
- 232 Corinna Erfmann: Ein anschaulicher Weg zum Verständnis der elektromagnetischen Induktion. *Evaluation eines Unterrichtsvorschlags und Validierung eines Leistungsd Diagnoseinstruments*
ISBN 978-3-8325-4550-5 49.50 EUR
- 233 Hanne Rautenstrauch: Erhebung des (Fach-)Sprachstandes bei Lehramtsstudierenden im Kontext des Faches Chemie
ISBN 978-3-8325-4556-7 40.50 EUR
- 234 Tobias Klug: Wirkung kontextorientierter physikalischer Praktikumsversuche auf Lernprozesse von Studierenden der Medizin
ISBN 978-3-8325-4558-1 37.00 EUR
- 235 Mareike Bohrmann: Zur Förderung des Verständnisses der Variablenkontrolle im naturwissenschaftlichen Sachunterricht
ISBN 978-3-8325-4559-8 52.00 EUR
- 236 Anja Schödl: FALKO-Physik – Fachspezifische Lehrerkompetenzen im Fach Physik. *Entwicklung und Validierung eines Testinstruments zur Erfassung des fachspezifischen Professionswissens von Physiklehrkräften*
ISBN 978-3-8325-4553-6 40.50 EUR
- 237 Hilda Scheuermann: Entwicklung und Evaluation von Unterstützungsmaßnahmen zur Förderung der Variablenkontrollstrategie beim Planen von Experimenten
ISBN 978-3-8325-4568-0 39.00 EUR
- 238 Christian G. Strippel: Naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung an chemischen Inhalten vermitteln. *Konzeption und empirische Untersuchung einer Ausstellung mit Experimentierstation*
ISBN 978-3-8325-4577-2 41.50 EUR
- 239 Sarah Rau: Durchführung von Sachunterricht im Vorbereitungsdienst. *Eine längsschnittliche, videobasierte Unterrichtsanalyse*
ISBN 978-3-8325-4579-6 46.00 EUR
- 240 Thomas Plotz: Lernprozesse zu nicht-sichtbarer Strahlung. *Empirische Untersuchungen in der Sekundarstufe 2*
ISBN 978-3-8325-4624-3 39.50 EUR
- 241 Wolfgang Aschauer: Elektrische und magnetische Felder. *Eine empirische Studie zu Lernprozessen in der Sekundarstufe II*
ISBN 978-3-8325-4625-0 50.00 EUR
- 242 Anna Donhauser: Didaktisch rekonstruierte Materialwissenschaft. *Aufbau und Konzeption eines Schülerlabors für den Exzellenzcluster Engineering of Advanced Materials*
ISBN 978-3-8325-4636-6 39.00 EUR

- 243 Katrin Schüßler: Lernen mit Lösungsbeispielen im Chemieunterricht. *Einflüsse auf Lernerfolg, kognitive Belastung und Motivation*
ISBN 978-3-8325-4640-3 42.50 EUR
- 244 Timo Fleischer: Untersuchung der chemischen Fachsprache unter besonderer Berücksichtigung chemischer Repräsentationen
ISBN 978-3-8325-4642-7 46.50 EUR
- 245 Rosina Steininger: Concept Cartoons als Stimuli für Kleingruppendiskussionen im Chemieunterricht. *Beschreibung und Analyse einer komplexen Lerngelegenheit*
ISBN 978-3-8325-4647-2 39.00 EUR
- 246 Daniel Rehfeldt: Erfassung der Lehrqualität naturwissenschaftlicher Experimentalpraktika
ISBN 978-3-8325-4590-1 40.00 EUR
- 247 Sandra Puddu: Implementing Inquiry-based Learning in a Diverse Classroom: Investigating Strategies of Scaffolding and Students' Views of Scientific Inquiry
ISBN 978-3-8325-4591-8 35.50 EUR
- 248 Markus Bliersbach: Kreativität in der Chemie. *Erhebung und Förderung der Vorstellungen von Chemielehramtsstudierenden*
ISBN 978-3-8325-4593-2 44.00 EUR
- 249 Lennart Kimpel: Aufgaben in der Allgemeinen Chemie. *Zum Zusammenspiel von chemischem Verständnis und Rechenfähigkeit*
ISBN 978-3-8325-4618-2 36.00 EUR
- 250 Louise Bindel: Effects of integrated learning: explicating a mathematical concept in inquiry-based science camps
ISBN 978-3-8325-4655-7 37.50 EUR
- 251 Michael Wenzel: Computereinsatz in Schule und Schülerlabor. *Einstellung von Physiklehrkräften zu Neuen Medien*
ISBN 978-3-8325-4659-5 38.50 EUR
- 252 Laura Muth: Einfluss der Auswertephase von Experimenten im Physikunterricht. *Ergebnisse einer Interventionsstudie zum Zuwachs von Fachwissen und experimenteller Kompetenz von Schülerinnen und Schülern*
ISBN 978-3-8325-4675-5 36.50 EUR
- 253 Annika Fricke: Interaktive Skripte im Physikalischen Praktikum. *Entwicklung und Evaluation von Hypermedien für die Nebenfachausbildung*
ISBN 978-3-8325-4676-2 41.00 EUR
- 254 Julia Haase: Selbstbestimmtes Lernen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. *Eine empirische Interventionsstudie mit Fokus auf Feedback und Kompetenzerleben*
ISBN 978-3-8325-4685-4 38.50 EUR
- 255 Antje J. Heine: Was ist Theoretische Physik? *Eine wissenschaftstheoretische Betrachtung und Rekonstruktion von Vorstellungen von Studierenden und Dozenten über das Wesen der Theoretischen Physik*
ISBN 978-3-8325-4691-5 46.50 EUR

