



Band 9

# Lernen in Naturwissenschaften verstehen und entwickeln

A. Marohn (Hrsg.)

Florian Jungkamp

## Kontroversen mit Hilfe wissenschaftlicher Prüfkriterien bewerten

Die Unterrichtskonzeption choice<sup>2</sup>reflect

λογος



Lernen in  
Naturwissenschaften

*Band 9*

# **Lernen in Naturwissenschaften**

*Band 9*

Herausgegeben von

Prof. Dr. Annette Marohn

Westfälische Wilhelms-Universität Münster  
Institut für Didaktik der Chemie

Florian Jungkamp

Kontroversen mit Hilfe wissenschaftlicher  
Prüfkriterien bewerten

Die Unterrichtskonzeption choice<sup>2</sup>reflect

Logos Verlag Berlin



**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 2021

Alle Rechte vorbehalten.

ISBN 978-3-8325-5362-3

ISSN 2566-493X

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

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

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

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

# **Kontroversen mit Hilfe wissenschaftlicher Prüfkriterien bewerten: Die Unterrichtskonzeption choice<sup>2</sup>reflect**

Inauguraldissertation

zur Erlangung des akademischen Grades des Doktors

in Erziehungswissenschaften an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von

**Florian Marco Jungkamp**

**2020**

**Erstgutachterin:** Prof. Dr. Annette Marohn

**Zweitgutachter:** Prof. Dr. Hans-Dieter Barke

**Tag der mündlichen Prüfung:** 14.12.2020



# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b> .....	<b>5</b>
<b>2. Theoretischer Rahmen</b> .....	<b>9</b>
<b>2.1. Wissenschaft</b> .....	<b>9</b>
2.1.1. Definition(en) von Wissenschaft .....	10
2.1.2. Science vs. Wissenschaft .....	11
2.1.3. Nature of Science.....	11
2.1.4. Das Experiment .....	14
2.1.5. Pseudowissenschaft .....	15
2.1.6. Zusammenfassung .....	19
2.1.7. Essenzen .....	20
<b>2.2. Bewertungskompetenz</b> .....	<b>22</b>
2.2.1. Allgemeines .....	22
2.2.2. Kompetenzbereich Bewerten.....	24
2.2.3. Naturwissenschaftliche Grundbildung.....	32
2.2.4. Zusammenfassung .....	35
2.2.5. Essenzen .....	36
<b>2.3. Erkenntnisse der Psychologie</b> .....	<b>38</b>
2.3.1. Entscheiden und Urteilen - Begriffsklärung .....	38
2.3.2. Welche Faktoren beeinflussen Entscheidung und Urteil? .....	42
2.3.3. Der Prozess der Entscheidungsfindung .....	50
2.3.4. Zusammenfassung .....	53
2.3.5. Essenzen .....	54
<b>2.4. Kontexte zur Vermittlung von Bewertungskompetenz</b> .....	<b>57</b>
2.4.1. Kriterien geeigneter Kontexte für die Vermittlung von Bewertungskompetenz.....	58
2.4.2. Auf welche Weise sollte ein Kontext präsentiert werden? .....	62
2.4.3. Vorgaben für geeignete Kontexte nach Bildungsstandards und KLP .....	63
2.4.4. Zusammenfassung .....	64
2.4.5. Essenzen .....	64
<b>3. Methodisches Vorgehen</b> .....	<b>67</b>
<b>3.1. Design-Based Research Ansatz</b> .....	<b>67</b>
<b>3.2. Eigener Projektverlauf gemäß DBR</b> .....	<b>67</b>
<b>4. Projektverlauf gemäß Design-Based Research-Ansatz</b> .....	<b>75</b>
<b>A: Framing</b> .....	<b>75</b>
<b>Ziele und Fragestellungen</b> .....	<b>77</b>
<b>B: Design-Experiment</b> .....	<b>79</b>
<b>Datenüberblick</b> .....	<b>79</b>
<b>4.1. Mesozyklus 1</b> .....	<b>81</b>
4.1.1. MZ 1.1 - Inwieweit nutzen Lernende chemisches Fachwissen bei der Beurteilung der Kontroverse Homöopathie?.....	82
4.1.2. MZ 1.2 - Welches Verständnis von Wissenschaft besitzen Lernende? .....	89
<b>4.2. Mesozyklus 2</b> .....	<b>102</b>
4.2.1. MZ 2.1 - Auf welche Weise können Kriterien eines einheitlichen, wissenschaftlichen Weltbildes die Vermittlung von Bewertungskompetenz ermöglichen? .....	103
4.2.2. MZ 2.2 – In welcher Weise erarbeiten und nutzen Lernende das wissenschaftliche Prüfkriterium Falsifizierbarkeit? .....	117
4.2.3. MZ 2.3 – In welcher Weise erarbeiten und nutzen Lernende das wissenschaftliche Prüfkriterium ‚Kontrollierte Bedingungen‘? .....	123

4.2.4.	MZ 2.4 – In welcher Weise erarbeiten und nutzen Lernende das wissenschaftliche Prüfkriterium ‚Kausalität & Korrelation‘?	139
4.2.5.	MZ 2.5 – In welcher Weise erarbeiten und nutzen Lernende das wissenschaftliche Prüfkriterium ‚Reproduzierbarkeit‘?	149
4.2.6.	MZ 2.6 – In welcher Weise erarbeiten und nutzen Lernende das wissenschaftliche Prüfkriterium ‚Verblindung‘?	149
4.2.7.	MZ 2.7 – In welcher Weise erarbeiten und nutzen Lernende das wissenschaftliche Prüfkriterium ‚Randomisierung‘?	159
4.2.8.	MZ 2.8 – In welcher Weise erarbeiten und nutzen Lernende das wissenschaftliche Prüfkriterium ‚Plausibilität‘?	159
4.2.9.	MZ 2.1 - Analyse	160
<b>4.3.</b>	<b>Mesozyklus 3</b>	<b>166</b>
4.3.1.	MZ 3.1 – Inwieweit ist Homöopathie als unterrichtlicher Kontext zur Vermittlung von Bewertungskompetenz geeignet?	167
4.3.2.	MZ 3.2 – Auf welche Weise muss der kontroverse Kontext Homöopathie präsentiert werden, um als Problemgrundlage für eine unterrichtliche Auseinandersetzung zu dienen?.....	179
<b>4.4.</b>	<b>Mesozyklus 4</b>	<b>203</b>
4.4.1.	MZ 4.1 Wie kann ein didaktischer Rahmen zur Vermittlung und Anwendung von Prüfkriterien gestaltet werden?	204
4.4.2.	MZ 4.2 – Inwieweit ermöglicht die Unterrichtskonzeption choice <sup>2</sup> reflect eine kriteriengeleitete Reflexion kontroverser naturwissenschaftlicher Kontexte?	214
	<b>C: Re-Framing</b>	<b>268</b>
<b>5.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>269</b>
5.1.	Mesozyklus 1	269
5.2.	Mesozyklus 2	270
5.3.	Mesozyklus 3	273
5.4.	Mesozyklus 4	276
<b>6.</b>	<b>Reflexion</b>	<b>283</b>
6.1.	Entwicklung der Unterrichtskonzeption choice <sup>2</sup> reflect - <i>What works?</i>	283
6.2.	Theoriebildung - <i>How does it work?</i>	289
<b>7.</b>	<b>Diskussion und Ausblick</b>	<b>294</b>
<b>8.</b>	<b>Anhang</b>	<b>299</b>
<b>9.</b>	<b>Literatur</b>	<b>335</b>

# 1. Einleitung

„Nicht über den Placebo-Effekt hinaus.“

Natalie Grams

Diese Antwort auf die Frage „*Wirken Homöopathika?*“ in einem Interview mit der Zeitung „Die Rheinpfalz“<sup>1</sup> veranlasste die Firma Hevert<sup>2</sup>, Frau Grams eine Unterlassungserklärung zukommen zu lassen<sup>3</sup>. Die ehemalige Homöopathin solle sich verpflichten, es ab sofort zu unterlassen, dies zu behaupten. Hevert, selbst Hersteller homöopathischer Arzneimittel, drohte bei Zuwiderhandlung mit einer Vertragsstrafe von 5.100 €. Die Tatsache, dass ein millionenschweres<sup>4</sup> Pharmaunternehmen so dünnhäutig und emotional auf eine belegte Tatsachenbehauptung (vgl. 4.3.1.) reagiert, illustriert eindrucksvoll, dass die Missachtung wissenschaftlicher Erkenntnisse<sup>5</sup> tief in unserer Gesellschaft verwurzelt ist. Möglicherweise sieht Hevert in Grams Aussage eine direkte Gefahr für den Absatz der hergestellten Produkte. Aber wie kann es sein, dass einer Antwort, die auf den Erkenntnissen wissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen beruht, mit solch extremen juristischen Mitteln begegnet wird?

Neben diesem Beispiel existieren unzählige weitere, in denen Wissenschaftsleugnung und antiwissenschaftliche Weltbilder im Großen (z. B. die Leugnung der menschengemachten globalen Erwärmung<sup>6</sup>) wie im Kleinen (z. B. die Zerstörung von Funkmasten aus Angst, dass der neue 5G-Standard COVID-19 verbreiten würde<sup>7</sup>) Schaden verursachen. Offenbar unterliegt die rationale Urteilsbildung einer Reihe von Effekten, die zu einem verzerrten Bild der Realität führen, in dem wissenschaftlicher Konsens nur eine von vielen „Meinungen“ darstellt.

Die Ursachen sind vielfältig. Neben (entscheidungs-)psychologischen Aspekten spielen auch soziologische Faktoren sowie (religiöse) Weltanschauungen eine große Rolle bei der Bewertung kontroverser und komplexer Themen (Björnberg et al., 2017). Akademische Experten<sup>8</sup> und Wissenschaftler werden zudem in der Regel als weniger glaubwürdig erachtet, als die eigenen Peers (Edelman Trust Barometer, 2018) Versteht man Wissenschaft als das, was Wissenschaftler machen, wird schnell ersichtlich, dass ihr Ansehen in der Gesellschaft sinkt<sup>9</sup>. Diese Entwicklung zeigt, dass dringender Handlungsbedarf in Schule und Unterricht besteht.

Im Rahmen der Bewertungskompetenz sollen Schüler dazu befähigt werden, „chemische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erkennen und bewerten“ zu können

---

<sup>1</sup> Artikel aus der Zeitung „Die Rheinpfalz“ (Reimer, 2019)

<sup>2</sup> Hevert-Arzneimittel GmbH & Co. KG

<sup>3</sup> Artikel aus der Zeitung „Süddeutsche Zeitung“ (von Eichhorn, 2019)

<sup>4</sup> 30 Millionen € Umsatz (Stand 2018) (Hofmann, 2019)

<sup>5</sup> Homöopathische Mittel wirken nicht über den Placebo-Effekt hinaus (vgl. 4.3.1.).

<sup>6</sup> Es existieren hunderte Klimaleugnerorganisationen in dutzenden Staaten der Erde (McKie, 2018). Alleine den US-Organisationen stehen beinahe 1.000.000.000 US-Dollar zur Verfügung (Brulle, 2014). Etwa drei Viertel der Menschen, die sich als Konservative oder Republikaner sehen, halten die Darstellung der Medien zur globalen Erwärmung für übertrieben (Dunlap et al., 2016).

<sup>7</sup> Innerhalb eines Monats wurden in Großbritannien 77 Funkmasten zerstört oder beschädigt (Hamilton, 2020). Sogar die WHO reagierte, indem sie die offenbar verbreitete Meinung widerlegte (World Health Organization, 2020). Auch andere Organisationen sahen sich genötigt, entsprechende Untersuchungen oder Statements zu veröffentlichen (International Commission in non-ionizing Radiation Protection, 2020). Mittlerweile wächst die Sorge bei Mobilfunkanbietern, dass weitere Funkmasten aus diesem Grund zerstört werden (Pressmann, 2020).

<sup>8</sup> In der folgenden Arbeit wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit ausschließlich die männliche Form verwendet. Sie bezieht sich auf Personen beiderlei Geschlechts.

<sup>9</sup> Im Edelman Trust Barometer wird das Ergebnis als niedrigster bisher gemessener Wert angegeben (Edelman Trust Barometer, 2018).

(Kultusministerkonferenz, 2004, S. 7). Fachtypische Kenntnisse sollen genutzt werden, um „lebenspraktisch bedeutsame Zusammenhänge zu erschließen“ (ebd.). Damit fordern die Bildungsstandards längst eine Vermittlung von Fertigkeiten, welche Lernende nicht nur zu rationaler Urteilsbildung befähigen soll. Auch eine Auseinandersetzung mit jenen Kontexten, die tatsächlich lebensweltlich relevant sind, soll erfolgen. Die Bewertungskompetenz stellt viele (angehende) Lehrkräfte allerdings vor große Herausforderungen. Entweder aus mangelndem Verständnis oder aus mangelndem Interesse werden in erster Linie Inhalte vermittelt, ohne eine angemessene naturwissenschaftliche Grundbildung und die Befähigung rationaler Urteilsbildung zu bedenken (Hartmann-Mrochen, 2011). Bewertungskompetenz sollte daher „verstärkt in den Fokus fachdidaktischer Forschung gerückt“ werden (Susanne Bögeholz et al., 2018a, S. 261). Auch Kolsto beschreibt fundierte Urteilsbildung als Ziel naturwissenschaftlichen Unterrichts und sieht die Fähigkeit, kriteriengeleitete Entscheidungen zu treffen als Kern der Wissensvermittlung<sup>10</sup> an (Kolstø & Ratcliffe, 2007). Denn wie, wenn nicht mit Fachwissen und Methodik, lassen sich Behauptungen wie die folgende als Pseudowissenschaft entlarven?

*„Tafelsalz besteht meistens aus einem Drittel Glas, einem Drittel Sand und einem Drittel Salz. Also kratzt das Glas oder der Sand an den Arterien und sie fangen an zu bluten. Also geht das ganze Cholesterin dorthin um es zu stoppen, um es zu retten – um den Blutdruck zu stoppen, damit man nicht innerlich verblutet.“<sup>11</sup>*

Leonard Coldwell<sup>12</sup>

Aussagen wie diese, die bestehende wissenschaftliche Erkenntnisse ignorieren oder beliebig manipulieren, sind keine Randerscheinung (vgl. 2.1.5.). Hornsey und Fielding geben zu bedenken, dass eine solche Wissenschaftsleugnung, so absurd sie manchem Leser erscheinen mag, nicht zu unterschätzen ist: *„At this point, we would like to reemphasize that this is not a niche concern. (...) Those who hold opinions that fall outside the scientific consensus are not a small, ignorable minority“* (Hornsey & Fielding, 2017, S. 470). Bereits harmlos erscheinende Vorstellungen beinhalten häufig Aspekte, die mit dem derzeitigen Stand der Forschung nicht in Einklang zu bringen sind: „Bei Vollmond kann ich nicht schlafen.“, „Gentechnisch verändertes Gemüse ist ungesund.“, „Homöopathie ist eine wirksame Medizin.“ Offenbar beeinflussen Emotionen und Bauchgefühl in hohem Maße unsere Urteilsbildung, insbesondere dann, wenn uns Kontexte persönlich betreffen. Es bedarf dringend geeigneter Werkzeuge, sowie des Willens, um sich adäquat und zielgerichtet mit unwissenschaftlichen Behauptungen auseinanderzusetzen zu können. Ohne ein solides und rationales Fundament besteht ansonsten immer wieder die Gefahr, Quacksalber und Scharlatanen, alternativen Fakten und Fake News aufzusitzen<sup>13</sup>.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, eine Unterrichtskonzeption zu entwickeln, durch die Lernende zu rationalen Reflexionen kontroverser Themen befähigt werden. Dabei stehen wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen im Mittelpunkt. Diese zu erarbeiten und anzuwenden bildet den Kern der Konzeption. Lehrkräften soll dadurch die Möglichkeit gegeben werden, sich intensiv der Vermittlung von kriteriengeleiteter Bewertungskompetenz im Unterricht zu widmen.

---

<sup>10</sup> anhand kontroverser Kontexte

<sup>11</sup> Auszug aus Coldwells Internetpräsenz (René, 2015)

<sup>12</sup> Leonard Coldwell heißt mit bürgerlichem Name Bernd Klein und hat, nach eigenen Angaben, bereits 57.000.000 seiner Bücher verkauft (Grotepass, 2019)

<sup>13</sup> Natürlich sind nicht alle irrationalen Vorstellungen problematisch, aber ungefährliche können häufig nahtlos an gefährliche anknüpfen (vgl. Bromme, 2020; 2.3.2.5.).

Praktischer Output: *Entwicklung einer praktikablen und stabilen Unterrichtsintervention zur Vermittlung von Bewertungskompetenz anhand selbst erarbeiteter Prüfkriterien*

Theoretischer Output: *Beschreiben von Eigenschaften der entwickelten Intervention, welche eine rationale Bewertung kontroverser naturwissenschaftlicher Kontexte unterstützt*

*Beschreiben von Gestaltungsaspekten unterrichtlicher Interventionen zur Vermittlung von Bewertungskompetenz mittels kriteriengeleiteter Urteilsbildung*

Dieser Output soll Anreize für Lehrkräfte schaffen, um die abstrakte prozessbezogene Kompetenz „Bewertung“ mit pragmatischen Handlungsoptionen greifbarer zu machen. Die Arbeit soll zudem ein Plädoyer für zeitgemäßen Chemieunterricht sein, welcher die folgenden Aspekte verstärkt berücksichtigt:

- Die explizite Thematisierung und Vermittlung eines aktuellen und rationalen Wissenschaftsverständnisses an Lernende.
- Ein Bewusstsein bei Lehrkräften für die Relevanz wissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen.
- Das Thematisieren besonders kontroverser Kontexte im Unterricht.

Zu diesem Zweck wird umfangreiches Material entwickelt und erprobt, welches Lehrkräften ermöglicht, Lernende zu rationalen, kriteriengeleiteten Entscheidungen zu befähigen. Die Ergebnisse sollen auch Aufschluss über Lern-, Entscheidungs- und Urteilsprozesse geben. In einem letzten Schritt werden mögliche Anknüpfungspunkte für kommende Forschungsarbeiten, die sich mit der gleichen (oder einer ähnlichen) Thematik beschäftigen, formuliert.

Die übergeordnete Fragestellung lautet:

*Wie können Lernende dazu befähigt werden, kontroverse naturwissenschaftliche Kontexte kriteriengeleitet zu bewerten?*

Die Arbeit umfasst im Wesentlichen zwei Teile. Der theoretische Rahmen (2.) beinhaltet sämtliche Erkenntnisse aus den Bereichen Wissenschaft (2.1.), Bewertungskompetenz (2.2.), Erkenntnisse der Psychologie (2.3.) und Kontexte zur Vermittlung von Bewertungskompetenz (2.4.). Dazu wird Literatur gesichtet und in Beziehung gesetzt, die für den empirischen Teil der Arbeit von Relevanz ist. In Form von Zusammenfassungen und Essenzen am Ende der jeweiligen Kapitel werden diese zur späteren Nutzung dargestellt. Der empirische Teil umfasst eine ausführliche Beschreibung des methodischen Vorgehens (3.), sowie den tatsächlichen Projektverlauf. Dieser erfolgt im Rahmen des Design-Based Research-Ansatzes und verfolgt die oben formulierten Ziele und die übergeordnete Fragestellung (Barab & Squire, 2004). Diese Methodik stellt einen iterativen Prozess dar, der direkt an ein bestehendes Problem aus der Praxis (s. o.) anknüpft (3.). Der eigentlichen Entwicklung der Unterrichtskonzeption mit dem Namen

choice<sup>2</sup>reflect gehen dabei mehrere Schritte voraus. So werden zu Beginn sieben leitfadengestützte Interviews durchgeführt, um ein besseres Verständnis für die Nutzung von Fachwissen bei Entscheidungsprozessen zu erhalten (4.1.1.). Eine Fragenbogenstudie gewährt einen tieferen Einblick in das vorliegende Verständnis von Wissenschaft (4.1.2.). Aufbauend auf diesen Ergebnissen erfolgt eine sorgfältige Analyse, die die Entwicklung von Unterrichtsmaterialien maßgeblich beeinflusst.

Die Entwicklung und Erprobung wissenschaftlicher Prüfkriterien (4.2.1. – 4.2.9.) wird ausführlich präsentiert. Dabei liegt ein Schwerpunkt der Auswertung auf Gelingensbedingungen bei der unterrichtlichen Auseinandersetzung mit den Materialien.

Inwieweit der Kontext Homöopathie, welcher sich in 4.1.1. & 4.1.2. als sehr interessant für Lernende zeigte, für den Einsatz im naturwissenschaftlichen Unterricht geeignet ist, stellt den nächsten Schritt des Forschungsansatzes dar (4.3.1.). Zur Konkretisierung wurde wiederum Material entwickelt und erprobt (4.3.2.). Es stellt einen Einstieg in den Kontext dar, welcher Anreize zu einer problemorientierten und kriteriengeleiteten Auseinandersetzung bieten soll.

Sämtliche Erkenntnisse fließen zusammen in einem vierten Schritt, in dem die Unterrichtskonzeption choice<sup>2</sup>reflect entwickelt und die designten Materialien erprobt werden. Dazu werden zuerst generelle Aspekte einer didaktischen Rahmung zur Vermittlung von Bewertungskompetenz beschrieben (4.4.1.). Darauf folgt die Entwicklung und Beschreibung der Unterrichtskonzeption, welche nachfolgend in Form einer unterrichtlichen Intervention in Gänze durchgeführt wird.