- 256 Claudia Meinhardt: Entwicklung und Validierung eines Testinstruments zu Selbstwirksamkeitserwartungen von (angehenden) Physiklehrkräften in physikdidaktischen Handlungsfeldern
ISBN 978-3-8325-4712-7 47.00 EUR
- 257 Ann-Kathrin Schlüter: Professionalisierung angehender Chemielehrkräfte für einen Gemeinsamen Unterricht
ISBN 978-3-8325-4713-4 53.50 EUR
- 258 Stefan Richtberg: Elektronenbahnen in Feldern. Konzeption und Evaluation einer webbasierten Lernumgebung
ISBN 978-3-8325-4723-3 49.00 EUR
- 259 Jan-Philipp Burde: Konzeption und Evaluation eines Unterrichtskonzepts zu einfachen Stromkreisen auf Basis des Elektronengasmodells
ISBN 978-3-8325-4726-4 57.50 EUR
- 260 Frank Finkenberg: Flipped Classroom im Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-4737-4 42.50 EUR
- 261 Florian Treisch: Die Entwicklung der Professionellen Unterrichtswahrnehmung im Lehr-Lern-Labor Seminar
ISBN 978-3-8325-4741-4 41.50 EUR
- 262 Desiree Mayr: Strukturiertheit des experimentellen naturwissenschaftlichen Problemlöseprozesses
ISBN 978-3-8325-4757-8 37.00 EUR
- 263 Katrin Weber: Entwicklung und Validierung einer Learning Progression für das Konzept der chemischen Reaktion in der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-4762-2 48.50 EUR
- 264 Hauke Bartels: Entwicklung und Bewertung eines performanznahen Videovignetten-tests zur Messung der Erklärfähigkeit von Physiklehrkräften
ISBN 978-3-8325-4804-9 37.00 EUR
- 265 Karl Marniok: Zum Wesen von Theorien und Gesetzen in der Chemie. *Begriffsanalyse und Förderung der Vorstellungen von Lehramtsstudierenden*
ISBN 978-3-8325-4805-6 42.00 EUR
- 266 Marisa Holzapfel: Fachspezifischer Humor als Methode in der Gesundheitsbildung im Übergang von der Primarstufe zur Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-4808-7 50.00 EUR
- 267 Anna Stolz: Die Auswirkungen von Experimentiersituationen mit unterschiedlichem Öffnungsgrad auf Leistung und Motivation der Schülerinnen und Schüler
ISBN 978-3-8325-4781-3 38.00 EUR
- 268 Nina Ulrich: Interaktive Lernaufgaben in dem digitalen Schulbuch eChemBook. *Einfluss des Interaktivitätsgrads der Lernaufgaben und des Vorwissens der Lernenden auf den Lernerfolg*
ISBN 978-3-8325-4814-8 43.50 EUR