Die Daten beinhalten Tonaufnahmen (4.1.1.; 4.2.2.; 4.2.3.; 4.2.4.; 4.3.2.), Videografien (4.2.6.; 4.4.2.), sowie ausgefüllte Arbeitsblätter (4.2.2.; 4.2.3.; 4.2.4.; 4.2.6.; 4.4.2.) und Fragebögen (4.1.2.; 4.2.4.; 4.3.2.; 4.4.2.) in Kleingruppen (4.1.1.; 4.2.3.; 4.3.2.), sowie in Klassenstärke (4.2.2.; 4.2.4.; 4.2.6.; 4.4.2.). Die Auswertungen erfolgen jeweils angepasst an die jeweiligen Fragestellungen und werden an entsprechender Stelle beschrieben.

Abschließend werden die Erkenntnisse der einzelnen Schritte zusammengefasst (5.). Darauf folgt die Reflexion der lernförderlichen und -hinderlichen Aspekte und des theoretischen sowie praktischen Outputs der Arbeit. Dabei werden zuerst die praktischen Merkmale der Unterrichtskonzeption choice<sup>2</sup>reflect reflektiert (6.1). Daran knüpft eine erste vorsichtige Theoriebildung an, in der erste Generalisierungen der Ergebnisse vorgenommen werden (6.2.). Die Diskussion sowie ein Ausblick auf weiterführende Fragestellungen stellen das letzte Kapitel der vorliegenden Arbeit dar.

## 2. Theoretischer Rahmen

In der Motivation zu dieser Arbeit werden unterschiedlichste Problemfelder beschrieben. Der theoretische Hintergrund fasst diese in vier Kapiteln zusammen. Unter 2.1 werden die Begriffe *Wissenschaft* und *Nature of Science* ausführlich untersucht und mit speziellem Fokus auf Anwendbarkeit und Nützlichkeit in Schulen beschrieben. In Kapitel 2.2 werden zum einen die Rolle der Wissenschaft in den *Bildungsstandards* diskutiert und zum anderen die bisherigen Erkenntnisse zum *Kompetenzbereich Bewertung* ausführlich erörtert. Letzterer wird im Kapitel 2.3 weiterführend diskutiert, indem aktuelle Erkenntnisse der Kognitionswissenschaft und der *Entscheidungspsychologie* mit denen der Didaktik verknüpft werden. In 2.4 wird ein Blick auf Kontexte zur Vermittlung von Bewertungskompetenz für den naturwissenschaftlichen Unterricht geworfen. Am Ende der jeweiligen Kapitel erfolgt eine kurze Zusammenfassung und eine Sammlung sogenannter *Essenzen*, die für den empirischen Teil dieser Arbeit relevant sind.

### 2.1. Wissenschaft

*“Science is more than a body of knowledge, it’s a way of thinking, a way of skeptically interrogating the universe with a fine understanding of human fallibility.”*

**Carl Sagan**

Mit dieser Analyse des Wissenschaftsbegriffs verknüpft Sagan eine bestimmte wissenschaftliche Geisteshaltung bzw. skeptisches Erforschen unserer Umwelt direkt mit einem feinen Gespür für die eigene Fehlbarkeit. Diese untrennbare Verknüpfung von Wissenschaft auf der einen und Reflexion der eigenen Fertigkeiten auf der anderen Seite bildet ein solides Fundament zum tieferen Verständnis des viel diskutierten Wissenschaftsbegriffs und dem, was direkt oder indirekt damit verbunden ist.

Um zu verstehen, inwieweit wissenschaftliches Denken bei der Bewertung naturwissenschaftlicher Kontroversen eine Rolle spielt, ist es wichtig zu verstehen, was wissenschaftliches Denken überhaupt ausmacht. Ziel dieses Kapitels soll demnach sein, zu klären, was unter dem mehrdeutigen Begriff Wissenschaft verstanden werden kann, warum dieser überhaupt mehrdeutig ist und welche Aspekte dieser Auseinandersetzung relevant sind für den empirischen Teil dieser Arbeit.

In der Einleitung wurde bereits angedeutet, welche wichtige Rolle das Verstehen wissenschaftlicher Erkenntnisse heute spielt (1). Dies impliziert auch, dass ganz klar ist, was wissenschaftliche Erkenntnisse sind (und was nicht). Die zunehmende Konfusion rund um eine eindeutige Definition von Wissenschaft macht eine ausführliche Analyse notwendig um Handlungsoptionen für die Vermittlung damit verbundener Konzepte entwickeln zu können.

Die Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Kontroversen setzt ein Verständnis naturwissenschaftlicher Methoden sowie Denk- und Arbeitsweisen voraus. Gott & Duggan, bezugnehmend auf Ryder & Davis, explizieren die Bedeutung wissenschaftlicher Erkenntnisse bei Entscheidungsfindungsprozessen (Gott & Duggan, 2007). Das experimentelle Design von Experimenten und Tests zu verstehen sei demnach ebenso wichtig (oder sogar wichtiger) wie das Verstehen von den dadurch produzierten Ergebnissen/Erkenntnissen. Der wissenschaftlichen Methodik kommt dadurch eine sehr prominente Rolle zu. Gott & Duggan sehen in ihr eine

Grundvoraussetzung um (reflektierte) Entscheidungen über jene naturwissenschaftlichen Aspekte zu treffen, die das eigene Leben direkt beeinflussen können (Gott & Duggan, 2007).

Kurz: Wissenschaftliche Methodik ist ein notwendiges Werkzeug um sich immer dann eine Meinung zu bilden, wenn etwas, das unser Leben beeinflusst, naturwissenschaftliche Aspekte aufweist oder benötigt (Ryder, 2001). Dies sind starke Indizien dafür, dass in Entscheidungsprozessen innerhalb kontroverser naturwissenschaftlicher Kontexte nicht nur wissenschaftliche Erkenntnisse adäquat beurteilt werden sollten. Vielmehr müssen die Wege und Prozesse, welche zum Erlangen dieser Erkenntnisse nötig waren, verstanden werden.

In diesem Kapitel wird zu Beginn der Begriff Wissenschaft untersucht, indem verschiedene Definitionen miteinander verglichen werden (2.1.1). Es folgt ein kritischer Vergleich zwischen *Science* und *Wissenschaft*, der sowohl etymologisch als auch in seiner jetzigen Bedeutung notwendig für ein Verständnis der Thematik ist (2.1.2). Die Übersicht über die Erkenntnisse aus der Forschung zur Natur der Naturwissenschaft beinhaltet bereits wichtige Implikationen für Unterrichtsinterventionen (2.1.3). Im darauffolgenden Abschnitt wird das Experiment und dessen Zusammenhang mit dem Wissenschaftsbegriff thematisiert (2.1.4). Unter 2.1.5 findet eine ausführliche Auseinandersetzung mit Pseudowissenschaften statt. Es folgen eine kurze Zusammenfassung des gesamten Kapitels (2.1.6) sowie eine Auflistung der Essenzen, welche als pragmatische Handlungsanweisungen bei der Vermittlung von Wissenschaftsverständnis zu verstehen sind (2.1.7).

### 2.1.1. Definition(en) von Wissenschaft

Der Begriff Wissenschaft hat sich im Laufe der Jahrhunderte gewandelt und ist heute nicht klar definierbar. Im Wesentlichen gibt es zwei (nicht trennscharfe) Möglichkeiten ihn zu beschreiben:

1. Wissenschaft bezeichnet die Gesamtheit aus Wissen, Erfahrungen und Erkenntnissen. Diese wird ständig systematisch erweitert, gesammelt und überliefert (Brockhaus, 1994). Wissenschaft ist ein komplexes System aus Erkenntnissen über die Eigenschaften, Gesetzmäßigkeiten und kausalen Zusammenhänge in der natürlichen Welt (Klaus & Buhr, 1975).
2. Wissenschaft ist ein *methodischer Prozess*, um zu Erkenntnissen zu gelangen. Sie beschreibt eine Vielzahl von Methoden, welche uns ermöglichen, Phänomene präzise und intersubjektiv nachvollziehbar untersuchen und beschreiben zu können (Carrier, 2011, S. 312; Kohlstedt, 2005)<sup>14</sup>. Wissenschaft ist demnach nicht nur ein in sich stimmiges System aus Erkenntnissen, sondern steht auch nicht im Widerspruch zu unwiderlegten wissenschaftlich begründeten Theorien außerhalb seiner eigenen Grenzen (innere und äußere Konsistenz) (Grams, 2018). Sie ist ein systematisiertes *Verfahren zur Überprüfung* von Phänomenen der natürlichen Welt und zur Gewinnung von Erkenntnissen, also nachweislich begründbaren Aussagen (Grams, 2018). Die wissenschaftliche Methode ist damit in der Lage Naturereignisse objektiv und auf reproduzierbare Art und Weise zu beschreiben (Dalla Chiara & Di Francia, 1976, S. 13).

---

<sup>14</sup> Im Oxford Dictionary kann der Begriff „Science“ auf das Jahr 1834 zurückdatiert werden.

Heute wird der Begriff *Wissenschaft* vermehrt mit der *wissenschaftlichen Methode* bzw. dem *methodischen Prozess* assoziiert (Carrier, 2011, S. 312).

### 2.1.2. Science vs. Wissenschaft

Im deutschsprachigen Raum wird der Begriff *Wissenschaft* häufig „breiter“ verwendet als im englischsprachigen. Er umfasst sowohl Natur- als auch Geisteswissenschaften. Im anglophonen Bereich werden nur die logischen/empirischen nomothetischen Wissenschaften (Gesetzeswissenschaften, die nach allgemeinen Erkenntnissen streben und diese in Gesetze fassen) nicht jedoch idiographische Wissenschaften (streben nach partikulären Erkenntnissen und fassen diese in Einzelaussagen zusammen) ‚science‘ genannt. Letztere werden als ‚arts‘ oder ‚humanities‘ bezeichnet (Lehmann, 2020).

Auch Bussmann gibt an, den „Begriff *Wissenschaft* in der deutschen Verwendungsweise“ zu nutzen (Bussmann, 2014). Sie hält eine Trennung der verschiedenen Disziplinen aufgrund ihrer Vernetzungen für nicht sinnvoll und bezieht sich dabei unter anderem auf Hansson (Bussmann, 2014). Dieser sieht ebenfalls Vorteile im deutschen, weiter gefassten Begriff *Wissenschaft* (Hansson, 2008, S. 2). Hansson begründet dies damit, dass vor allem eine Abgrenzung gegenüber der Pseudowissenschaft sehr wichtig sei (vgl. 2.1.5). Seiner Auffassung nach hat die deutsche, erweiterte Verwendungsweise des Begriffs „the advantage of more adequately delimiting of the systematic knowledge that is at stake in the conflict between science and pseudoscience“ (Hansson, 2008). Hansson macht aus der Not (dem sehr weit gefassten und dadurch ungenauem Verständnis von *Wissenschaft*) eine Tugend, indem er gerade dieses Konstrukt aus *science*, *arts* und *humanities* als eine Art gemeinsame Opposition gegen *Pseudowissenschaft* betrachtet.

Auch Harris benennt das Problem der Begriffskonfusion und genau wie Bussmann und Hanson sieht er die Lösung in einem erweiterten Verständnis (Harris, 2014). Er geht insofern noch einen Schritt weiter, als dass er nicht nur weitere Wissenschaftsdisziplinen unter einem Begriff zusammenfassen will, sondern „science“ als untrennbar verbunden sieht mit menschlicher Vernunft:

*„We must abandon the idea that science is distinct from the rest of human rationality. When you are adhering to the highest standards of logic and evidence, you are thinking scientifically. And when you’re not, you’re not.“*

(Harris, 2014)

### 2.1.3. Nature of Science

Der Komplexität des Wissenschaftsbegriffs wird auch in den Didaktiken Rechnung getragen. Unter *Nature of Science*<sup>15</sup> (NOS) wird das „Wissen und Reflektieren über die Natur der Naturwissenschaften“ subsumiert (Koska & Krüger, 2012). Koska und Krüger fassen die von McComas & Olson (McComas & Olson, 1998), Osborne et al. (Osborne et al., 2001) und

---

<sup>15</sup> auch Natur der Naturwissenschaften

Lederman et al. (Lederman et al., 2002) entwickelten und weithin anerkannten NOS-Aspekte in 6 Kategorien zusammen<sup>16</sup> (Koska & Krüger, 2012, S.118):

1. Sozialer und kultureller Einfluss
2. Kreativität in der Naturwissenschaft
3. Beobachtung und Schlussfolgerung
4. Veränderbarkeit von naturwissenschaftlichem Wissen
5. Theorie und Gesetz
6. Vielfalt naturwissenschaftlicher Methoden

Damit konnte ein Fundament dafür gelegt werden, was unter NOS zu verstehen war. Diese relativ klar formulierten Kategorien sollten jedoch nicht darüber hinweg täuschen, dass „no consensus presently exists among philosophers of science, historians of science, scientists, and science educators on a specific definition for NOS“ (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000, S. 666). Etliche Jahre, Studien und Definitionen später schlugen Lederman et al. einen eher pragmatischen Weg ein. Sie geben zu bedenken, dass „many of the disagreements about the definition or meaning of NOS that continue to exist among philosophers, historians, and science educators are irrelevant to K-12<sup>17</sup> instruction“ (Norman G Lederman et al., 2014).

Mittlerweile gibt es eine Reihe von Standards und Vorgaben überall auf der Welt, die Nature of Science klar implementiert im Bildungsalltag sehen. So benennen etwa die NGSS<sup>18</sup> Aspekte von NOS, die zur Vermittlung eines differenzierten Verständnisses von Wissenschaft und wissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung unerlässlich seien (NGSS Lead States, 2013). In einem Anhang werden unter der Überschrift „Understanding the Scientific Enterprise“ jene „Understandings about the Nature of Science“ kategorisiert aufgelistet, die Lehrer innerhalb vier Progressionsstufen vermitteln sollen:

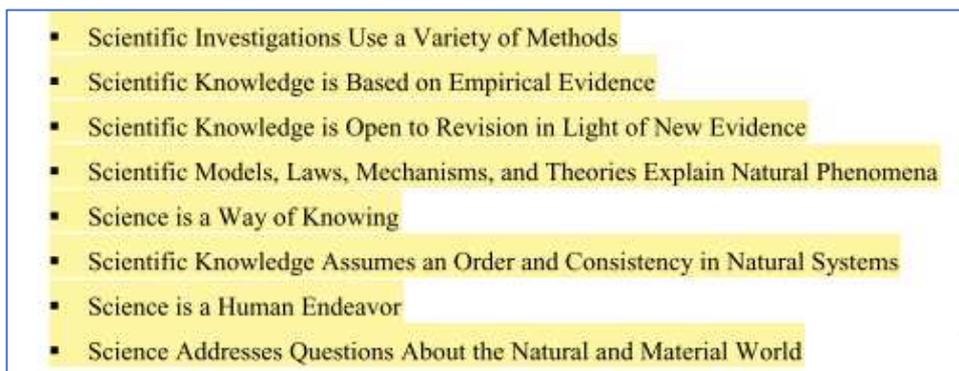
- 
- Scientific Investigations Use a Variety of Methods
  - Scientific Knowledge is Based on Empirical Evidence
  - Scientific Knowledge is Open to Revision in Light of New Evidence
  - Scientific Models, Laws, Mechanisms, and Theories Explain Natural Phenomena
  - Science is a Way of Knowing
  - Scientific Knowledge Assumes an Order and Consistency in Natural Systems
  - Science is a Human Endeavor
  - Science Addresses Questions About the Natural and Material World

Abbildung 1: NOS-Aspekte der NGSS (NGSS Lead States, 2013, S.4)

<sup>16</sup> siehe Anhang T1

<sup>17</sup> zusammenfassende Bezeichnung für den primären und sekundären Bildungsbereich (vom Kindergarten bis zur 12. Klasse)

<sup>18</sup> Die Next Generation Science Standards (NGSS) sind eine Initiative in den Vereinigten Staaten, um neue Bildungsstandards zu schaffen und zu etablieren.

Diese lassen sich einteilen in jene, die stark assoziiert sind mit Methoden bzw. Prozessen (die ersten vier), sowie solche, die eher übergreifende Konzepte darstellen (die letzten vier). Zusätzlich zu diesen „appropriate grade-level outcomes“ schließt das Kapitel damit, wie NOS in „school programs“ mehr Nachdruck verliehen werden kann (NGSS Lead States, 2013, S. 1&7). Damit vertreten die NGSS eine klare Position in Bezug auf die Notwendigkeit einer akzentuierten NOS-Thematisierung im Unterricht. Bis November 2017 haben bereits 19 Staaten der USA beschlossen diese Standards umzusetzen. 21 weitere wollen dies zeitnah tun. Damit bilden die NGSS breit akzeptierte Richtlinien, dessen Einfluss weltweit spürbar sein wird und auch in dieser Arbeit zur Orientierung dient.

Auch im deutschsprachigen Raum gibt es Plädoyers für eine (verstärkte) Vermittlung von NOS-Aspekten. Kötter und Hammann sprechen sich aus für ein „teaching about NOS“ was ihrer Meinung nach eine grundlegende Veränderung darstellt „*from the teaching of definite views about what science is to acknowledging that there is an open discourse about different perspectives on science*“ (Kötter & Hammann, 2017).

Auch Alters fordert, Lehrer „should employ a philosophically pluralistic approach to teaching the NOS“ (Alters, 1997) S. 48-49). Er gibt zu bedenken, dass „*no one agreed-on NOS exists*“ (ebd, S. 48). Die „*basic tenets (criteria) for the nature of science*“, die sowohl implizit als auch explizit gelehrt werden sollten, müssten überdacht werden und es sollten passendere Kriterien entwickelt werden (Alters, 1997). Smith et al. setzen dem entgegen, dass die von Alters gesammelten Daten auch eine gegenteilige Behauptung, nämlich, dass eben die Grundsätze des NOS-Lehrens sehr wohl beibehalten werden sollten, belegen könnten (Smith et al., 1997) S. 1103).

Damit ist die Konfusion darum, wie NOS gelehrt werden sollte, perfekt. Auf der einen Seite stehen Smith, McCormas, Lederman, Bell und Clough, die klare Kriterien vermitteln wollen und eine Thematisierung der philosophischen bzw. tiefergehenden Aspekte als „*inappropriate for students at this age*“ (Smith et al., 1997) betrachten. Sie sehen „*science-reflective controversies*“ (bei Kötter und Hammann auch „teaching about NOS“) als „*(i) abstract and unintelligible and (ii) irrelevant for real (societal) life*“ an (Smith et al. in Kötter & Hammann, 2017). Auf der anderen Seite finden sich Alters sowie Kötter und Hammann, die sich für ein solches „teaching about science“ aussprechen und unter anderem zu bedenken geben, dass es unklar bliebe, ob der GA<sup>19</sup> wirklich „to a person’s ability to make decisions about socioscientific issues“ beiträgt (Kötter & Hammann, 2017, S. 465). Sie plädieren dafür, dass Lernende eher (intellektuelle) Werkzeuge erhalten sollten, welche benötigt werden, um wissenschaftliche Erkenntnis, Wissenschaft an sich, sowie Meinungen anderer kritisch zu reflektieren (Kötter & Hammann, 2017, S. 454).

NOS im Unterricht zu vermitteln kann zudem auch negative Effekte haben. Clough weist darauf hin, dass festgelegte Grundsätze der NOS für Lehrer „something to be taught rather than investigated“ werden könnten (Clough, 2007). Auch können einzelne Aspekte von NOS, wie etwa die Vermittlung des vorläufigen Charakters wissenschaftlicher Erkenntnisse, auch Probleme mit sich bringen. Letzteres könne etwa dazu führen, dass Schüler, die wissenschaftliches Wissen als absolut angesehen hatten, nun ins andere Extrem abdriften und es als vage und unglaubwürdig ansehen (Clough, 2007). Dieses Problem beschreibt auch Schwab. Er plädiert für eine Vermittlung wissenschaftlicher Erkenntnisse „mit Herz und Hand“, also für die Nutzung emotionsauslösender Gestaltungsmerkmale (z. B. gefühlsbetonte Präsentationsformen) (Schwab, 2015, S. 43). Schwab beschreibt allerdings eine Einschränkung: „Berichte, die betonen, dass

---

<sup>19</sup> General Aspect Approach (Kampourakis, 2016)

wissenschaftliches Wissen vorläufig ist und auf Vermutungen basiert, z. B. durch Sprachwendungen wie „es könnte“ oder „vermutlich“, wirken sich dann besonders nachteilig auf den Wissenserwerb aus, wenn diese Beiträge eher unterhaltsam gestaltet sind“ (Schwab, 2015, S. 43).

Leider ist die Forschung nicht eindeutig, was die Vermittlung von NOS seitens Lehrkräften betrifft, die sich wiederum in ihrem eigenen Verständnis unterscheiden. Die „complexity of the relationship between teachers' understandings of the NOS and their classroom practice“ (Abd-El Khalick et al., 1998) sorgt dafür, dass Studienergebnisse sehr breiten Interpretationsspielraum lassen. Die Verinnerlichung der NOS-Kriterien (GA) und ein damit einhergehendes Verständnis von Wissenschaft beeinflusst leider nicht zwangsläufig die Unterrichtspraxis der Lehrer (Abd-El Khalick et al., 1998). Diese Beobachtung machen nach Abd-El Khalick auch Brickhouse (Brickhouse, 1990), Duschl & Wright (Duschl & Wright, 1989), Hudson (Hudson et al., 1993), Lederman (Norman G Lederman, 1992) und Lederman & Zeidler (N. G. Lederman & Zeidler, 1987). So seien Instruktionen der Lehrkräfte, wie sie NOS im Unterricht vermitteln sollten, durchaus nötig und hilfreich, reichten aber alleine nicht aus (Abd-El Khalick et al., 1998). Abd-El Khalick et al. geben zwar auch Empfehlungen, wie Lehrkräfte entsprechend instruiert werden können um NOS adäquater zu vermitteln. Gess-Newsome & Lederman beschreiben in diesem Zusammenhang allerdings direkt auch die Probleme, die dies mit sich bringt. So seien etwa (Biologie-)Lehrer kaum in der Lage NOS adäquat zu unterrichten, da ihr eigenes Verständnis dafür gar nicht ausreicht. Und selbst wenn sie selbst NOS verinnerlicht haben, findet eine adäquate Umsetzung/Vermittlung im Unterricht nicht statt (Gess-Newsome & Lederman, 1995, S.322). Auch 5 Jahre später beschreiben Abd-El Khalick und Lederman immer noch ähnliche Problematiken: „Possessing adequate understandings of NOS is not sufficient to enable teachers to enhance students' conceptions of the scientific enterprise“ (Abd-El Khalick & Lederman, 2000, S. 696). Sie weisen darauf hin, dass vor allem „explicitness and reflectivness“ prominente Rollen spielen sollten bei jeglichen Versuchen NOS-Konzepte der Lehrkräfte zu verbessern (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000, S. 665).

Auch Osborne thematisiert die besondere Rolle der Lehrer im Kontext NOS. So würden Schüler praktisch nichts „mitnehmen“, „unless there is a careful mediation on the part of the teacher across lessons to frame explicitly the process and outcomes of these activities and to draw attention to their generic features“ (Osborne et al., 2001).

Die Konsequenzen dieser Schwierigkeiten im Umgang mit NOS im Unterricht zeigen sich unter anderem darin, dass Schüler ein „nicht ausreichendes und verzerrtes Bild über das Wesen der Naturwissenschaft“ haben (Schaake, 2011). Damit formuliert Schaake indirekt einen Bedarf nach einem einheitlichen Bild von Wissenschaft.

#### **2.1.4. Das Experiment**

Unter einem Experiment versteht man die methodisch angelegte Untersuchung zur empirischen Gewinnung von Informationen (Daten). Experimente in den Naturwissenschaften lassen sich als Fragen an die Natur verstehen – in den Sozialwissenschaften als Frage an die gesellschaftliche Wirklichkeit (Hager, 1987). Eine geeignete Versuchsanordnung ist die Grundlage einer Untersuchung. Werden zudem Versuchspersonen benötigt, spricht man vom Forschungsdesign. Damit stellt das Experiment die zentrale Untersuchungsmethode zur Prüfung einer Hypothese dar (Rieß & Robin, 2012).

Bei experimentellen Studien werden unabhängige und abhängige Variablen so definiert, dass sie differenzierbar sind. Gewonnene Daten zweier Gruppen werden unterschieden. Man spricht

von Experimental- und Kontrollgruppe. Bei erneutem Durchlauf kann entweder versucht werden, mit der gleichen Versuchsanordnung das Ergebnis zu reproduzieren, oder es können mit einer Änderung der unabhängigen Variablen weitere Erkenntnisse gewonnen werden. Auf korrelative Studien wird dann zurückgegriffen, wenn die Kausalität nicht eindeutig<sup>20</sup> ist und/oder die Störvariablen nicht kontrolliert werden können. Von einem Quasi-experimentellen Design spricht man, wenn bei der Einteilung in Kontroll- und Experimentalgruppe nicht randomisiert wurde. Hier können keine echten Kausalzusammenhänge gefolgert werden. Bei experimentellen (randomisierten) Studien wird im Gegensatz zu Quasi-Experimenten nicht über die Eigenschaften bestimmt, wer in welche Gruppe kommt.

Es zeigt sich, dass Experimente relativ klare Eigenschaften und Kriterien haben und dass sie sich zudem klassifizieren lassen. Die Tätigkeit des Experimentierens kann als komplexer Problemlöseprozess gesehen werden (Klahr et al., 2000).

*Hinweis: Auf eine weitere tiefere Auseinandersetzung wird verzichtet. Weitere Aspekte werden im empirischen Teil dieser Arbeit thematisiert (4.2).*

## **2.1.5. Pseudowissenschaft**

In den vorangegangenen Kapiteln wurde deutlich, dass sich der Begriff Wissenschaft durch seine Komplexität auf den ersten Blick einer eindeutigen Definition entzieht. Ein reflektiertes und vor allem klares Wissenschaftsverständnis ist jedoch essentiell im Umgang mit pseudowissenschaftlichen und esoterischen Lehren (Bussmann, 2014, S.23). Was genau unter Pseudowissenschaft zu verstehen ist und wo genau trennscharfe Abgrenzungen zur Wissenschaft liegen, soll in diesem Kapitel erörtert werden.

### **2.1.5.1. Was ist Pseudowissenschaft?**

Pseudowissenschaft ist notwendigerweise in Relation bzw. Abgrenzung zu Wissenschaft zu definieren (Shermer, 2013, S. 203). Inhalte sind entweder in wissenschaftlichen Grauzonen einzuordnen, noch nicht belegt, bereits widerlegt oder klingen wissenschaftlich, sind es aber nicht (Shermer, 2013, S. 203). Beispiele für Pseudowissenschaften sind z. B. Astrologie und Telepathie, aber auch der Glaube an Engel oder UFO, Kreationismus, Wiedergeburt etc. (Shermer, 2013, S. 204). An diese Dinge zu glauben mag abstrus anmuten, ist aber in vielen Ländern durchaus normal<sup>21</sup>.

Der Begriff „Pseudowissenschaft“ subsumiert das, was nicht Wissenschaft ist, aber ähnliche Geltungsansprüche hat, ohne dass die Behauptungen seriös bzw. wissenschaftlich erprobt sind (Bussmann, 2014, S.17). Menschen werden Alternativen zu wissenschaftlichen Weltbildern und Perspektiven vorgeschlagen, die ihnen Orientierung im Alltagsleben geben sollen. „Die meisten dieser Praktiken und Theorien versäumen es aber nicht, sich bei den Wissenschaften zu bedienen, wenn es um die Absicherung ihrer Glaubwürdigkeit geht, und genau das macht es

---

<sup>20</sup> Dies ist der Fall, wenn nicht eindeutig ist, was abhängige und was unabhängige Variable ist.

<sup>21</sup> Von 2303 befragten Amerikanern glauben 72% an Engel, 32% an UFOs, 40% an Kreationismus (mehr, als an Evolution glauben) und 20% an Wiedergeburt (Harris Interactive, 2009). 31% der Amerikaner glauben an Telepathie und 25% an Astrologie (Moore, 2016).

für den Laien so schwer zu erkennen, ob die Behauptungen seriös sind, d. h. tatsächlich wissenschaftlich erprobt sind“ (Bussmann, 2014, S.17).

### 2.1.5.2. Demarkationsproblem

Ein viel diskutiertes Problem in der Wissenschaftstheorie stellt die Abgrenzung von Wissenschaft und Pseudowissenschaft dar (Bussmann, 2014, S.21). Es ist allerdings nicht eindeutig, wo eine klare Linie zu ziehen ist, was genau als Wissenschaft angesehen werden kann und was nicht. Ganz pragmatisch könnte man das als Wissenschaft bezeichnen, was Wissenschaftler tun (Shermer, 2013, S. 207). Mit dieser Definition entsteht aber direkt die nächste Frage, nämlich: Wer ist Wissenschaftler?

Die Ursprünge des Demarkationsproblems liegen in den 50er Jahren und gehen auf Popper zurück, der die Falsifizierbarkeit als adäquates Attribut ansieht, um wissenschaftliche Behauptungen gegenüber nichtwissenschaftlichen abzugrenzen (Popper, 2007, S. 43). Kuhn nannte später fünf „core criteria“, nach welchen alle wissenschaftlichen Theorien beurteilt werden sollten (T. Kuhn, 1974, S.321):

1. *Accuracy* – empirical adequacy with experimentation and observation
2. *Consistency* – both internally and externally with other theories
3. *Scope* – broad implications for phenomena beyond those the theory was initially designed to explain
4. *Simplicity* – the simplest explanation is to be preferred<sup>22</sup>
5. *Fruitfulness* – new phenomena or new relationships among phenomena should result

James Ladyman argumentiert, dass Kuhn unglücklicherweise selber kaum glaubte, dass sich Wissenschaftler darauf einigen könnten, wie diese Kriterien gewichtet werden könnten (Ladyman, 2013). Es gehe schließlich um Urteile, Meinungen sowie unterschiedliche Wertevorstellungen und die seien eben verschieden und müssten auch unterschiedlich bewertet werden. Gleiches gilt auch für Poppers Falsifizierbarkeit. Auch diese lässt sich nicht auf die vielen verschiedenen Arten von Aussagen anwenden. So konnte sich die wissenschaftliche Gemeinschaft nicht auf einheitliche Kriterien zur Bewertung wissenschaftlicher Behauptungen einigen. Spätestens 1983 wurde deutlich (formuliert), dass eine Demarkation nicht in Sicht ist (Laudan, 1983). Es kam es aus der Mode, sich damit zu beschäftigen. Die Thematik war zu kompliziert (Laudan, 1983). Eine Umfrage unter beinahe 200 Mitgliedern der Philosophy of Science Association in the United States verdeutlichte diesen Trend: 89% der Befragten waren der Ansicht, dass kein einziges universelles Abgrenzungskriterium existiere geschweige denn bereits gefunden wurde (Alters, 1997).

Eine dichotome Unterscheidung zwischen Wissenschaft und Pseudowissenschaft ist zudem deshalb nicht möglich, da nicht alles, was nicht Wissenschaft ist automatisch Pseudowissenschaft ist (z. B. Kunst) (Mahner, 2013, S. 31). Auch Forscher, die unzulässig Ergebnisse extrapolieren oder gar fälschen, so wie Testkriterien vernachlässigen, handeln nicht pseudowissenschaftlich. Sie sind einfach schlechte Wissenschaftler.

---

<sup>22</sup> Heute ist dies auch unter dem Begriff Occam's Razor bekannt.

Ein weiteres Problem ist, dass nicht klar ist, welche Aspekte genau abgegrenzt werden sollen (Behauptungen, Probleme, Methoden, Theorien, Praktiken, Wissen, etc.<sup>23</sup>) (Mahner, 2013, S. 32).

Dennoch, in Zeiten, in denen Pseudowissenschaften in Form von alternativen Fakten und Fake News viel diskutiert werden, braucht es Werkzeuge und Wege diese effektiv entlarven zu können. Oder, wie Bunge schreibt: *“The fact that science can be faked to the point of deceiving science lovers suggests the need for a rigorous sifting device, one capable of revealing out the worm in the apple.”* (Bunge, 2011). Mahner schlägt vor, nach logischen und methodischen Indikatoren zu suchen, die im Rahmen von Behauptungen, Tests, Experimenten und Theorien genutzt wurden (Mahner, 2013, S. 38/39)<sup>24</sup>:

- Does it accept the canons of valid and rational reasoning?
- Do the principles of noncircularity and noncontradiction matter?
- Does it admit fallibilism or endorse dogmatism? Occam’s razor or unfettered speculation?
- How important are testability and criticism?
- How important is evidential support?
- Can the reliability of its methods or techniques be independently tested?
- Do the theories have genuine explanatory or predictive power, or both?
- Are the theories fruitful?
- Are the data reproducible?
- Are there mechanisms of error elimination? Are its claims compatible with well-established knowledge, in particular law statements?
- Does the field borrow knowledge and methods from adjacent fields?
- Does it in turn inform and enrich neighboring fields, or is it isolated?
- Do the problems tackled in the field spring naturally from research or theory construction, or are the problems pulled out of a hat?
- Is the corpus of knowledge of the given field up to date and well confirmed, or is it obsolete, if not anachronistic? Is it growing or stagnating?

Diese Art der Herangehensweise wählen auch Lilienfeld et al. indem sie schlussfolgern: *„the concept of ‘the scientific method is almost surely a myth because there are multiple scientific methods, each tailored to answer different kinds of questions”* (Lilienfeld et al., 2012, S. 12 bezugnehmend auf Bauer, 1994)”. Es gehe vielmehr um die Erkennung eigener Unzulänglichkeiten und Fehlschlüsse (ebd.). Als Konsequenz wurde eine Liste mit Faktoren entwickelt, mit deren Hilfe pseudowissenschaftliche Aussagen und Behauptungen „entlarvt“ werden könnten (Lilienfeld et al., 2012, S. 29):

---

<sup>23</sup> Poppers Falsifizierbarkeit bezieht sich hauptsächlich auf Behauptungen.

<sup>24</sup> Mahner schätzt, dass es mindestens 30-50 solcher Aspekte gibt (Mahner, 2013, S.40).

Pseudoscience indicator
Lack of falsifiability and overuse of ad hoc hypotheses
Lack of self-correction
Emphasis on confirmation
Evasion of peer review
Overreliance on testimonial and anecdotal evidence
Absence of connectivity
Extraordinary claims
Ad antequitem fallacy
Use of hypertechnical language
Absence of boundary conditions

Abbildung 2: Warnhinweise auf Pseudowissenschaften (Lilienfeld et al., 2012)

Das Vorgehen zur Identifizierung von Wissenschaft (Mahner) bzw. Pseudowissenschaft (Lilienfeld) mittels einer Liste von Kriterien nennt sich "Cluster Approach". Dieser ist keine dichotome Demarkation zwischen Wissenschaft und Pseudowissenschaft, sondern versteht sich eher als ein Kontinuum. Behauptungen, Tests, Experimente, Aussagen, Ergebnisse, etc. werden beurteilt und bewertet, indem die ihnen zugrundeliegenden logischen und methodischen Indikatoren betrachtet und (ganz pragmatisch) gezählt werden - je mehr, desto besser. Wie viele Kriterien dabei allerdings wirklich erfüllt werden müssen, damit man von „richtiger“ Wissenschaft sprechen kann, ist abhängig vom jeweiligen Gebiet. So gelten für verschiedene Forschungsgebiete, Geistes- oder Naturwissenschaften, für Behauptungen, Theorien oder Experimente, jeweils unterschiedliche Aspekte als zur Beurteilung relevant. Dies gilt auch für deren Gewichtung. Der Cluster-Approach ist damit komplex und seine Entwicklung keineswegs abgeschlossen. Das gilt sowohl für etwaige Listen als auch die Gewichtungen der einzelnen Aspekte. Vollmer rechnet in diesem Zusammenhang mit „Verfeinerungen der erfahrungswissenschaftlichen Methoden“ (Vollmer, 2014 S. 14). Er nennt als entscheidendes Kriterium zur Demarkation bzw. als Rationalitätskriterium die Kritisierbarkeit (**ebd. S. 16**).

### 2.1.5.3. Bullshit

Ein weit verbreitetes Missverständnis in Bezug auf Wissenschaft ist, dass sie als Weltanschauung oder Glaubensgebäude gesehen wird. Wissenschaftliche Erkenntnisse werden häufig als Meinungen und Sichtweisen abgetan. Forschungsergebnisse seien demnach Ansichtssache und subjektiv anstatt objektiv. Dieses Narrativ verkennt ihren prozeduralen Charakter und ihre per Definition undogmatische Ausrichtung. Wissenschaft hat erst einmal nichts zu tun mit Meinungen und Sichtweisen. Erst bei der Interpretation der Ergebnisse spielen diese eine Rolle. Der sogenannte *Bullshitter* verdreht dies, indem bei ihm der Wahrheitsgehalt einer Aussage hinter seiner Wirksamkeit zurücktritt (Bussmann, 2014). Damit verkennt er den Wert der Wahrheit sogar noch stärker als ein Lügner (Frankfurt, 2009). Während der Lügner sich des Wertes der Wahrheit bewusst ist und er diesen vorsätzlich missachtet, um zu täuschen, ignoriert der Bullshitter diesen und ist lediglich daran interessiert zu beeindrucken (Frankfurt, 2009). Ein berühmtes Beispiel eines Bullshitters stellt Kellyanne Conway dar. Als Beraterin des US-Präsidenten Donald Trump nutzte sie die Formulierung „Alternative Fakten“ um falsche Aussagen zur Publikumsgröße während seiner Amtseinführung zu rechtfertigen (NBC News, 2017). Damit sagt

sie, dass die tatsächlich gemessenen Zahlen<sup>25</sup> nur eine mögliche Wahrheit wären und ihre Aussage ebenso richtig sei bzw. eine Alternative darstelle.

### 2.1.6. Zusammenfassung

Es wurde ausführlich erörtert, wieso der Begriff Wissenschaft so komplex ist und welche Schwierigkeiten darin liegen, eine eindeutige Definition zu finden. Weiterhin wurde die Bedeutung der Abgrenzung zu den Pseudowissenschaften dargelegt. Das von Busmann und Hansson beschriebene „demarcation issue“ ist heute akuter als je zuvor, da Pseudowissenschaft, Fake News, Fraud Science und Bullshitter auf mannigfaltigere Art und Weise unsere Rationalität trüben und unsere Urteilsfindung massiv beeinflussen.

Die Vielfalt der NOS-Aspekte, wie sie in einer Reihe unterschiedlicher Definitionen und Kriterien-Sammlungen illustriert wird, verdeutlicht die Kontroversen um diesen Begriff. Der dringende Bedarf nach Einheitlichkeit und Praktikabilität ergibt sich daraus. Alle unter Kapitel 2.1.3 beschriebenen Kontroversen und Uneinigkeiten rund um das Thema NOS sind Anlass genug, die Komplexität pragmatisch zu reduzieren. Es entsteht der dringende Bedarf nach Struktur, Werkzeugen und „Handfestem“. Zur Orientierung dienen folgende Desiderate:

1. *Kritisches Denken* und *Argumentieren* sind zwei Grundvoraussetzungen der Reflexion über NOS und Wissenschaft (Kötter & Hammann, 2017, S. 471).
2. Es ist möglich, dass Schüler *intuitiv* bereits ein Verständnis von wissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen besitzen. Wie genau dieses vorliegt und für eine rationale Reflexion nutzbar gemacht werden kann, muss sich allerdings noch zeigen.
3. Dringend notwendig ist nach bisherigem Kenntnisstand das *Explizieren*:
  - a. Jegliche Beschäftigung mit wissenschaftlichen Kriterien im Unterricht sollte damit einhergehen, dass „man gerade Wissenschaft macht“.
  - b. „Nicht-Wissenschaft“ bzw. Pseudowissenschaft müssen klar benannt werden.
  - c. NOS-Aspekte müssen in den Fokus von Unterricht rücken und klar (gegenüber Lernenden) benannt werden (vgl. *Anhang T1*).
  - d. Sämtliche Schritte müssen reflektiert werden, um eine nachhaltige Vermittlung von NOS-Aspekten zu gewährleisten.

Egal, ob allgemeines Wissenschaftsverständnis, NOS-Aspekte, oder logische bzw. methodische Indikatoren von Wissenschaft: Es lässt sich abschließend sagen, dass Kriterien, welche explizit benannt werden, eine zentrale Rolle dabei spielen, ein fundiertes Verständnis von Wissenschaft und NOS zu entwickeln. Dabei dienen die Methoden und Denkweisen wie Werkzeuge, die eine ständige Abgrenzung von Pseudowissenschaft erst ermöglichen. Mithilfe geeigneter Kriterien und einem Verstehen experimenteller Untersuchungen und Tests lassen sich möglicherweise Zusammenhänge erkennen, die ein holistisches, gefestigtes Bild von Wissenschaft zeichnen.

---

<sup>25</sup> Bei Obamas Amtsantrittsrede kamen etwa dreimal so viele Besucher (Millward, 2017).

Eine weitere Möglichkeit, um ein konsistentes Bild von Wissenschaft zu etablieren, ist, die Demarkation zu den Pseudowissenschaften zu fokussieren. Die Vielfalt von Methoden der Erkenntnisgewinnung ist so divers, dass es einfacher sein könnte, Kontexte im Hinblick auf „warning signs“ zu untersuchen.

Im Sinne eines Cluster Approach ist auch eine Mischung der beiden folgenden Wege denkbar:

- Die Etablierung wissenschaftlicher Arbeitsweisen und Methoden in Form von Kriterien, welche sowohl zum Erstellen von Versuchsanordnungen, als auch zur Prüfung von Ergebnissen genutzt werden können (Prüfkriterien)
- Die Etablierung von Fragen und Analyse-Instrumenten, mit Hilfe derer Kontexte auf Pseudowissenschaftlichkeit (sowie Nicht-Wissenschaft und Bullshit) untersucht werden können

Zudem kann ein intensives Hinterfragen und Reflektieren der eigenen Denkweisen und Entscheidungsprozesse hilfreich sein, um beim Cluster Approach die Prozesse für die Lernenden transparent zu gestalten. Dies ist besonders im Hinblick auf kognitive Verzerrungen und Fehlschlüsse von größter Bedeutung (siehe 2.3.2).