- 269 Kim-Alessandro Weber: Quantenoptik in der Lehrerfortbildung. *Ein bedarfsgeprägtes Fortbildungskonzept zum Quantenobjekt Photon mit Realexperimenten*
ISBN 978-3-8325-4792-9 55.00 EUR
- 270 Nina Skorsetz: Empathisierer und Systematisierer im Vorschulalter. *Eine Fragebogen- und Videostudie zur Motivation, sich mit Naturphänomenen zu beschäftigen*
ISBN 978-3-8325-4825-4 43.50 EUR
- 271 Franziska Kehne: Analyse des Transfers von kontextualisiert erworbenem Wissen im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-4846-9 45.00 EUR
- 272 Markus Elsholz: Das akademische Selbstkonzept angehender Physiklehrkräfte als Teil ihrer professionellen Identität. *Dimensionalität und Veränderung während einer zentralen Praxisphase*
ISBN 978-3-8325-4857-5 37.50 EUR
- 273 Joachim Müller: Studienerfolg in der Physik. *Zusammenhang zwischen Modellierungskompetenz und Studienerfolg*
ISBN 978-3-8325-4859-9 35.00 EUR
- 274 Jennifer Dörschelln: Organische Leuchtdioden. *Implementation eines innovativen Themas in den Chemieunterricht*
ISBN 978-3-8325-4865-0 59.00 EUR
- 275 Stephanie Strelow: Beliefs von Studienanfängern des Kombi-Bachelors Physik über die Natur der Naturwissenschaften
ISBN 978-3-8325-4881-0 40.50 EUR
- 276 Dennis Jaeger: Kognitive Belastung und aufgabenspezifische sowie personenspezifische Einflussfaktoren beim Lösen von Physikaufgaben
ISBN 978-3-8325-4928-2 50.50 EUR
- 277 Vanessa Fischer: Der Einfluss von Interesse und Motivation auf die Messung von Fach- und Bewertungskompetenz im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-4933-6 39.00 EUR
- 278 René Dohrmann: Professionsbezogene Wirkungen einer Lehr-Lern-Labor-Veranstaltung. *Eine multimethodische Studie zu den professionsbezogenen Wirkungen einer Lehr-Lern-Labor-Blockveranstaltung auf Studierende der Bachelorstudiengänge Lehramt Physik und Grundschulpädagogik (Sachunterricht)*
ISBN 978-3-8325-4958-9 40.00 EUR
- 279 Meike Bergs: Can We Make Them Use These Strategies? *Fostering Inquiry-Based Science Learning Skills with Physical and Virtual Experimentation Environments*
ISBN 978-3-8325-4962-6 39.50 EUR
- 280 Marie-Therese Hauerstein: Untersuchung zur Effektivität von Strukturierung und Binnendifferenzierung im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Evaluation der Strukturierungshilfe Lernleiter*
ISBN 978-3-8325-4982-4 42.50 EUR