### 2.1.7. Essenzen

1. Bei der Vermittlung wissenschaftlicher Erkenntnisse ist es von größter Bedeutung, darzustellen, wie diese Erkenntnisse überhaupt produziert wurden. Ein Verständnis (natur-)wissenschaftlicher (Grund-)prinzipien, Arbeitsweisen, Prozesse und Methoden<sup>26</sup> ermöglicht ein Erfassen solcher Informationen überhaupt erst. (2.1)
2. Der Begriff Wissenschaft steht nicht für eine Ansammlung von Wissen und Informationen, sondern vielmehr für wissenschaftliche Methodik und Wege der Erkenntnisgewinnung. (2.1.1)
3. Verschiedene Wissenschaften müssen nicht untereinander, sondern sollten vor allem gemeinsam gegen Pseudowissenschaft abgegrenzt werden. Dabei ist die schwammige Definition zwar unglücklich, aber kein Grund nicht eindeutig Wissenschaft und Nicht-Wissenschaft (bzw. Pseudowissenschaft) voneinander abzugrenzen. (vgl. 2.1.5.; 2.1.2)
4. Die Forschung zu Aspekten von NOS ist sehr kontrovers. Man ist sich noch nicht einmal sicher, ob diese überhaupt in der Schule unterrichtet werden sollte. Die acht „Understandings about the Nature of Science“ der NGSS dienen als eine Orientierung. Vor allem die prozessbezogenen, methodologischen ersten zwei stellen eine gute Orientierung für die Vermittlung von wissenschaftlichen Grundprinzipien im Unterricht dar:
  - Naturwissenschaftliche Untersuchungen nutzen eine Vielfalt an unterschiedlichen Methoden
  - Naturwissenschaftliches Wissen basiert auf empirischen UntersuchungenIn diesen Aspekten decken sie sich weitestgehend mit den Essenzen 1. und 2. (2.1.3)

---

<sup>26</sup> z. B. Experimente, Tests, Berechnungen etc.

5. Problematisch sind NOS-Aspekte im Unterricht dann, wenn Lehrende sie wie einen Lerngegenstand unterrichten und Lernende diese nicht durch eigenes Anwenden erleben. Besonders kritisch kann es sein, den vorläufigen Charakter wissenschaftlicher Erkenntnisse zu vermitteln. Dies kann dazu führen, dass Lernende Evidenzen als vage und unglaubwürdig ansehen. (2.1.3)
6. Zwei entscheidende Faktoren für eine erfolgreiche Vermittlung von NOS-Aspekten sind das Explizieren und die Reflexion. Es muss stets klar benannt werden, welcher Aspekt gerade wichtig ist und es muss unbedingt in Form von Reflexionen gesichert werden. (2.1.3)
7. Grundlage zur Vermittlung ist, dass Lehrende ein möglichst konsistentes und einheitliches Verständnis von Wissenschaft haben und dies auch vermitteln (können). Dies wirkt den nicht ausreichenden, verzerrten Vorstellungen entgegen, die die Lernenden oft mit sich bringen. (2.1.3)
8. Wissenschaftliche Methoden und Arbeitsweisen zu vermitteln ist nötig, um zu verstehen, wie wissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen werden. Zur Abgrenzung zu Pseudowissenschaften und um klare und eindeutige Kriterien für ein einheitliches und eindeutiges Verständnis von Wissenschaft zu erlangen, sollten diese Kriterien eindeutig zu benennen sein. (2.1.5)
9. Im Sinne des Cluster-Approach ist es sinnvoll, Kriterien wissenschaftlichen Arbeitens sowie Methoden (z. B. Prüfen auf Falsifizierbarkeit, Reproduzierbarkeit, Occam's Razor, etc.) zu etablieren, um zwischen Wissenschaft und Pseudowissenschaft (bzw. schlechter Wissenschaft) unterscheiden zu lernen. (2.1.5.2)
10. Kriterien experimenteller Designs könnten eine Basis wissenschaftlicher Arbeitsweisen darstellen, da sie sehr objektiv und klar zu definieren sind. (2.1.4)

## 2.2. Bewertungskompetenz

Bewertungskompetenz ist ein Begriff, welcher mit der Kultusministerkonferenz 2004 Einzug in das Bildungssystem nahm (Kultusministerkonferenz, 2004). Bewerten, Beurteilen, Entscheiden, Abwägen, Gewichten, aber auch Prüfen, Analysieren, Testen, Experimentieren und Anwenden sind Fertigkeiten, die damit direkt oder indirekt verbunden sein können. Relevant sind für eine Bewertungskompetenz, die überfachlich verstanden wird, u.a. „auch politische, ökonomische, ethische, moralische und gesellschaftliche Aspekte“ (Bögeholz, Höhle, Höttecke, & Menthe, 2018, S. 262). Seither ist insbesondere die „Modellierung, Messung und Förderung von Bewertungskompetenz verstärkt in den Fokus fachdidaktischer Forschung gerückt“ (Bögeholz, Höhle, Höttecke, & Menthe, 2018, S.261).

Um eine Auseinandersetzung mit diesem, im Bildungssystem neuartigen, Begriff zu ermöglichen, werden zu Beginn dieses Kapitels allgemeine Informationen zu den Bildungsstandards und Kernlehrplänen zusammengefasst (2.2.1). Unter 2.2.2 folgt eine umfassende Analyse der Bewertungskompetenz. Beginnend mit einer Diskussion der verschiedenen Definitionen (2.2.2.1) werden darauffolgend die Bildungsstandards hinsichtlich der Vorgaben für Lehrende bzgl. Bewertungskompetenz untersucht (2.2.2.2). Die Unterscheidung der beiden Begriffe Bewerten und Beurteilen (2.2.2.3) spielt eine Rolle, da diese später auch aus entscheidungspsychologischer Sicht thematisiert wird (vgl. 2.3.1). Inwieweit Bewertungskompetenz in Form von Kompetenzstrukturmodellen modelliert werden kann, wird unter 2.2.2.4 diskutiert. Mit den Herausforderungen des Kompetenzbereichs (2.2.2.5) wird kurz dargestellt, mit welchen besonderen Schwierigkeiten und Problemen die Lehrkräfte konfrontiert sind.

Mit Bewertungskompetenz untrennbar verbunden ist eine *naturwissenschaftliche Grundbildung*. Sie ist ebenfalls in den Bildungsstandards festgeschrieben (Kultusministerkonferenz, 2004). Auf welche Weise die Begriffe miteinander verbunden sind und wie Lehrende eine naturwissenschaftliche Grundbildung aktiv vermitteln können, wird unter 2.2.3 erörtert. Eine Zusammenfassung am Ende dient der Verknüpfung einzelner Aspekte unterschiedlicher Teilabschnitte und einem Resümee (2.2.4). Welche wichtigen Essenzen sich daraus ergeben, wird am Ende dieses Kapitels formuliert (2.2.5).

### 2.2.1. Allgemeines

#### 2.2.1.1. Bildungsstandards

Als Konsequenz aus dem international eher mittelmäßigen Abschneiden des deutschen Bildungssystems in diversen Studien hat die Kultusministerkonferenz im Jahr 2004 (15.10.2004) bundesweit einheitliche Bildungsstandards verabschiedet<sup>27</sup>. Die bisherige Input-Orientierung soll damit einer Output-Orientierung weichen. Diese Beschlüsse sind nichts Geringeres als ein Paradigmenwechsel (vgl. Sturmbauer, 2013, S. 6). Das kompetenzorientierte Lehren und Lernen auf der einen Seite und das Abwenden von konkret formulierten Lernzielen auf der anderen Seite machen deutlich, dass die Inhaltsorientierung in den Bildungsstandards tatsächlich keine Rolle mehr spielen soll.

---

<sup>27</sup> siehe PISA, TIMMS, IGLU

Klieme formuliert sieben Gütekriterien, welchen die Bildungsstandards unterliegen<sup>28</sup> (Klieme et al., 2003):

- Fachlichkeit
- Fokussierung
- Kumulativität
- Verbindlichkeit für alle
- Differenzierung
- Verständlichkeit
- Realisierbarkeit

Eine zentrale Neuerung stellen die in den Bildungsstandards beschriebenen und für das Fach Chemie spezifizierten vier Kompetenzen (*Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation, Bewertung*) dar. Sie orientieren sich am Kompetenzbegriff nach Weinert und bezeichnen „*die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können*“ (Weinert, 2001).

Die prozessbezogenen Kompetenzen bilden die Handlungsdimensionen und werden in Form von Teilkompetenzen formuliert. Außerdem sollen sie gleichwertig mit dem Fachwissen unterrichtet werden und sind in den Bildungsstandards bereits in je drei Anforderungsbereiche untergliedert. Der Kompetenzbegriff kann auch handlicher formuliert werden: Kompetenz = (willing) handelnder Umgang mit Wissen und Werten (Leisen, 2015).

Die einzelnen Kompetenzen werden in Form eines Strukturmodells normativ festgelegt. Das bedeutet, dass sie nicht auf empirischen Forschungsergebnissen, sondern auf theoretischen Begründungen beruhen. Die Summe der Teilkompetenzen (Anhang T2) bildet das „Gefüge der Anordnungen, deren Bewältigung von Schülerinnen und Schülern erwartet wird“ (Klieme et al., 2003, S. 74; Nowosadek, 2015, S. 3).

Die Kompetenzen für das Fach Chemie unterscheiden sich von denen der anderen beiden naturwissenschaftlichen Fächer (Physik und Biologie). Hier werden weder nachhaltige Entwicklung noch Werte und Normen thematisiert werden. Der Fokus liegt auf dem allgemeinen Lebensweltbezug (vgl. Bögeholz, 2010; Sakschewski, 2013).

Es wird angemerkt, dass „noch keine empirisch gesicherten Kompetenzstufenmodelle vorliegen“ und man sich daher an den einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung (EPA) orientiere (Kultusministerkonferenz, 2004, S. 12).

Seit dem Schuljahr 2005/2006 wurden die Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss als Grundlage der fachspezifischen Anforderungen auch für das Fach Chemie übernommen. „Die Länder verpflichten sich, die Standards zu implementieren und anzuwenden“ (Kultusministerkonferenz, 2004, S. 3).

---

<sup>28</sup> Die Beschreibung der einzelnen Kriterien finden sich bei Nowosadek (Nowosadek, 2015).

### 2.2.1.2. Kernlehrplan

Der unter 2.2.1.1 beschriebene Paradigmenwechsel vom inhaltsorientierten zum kompetenzorientierten Unterricht spiegelt sich auch in den Kernlehrplänen wieder (Nowosadek, 2015, S. 6). Diese bilden den zentralen Bezugspunkt zur Lernzielkontrolle. Die in den Bildungsstandards formulierten Kompetenzen werden konkretisiert, mit den Inhaltsfeldern verknüpft und in Form von Kompetenzerwartungen in zwei Progressionsstufen unterteilt.

Für die in den Kernlehrplänen generierten Kompetenzerwartungen gelten folgende Attribute (Kernlehrplan für die Sekundarstufe I Gymnasium in Nordrhein-Westfalen - Chemie, 2019, S. 12):

-

Sie...

- beziehen sich auf beobachtbare Handlungen und sind auf die Bewältigung von Anforderungssituationen ausgerichtet
- stellen im Sinne von Regelstandards die erwarteten Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten auf einem mittleren Abstraktionsgrad dar,
- beschreiben Ergebnisse eines kumulativen, systematisch vernetzten Lebens,
- können in Aufgabenstellungen umgesetzt und überprüft werden.

Auch in den Kernlehrplänen werden die Kompetenzen *Umgang mit Fachwissen*, *Erkenntnisgewinnung*, *Kommunikation* und *Bewertung* beschrieben. Diese werden für die Progressionsstufe 1 und 2 jeweils in Form von einer Reihe von Teilkompetenzen beschrieben. Zudem werden pro Inhaltsfeld<sup>29</sup> die konkretisierten Kompetenzerwartungen zu jeder der vier Kompetenzen eindeutig formuliert. Sie bilden die Grundlage der Leistungsbewertung. Lehrkräfte sind gehalten, ihren Unterricht so zu gestalten, dass Lernende diese Kompetenzen wiederholt und in wechselnden Zusammenhängen unter Beweis stellen können (Kernlehrplan für die Sekundarstufe I Gymnasium in Nordrhein-Westfalen - Chemie, 2019, S. 37).

Im Kernlehrplan NRW wird auch eine *vertiefte naturwissenschaftliche Grundbildung* als Aufgabe und Ziel des Faches Chemie ausgewiesen (2.2.4) (Kernlehrplan für die Sekundarstufe I Gymnasium in Nordrhein-Westfalen - Chemie, 2019, S. 8). Außerdem wird verbindlich, dass Lernen in Kontexten stattfinden muss (vgl. 2.4; Kernlehrplan für die Sekundarstufe I Gymnasium in Nordrhein-Westfalen - Chemie, 2019, S. 9).

## 2.2.2. Kompetenzbereich Bewerten

### 2.2.2.1. Definition der Bewertungskompetenz

Mittelsten, Scheid & Höble liefern eine sehr umfangreiche, fächerübergreifende Definition von Bewertungskompetenz (Mittelsten Scheid & Höble, 2008):

---

<sup>29</sup> Stufe 1: Inhaltsfelder 1-4, Stufe 2: Inhaltsfelder 5.10

*„Bewertungskompetenz ist dabei definiert als die Fähigkeit des Schülers, moralisch relevante Situationen wahrzunehmen sowie relevante Sachinformationen, berührte Werte und damit verbundene Argumente identifizieren, reflektieren und abwägen zu können, um zu einem reflektierten Urteil zu gelangen. Zusätzlich müssen die Folgen, die das eigene Urteil und die Urteile anderer haben reflektiert werden und auf das eigene Urteil rückbezogen werden“* (Mittelsten Scheid & Höble, 2008, S. 146).

Eher am Kontext nachhaltiger Entwicklung orientiert sich Bögeholz (Susanne Bögeholz, 2007):

*„Bewertungskompetenz im Kontext Nachhaltiger Entwicklung bezeichnet die Fähigkeit, sich in komplexen Problemsituationen begründet und systematisch bei unterschiedlichen Handlungsoptionen zu entscheiden, um kompetent am gesellschaftlichen Diskurs um die Gestaltung von Nachhaltiger Entwicklung teilhaben zu können“* ((Susanne Bögeholz, 2007, S. 209).

Rosts Definition kann als Erweiterung verstanden werden (Nowosadek, 2015, S. 10). Persönliche Gewichtung und Wertvorstellungen werden mit einbezogen (Rost, 2002):

*„Schüler sollten in der Schule gefordert sein, Entscheidungs- und Handlungsalternativen gegeneinander abzuwägen, sich dabei der involvierten Wertvorstellungen bewusst zu werden und hypothetische oder tatsächliche Entscheidungen aufgrund einer persönlichen Gewichtung vorzunehmen“* (Rost, 2002, S. 8).

Die Definition von Mayer et al. sieht ebenfalls die individuelle Wertsetzung als zentralen Aspekt von Bewertung an. Darüber hinaus wird der Begriff „Kriterien“ benannt, auf Grundlage dessen ein Sachverhalt überhaupt erst beurteilt werden könne (Mayer et al., 2004):

*„Bewertungskompetenz bezeichnet vielmehr die Fähigkeit, Kriterien heranzuziehen und zu gewichten, um deskriptives Wissen über den zu beurteilenden Sachverhalt mit individuellen oder gesellschaftlichen Wertsetzungen in transparenter Weise zu verknüpfen“* (Mayer et al., 2004).

Das Erkennen und Abwägen von Kriterien, die zur Entscheidungsfindung relevant sind, gehört zu all diesen Definitionen (Hostenbach, Fischer, & Kauertz, 2011, S. 265). Sie unterscheiden sich allerdings in der Frage, ob Sachwissen als Grundlage für Urteile und Entscheidungen dienen muss oder nicht. Es wird, auch bei Schecker und Höttecke, deutlich, dass Bewertungskompetenz nicht nur das fachliche Bewerten bzw. Beurteilen chemischer Sachverhalte beinhaltet (Schecker & Höttecke, 2007). Es geht vielmehr um ein Erkennen und Abwägen verschiedener Bewertungskriterien, die für den Prozess der Entscheidungsfindung relevant sind (Schecker & Höttecke, 2007). Im Zentrum steht demnach einerseits das (aktive) Treffen von Entscheidungen anhand von Kriterien und andererseits die Reflexion von Kriterien bereits getroffener Entscheidungen (Schecker & Höttecke, 2007).

### 2.2.2.2. Bewertungskompetenz in Bildungsstandards

Der Begriff Bewertungskompetenz wird in allen naturwissenschaftlichen Fächern ausgewiesen (Chemie, Physik, Biologie)<sup>30</sup>. Einheitlich wird in den normativen Vorgaben (Bildungsstandards und Kernlehrpläne) Bewertung definiert als „chemische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erkennen und bewerten“ (Kultusministerkonferenz, 2004, S. 7). Die Standards für den Kompetenzbereich Bewerten für das Fach Chemie stellen sich in Form von Teilkompetenzen wie folgt dar:

Die Schülerinnen und Schüler...

- B1 stellen Anwendungsbereiche und Berufsfelder dar, in denen chemische Kenntnisse bedeutsam sind,
- B2 erkennen Fragestellungen, die einen engen Bezug zu anderen Unterrichtsfächern aufweisen und zeigen diese Bezüge auf,
- B3 nutzen fachtypische und vernetzte Kenntnisse und Fertigkeiten, um lebenspraktisch bedeutsame Zusammenhänge zu erschließen,
- B4 entwickeln aktuelle, lebensweltbezogene Fragestellungen, die unter Nutzung fachwissenschaftlicher Erkenntnisse der Chemie beantwortet werden können
- B5 diskutieren und bewerten gesellschaftsrelevante Aussagen aus unterschiedlichen Perspektiven,
- B6 binden chemische Sachverhalte in Problemzusammenhänge ein, entwickeln Lösungsstrategien und wenden diese an.

Die Erläuterungen des Kompetenzbereichs beinhalten zudem unter anderem (Kultusministerkonferenz, 2004, S. 10).

- das Erkennen von „Vernetzungen der Chemie in Lebenswelt, Alltag, Umwelt und Wissenschaft“.
- dass Problemlösungen von Wertentscheidungen abhängig sind.
- Multiperspektivität bei der Betrachtung gesellschaftsrelevanter Themen.

Zudem soll der Chemieunterricht Schülerinnen und Schüler bereits bis zum Mittleren Schulabschluss in die Lage versetzen, „Phänomene der Lebenswelt auf der Grundlage ihrer Kenntnisse über Stoffe und chemische Reaktionen zu erklären, zu bewerten, Entscheidungen zu treffen, Urteile zu fällen und dabei adressatengerecht zu kommunizieren“ (Kultusministerkonferenz, 2004, S. 6). Damit ist die „gesamte Bandbreite der begrifflichen Vielfalt der Bewertungskompetenz – vom Anwenden bis hin zu Wertgebundenheit und Perspektivität“ abgedeckt (Menthe et al., 2013, S. 39). Die zentrale Idee hinter der Förderung der Bewertungskompetenz liegt darin, dass Schüler befähigt werden sollen (eigene) Entscheidungen zu treffen (Sieve et al., 2012, S. 4).

---

<sup>30</sup>Ein explizites Entscheidungsmodell wird nicht ausgewiesen (Höttecke et al., 2013, S. 38). Wie eine gute Entscheidung genau aussieht, wird nicht beschrieben.

### 2.2.2.3. Sach- und Werturteile

In den Bildungsstandards und im Kernlehrplan findet sich an mehreren Stellen der Begriff *Beurteilen* bzw. *Bewertung*. Betrachtet man den *Operator* Beurteilen, so ist dieser in Abgrenzung zum Beurteilen zu verstehen. „Beurteilen“ bedeutet, dass Schülerinnen und Schüler selbstständig und begründet Urteile fällen sollen unter Verwendung von Fachwissen (Universität Bayreuth, 2013). Der *Operator* Bewerten hingegen verlangt von den Lernenden eine kriteriengeleitete und an übergeordneten Werten orientierte sowie selbstständige Bewertung. Ein Urteil beantwortet die Frage, was fachlich bzw. sachlich richtig ist, während eine Bewertung die Antwort auf die Frage „Welchem Wert entspricht/widerspricht“ dieser Sachverhalt (Universität Bayreuth, 2013). Auch die ausformulierten Beschreibungen der Operatoren vom Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen differenzieren zwischen den beiden Begriffen (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen, 2005):

*beurteilen:* zu einem Sachverhalt eine selbstständige Einschätzung unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden begründet formulieren

*bewerten:* eine eigene Position nach ausgewiesenen Kriterien vertreten

Während Fachwissen und Fachmethoden die Beurteilungsgrundlage bilden, muss zum Bewerten die eigene Position auf Basis von zugrundeliegenden Werten vertreten werden.

Die ausgewiesenen Teilkompetenzen innerhalb der übergeordneten Kompetenzerwartungen vereinen sowohl Beurteilungen als auch Bewertungen, also Sach- und Werturteile, als zu erwerbende Fertig- und Fähigkeiten (Kernlehrplan für die Sekundarstufe I Gymnasium in Nordrhein-Westfalen - Chemie, 2019):

<b>Bewertung</b>	
Die Schülerinnen und Schüler können	
B1 Fakten- und Situationsanalyse	in einer einfachen Bewertungssituation chemische Fakten nennen sowie die Interessen der Handelnden und Betroffenen beschreiben.
B2 Bewertungskriterien und Handlungsoptionen	Bewertungskriterien und Handlungsoptionen benennen.
B3 Abwägung und Entscheidung	kriteriengeleitet eine Entscheidung für eine Handlungsoption treffen.
B4 Stellungnahme und Reflexion	Bewertungen und Entscheidungen begründen.

Abbildung 3: Teilkompetenzen Bewertung Stufe I

<b>Bewertung</b>	
Die Schülerinnen und Schüler können	
B1 Fakten- und Situationsanalyse	in einer Bewertungssituation relevante chemische und naturwissenschaftlich-technische Sachverhalte und Zusammenhänge identifizieren, fehlende Informationen beschaffen sowie ggf. gesellschaftliche Bezüge beschreiben.
B2 Bewertungskriterien und Handlungsoptionen	Bewertungskriterien festlegen und Handlungsoptionen entwickeln.
B3 Abwägung und Entscheidung	Handlungsoptionen durch Gewichten und Abwägen von Kriterien und nach Abschätzung der Folgen für die Natur, das Individuum und die Gesellschaft auswählen.
B4 Stellungnahme und Reflexion	Bewertungen und Entscheidungen argumentativ vertreten und reflektieren.

Abbildung 4: Teilkompetenzen Bewertung Stufe 2

Es wird schnell ersichtlich, dass keine Differenzierung hinsichtlich Bewertung und Beurteilung stattfindet. Letztere wird gar nicht benannt, wenngleich sich die damit verbundenen Aufgaben implizit in B1 bzw. B2 teilweise wiederfinden. Damit gibt der Kernlehrplan einerseits vor, dass Schülerinnen und Schüler sowohl Sachurteile (Beurteilen) als auch Werturteile (Bewerten) treffen können. Andererseits findet eine explizite Differenzierung der beiden Begriffe lediglich in Form von Operatoren, nicht jedoch in den curricularen Vorgaben, statt.

In realen Situationen ist eine eindeutige Differenzierung hinsichtlich Sach- und Werturteilen häufig kaum möglich. Kontexte, die manche Schülerinnen und Schüler durchaus rational erörtern sind wiederum für andere emotional sehr „vorbelastet“. Gebhard (2007) benennt solche intuitiven Resonanzen bei Auseinandersetzungen mit (u. U. kontroversen) Lerngegenständen als Alltagsphantasien (Gebhard, 2007). Diese „äußern sich als Assoziationen und emotionale Reaktionen und sind insofern für das Lernen von hoher Bedeutung als sie nicht nur von der Beschaffenheit des Lerngegenstandes und der Situation abhängen, in der gelernt wird, sondern auch von der individuellen Befindlichkeit des lernenden Subjekts, seinen Werthaltungen und Interessen“ (Gebhard, 2007).

Damit solche Alltagsphantasien nicht zu Hindernissen beim Lernen werden, schlägt Gebhard vor, sie zum „Gegenstand von bewusster Reflexion“ zu machen. Umgesetzt wurde eine solche Reflexion bereits als Teil einer Unterrichtskonzeption im Kontext nachhaltiger Entwicklung im Fach Biologie (Gebhard, 2007). Dort zielt man vor allem auf die Veränderung von Handeln ab. Dem voran gehen sowohl Sach- als auch Werturteile sowie insbesondere auch Entscheidungen. Diese komplexen, nicht trennscharfen Aspekte der Bewertungskompetenz könnten von einigen Lernenden stark von Alltagsphantasien und damit einhergehenden Alltagsheuristiken beeinflusst werden. Zu viel ‚Bauchgefühl‘ verhindert eine rationale Auseinandersetzung und zu wenig Reflexion der eigenen Vorstellungen und Phantasien erschwert damit eine angestrebte Veränderung im Verhalten und Handeln. Verstärkt wird dies insbesondere, wenn unter Druck gehandelt werden soll, etwa bei „Unsicherheit und Widersprüchlichkeit der Informationslage“ (Gebhard, 2007, S. 4f). Höttecke et al. suggerieren zum einen, möglichst realitätsnahe Situati-

onen zu schaffen, in denen sich Lernende entscheiden müssen. Zum anderen soll ein gemeinsamer Reflexionsprozess die Wahl der Entscheidungsstrategien bewusst machen (Höttecke et al., 2013). Das Gefühl, mit den erworbenen Kenntnissen und Fähigkeiten wirklich etwas bewirken/verändern zu können, ist ein weiteres Kriterium dafür, das Wissen letztendlich zum Handeln führt (Bandura, 1977).

#### **2.2.2.4. Modellierung von Bewertungskompetenz**

Die Fachdidaktik interessiert sich, anders als die Psychologie, dafür, „wie die Fähigkeit zum mündigen Urteilen und Entscheiden im Unterricht unterstützt werden kann“ (Höttecke et al., 2013, S. 36). Modelle sollen Didaktiker bei dieser Suche unterstützen. Zwei Arten von Modellen sind im Kontext Bewertungskompetenz relevant. Während die Bildungsstandards ein normatives Kompetenzstrukturmodell beschreiben, basieren deskriptive Modelle auf empirischen Erkenntnissen. Diese müssen erst „zusammenwachsen“ (Schecker & Parchmann, 2006, S. 47), um sicherzustellen, dass Lernende „die geforderten Kompetenzen tatsächlich erreichen können“ (Höttecke et al., 2013, S. 38). Eine solche Modellierung zur Beschreibung der Bewertungskompetenz fand in der Biologiedidaktik bereits statt (Nowosadek, 2015, S. 6; vgl. Eggert & Bögeholz, 2006; Eggert & Bögeholz, 2006a; Reitschert et al., 2007; Kauertz et al., 2010), in der Chemiedidaktik jedoch nicht.

Es ist naheliegend, die Kompetenzstrukturmodelle der Biologiedidaktik hinsichtlich ihrer Eignung für den Chemieunterricht zu analysieren. Dazu untersuchte Nowosadek das Göttinger Modell (Eggert & Bögeholz, 2006b), das Modell zur ethischen Urteilskompetenz (Reitschert et al., 2007) sowie das Modell der Bewertungskompetenz für ESNaS<sup>31</sup> (Hostenbach et al., 2011). Lediglich das letztere lasse sich uneingeschränkt fächerübergreifend nutzen<sup>32</sup> (Nowosadek, 2015, S. 30). Im Folgenden wird daher lediglich das ESNaS-Modell (Abbildung 5) kurz beschrieben<sup>33</sup>.

---

<sup>31</sup> Evaluation der Standards für die Naturwissenschaften in Sekundarstufe I

<sup>32</sup> Nowosadek untersuchte, inwieweit sich Aufgaben in die drei benannten Modelle einordnen ließen.

<sup>33</sup> Für das Göttinger Modell bzw. das Modell zur ethischen Urteilsbildung siehe Eggert & Bögeholz, 2006; Reitschert et al., 2007; Reitschert et al., 2007 oder Nowosadek, 2015.

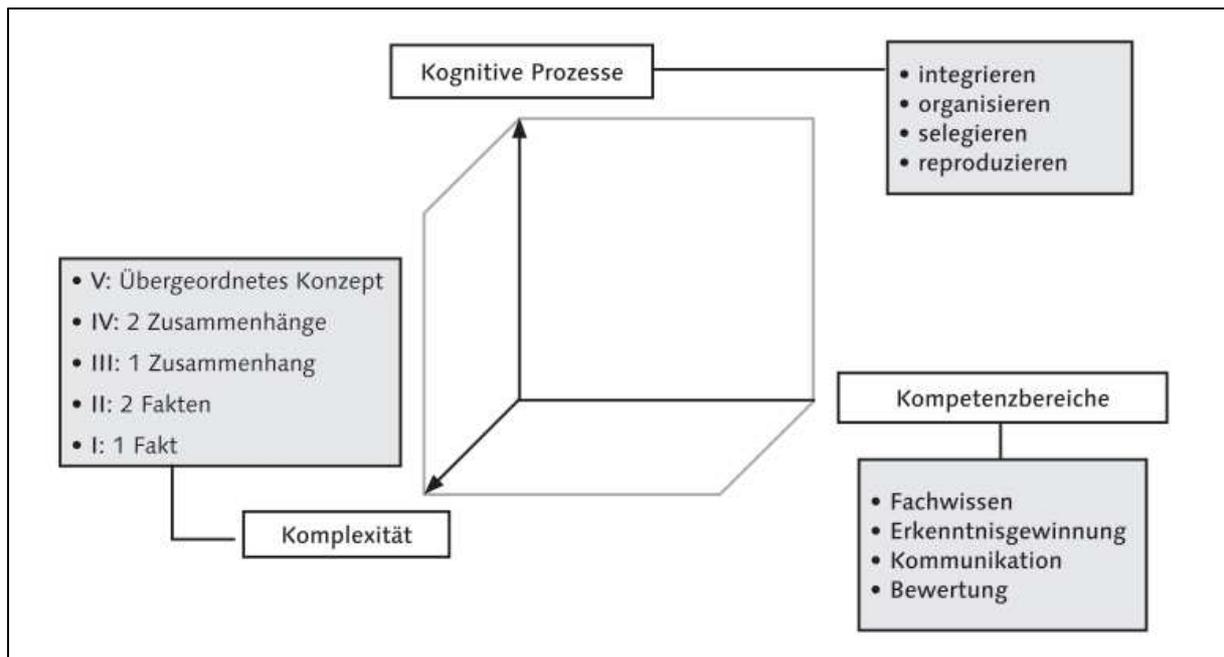


Abbildung 5: ESNaS Kompetenzmodell

Innerhalb der ESNaS erfolgte eine Operationalisierung von Kompetenzen<sup>34</sup> mit dem Ziel, Kompetenzbereiche untereinander vergleichbar zu machen und eine theoretische Grundlage zur Evaluation zu schaffen (Hostenbach et al., 2011). Die kognitiven Prozesse reproduzieren, selektieren, organisieren, interagieren sind dabei in ansteigendem Schwierigkeitsgrad zu verstehen (Abbildung 5). Auch die fünf Komplexitätsstufen sind von einfach (I: 1 Fakt) bis anspruchsvoll (V: Übergeordnetes Konzept) sortiert. Dies wurde von Hostenbach et al. bereits theoretisch begründet dargelegt (Hostenbach et al., 2011). Dabei wurde eine inhaltliche Ausdifferenzierung in die Teilbereiche *Bewertungskriterien*, *Handlungsoptionen* und *Reflexion* vorgenommen (ebd).

Der Grund dafür, dass dieses Modell allgemeingültiger verwendet werden kann, ist, dass es sich nicht auf spezifische Bereiche wie Nachhaltigkeit oder Ethik beschränkt. Das ESNaS-Modell „widmet sich dem Spektrum bewertungsrelevanter Fragen von alltäglichen Entscheidungen bis hin zu komplexen ‚socio-scientific issues‘“ (Bögeholz et al., 2018, S. 269). Da es im Large-Scale-Assessment eingesetzt wird, ist es allerdings beschränkt auf jene Aufgaben, bei denen explizite Entscheidungsstrategien genutzt werden (Hostenbach et al., 2011). Damit können spontane, emotionale, intuitive Urteile (implizite Strategien) nicht erfasst werden<sup>35</sup>. Eine empirische Untersuchung steht noch aus. Im Vergleich zu den Bereichen Erkenntnisgewinnung und Fachwissen bleibt das ESNaS-Modell „für den Kompetenzbereich Bewertung derzeit noch konzeptionell weniger spezifisch und elaboriert“ (Bögeholz et al., 201, S. 269).

Die kurze Skizze des ESNaS-Modells soll Chancen und Grenzen im Rahmen der Operationalisierung von Bewertungskompetenz aufzeigen. Einerseits ist es durchaus geeignet, um Aufgaben vergleichbar zu machen und groß angelegte Evaluationen durchzuführen. Andererseits müssen diese Aufgaben bestimmte Bedingungen erfüllen, die die Freiheit und Komplexität stark einschränken. So sind es vor allem jene Kontexte und Problemsituationen, die spontane und intuitive Urteile, also jene, die überwiegend auf Emotionen basieren, anregen.

<sup>34</sup> Zunächst nur Umgang mit Fachwissen und Erkenntnisgewinnung

<sup>35</sup> Umfangreichere Erhebungsinstrumente wie Interviews wären notwendig, sind aber im Large-Scale-Assessment nicht realisierbar.

Interessant sind die Operationalisierungen dennoch, um eine Idee davon zu bekommen, welche zentralen Merkmale Aufgabenstellungen und Problemsituationen haben sollten und wie sie die Vorgaben der Bildungsstandards in pragmatische Handlungsanweisungen übersetzen lassen. Besondere Aufmerksamkeit sollte hier das Prozessmodell der Entscheidungsfindung nach Betsch und Haberstroh finden (Betsch & Haberstroh, 2005; vgl. 2.3.3). Dies ermöglicht es, Entscheidungen in drei Phasen zu unterteilen, die alle für eine Urteilsbildung innerhalb der Bewertungskompetenz relevant sind. Auch im ESNaS-Modell lassen sich die Teilkompetenzen auf diese Phasen zurückführen. Die Nutzung dieses Metamodells zur Operationalisierung der in den Bildungsstandards konkretisierten Kompetenzen zeigt, wie sinnvoll bereits bestehende Modelle sein können.

Es wird schnell deutlich, dass die Entwicklung eines Kompetenzmodells mit unterrichtspraktischen Herausforderungen verbunden ist. So sind etwa die im Unterricht erworbenen Kompetenzen schwer vergleich- bzw. überprüfbar. Die Formulierung von praktikablen Kompetenzmodellen ist ein Prozess, der viele Jahre in Anspruch nimmt und die bestehenden (KMK-)Bildungsstandard-Kataloge können nicht als Endprodukte angesehen werden, sondern müssen forschungsgestützt weiterentwickelt werden (Oelkers et al., 2008, p. 511).

#### **2.2.2.5. Herausforderungen des Kompetenzbereichs Bewertung**

Die Schwierigkeiten mit dem Kompetenzbereich sind mannigfaltig. So interpretieren laut Kulgemeyer & Schecker (bezugnehmend auf Hartmann-Mrochen) Lehrer die im Lehrplan (und in den Bildungsstandards) beschriebenen Inhalte nicht so, wie sie intendiert sind (Kulgemeyer & Schecker, 2014, S. 266f). Selbst nach einem kompetenzorientierten Training dachten die meisten von ihnen immer noch, dass Bewertungskompetenz ihre eigene Kompetenz beim Bewerten der Leistungen von Schülern meint<sup>36</sup>. „Für die Unterrichtspraxis in den Naturwissenschaften müssen wir festhalten, dass scheinbar<sup>37</sup> eine große Notwendigkeit besteht, die Schülerinnen und Schüler bezüglich ihrer Bewertungskompetenz, Argumentations- und Entscheidungsfähigkeit stärker zu fördern“ (Höttecke et al., 2013, S.180).

Eilks et al. empfehlen in diesem Zusammenhang den Einsatz von Gruppendiskussionen (T. Feierabend et al., 2013). Dabei sei u.a. von Bedeutung, Veränderungen zu diagnostizieren und Lernschritte nachzuvollziehen. Diese beiden Aspekte sind besonders wichtig, da der in den Bildungsstandards beschriebene multidimensionale Anspruch (Bewertung, Argumentation und Entscheidungsfindung) für Lehrkräfte eher „ungewohnt und für Schülerinnen und Schüler äußerst schwierig“ (Feierabend et al., 2013, S. 171) ist.

Bögeholz et al. stellen fest, dass rationale Prozesse gegenüber intuitiven bewusst angestoßen werden sollten (Susanne Bögeholz et al., 2018b). Ein geordnetes und systematisches Vorgehen beim Entscheiden und Urteilen ist zudem „aufgrund von fehlendem Strategiewissen bzw. Bewertungsstrukturwissen eine Schwierigkeit“ (Nowosadek, 2015, S. 17) für Lernende. Damit sind es genau die Prozesse der selektionalen Phase des Entscheidungsprozesses (Betsch et al., 2011), die im Unterricht besonders schwer vermittelbar sind. Die Notwendigkeit einer „systematischen und expliziten Heranführung an die Verwendung von naturwissenschaftlichen Kriterien bei Entscheidungsprozessen“ sehen auch Tiemann & Heitmann (Heitmann & Tiemann, 2011, S. 132).

---

<sup>36</sup> Die Qualität des Trainings darf hier sicher in Frage gestellt werden.

<sup>37</sup> Gemeint ist hier eigentlich „anscheinend“.

Auswahl, Gewichtung und Verknüpfung verschiedener Bewertungskriterien sind Beispiele eines solchen Bewertungsstrukturwissens (Eggert & Bögeholz, 2006). Auch Hostenbach sieht hier den Kern des Problems und stellt fest, dass selbst Lernende, die über diese Fertigkeiten verfügen, diese im fachinhaltlichen Kontext nicht im gleichen Maße nutzen (können) (Hostenbach et al., 2011, S. 135).

### 2.2.3. Naturwissenschaftliche Grundbildung

Auch der Wissenschaftsbegriff wird in den Bildungsstandards detailliert formuliert (Kultusministerkonferenz, 2004, S. 6):

*„Ziel naturwissenschaftlicher Grundbildung ist es, Phänomene erfahrbar zu machen, die Sprache und Historie der Naturwissenschaften zu verstehen, ihre Ergebnisse zu kommunizieren sowie sich mit ihren spezifischen Methoden der Erkenntnisgewinnung und deren Grenzen auseinander zu setzen. Dazu gehört das theorie- und hypothesengeleitete naturwissenschaftliche Arbeiten, das eine analytische und rationale Betrachtung der Welt ermöglicht.“*

Unter dem Begriff *Naturwissenschaftliche (Grund-)Bildung (Scientific Literacy)* nimmt die Vermittlung eines wissenschaftlichen Weltbildes eine zentrale Rolle im Anfangsunterricht der Fächer Biologie, Chemie und Physik ein. Die Bildungsstandards fokussieren damit, wie auch schon mit der Formulierung der prozessbezogenen Kompetenzen, auf die Förderung der Handlungsfähigkeit von Schülern durch die Ausbildung eines reflektierten Verständnisses von Wissenschaft zu fördern. Diese Grundidee wird auch im Kernlehrplan Nordrhein-Westfalen beschrieben (Schulministerium, 2008, S. 8):

*„Unter naturwissenschaftlicher Grundbildung (Scientific Literacy) wird die Fähigkeit verstanden, naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, naturwissenschaftliche Fragen zu erkennen und aus Belegen Schlussfolgerungen zu ziehen, um Entscheidungen zu verstehen und zu treffen, welche die natürliche Welt und die durch menschliches Handeln an ihr vorgenommenen Veränderungen betreffen.“*

Das Schulministerium NRW legt damit den Fokus noch stärker auf die Handlungsorientierung als dies in den Bildungsstandards der Fall ist. So wird hier konkret von der Anwendung naturwissenschaftlichen Wissens geredet um Entscheidungen zu verstehen und zu treffen. Dies unterstreicht die außerordentliche Bedeutung des Kompetenzbereichs Bewertung (siehe 2.2.2), da dieser zur naturwissenschaftlichen Grundbildung Überschneidungen aufweist. Damit wird auch Roberts & Gotts Erkenntnis aufgegriffen, welche beschreibt, dass das Verstehen des experimentellen Designs von Experimenten und Tests ebenso wichtig (oder sogar wichtiger) ist, als das Verstehen von den dadurch „produzierten“ Ergebnissen/Erkenntnissen (Roberts & Gott, 2010; vgl. 2.1).

Auch Menthe et al. sehen in dieser Definition eine Überschneidung von naturwissenschaftlicher Grundbildung und Bewertungskompetenz (Menthe, Parchmann, & Demuth, 2006, S. 4). Sie

beschreiben zudem einen „enorm hohen Anspruch“. Die hohe Anzahl an Begriffen, die verschiedene Autoren mit naturwissenschaftlicher Grundbildung in Verbindung gebracht haben, lassen sich in drei Kernbereiche einteilen (ebd):

1. Über Basiswissen verfügen
2. Das „Wesen der Naturwissenschaften“ und der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung begreifen
3. Gesellschaftliche und individuelle Probleme auf Basis naturwissenschaftlicher Kenntnisse beurteilen und bewerten

Schülerinnen und Schüler sollen „*Phänomene der Lebenswelt auf Grundlage Ihrer Kenntnisse über Stoffe und chemische Reaktionen*“ (Kultusministerkonferenz, 2004) nicht nur erklären und bewerten können, sondern auch befähigt werden Entscheidungen zu treffen und sie zu beurteilen (Kultusministerkonferenz, 2004, S. 6; vgl. 2.2.2.2). Diese Formulierung findet sich ebenso deckungsgleich auch im Kernlehrplan NRW wieder, ebenso wie die, dass theorie- und hypothesengeleitetes Arbeiten eine „analytische und rationale Betrachtung der Welt“ erst ermöglichen (Kultusministerkonferenz, 2004; Schulministerium, 2008, S. 8). Die bereits hohen Ansprüche der Bildungsstandards werden im Kernlehrplan des Landes Nordrhein-Westfalen etwas ausführlicher begründet. So sei „das Verstehen naturwissenschaftlich-aufklärerischer Ideen (...) ein wichtiger Bestandteil der individuellen Entwicklung hin zu einem rationalen und aufgeklärten Lebensstil“ (Schulministerium, 2008, S. 8).