- 281 Verena Zucker: Erkennen und Beschreiben von formativem Assessment im naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht. *Entwicklung eines Instruments zur Erfassung von Teilfähigkeiten der professionellen Wahrnehmung von Lehramtsstudierenden*
ISBN 978-3-8325-4991-6 38.00 EUR
- 282 Victoria Telser: Erfassung und Förderung experimenteller Kompetenz von Lehrkräften im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-4996-1 50.50 EUR
- 283 Kristine Tschirschky: Entwicklung und Evaluation eines gedächtnisorientierten Aufgabendesigns für Physikaufgaben
ISBN 978-3-8325-5002-8 42.50 EUR
- 284 Thomas Elert: Course Success in the Undergraduate General Chemistry Lab
ISBN 978-3-8325-5004-2 41.50 EUR
- 285 Britta Kalthoff: Explizit oder implizit? *Untersuchung der Lernwirksamkeit verschiedener fachmethodischer Instruktionen im Hinblick auf fachmethodische und fachinhaltliche Fähigkeiten von Sachunterrichtsstudierenden*
ISBN 978-3-8325-5013-4 37.50 EUR
- 286 Thomas Dickmann: Visuelles Modellverständnis und Studienerfolg in der Chemie. *Zwei Seiten einer Medaille*
ISBN 978-3-8325-5016-5 44.00 EUR
- 287 Markus Sebastian Feser: Physiklehrkräfte korrigieren Schülertexte. *Eine Explorationsstudie zur fachlich-konzeptuellen und sprachlichen Leistungsfeststellung und -beurteilung im Physikunterricht*
ISBN 978-3-8325-5020-2 49.00 EUR
- 288 Matylda Dudzinska: Lernen mit Beispielaufgaben und Feedback im Physikunterricht der Sekundarstufe 1. *Energieerhaltung zur Lösung von Aufgaben nutzen*
ISBN 978-3-8325-5025-7 47.00 EUR
- 289 Ines Sonnenschein: Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsprozesse Studierender im Labor
ISBN 978-3-8325-5033-2 52.00 EUR
- 290 Florian Simon: Der Einfluss von Betreuung und Betreuenden auf die Wirksamkeit von Schülerlaborbesuchen. *Eine Zusammenhangsanalyse von Betreuungsqualität, Betreuermerkmalen und Schülerlaborzielen sowie Replikationsstudie zur Wirksamkeit von Schülerlaborbesuchen*
ISBN 978-3-8325-5036-3 49.50 EUR
- 291 Marie-Annette Geyer: Physikalisch-mathematische Darstellungswechsel funktionaler Zusammenhänge. *Das Vorgehen von SchülerInnen der Sekundarstufe 1 und ihre Schwierigkeiten*
ISBN 978-3-8325-5047-9 46.50 EUR
- 292 Susanne Digel: Messung von Modellierungskompetenz in Physik. *Theoretische Herleitung und empirische Prüfung eines Kompetenzmodells physikspezifischer Modellierungskompetenz*
ISBN 978-3-8325-5055-4 41.00 EUR

- 293 Sönke Janssen: Angebots-Nutzungs-Prozesse eines Schülerlabors analysieren und gestalten. *Ein design-based research Projekt*
ISBN 978-3-8325-5065-3 57.50 EUR
- 294 Knut Wille: Der Productive Failure Ansatz als Beitrag zur Weiterentwicklung der Aufgabenkultur
ISBN 978-3-8325-5074-5 49.00 EUR
- 295 Lisanne Kraeva: Problemlösestrategien von Schülerinnen und Schülern diagnostizieren
ISBN 978-3-8325-5110-0 59.50 EUR
- 296 Jenny Lorentzen: Entwicklung und Evaluation eines Lernangebots im Lehramtsstudium Chemie zur Förderung von Vernetzungen innerhalb des fachbezogenen Professionswissens
ISBN 978-3-8325-5120-9 39.50 EUR
- 297 Micha Winkelmann: Lernprozesse in einem Schülerlabor unter Berücksichtigung individueller naturwissenschaftlicher Interessenstrukturen
ISBN 978-3-8325-5147-6 48.50 EUR
- 298 Carina Wöhlke: Entwicklung und Validierung eines Instruments zur Erfassung der professionellen Unterrichtswahrnehmung angehender Physiklehrkräfte
ISBN 978-3-8325-5149-0 43.00 EUR
- 299 Thomas Schubatzky: Das Amalgam Anfangs-Elektrizitätslehreunterricht. *Eine multiperspektivische Betrachtung in Deutschland und Österreich*
ISBN 978-3-8325-5159-9 50.50 EUR
- 300 Amany Annaggar: A Design Framework for Video Game-Based Gamification Elements to Assess Problem-solving Competence in Chemistry Education
ISBN 978-3-8325-5150-6 52.00 EUR
- 301 Alexander Engl: CHEMIE PUR – Unterrichten in der Natur: *Entwicklung und Evaluation eines kontextorientierten Unterrichtskonzepts im Bereich Outdoor Education zur Veränderung der Einstellung zu „Chemie und Natur“*
ISBN 978-3-8325-5174-2 59.00 EUR
- 302 Christin Marie Sajons: Kognitive und motivationale Dynamik in Schülerlaboren. *Kontextualisierung, Problemorientierung und Autonomieunterstützung der didaktischen Struktur analysieren und weiterentwickeln*
ISBN 978-3-8325-5155-1 56.00 EUR
- 303 Philipp Bitzenbauer: Quantenoptik an Schulen. *Studie im Mixed-Methods Design zur Evaluation des Erlanger Unterrichtskonzepts zur Quantenoptik*
ISBN 978-3-8325-5123-0 59.00 EUR
- 304 Malte S. Ubben: Typisierung des Verständnisses mentaler Modelle mittels empirischer Datenerhebung am Beispiel der Quantenphysik
ISBN 978-3-8325-5181-0 43.50 EUR
- 305 Wiebke Kuske-Janßen: Sprachlicher Umgang mit Formeln von LehrerInnen im Physikunterricht am Beispiel des elektrischen Widerstandes in Klassenstufe 8
ISBN 978-3-8325-5183-4 47.50 EUR