Damit definieren die Bildungsstandards und der Kernlehrplan NRW einen sehr hohen Anspruch was die (natur-)wissenschaftliche (Grund-)Bildung (*Scientific Literacy*) und die darauf aufbauende Urteilsfähigkeit betrifft. Insbesondere letztere hat einen besonderen Stellenwert, da sie eng verbunden ist mit dem prozessbezogenen Kompetenzbereich „Bewertung“. Dies stellt eine enge Verknüpfung von Wissenschaft und Bewerten dar (vgl. 2.1.7). Die in den Bildungsstandards formulierten Anforderungen ähneln den Kompetenzbereichen der Scientific Literacy aus der PISA-Studie von 2006 (Schecker & Parchmann, 2006):

<b>Scientific Literacy (PISA 2006)</b>
<b>5 Kompetenzbereiche:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>■ <b>Naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen.</b></li><li>■ <b>Nachweise suchen und prüfen, die für eine naturwissenschaftliche Untersuchung erforderlich sind.</b></li><li>■ <b>Schlussfolgerungen aufgrund von Daten und Belegen ziehen und Schlussfolgerungen kritisch beurteilen</b></li><li>■ <b>Gültige Schlussfolgerungen mitteilen und argumentieren (Kommunikation)</b></li><li>■ <b>Nachweis des Verständnisses naturwissenschaftlicher Konzepte durch situationsangemessene Anwendung.</b></li></ul>

Abbildung 6: Kompetenzbereiche der Scientific Literacy in der PISA-Studie (2006) nach Schecker

Die Idee, Scientific Literacy in einer solch expliziten Form zu formulieren und umsetzen zu wollen ist nicht unumstritten. Problematisch ist zum einen, dass die Bildungsstandards Regelstandards, also Kompetenzen, die im Durchschnitt von Lernenden erreicht werden sollen, und nicht Mindeststandards sind (Hartmann-Mrochen, 2011, S. 41). Zum ist es versäumt worden „darzulegen, in welchem Verhältnis Mindest- und Regelstandards zu einander stehen bzw. überhaupt erst Mindeststandards zu formulieren“ (Hartmann-Mrochen, 2011, S. 41). Morris Shamos kritisiert, dass dies einen unrealistisch hohen Anspruch an Naturwissenschaftsunterricht stellt (Shamos, 2002). Er sieht insbesondere Probleme in der Vermittelbarkeit der Scientific Literacy, zweifelt gar ihre Erreichbarkeit für alle an und plädiert daher für weniger Inhalte und Fakten und mehr Methoden und Prozesse der Naturwissenschaften (M. Shamos, 1995). Gräber fasst die von Shamos angestrebte sogenannte „Scientific Awareness“, die anstelle von Scientific Literacy unterrichtet werden sollte, zusammen, als „ein Bewusstsein von der Rationalität naturwissenschaftlicher Vorgehensweise“ (Gräber, 2002). Durch das Erlernen spezieller Methoden der Naturwissenschaften und Formen des Argumentierens werde das rationale Denken der Lernenden geschult (Gräber, 2002, S. 12). Der Weg<sup>38</sup> naturwissenschaftlicher Erkenntnis eröffne erst die Dimensionen naturwissenschaftlichen Denkens (Hartmann-Mrochen, 2011).

Shamos Idee einer Scientific Awareness reduziert die sehr komplexe Scientific Literacy auf ein sehr pragmatisches und handlungsorientiertes Konzept. Betrachtet man in diesem Zusammenhang den allgemeinen Wissenschaftsbegriff, so entspricht diese Sichtweise dem von Grams beschriebenen *systematisierten Verfahren zur Überprüfung von Phänomenen der natürlichen Welt* (2.1.1) oder der von Robert und Gott formulierten Forderung, eher wissenschaftliche Methoden und Prozesse zu verstehen, als deren Ergebnisse (s.o.). Diese immer häufiger anzutreffende Betrachtung von Naturwissenschaft ist als Konsequenz einer komplexen und komplizierter werdenden Welt zu verstehen. Shamos sieht es als leichtsinnig an, Naturwissenschaft in ein handliches Paket packen zu wollen (Shamos, 2002). Die Vermittlung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung an alle Schüler sei weder ein realistisches Ziel, noch nötig. Vielmehr solle eine naturwissenschaftliche Denkweise in den Fokus gerückt werden – nicht naturwissenschaftliches Wissen (Shamos, 2002).

Betrachtet man die ernüchternden Erkenntnisse aus den ersten Jahren der Umsetzung der Bildungsstandards in den Ländern, so scheint es, als hätte Shamos es bereits geahnt: Feierabend und Eilks stellen bzgl. Scientific Literacy fest, „*[that] examples of such teaching approaches seem to be only rarely applied in a majority of countries*“ (Hofstein et al., 2012; Feierabend & Eilks, 2010, S. 177). Darüber hinaus berufen sie sich auf eine Reihe unterschiedlicher Studien und konstatieren dem Chemieunterricht, „*[that] it remains content-driven. Science teaching still neglects the societal dimension of science teaching to a large degree, only rarely orients itself towards prescribed general educational objectives, and still basically ignores the interests of the vast majority of students who will never have careers in Chemistry or Physics.*“ (T. Feierabend & Eilks, 2010, S. 177f).

Außerhalb von Deutschland gibt es ebenfalls Vorgaben und Bestrebungen, den Unterricht konsequent auf die Vorbereitung auf gesellschaftliche Teilhabe auszurichten (Marks et al., 2012, S. 32). Diese Ansätze werden als Socio-Scientific Issues basierte Curricula zusammengefasst (Sadler, 2004). Mit den NGSS sind zudem explizite Vorgaben unter anderem für NOS-Aspekte definiert worden (vgl. Kap. 2.1.3). Das dadurch zu vermittelnde Bild von Wissenschaft ist eng verknüpft mit *decision-making*. Ein konsistentes Bild der Prozesse und Methoden, mit deren Hilfe wir zu rationalen Urteilen und Aussagen über unsere (Um-)Welt gelangen, ist dafür die Grundlage (vgl. 2.1).

---

<sup>38</sup> vgl. 2.1.3

#### 2.2.4. Zusammenfassung

Die Bewertungskompetenz ist ein Begriff, der kontrovers diskutiert wird. Viele unterschiedliche Definitionen und Interpretationen dessen, was in den Bildungsstandards festgeschrieben wurde, existieren. Einig ist man sich hinsichtlich der Output-Orientierung. Die Fähigkeit, kontroverse Kontexte zu bewerten, soll u. a. verbindlich, verständlich und realisierbar sein und wurde in Form von Teilkompetenzen spezifiziert. Im Fokus steht dabei ein handelnder Umgang mit Wissen und Werten (vgl. Leisen, 2015). Besonders Mayer et al. bieten mit ihrer Definition von Bewertungskompetenz eine (zumindest teilweise) pragmatische Idee im Hinblick auf eine fachdidaktische Umsetzung. Beschrieben wird „die Fähigkeit, Kriterien heranzuziehen und zu gewichten, um deskriptives Wissen über den zu beurteilenden Sachverhalt (...) zu verknüpfen“ (Mayer et al., 2004).

Die Modellierung der Bewertungskompetenz für das Fach Chemie ist in Teilen vollzogen. Damit ist ein erster Schritt hin zu einer Operationalisierung gemacht worden. Problematisch stellt sich dar, dass die Adaption des ESNaS-Modells zwar gelingen kann bzgl. ausgewählter Aufgaben (vgl. Nowosadek, 2015), eine empirische Prüfung allerdings noch nicht stattgefunden hat. Hinzu kommt, dass gerade die impliziten Entscheidungsprozesse dabei außen vor bleiben. Im folgenden Kapitel (2.3) wird dargelegt, dass diese allerdings einen großen Anteil an der Urteilsbildung haben. Werden spontane, intuitive Entscheidungen getroffen, die von Emotionen stark getrieben und beeinflusst sind, so ist auch dieses Modell eher ungeeignet, was eine Materialentwicklung betrifft. Dennoch verdeutlicht eine Betrachtung der Modelle, dass sich Bezüge zur Entscheidungspsychologie anbieten, um eine Strukturierung vorzunehmen. Insbesondere das Prozessmodell der Entscheidungsfindung nach Betsch und Haberstroh wird mehrfach erwähnt. Die dortige Aufteilung in präselektionale, selektionale und postselektionale Phase wird unter 2.3.3 näher erläutert. Einzig die exakte Ausformulierung, was genau in der selektionalen Phase geschieht, bleibt in den Modellierungen dünn (vgl. Nowosadek, 2015). Auch was genau unter *Entscheidungsstrategien* und *Bewertungsstrukturwissen* zu verstehen ist, bleibt unklar. In Ansätzen wird diese Frage geklärt, aber das ist nicht genug, um diese Prozesse hinreichend zu erläutern. So werden etwa viele kognitive Verzerrungen etc. (vgl. 2.3.2) außer Acht gelassen.

Ein weiterer wichtiger Begriff in den Bildungsstandards aller naturwissenschaftlichen Fächer ist die naturwissenschaftliche Grundbildung. Diese ist nicht überschneidungsfrei von Bewertungskompetenz zu definieren. Die Vermittlung eines wissenschaftlichen Weltbildes soll angestrebt werden. Die Kontroverse, die zu diesem Thema aktuell ist, lässt sich wie folgt beschreiben: Auf der einen Seite soll ein Basiswissen vermittelt werden. Wissenschaftliche Erkenntnisse sollen vernetzt und kommuniziert werden. Schüler sollen umfangreiche Informationen erhalten zu verschiedensten Themen, die sowohl individuell als auch gesellschaftlich von Relevanz sind (vgl. Ilka Parchmann & Menthe, 2006). Auf der anderen Seite wird naturwissenschaftliche Grundbildung eher so beschrieben, wie *Scientific Literacy* in der PISA-Studie definiert wurde (Schecker & Parchmann, 2006). Hier wird eine Art Meta-Wissen als Ziel formuliert: Naturwissenschaftliche Konzepte verstehen, Nachweise suchen und prüfen, Schlussfolgerungen ziehen und kritisch reflektieren. Ziel einer Grundbildung müsse eine naturwissenschaftliche Denkweise sein (Shamos, 2002). Prozesse und Methoden zur Erkenntnisgewinnung, ein Verständnis dafür, wie wissenschaftliche Tests und Experimente konzipiert sind und warum diese relevant sind, sowie eine reflektierte Sicht auf die eigene Fehlbarkeit sind daher Kernideen dieser Perspektive (Shamos, 2002).

Der Begriff der *Scientific Literacy* innerhalb der Bildungsstandards und dem KLP-NRW wird viel diskutiert. Die Handlungsorientierung, die durch die Kompetenzen präzisiert wird, und die mannigfaltigen Ziele wie z. B. eine „analytische und rationale Betrachtung der Welt“ (Schulministerium, 2008) sowie die „Entwicklung hin zu einem rationalen und aufgeklärten

Lebensstil“ präzisieren eindrucksvoll die hohen Ansprüche für Lehrer und Schüler. Die Kritik von Shamos am Begriff der *Scientific Literacy* und seine Empfehlung, eher eine Scientific Awareness im naturwissenschaftlichen Unterricht zu vermitteln, haben nicht an Aktualität verloren. Besonders Feierabend & Eilks geben zu bedenken, dass Chemieunterricht „remains content-driven“ und dass die gesellschaftlichen Dimensionen der Kontexte immer noch vernachlässigt werden. Bei der Vermittlung von Bewertungskompetenz offenbart sich ein Spannungsfeld zwischen den hohen Anforderungen an die Lehrkräfte und den vielen damit verbundenen Schwierigkeiten, diesen gerecht zu werden.

Bewertungskompetenz und naturwissenschaftliche Grundbildung stellen ein eng vernetztes Gefüge dar, was bei Urteilsbildungen und Entscheidungen nur als Einheit verstanden werden sollte. Die Ansprüche an Lehrende und Lernende sind überaus hoch. Bei der Entwicklung von Unterrichtsmaterial und Aufgaben bieten sich die Modelle nur bedingt an, wenn wichtige Kernkriterien der Urteilsbildung und der Socio-Scientific Issues (vgl. 2.4) bedacht werden sollen. Diese sind v. a. Emotionalität, Intuition, Spontaneität und Bedeutsamkeit und spielen eine große Rolle in der selektionalen Phase. Gerade hier bleiben die Modelle unkonkret. Eine Graduierung nach Komplexität und kognitiven Prozessen ist bei diesen Aspekten daher nur bedingt möglich. Konsens besteht darin, dass rationale Argumente und Positionen den intuitiven und emotionalen überlegen sind bzw. im Unterrichtskontext als „besser“ erachtet werden (sollten). Ziel einer Unterrichtsintervention sollte demnach sein, Kriterien für einen rationalen, gesteuerten Bewertungsprozess zu etablieren. Diese Kriterien sollten Teil des Bewertungsstrukturwissens werden und über den behandelten Kontext hinaus Anwendung finden. Dabei sind die unbewussten, emotionalen, intuitiven und spontanen Entscheidungen für Lernende sorgfältig zu reflektieren und transparent zu machen. Ein starker Fokus auf rationale, naturwissenschaftliche Kriterien findet sich ebenfalls in einer Reihe von Arbeiten.

### 2.2.5. Essenzen

1. In den Bildungsstandards und Kernlehrplänen wird nicht nur der Fokus auf das Bewerten seitens der Schülerinnen und Schüler gelegt (wie der Begriff Bewertungskompetenz vermuten ließe). Im Rahmen einer naturwissenschaftlichen Grundbildung soll auch motiviert werden, dass die Lernenden sich selbst Urteile zu kontroversen Kontexten bilden und persönlich relevante Entscheidungen treffen können. Damit sind die Forderungen bzw. Ansprüche auf einem sehr hohen Niveau. Obwohl (teilweise) keine evaluierten Kompetenzstrukturmodelle vorliegen, gelten sie für alle Länder verpflichtend und bilden die Grundlage der Leistungsbewertung. (2.2.1)
2. Die meisten Definitionen von Bewertungskompetenz beinhalten ein Gewichten bzw. Abwägen von Kriterien oder Informationen. Auch eine Verknüpfung oder Abgleichen individueller Positionen mit sozialen bzw. gesellschaftlichen Problemen wird benannt. Laut den Definitionen geht es bei Bewertungskompetenz aber vor allem darum, handelnd, also urteilend und entscheidend, tätig bzw. aktiv zu werden. Schüler sollen befähigt werden, *eigene Entscheidungen* zu treffen. Auch eine anschließende Reflexion wird benannt. (2.2.2.1; 2.2.2.2)
3. Während Beurteilungen von Lernenden häufig objektiv sind und auch miteinander verglichen werden können, stellen Bewertungen Lehrende wie Lernende vor besondere Schwierigkeiten. Die Begriffe Bewerten und Beurteilen bedeuten aus entscheidungspsychologischer Sicht nicht dasselbe (vgl. 2.3). Auch die beiden derzeit eingesetzten Operatoren im

Chemieunterricht unterscheiden sich bezüglich ihrer Bedeutung. Die Vorgaben in den Bildungsstandards und Kernlehrplänen differenzieren hingegen nicht. Eine echte Trennung bzgl. Sach- und Werturteilen wird kritisiert, da sie in der Realität nicht stattfinden kann. (2.2.2.3)

4. Bei Auseinandersetzungen mit kontroversen Lerngegenständen treten verstärkt Alltagsphantasien auf. Diese intuitiven Resonanzen erschweren eine kriteriengeleitete, rationale Beurteilung unter Umständen sehr. Eine Reflexion dieser Vorstellungen kann den Lernenden die eigenen Phantasien bewusst machen (Gebhard, 2007; 2.2.2.3)
5. Es ist wichtig, dass zwischen Sach- und Werturteilen (soweit möglich) im Unterricht differenziert wird. Wenn Schülerinnen und Schüler Bewertungskriterien benennen oder gar festlegen, dann muss transparent sein, welche Bedeutung diese haben sollten und inwieweit eine Relevanz für persönliche Entscheidungen besteht. (2.2.2.3)
6. Eine eigene Position zu artikulieren ist nicht nur legitim, sondern sollte auch gefordert und gefördert werden. Lernenden sollte stets transparent gemacht werden, ob sie rationale, überprüfbare, vergleichbare, fachmethodische Argumente und Begründungen äußern, oder ob diese eher wertend, persönlich, emotional, ethisch oder moralisch gefärbt sind. Eine Bewusstmachung der Art des getroffenen Urteils, Arguments oder der getätigten Bewertung, könnte vor allem die eigene Position und Haltung bezüglich eines komplexen (und kontroversen) Sachverhalts fördern und stärken. (2.2.2.3)
7. Zu diagnostizieren, ob bei den Bewertungen und Urteilen der Lernenden Veränderungen eintreten, ist sehr wichtig bei der Vermittlung von Bewertungskompetenz (vgl. Höttecke et al., 2013). Demzufolge sollten Lehr-/Lernsituationen so gestaltet sein, dass eigene Vorstellungen und Positionen transparent und klar formuliert sind - sowohl zu Beginn als auch am Ende einer Unterrichtssequenz. Auf diese Weise können die Lernenden ihre eigenen Lernschritte nachvollziehen, was Höttecke et al. ebenfalls als wichtig erachten. (2.2.2.3)
8. Kontexte sollten für Lernende relevant und wissenswert sein. Zu erwerbende Fähigkeiten sowie zu vermittelndes Fachwissen werden vor allem dann nachhaltig erlernt, wenn diese mit Entscheidungssituationen verbunden sind. Soll Handeln verändert werden ist darüber hinaus eine Reflexion der eigenen Entscheidungsstrategien von großer Bedeutung. (2.2.2.3)
9. Bei der Nutzung von Modellen<sup>39</sup> zur Entwicklung von Aufgaben für den naturwissenschaftlichen Unterricht, gibt es starke Einschränkungen. Entweder fokussieren sie (zu) stark auf bestimmte Teilkompetenzen, oder aber sie sind orientiert an einem sehr ökonomischen Verständnis von Entscheidungsfindung. Für hoch emotionale Kontexte, welche einer Reihe kognitiver Verzerrungen bedingen (vgl. 2.3.2.2; 2.4), sind diese Modelle nicht oder nur wenig geeignet. Hilfreich kann eher das Prozessmodell der Entscheidungsfindung (vgl. 2.3.3) sein. (2.2.2.4)
10. Was Bewertungskompetenz überhaupt ausmacht, ist vielen Lehrkräften nicht klar. Unter dieser Voraussetzung ist es umso schwerer, Lernende bezüglich ihrer Entscheidungsfähigkeit stärker zu fördern, obwohl diese Förderung sehr notwendig ist. (2.2.2.5)
11. Bei Reflexionen hilft es, Veränderungen und Lernschritte nachzuvollziehen. Lernenden sollten Änderungen ihrer Entscheidungen transparent und bewusst gemacht werden (2.2.2.5)
12. Rationale Prozesse müssen, im Gegensatz zu intuitiven Prozessen, bewusst angestoßen werden (2.2.2.5).

---

<sup>39</sup> Kompetenzstrukturmodelle

13. (Bewertungs-)Kriterien sind eine Möglichkeit, die selektionale Phase des Entscheidungsprozesses zu rationalisieren. Stehen den Lernenden Kriterien (oder Methoden) zur Verfügung, können Urteile auf deren Basis getroffen, welcher weniger emotional sind (2.2.2.5).
14. Naturwissenschaftliche Grundbildung und Bewertungskompetenz sind nicht unabhängig voneinander zu vermitteln. Die Umsetzung im Unterricht erfolgt nur schleppend (2.2.3).
15. Die Vermittlung einer naturwissenschaftlichen Vorgehensweise sowie von Methoden und Prozessen ist wichtiger, als Inhalte und Fakten (2.2.3).

### **2.3. Erkenntnisse der Psychologie**

Die Bildungsstandards und Kernlehrpläne machen unmissverständlich klar, dass *Bewerten*, *Urteilen* und *Entscheiden* zentrale zu erwerbende Kompetenzen in der Sekundarstufe 1 darstellen (siehe 2.2.2). Um die dabei ablaufenden Denkprozesse genauer nachvollziehen zu können, werden in diesem Kapitel psychologische und soziologische Grundlagen illustriert. Dabei wird auch beschrieben, inwieweit sich die drei Begriffe unterscheiden bzw. in ihrer Bedeutung und ihrer Nutzung überschneiden.

Inwieweit Menschen rationale, normative Entscheidungen treffen, soll in diesem Kapitel ebenfalls behandelt werden. Auch Urteilsheuristiken, welche impulsive und spontane Urteile und Entscheidungen darstellen, sowie eine Liste kognitiver Verzerrungen, denen Entscheidende unterliegen, werden hier dargestellt. Zudem wird der (große) Einfluss von Emotionen untersucht. In diesem Zusammenhang wird bereits in Teilen eingegangen auf Inhalte und Kontexte, die für die geplante Unterrichtsintervention im empirischen Teil dieser Arbeit von besonderer Bedeutung sind. Die eigentliche Thematisierung dieser findet allerdings erst im nachfolgenden Kapitel (2.4) statt.

Der erste Abschnitt behandelt die Begriffsklärung der zentralen Begriffe Entscheiden und Urteilen (2.3.1). Im Folgenden werden die Faktoren, die Urteile und Entscheidungen massiv beeinflussen, kategorisiert und beschrieben (2.3.2). Dazu gehören neben den Urteilsheuristiken und kognitiven Verzerrungen, auch Emotionen, Vertrauen, Komplexität und Ambiguitätstoleranz. Im Anschluss wird der Prozess der Entscheidungsfindung als dreiphasiges Modell (vgl. Betsch et al., 2011) skizziert (2.3.3). Unter 2.3.4 werden zusammenfassend die wichtigsten Aspekte zusammengefasst. Eine Liste mit Implikationen für die Vermittlung von Bewertungskompetenz im Unterricht (*Essenzen*) stellt den Abschluss des Kapitels dar (2.3.5).

#### **2.3.1. Entscheiden und Urteilen - Begriffsklärung**

*Entscheiden*, *Urteilen*, *Bewerten* – Diese Begriffe können sehr unterschiedliche Bedeutungen haben, je nachdem, in welchem Kontext wir sie verwenden. Soll zwischen zwei Möglichkeiten oder Optionen entschieden werden? Steht das entscheidende Spiel an? Entscheiden wir uns zu handeln oder etwas zu unterlassen? Fällen wir ein Urteil über jemanden? Wird ein Verbrecher verurteilt? Beurteilen wir einen Sachverhalt? Sollen mehrere Positionen oder Standpunkte bewertet werden? Wenn ja, nach welchen Kriterien überhaupt? Zur genaueren Erläuterung wer-

den im Folgenden die Begriffe *Entscheiden* und *Urteilen* näher beschrieben und aus (entscheidungs-)psychologischer Perspektive erläutert. Dabei wird bewusst auf eine Erläuterung der Begriffe *Bewerten* und *Beurteilen* verzichtet, da alle, für die Vermittlung von Bewertungskompetenz relevanten Implikationen, mit den Begriffen *Entscheiden* und *Urteilen* erschöpfend erfasst werden, wie im Folgenden ebenfalls illustriert wird.

### 2.3.1.1. Entscheiden

Eine Entscheidung wird in der Entscheidungspsychologie als Prozess gesehen. Dieser gliedert sich in eine Reihe von Phasen: *Diagnose, Zielsetzung, Problemdefinition, Informationsgewinnung, Auswertung, Suche nach Alternativen, Antizipation von Folgen, Prognose der Konsequenzen, Bewertung/Vergleich von Entscheidungsalternativen, Umsetzung der Entscheidung, Kontrolle der Umsetzung* (Koschnick, 2013, S. 153). Kurzgesagt geht es dabei um die Wahl einer Handlungsalternative aus mindestens zweien.

Der Prozess einer Entscheidungsfindung wird von Betsch et al. als Dreischritt beschrieben: *Präselektionale, selektionale* und *postselektionale Phase* (Betsch et al., 2002, S. 457ff). Diese werden erst unter 2.3.3 genauer beschrieben, da zum Verständnis weitere Begrifflichkeiten geklärt werden müssen.

Je nach Informationsstand lassen sich Entscheidungen grob unterteilen in Entscheidungen unter Sicherheit (bei vollkommener Information) und unter Unsicherheit (bei unvollständigen Informationen) (Betsch et al., 2002). Hinter allem steht die Idee, dass Entscheidende stets darauf bedacht ist, die für sie beste Wahl zu treffen. Versuche, die Prozesse zu modellieren, orientieren sich dabei meist stark an Nutzentheorien (Stocké, 2002, S. 10). Höbke und Menthe nennen in diesem Zusammenhang die *Multi-Attribute-Utility-Theorie* (Höttecke et al., 2013). Bei vollständiger Kenntnis aller Informationen (*Entscheidung unter Sicherheit*) sowie der persönlichen Wichtigkeit lässt sich damit der Gesamtnutzen jeder einzelnen Handlungsalternative berechnen. Dazu müssen sich alle Angaben in irgendeiner Weise quantifizieren lassen. Solche Entscheidungssituationen sind in der Realität nur sehr selten. In der Regel müssen beträchtliche Vereinfachungen vorgenommen werden, damit eine Entscheidungssituation vollständig quantifiziert werden kann.

Bei einer *Entscheidung unter Unsicherheit* spielen vor allem die Wahrscheinlichkeiten, mit denen die verschiedenen Ergebnisse eintreten können, eine entscheidende Rolle. Die *Wert-Erwartungstheorie* (englisch: *subjective-expected-utility-theory*) erfasst zu dem Nutzen einzelner Ereignisse daher auch, wie wahrscheinlich diese sind (Savage, 1954; Esser, 1999).

Beide Modelle (*Multi-Attribute-Utility-Theorie* und *Wert-Erwartungstheorie*) gehören zu den Nutzenwert-Theorien. Sie beruhen auf der klassischen Ökonomie. Diese Herkunft ist von zentraler Bedeutung, da hier der Mensch, um seine Handlungen quantifizierbar zu machen, als „emotionsloser Rechenautomat“<sup>40</sup> beschrieben wird (Weber & Dawes, 2010, S. 1–2).

Im Sinne der Theorie der rationalen Entscheidung wird dem Subjekt ein nutzenmaximierendes<sup>41</sup> Verhalten zugeschrieben, welches als Entscheidungsgrundlage dient (Braun & Gautschi, 2011).

---

<sup>40</sup> Diese Attribuierung ist keinesfalls negativ gemeint. Sie markiert lediglich eine logische Betrachtung. Damit einher geht ein unzureichendes, lückenhaftes Gesamtbild des Menschen, was allerdings für eine Vielzahl ökonomischer Betrachtungen nicht benötigt wird.

<sup>41</sup> Die Verhaltensannahmen in der Volkswirtschaftslehre gehen zudem von *kostenminimierendem* Verhalten aus.

Diese sehr normative Auffassung von Entscheidungsprozessen beschreibt den Menschen als „rational denkenden Entscheider“, der unter verschiedenen Handlungsalternativen stets diejenige auswählt, die sich als die Beste erweist (im Hinblick auf das Ziel). (Baron, 2000; Schiemenz & Schönert, 2010, S. 26). Eine Reihe von Forschungsergebnissen zeigt jedoch, entgegen dieser Beschreibung, dass Menschen keineswegs immer ökonomisch Kosten und Nutzen abwägen. Damit sind aus der Sicht der Entscheidungspsychologie einige Probleme verbunden, wie später noch beschrieben wird.

Die von Kahnemann und Tversky entwickelte Prospekt-Theorie (oder: Neue Erwartungstheorie), welche explizit nicht von einem stets nutzenmaximierenden und rationalen Entscheider ausgeht, basiert auf empirischen Untersuchungen zum Entscheidungsverhalten und ist eine realistischere Alternative zu den zuvor genannten Nutzentheorien (Kahneman, 1979). Die dieser Theorie zugrundeliegende Empirie zeigt, dass sogenannte Wahrnehmungsverzerrungen das Verhalten stark beeinflussen und dazu führen, dass Menschen sich risikoavers verhalten (siehe 2.3.2). Ihre Entscheidungsgrundlage ist eben nicht nur eine ökonomische, sondern eine sehr individuelle und zudem von kognitiven Verzerrungen geprägt. So werden beispielsweise Entschcheidende stärker durch Verluste als durch Gewinne motiviert was dazu führt, dass sie mehr Aufwand betreiben, um Verluste zu vermeiden als um Gewinne zu erzielen (vgl. Trommsdorff, 2008). Die *Prospekt-Theorie* ermöglicht sehr viel präzisere Vorhersagen von menschlichem Entscheidungsverhalten, als *Wert-Erwartungstheorie* und *Multi-Attribute-Utility-Theorie*.

Mathematisch lässt sich die Prospekt-Theorie modellieren, indem jedem erwarteten Gewinn ein Wert zugewiesen wird (je „höher“ der Gewinn, desto wertvoller) (Abbildung 7). Dadurch, dass einem erwarteten Verlust deutlich bedeutsamer eingeschätzt wird, als ein vergleichbarer Gewinn, verläuft die S-förmige Kurve nicht punktsymmetrisch. Im negativen Bereich verläuft sie deutlich steiler. Die illustriert anschaulich, wieso wir uns risikoavers und somit nicht immer nutzenmaximierend und rational bei Entscheidungen verhalten (Weber & Dawes, 2010, S. 131f).

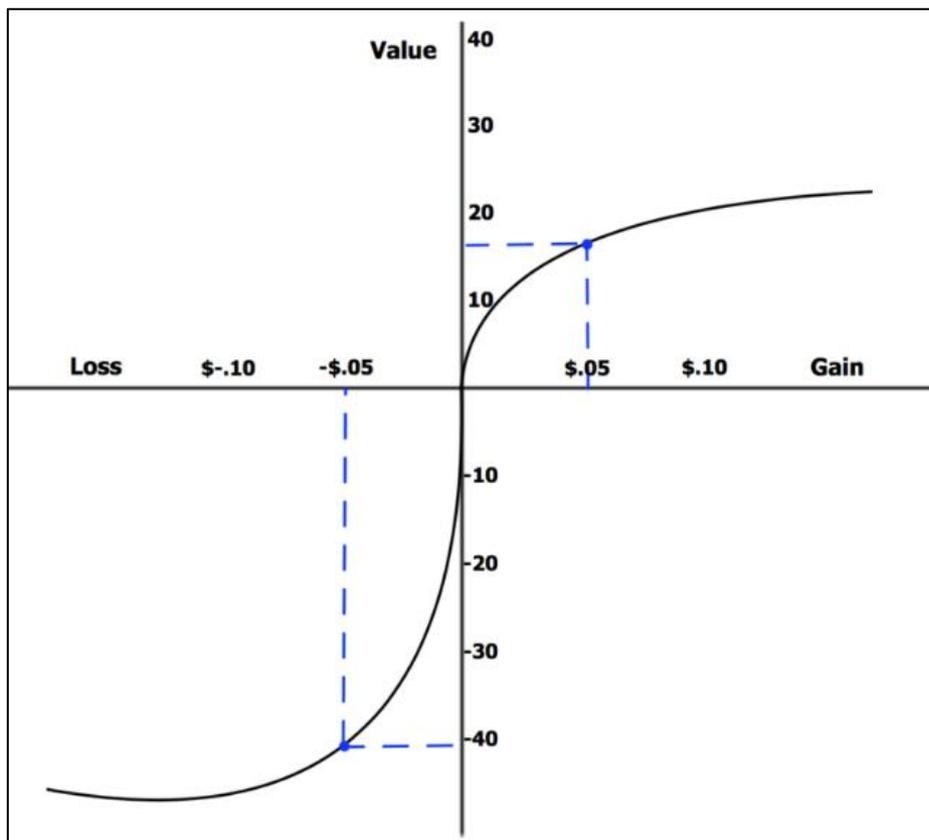


Abbildung 7: Wertfunktion des mathematischen Modells der Prospekt-Theorie<sup>42</sup>

Diese unterschiedlichen Theorien machen deutlich, dass Vorhersagen und Einschätzungen bezüglich Entscheidungsfindungsprozessen nicht einfach sind. Je formaler, normativer und detaillierter letztere dargestellt werden, desto weniger decken sie sich mit den empirisch gewonnenen Erkenntnissen. Präzisere Vorhersagen mithilfe der Prospekt-Theorie sind zwar möglich, allerdings lassen sich diese nur schwierig übersichtlich und formalisiert darstellen. Ein Miteinbeziehen kognitiver Verzerrungen ist technisch, angesichts ihrer Mannigfaltigkeit (siehe 2.3.2.2), kaum realisierbar.

Höbtle und Menthe unterscheiden in Anlehnung an Betsch et al. zudem zwischen deskriptiven und präskriptiven Modellen des Urteilens und Entscheidens (Höttecke et al., 2013, S. 45). Deskriptive Modelle beschreiben und analysieren Urteile während präskriptive Modelle Aussagen darüber machen, „wie Individuen idealerweise urteilen sollten, also welche Strategien und Regeln beachtet werden sollten und wie das Urteilen und Entscheiden „optimiert“ werden kann“ (Höttecke et al., 2013, S. 45).

### 2.3.1.2. Urteilen

Unabhängig davon, ob eine Entscheidung rational getroffen wird oder im Gegensatz dazu spontan erfolgt – die Grundlage bildet immer ein vorangegangener Denkprozess: Das *Urteilen*.

<sup>42</sup> WIKI-Commons – Prospekt-Theorie Wertfunktion - [https://en.wikipedia.org/wiki/Prospect\\_theory#/media/File:Loss\\_Aversion.png](https://en.wikipedia.org/wiki/Prospect_theory#/media/File:Loss_Aversion.png)

Unterschieden werden können im Grunde drei Urteilsarten, das *evaluative*, das *prädiktive* und das *klassifikatorische* Urteil (c). Diese unterscheiden sich bezüglich der Bereiche, in denen bewertet wird. Evaluative Urteile sind Bewertungen verschiedener Handlungsoptionen. Dabei wird jeder einzelnen ein Nutzen zugeschrieben. Geordnet werden Handlungsoptionen innerhalb einer Dimension (z. B. „gut – schlecht“, „lecker – ungenießbar“). Prädiktive Urteile hängen direkt zusammen mit der Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Ereignisses. Je nachdem, wie wahrscheinlich etwas ist, ändert sich das zugehörige Urteil. So wird etwa der Nutzen eines Regenschirms als niedrig bewertet, wenn man sich in der Sahara befindet und die Regenwahrscheinlichkeit bei unter 1% liegt. Die Konsequenzen einer möglichen Handlung liegen somit in der Zukunft und werden ‚vorhergesagt‘. Klassifikatorische Urteile ordnen Wahrnehmungen in Kategorien ein, wodurch diese ihre Bedeutung erhalten. Eine Eisenschraube etwa besteht aus Metall. Dadurch hat sie auch alle typischen, zum Metall gehörenden Eigenschaften (z. B. metallischer Glanz und Duktilität).

### **2.3.1.3. Begriffsnutzung**

Streng genommen versteht man ein Urteil als Resultat eines Denkprozesses, welches als Grundlage für eine Entscheidung dient. Die Begriffe *Entscheiden* und *Urteilen* werden häufig allerdings nicht trennscharf benutzt. Im weiteren Verlauf der Arbeit wird daher ebenfalls auf eine klare Trennung dieser Begriffe verzichtet. Dies geschieht nicht nur im Sinne einer Vereinfachung, sondern bewusst auch, um zu illustrieren, dass diese Prozesse untrennbar eng miteinander verknüpft sind. Es beschreibt die Realität viel eher, wenn die Denkprozesse des Entscheidens und Urteilens als ein zusammenhängender, teilweise gleichzeitig ablaufender Vorgang gleichbedeutend verwendet werden. Auch die automatisch ablaufenden überschlägigen Denkweisen, die Urteilsheuristiken (siehe 2.3.2.1), werden im Verlauf dieser Arbeit nicht mehr gesondert benannt und inkludiert in den Begriffen Entscheiden oder Urteilen verstanden.

Eine deutliche Trennung bleibt lediglich hinsichtlich des Begriffs *Handeln* bestehen. Auch wenn eine Entscheidung manchmal auch eine Handlung darstellt (und umgekehrt), so sollen diese Begriffe v.a. im Hinblick auf die didaktischen Implikationen (vgl. 2.2.1.1) als getrennt betrachtet werden.

### **2.3.2. Welche Faktoren beeinflussen Entscheidung und Urteil?**

Wie die Prospekt-Theorie vermuten lässt, lassen sich viele Entscheidungen und Urteile nicht mit normativen Modellen eines rational agierenden, ökonomisch nutzenmaximierenden Menschen beschreiben. Sie sind irrational, emotional, intuitiv – und häufig unvernünftig. Zum besseren Verständnis, warum wir Menschen so entscheiden bzw. handeln, werden in diesem Kapitel Heuristiken und Entscheidungsstrategien beschrieben, die empirisch belegbar sind und erklären, wieso eine Berücksichtigung dieser Faktoren bei der Planung einer Unterrichtskonzeption von so großer Bedeutung sind.

Zu Beginn werden die intuitiv ablaufenden Urteilsheuristiken beschrieben (2.3.2.1). Sie ermöglichen uns, Urteile und Entscheidungen auch dann (einigermaßen) treffsicher zu fällen, wenn nur mäßige Informationen gegeben sind bzw. wenig Zeit zur Verfügung steht (Stephan, 1999, S. 103f).

Kognitive Verzerrungen bilden eine weitere große Kategorie vieler, empirisch belegter, Effekte, die beim Entscheiden auftreten. Buster Benson<sup>43</sup> hat dazu eine Übersicht erstellt, welche die Menge und Mannigfaltigkeit eindrucksvoll darstellt (Anhang T3). Beinahe 200 verschiedene kognitive Verzerrungen werden hier, gegliedert in vier Bereiche, aufgeführt. Die für die vorliegende Arbeit relevantesten werden unter 2.3.2.2 kurz beschrieben.

Der Einfluss von Emotionen spielt sowohl implizit als auch explizit bereits eine große Rolle bei kognitiven Verzerrungen. Dennoch werden damit verbundene Effekte unter 2.3.2.3 noch einmal gesondert betrachtet. Dies ist wichtig, da im Zusammenhang mit der geplanten Unterrichtskonzeption rationale Urteile und Entscheidungen einen besonderen Stellenwert einnehmen und (starke) Emotionen diesen Prozess be- oder gar verhindern können.

In Abschnitt 2.3.2.4 wird der Einfluss der Komplexität des Kontextes bzw. der Entscheidungssituation kurz umrissen. Weiterführende Informationen dazu und Analysen werden in 2.4 beschrieben.

Auch Vertrauen in Quellen bzw. in die Richtigkeit von Informationen ist ein sehr relevanter Faktor bei Entscheidungen. Gerade bei Informationsüberfluss, konfligierenden Evidenzen und emotionalen Kontroversen ist eine vollständige Akzeptanz evidenzbasierter Erkenntnisse keineswegs selbstverständlich. Für die Entwicklung einer vernunftbasierten Bewertungskompetenz im Unterricht ist diese daher von größter Bedeutung. Das relativ junge Forschungsgebiet kann daher als hochrelevant betrachtet werden. In Abschnitt 2.3.2.5 werden entsprechende Erkenntnisse ausführlich präsentiert.

Inwieweit Ambiguitätstoleranz bei der rationalen Bewertung kontroverser Kontexte eine Rolle spielt wird unter 2.3.2.6 illustriert.

### **2.3.2.1. Urteilsheuristiken**

Wie beim Entscheiden spielen intuitive Prozesse und Routinen auch beim Urteilen eine zentrale Rolle (T. Betsch et al., 2011). Haben Entscheidungen keine große Bedeutung, so werden Urteile ohne große Überlegungen getroffen. Dabei bedienen sich Urteilende unbewusst sogenannter Heuristiken bzw. Routinen. Sie unterscheiden sich fundamental von den im vorigen Kapitel beschriebenen Entscheidungsfindungsprozessen. Diese überschlägigen Denkweisen sind mannigfaltig und wurden bereits intensiv erforscht (Kahneman et al., 1982). Urteilsheuristiken lassen sich als unkontrolliertes Denken bezeichnen, welches durch automatische, also unbewusste, absichtslose, unwillkürliche und mühelose Denkprozesse charakterisiert werden kann. Allerdings mehrt sich Kritik an den von Tversky, Kahneman und Slovic formulierten und untersuchten Urteilsheuristiken – sie gelten als umstritten (Fiedler & von Sydow, 2015). Als gesichert gilt, dass Urteilsheuristiken in vielen Fällen zu „Fehleinschätzungen und negativen Konsequenzen“ führen (Raab et al., 2010, S. 129).

### **2.3.2.2. Kognitive Verzerrungen**

Es wurden empirisch bereits viele solcher kognitiven Verzerrungen (*biases*) belegt. Im Folgenden wird eine (unvollständige) Auswahl aufgelistet und beschrieben, die im Zusammenhang des Promotionsprojekts als relevant erachtet werden. Dabei wird nicht differenziert, ob diese

---

<sup>43</sup> In Zusammenarbeit mit John Manoogian III, einem Internet-Blogger

Effekte eher beim Entscheiden oder beim Urteilen bzw. innerhalb unbewusst ablaufender Heuristiken auftreten. Es wird lediglich eine Auswahl derart getroffen, als dass diese Effekte die Planung von Unterrichtsmaterial direkt betreffen können. Die unterrichtspraktischen Implikationen bzw. die Bedeutung für den empirischen Teil der Arbeit finden sich am Ende des Kapitels (siehe „Essenzen“).

### Backfire-Effekt

Werden (neue) Fakten präsentiert, die der eigenen Überzeugung widersprechen, so stärken diese paradoxerweise die eigene Position, anstatt sie abzuschwächen (Silverman, 2011). Dies kann damit zusammenhängen, dass Argumente gegen eine bestimmte Überzeugung als Angriffe auf die eigene Identität betrachtet werden und eine Abwehrreaktion auslösen. Diese Verteidigung kann die eigene Position noch verstärken.

### Überzeugungs-Bias (belief bias)

Soll die logische Gültigkeit eines Arguments eingeschätzt werden, wird dies stark davon beeinflusst, wie sehr es mit den persönlichen Sichtweisen und Überzeugungen des Urteilenden bereits im Einklang steht. Die Plausibilität von einer Aussage oder Behauptung hat demnach häufig mehr Gewicht als die formalen Kriterien, die als dessen Grundlage gedient haben (Hsee & Hastie, 2006).

Zudem beschreibt der Belief-Bias auch folgenden Fehlschluss: Je mehr man einer bestimmten Sichtweise bzw. Position zustimmt, desto eher werden Argumente als Bestätigung angesehen – unabhängig davon, ob diese das Argument überhaupt formal bestätigen. Logische Fehlschlüsse werden als valide Argumente betrachtet, solange sie der Sichtweise des Urteilenden entsprechen (Markovits & Nantel, 1989).

### Bestätigungsfehler (confirmation bias)

Personen, die bereits gewisse Überzeugungen haben, gehen auf irrationale Art und Weise mit (neuen) Informationen um. Der Bestätigungsfehler, dem diese Menschen unterliegen, umfasst drei Tendenzen (Pohl, 2004; Schweizer, 2007):

- a) Werden sowohl Informationen gegeben, die die eigene Position untermauern, als auch welche, die dieser widersprechen, so werden erstere stärker gewichtet als letztere.
- b) Zur eigenen Überzeugung passende Informationen werden besser erinnert und unpassende bleiben teil- und paradoxerweise ebenfalls als Bestätigung im Gedächtnis.
- c) Widersprechende und unpassende Informationen werden gemieden und es wird gezielt nach bestätigenden und passenden Informationen gesucht (cherry picking<sup>44</sup>).

---

<sup>44</sup> *Cherry picking* bezeichnet die Auswahl von Argumenten, welche die eigene Position untermauern und ein gleichzeitiges Ignorieren von Argumenten, welche konfligierende Evidenz darstellen (im Kontext Klima(wandel)leugnung besonders relevant) (vgl. (Farmer & Cook, 2013)).