306 Kai Bliesmer: Physik der Küste für außerschulische Lernorte *Eine Didaktische Rekonstruktion*
ISBN 978-3-8325-5190-2 58.00 EUR

Alle erschienenen Bücher können unter der angegebenen ISBN direkt online (<http://www.logos-verlag.de>) oder per Fax (030 - 42 85 10 92) beim Logos Verlag Berlin bestellt werden.

Studien zum Physik- und Chemielernen

Herausgegeben von Hans Niedderer, Helmut Fischler und Elke Sumfleth

Die Reihe umfasst inzwischen eine große Zahl von wissenschaftlichen Arbeiten aus vielen Arbeitsgruppen der Physik- und Chemiedidaktik und zeichnet damit ein gültiges Bild der empirischen physik- und chemiedidaktischen Forschung in Deutschland.

Die Herausgeber laden daher Interessenten zu neuen Beiträgen ein und bitten sie, sich im Bedarfsfall an den Logos-Verlag oder an ein Mitglied des Herausgeberteams zu wenden.

Kontaktadressen:

Prof. Dr. Hans Niedderer
Institut für Didaktik der Naturwissenschaften,
Abt. Physikdidaktik, FB Physik/Elektrotechnik,
Universität Bremen,
Postfach 33 04 40, 28334 Bremen
Tel. 0421-218 2484/4695, e-mail:
niedderer@physik.uni-bremen.de

Prof. Dr. Helmut Fischler
Didaktik der Physik, FB Physik, Freie Universität Berlin,
Arnimallee 14, 14195 Berlin
Tel. 030-838 56712/55966, e-mail:
fischler@physik.fu-berlin.de

Prof. Dr. Elke Sumfleth
Didaktik der Chemie,
Fachbereich Chemie,
Universität Duisburg-Essen,
Schützenbahn 70, 45127 Essen
Tel. 0201-183 3757/3761, e-mail:
elke.sumfleth@uni-essen.de

Die in den vergangenen Jahren zahlreich entstandenen außerschulischen Lernorte an der deutschen Wattenmeerküste sind Ausdruck einer Differenzierung der dortigen Bildungslandschaft, in der schulisches durch non-formales Lernen im regionalen Kontext ergänzt wird. Die außerschulischen Lernorte zeichnet aus, dass sie ihren Besucherinnen und Besuchern Primärerfahrungen bieten, um die außergewöhnliche Dynamik und Sensitivität des Wattenmeeres zu verdeutlichen. Allerdings schöpfen die Lernorte ihr Potenzial für das außerschulische Physiklernen nicht aus, denn obwohl insbesondere Strömungen und Strukturbildungen (z. B. Rippel, Dünen und Priele) das Erscheinungsbild des Wattenmeers prägen und dessen Dynamik repräsentieren, werden in den Bildungsangeboten bisher fast ausschließlich biologische Inhalte behandelt.

Deshalb ist physikdidaktische Forschungs- und Entwicklungsarbeit nötig, die durch eine Didaktische Rekonstruktion von Strömungen und Strukturbildungen geleistet wird. Hierzu gehört zunächst eine fachliche Klärung. Im Anschluss werden Lernendenvorstellungen untersucht, indem problemzentrierte Interviews entlang von Realexperimenten durchgeführt und einer qualitativen Inhaltsanalyse unterworfen werden. Auf Basis des Vergleichs zwischen fachlicher Sicht und Lernendensicht gilt es sodann, Bausteine für didaktische Strukturierungen zu entwickeln. Diese Bausteine werden schließlich eingesetzt, um gemeinsam mit den Lernortbetreibenden Bildungsangebote zu entwickeln, die auch physikalische Zusammenhänge zur Küstendynamik explizieren.

Logos Verlag Berlin

ISBN 978-3-8325-5190-2