Bereits vor fast 60 Jahren entwickelte Wason die Idee, dass Menschen eher dazu neigen, bestehende Hypothesen zu bestätigen anstatt (im Sinne des Popperschen Falsifikationismus) zu versuchen sie zu falsifizieren (Wason, 1960). Unter 4.2.1 wird das Prinzip der Falsifizierbarkeit ausführlicher beschrieben.

Insbesondere Schüler haben eine Neigung, Evidenz hinsichtlich ihrer eigenen Meinung anzunehmen oder abzulehnen (University of Berkeley, 2014). Hinzu kommt, dass “many students seemed to believe that all opinions are equally valid and immune to change regardless of the scientific evidence” (University of Berkeley, 2014).

### Emotionales Schlussfolgern (emotional reasoning)

Ein Gefühl wird als Beleg für Richtigkeit eines Arguments angesehen (z. B. „Ich fühle mich beobachtet, also muss mich gerade jemand beobachten.“) (Beck, 1979).

Der Einfluss von Emotionen auf Entscheidungen wird an anderer Stelle (2.3.2.3) noch ausführlicher diskutiert.

### Halo-Effekt

Bei der Beurteilung wird von bekannten Eigenschaften auf unbekannte Eigenschaften geschlossen (Schweizer Armee, 2018; Rosenzweig, 2008). Personen, die auf einem gewissen Gebiet als kompetent wahrgenommen werden, wird auch eine Kompetenz in anderen Gebieten zugeschrieben. So haben Schüler mit guten Noten in einem Fach tendenziell auch in einem anderen Fach gute Noten, wenn beide von der gleichen Lehrperson unterrichtet werden. Besonders stark ist der Halo-Effekt, wenn eine Eigenschaft oder Fähigkeit stark ausgeprägt ist, auf die der Beurteilende besonderen Wert legt. In einem solchen Fall „überstrahlt“ dies so sehr auf andere Merkmale, dass man auch von einem Heiligenschein-Effekt spricht (Schweizer Armee, 2018, S. 53).

### Illusorische Korrelation und Scheinkorrelation

*Diese Effekte werden in Abschnitt 4.2.4 ausführlich thematisiert.*

### Kontrollillusion

Menschen neigen dazu, den eigenen Einfluss auf Geschehnisse zu überschätzen, auch wenn diese nachweislich unkontrollierbar sind (Thompson, 1999).

### Maslows Hammer

Sind Menschen mit einem bestimmten Werkzeug gut vertraut, so wenden Sie dieses auch dann an, wenn ein anderes besser geeignet wäre (Maslow, 1966, S. 15).

### Nachträgliche Begründungstendenz

Wird eine Wahl zwischen zwei (oder mehr) Optionen getroffen, so neigen Entscheidende dazu, die Eigenschaften der gewählten Option deutlich positiver zu erinnern als die der nicht gewählten (Lind et al., 2017). Zudem werden emotional getroffene Entscheidungen im Nachhinein mit rationalen Argumenten begründet. Der Effekt wird dadurch verstärkt, dass Fakten falsch erinnert werden. So findet eine Verzerrung in dem Sinne statt, dass bestimmte Eigenschaften, die Ausprägungen in beiden Entscheidungsoptionen haben, so in Erinnerung bleiben, als seien sie eindeutig „besser“ bei der getroffenen Wahl (*fact distortion*). Vor allem getätigte Käufe werden im Nachhinein mit rationalen Argumenten begründet (*post-purchase rationalization*).

Auch das Social Intuitionist-Modell von Haidt beschreibt eine Tendenz zu post hoc Rechtfertigungen bei ad hoc Urteilen (Haidt, 2001). Werden Entscheidungen spontan und intuitiv getroffen, neigen Menschen dazu, im Nachhinein rationale Begründungen zu generieren. Selbst wenn diese widerlegt werden, suchen sie eher neue Gründe, anstatt ihr intuitiv getroffenes (möglicherweise „falsches“) Urteil zu ändern (Haidt, 2001).

### Status-Quo-Verzerrung

Menschen tendieren dazu, bei ihren einmal getroffenen Entscheidungen zu bleiben und diese überproportional häufig nicht zu verändern (Samuelson & Zeckhauser, 1988). Jede Abweichung vom Status Quo, also eben jener getroffenen Entscheidung, wird dabei als Verlust betrachtet.

### Dunning-Kruger-Effekt

Menschen mit geringen Fähigkeiten bzw. Kompetenzen auf einem Gebiet tendieren dazu, diese Eigenschaften bei sich zu überschätzen sowie sie bei anderen zu unterschätzen (Kruger & Dunning, 1999). Paradoxerweise führt Unwissenheit zu mehr Selbstvertrauen in vielen verschiedenen Situationen. Wenig kompetente Personen erkennen das Ausmaß des eigenen Unvermögens nicht und sehen zudem überlegene Fähigkeiten bei anderen nicht.

Leugner des (anthropogenen) Klimawandels<sup>45</sup> unterliegen vermutlich dem Dunning-Kruger-Effekt. Sie lehnen naturwissenschaftliche Erkenntnisse nicht in Gänze ab, sondern sehen sich evtl. sogar als wissenschaftlich geschult und scharfsinnig an. Zudem kann ihre eigene Unwissenheit bezüglich der Wege naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung und naturwissenschaftlicher Forschung dazu führen, dass sie ein stark übersteigertes Selbstbewusstsein im Hinblick auf die eigene Fähigkeit haben, die Faktenlage adäquat beurteilen zu können (Torcello, 2016).

Spätere Studien führen an, dass mäßig kompetente Personen zudem kaum bis gar kein Feedback akzeptieren, dass ihnen rät sich zu verbessern (Ehrlinger et al., 2008).

### Vermessenheitsverzerrung (Overconfidence-Bias)

In Bezug auf das Entscheidungsverhalten spielt die Vermessenheitsverzerrung bzw. Selbstüberschätzung eine große Rolle bezüglich der Einschätzungen und Annahmen, die vor der eigentlichen Entscheidung stehen. So wird vor allem überschätzt, wie präzise und korrekt das eigene Wissen sowie die eigene Leistung (auch im Verhältnis zu anderen Menschen) ist (Myers, 2008). Bei Männern ist dieser Effekt sehr viel stärker ausgeprägt als bei Frauen (Vallone et al., 1990).

---

<sup>45</sup> Personen, die den wissenschaftlichen Konsens der Klimaforschung bestreiten, ablehnen oder nicht wahrhaben wollen

### 2.3.2.3. Emotionen

Entscheidungen sind maßgeblich von einer ganzen Reihe von Emotionen beeinflusst (neben den zuvor beschriebenen kognitiven Verzerrungen wie z. B. *Emotionales Schlussfolgern*, *Halo-Effekt*, *Dunning-Kruger-Effekt* etc.). Im Hinblick auf rationales Urteilen in kontroversen Kontexten entsteht dadurch ein Problem. So senken Aspekte wie Einstellungen, Haltungen und Wertvorstellungen die Bereitschaft, sich sachlich mit Themen auseinanderzusetzen, wenn diese emotional aufgeladen sind (Sadler & Zeidler, 2005, in Hartmann-Mrochen, 2011). Schwab gibt allerdings zu bedenken, dass emotionsauslösende Gestaltungsmerkmale zu einer tieferen Verarbeitung von Informationen führen (Schwab, 2015). Das Problem besteht darin, dass Informationen, die in irgendeiner Weise emotionale Reaktionen auslösen, zwar schneller und nachhaltiger aufgenommen werden, aber die Nutzung dieser Informationen eher unsachlich und irrational erfolgt.

Insgesamt sorgt eine emotionale Verknüpfung mit Fakten dafür, dass diese stärker überzeugen. Das bedeutet, dass persönliche (herausragende) Erfahrungen, etwa auf Reisen, die Wahrnehmung und Rezeption innerhalb dieser Kontexte beeinflussen (Lörcher & Taddicken, 2015). Dadurch werden, je nach Einstellungen und „emotionaler Vorbelastung“ die Fakten von verschiedenen Entscheidenden innerhalb ein und desselben Kontexts sehr unterschiedlich bewertet, je nachdem, wie ihre emotionalen Verknüpfungen dazu geartet sind.

Werden Urteile und Bewertungen zu kontroversen Kontexten verlangt, die subjektiv als risikobehaftet oder gefährlich eingestuft werden, so dienen moralische Emotionen wie Abscheu und Empörung häufig zu einem nicht geringen Anteil sogar als Basis und sogenannte Moralheuristiken werden aktiv (Basserak, 2015). Auch dies lässt kaum rationale und sachliche Entscheidungen zu. Zudem ist nicht die Menge an Wissen ausschlaggebend dafür, ob etwas als bedrohlich/gefährlich empfunden wird, sondern die „Menge an Nichtwissen/Unsicherheit“ (Basserak, 2015). Dies lässt vermuten, dass Emotionen Basis vieler Entscheidungen sind. Möglicherweise ist der Versuch einer Rationalisierung von Bewertungsprozessen mittels Vermittlung von Wissen überhaupt nicht zielführend ist. So gibt es etwa viele Gentechnik-Kritiker, die durchaus informiert und belesen sind, aber aufgrund der Komplexität des Themengebietes und der „Menge an Nichtwissen“ ein deutliches Gefühl von Bedrohung empfinden<sup>46</sup>. Paradoxerweise ist es für Risikobewertungen nicht relevant, wie viel wir tatsächlich über ein Thema zu wissen glauben (Basserak, 2015). Basserak konstatiert in diesem Zusammenhang, dass wir bei bestimmten Themen eben eher zu intuitiven Urteilen neigen. In welcher Weise dies genau geschieht, ist allerdings nur unzureichend untersucht, obwohl Heuristiken und Routinen sowie unbewusste Vorurteile in Bewertungsprozessen hochrelevant sind (Basserak, 2015).

### 2.3.2.4. Komplexität

Komplexe Situationen und Kontexte erschweren Entscheidungen und Handlungen auf mehreren Ebenen. Zum einen werden sie i.d.R. nicht vollständig erfasst. Aufgrund ihrer Komplexität ist dies in Gänze gar nicht möglich (z. B. *Klimawandel*). Zum anderen lassen sich kaum Fragen finden, die eindeutig mit ja oder nein zu beantworten sind. Vielmehr erfordern diese Kontexte Fragen, die ein Spektrum an möglichen Antworten zulassen (z. B. *Inwieweit ändert sich das Klima aufgrund von anthropogenen Einflüssen?*). Durch steigende Komplexität steigt auch die

---

<sup>46</sup> Ähnliches gilt für Themen wie Atomkraft, Impfung, Terrorismus, ernährungsbedingte Zivilisationskrankheiten etc.

Neigung emotional zu entscheiden. „Komplexe Entscheidungen, welche viele Faktoren berücksichtigen müssen, überfordern das Arbeitsgedächtnis“ (Dijksterhuis et al., 2006; Osterath, 2018). Dijksterhuis entdeckte, dass Entscheidungen mit weniger Wahlmöglichkeiten im Nachhinein als sehr viel zufriedensteher wahrgenommen werden, als solche in komplexen An-gelegenheiten (Dijksterhuis et al., 2006). Es sei nicht vorteilhaft in komplexen Situationen gründlich und bewusst zu überlegen, da die so getroffenen Entscheidungen schlicht schlechter seien und mehr Aufwand bedeuten würden, als die unbewusst getroffenen. Unbewusstes Den-ken liefert bei komplexen Fragestellungen die besseren Ergebnisse, da offenbar eine große Menge an Informationen erfolgreich in Entscheidungen integriert wird, ohne dies bewusst zu tun (Dijksterhuis et al., 2006, S. 479).

### 2.3.2.5. Vertrauen

Die Ergebnisse wissenschaftlicher Erkenntnisproduktion unterscheiden sich in vielerlei Hin-sicht vom Alltagswissen (Bromme, 2020, S. 3). Laien können bei konkurrierenden Geltungs-behauptungen nicht entscheiden, welche davon am besten begründet ist. Das macht eine ratio-nale und fundierte Entscheidung bei komplexen und kontroversen Kontexten beinahe unmög-lich. So werden auch mäßig informierte Menschen zumindest in Ansätzen die Grundlagen der Gentechnik verstehen (Änderung der Erbinformationen, Änderung der Eigenschaften, höhere Erträge, etc.). Werden diesen dann konkurrierende Argumente vorgelegt (gesundheitsschäd-lich, krebserregend, „unnatürlich“, etc.) sind sie allerdings nicht mehr in der Lage Gentechnik umfassend zu beurteilen. Es gelingt nicht, die neuen Informationen (sowie die Prozesse, mit denen diese gewonnen wurden) durchdringend zu verstehen und gegenüber dem Alltagswissen abzuwägen.

Sinkt das Vertrauen in wissenschaftliche Erkenntnisse und wird die Gültigkeit bestehenden Wissens zudem angezweifelt, so gefährdet das die Rationalität einer Gesellschaft (Bromme, 2020, S. 6). Dies wird besonders in bestimmten sozialen Gruppen beobachtet, da dort noch ein weiterer Effekt auftritt: Immer dann, wenn wissenschaftliche Geltungsbehauptungen als Bedro-hung für die Gruppenidentität angesehen werden, sinkt deren Akzeptanz (Bromme, 2020, S. 15). So lehnen etwas viele anthroposophische Gruppen Impfungen ab, was zu deutlich ver-mehrten Infektionsraten (v. a. bei Masern) und somit Gefährdungen für Infizierte führt (Schmid et al., 2008). Die wissenschaftlichen Erkenntnisse und Belege bezüglich der Wirksamkeit und Notwendigkeit werden ignoriert, da es eine Abneigung<sup>47</sup> bei anthroposophisch arbeitenden Ärzten bezüglich Impfungen gibt (Alm et al., 1999). Das rührt daher, dass sich viele Mitglieder anthroposophischer Gruppen ein Stück weit vom technologischen Fortschritt bedroht fühlen und der vermeintlich „unnatürlicher“ werdenden medizinischen Entwicklung skeptisch gegen-überstehen. Die daraus resultierende selektive Vermeidung rationaler Erkenntnisse bzw. evi-denzbasierter Medizin kann für diese Gruppen (v. a. deren Kinder) direkte gesundheitliche Im-plikationen haben. Bromme benennt in diesem Zusammenhang Echokammern, „in denen die Menschen nur das hören, was sie bereits glauben“ sowie „eine Abwertung der Quellen, hier also Wissenschaftler“ (Bromme, 2020, S. 15).

---

<sup>47</sup> Auch ultra-orthodoxe jüdische Gemeinden lehnen Impfungen ab und sind immer wieder in Verbindung gebracht worden mit Massenausbrüchen von Masern (Stewart-Freedman & Kovalsky, 2007).

Diese Art der Informationsverarbeitung kann auch als „motivated reasoning“ beschrieben werden (Rothmund et al., 2017). Bromme spricht von „strategisch geplanter Leugnung wissenschaftlicher Evidenz“ (Bromme, 2020, S. 15). Levy sieht „motivated reasoning“ als Hauptursache für „science denialism“ (Levy, 2019). Science Denialism ist insofern wesentlich verheerender, weil hier wissenschaftliche Erkenntnisse und Ergebnisse überhaupt gar nicht mehr als Argument gültig sind. Lewandowsky sieht insbesondere das Ablehnen der wissenschaftlich sehr eindeutigen Notation, dass der Klimawandel anthropogener Natur ist, ein „motivated rejection of science“ (Lewandowsky et al., 2013). Verschwörungstheoretische Denkweisen stehen dabei im engen Zusammenhang mit einer solchen Ablehnung von Wissenschaft (Lewandowsky et al., 2013).

Das Zurückweisen von Studienergebnissen geschieht häufig nicht, weil Menschen falsch informiert sind, sondern weil die wissenschaftlichen Erkenntnisse im Widerspruch zu ihren (z. B. politischen oder religiösen) Weltanschauungen stehen. Das erklärt auch, warum ein höherer Bildungsgrad nicht dazu führt, dass Menschen zugänglicher sind für wissenschaftliche Erkenntnisse (Kahan et al., 2013). Denn wenn es Ideologien sind, die maßgeblich beeinflussen, ob und wie wir neue Informationen verarbeiten, dann ist dies unabhängig von Intelligenz und Vorwissen. Vielmehr lässt sich darin eine generelle Tendenz sehen, dass Menschen ihre Einstellungen verteidigen wollen und aktiv einstellungsinkongruente Argumente hinterfragen (Kraft et al., 2015, S. 121). Diese Sichtweise spielt unter Umständen eine entscheidende Rolle bei der Konzeption von Informationen und Materialien in Lehr-Lern-Situationen.

Um „motivated reasoning“ und einen daraus resultierenden „science denialism“ zu vermeiden, schlagen Hornsey und Fielding die Nutzung besonderer Kommunikationsstrategien vor (Hornsey & Fielding, 2017). Das sogenannte Jiu-Jitsu-Modell zielt darauf ab, die negativen Effekte wissenschaftlicher Sachverhalte und Tatsachen auf die Gruppenidentität abzumildern. Dabei werden Geltungsbehauptungen so in Begriffe und Kontexte „gekleidet“, dass sich Personen, die diesen widersprechen würden, nicht mehr so stark in ihrer Identität angegriffen fühlen. Ein Kreationist wird sich durch evolutionsbiologische Fakten u.U. in seiner Identität als gläubiger Christ angegriffen fühlen. Eine Diskussion auf der Sachebene (Radiokarbonmethode, Fossilien, Gesteinsschichten etc.) ließe sich aber ohne Vorwürfe und persönliche Angriffe durchaus führen, wenn vermieden wird, die religiöse Identität mit in die Diskussion zu bringen. Wie bei der Kampfsportart Jiu-Jitsu wird versucht, nicht gegen Behauptungen und Argumente direkt anzukämpfen bzw. anzureden. Ansatzpunkt sind die „attitude roots“, die etwa für antiwissenschaftliche Positionen ursächlich sind. In der Diskussion sollten die Argumente danach ausgerichtet werden (**ebd.**). Kahan sieht in diesem Zusammenhang wissenschaftliche Neugier („Science Curiosity“) als Charakterzug an, welcher einer solchen voreingenommenen Informationsaufnahme entgegenläuft (Kahan et al., 2017). So konnte belegt werden, dass unabhängig von Weltanschauungen diejenigen offener sind für neue Informationen, welche neugieriger sind (Aronson et al., 2008). Das kann bedeuten, dass die Präsentation von Materialien und die Wahl von Kontexten eine größere Rolle spielen, als gemeinhin angenommen.

### **2.3.2.6. Ambiguitätstoleranz**

Die Fähigkeit, positive und negative Eigenschaften in einem Objekt als koexistent wahrzunehmen und zu ertragen, bezeichnet Frenkel-Brunswik als Ambiguitätstoleranz (Frenkel-Brunswik, 1949). Insbesondere bei mehrdeutigen, widersprüchlichen oder ambivalenten Entscheidungssituationen in kontroversen Kontexten sind ambiguitätstolerante Menschen in der Lage, Problemfelder unemotional zu erfassen. Das bedeutet u.a., dass von diesen Personen

keine vorschnellen Schlüsse getroffen werden und Uneindeutigkeit erkannt und akzeptiert werden kann. Ambiguitätstoleranz bildet damit das Gegenteil von „Schwarz-Weiß-Denken“. Sie ermöglicht u.a. schwer kontrollierbare Situationen zu akzeptieren und nicht als belastend oder bedrohend zu empfinden. Dadurch bleiben Menschen mit dieser Fähigkeit handlungsfähig (Hatzer & Layes, 2009).

### 2.3.3. Der Prozess der Entscheidungsfindung

Betrachtet man den Gesamtprozess einer Entscheidungsfindung, so kann es sinnvoll sein, nicht strikt zwischen Urteil und Entscheidung zu trennen (vgl. 2.3.1). Das bedeutet, dass diese Begriffe nicht zwingend trennscharf genutzt werden müssen, sondern eher die gesamte Entscheidungsfindung (inkl. Urteilsbildung) als Prozess dargestellt (Abbildung 8) wird.

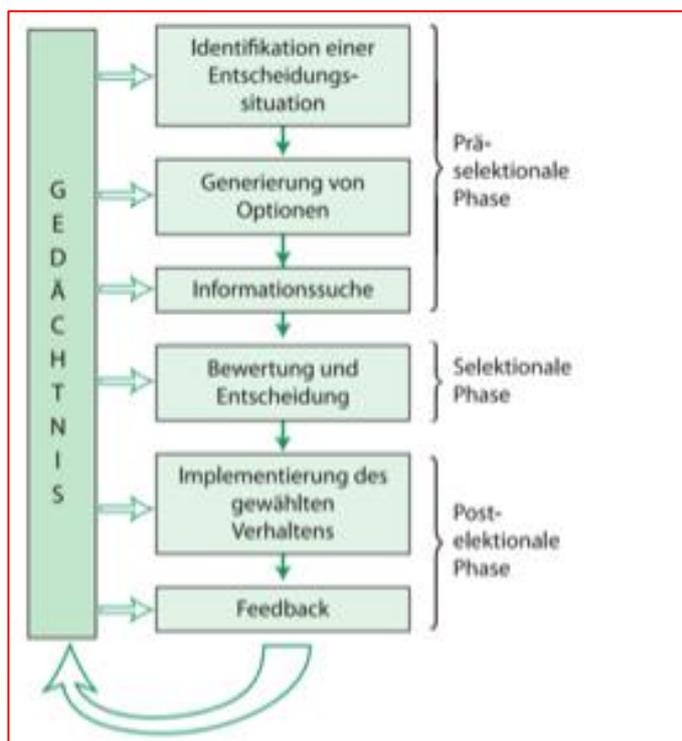


Abbildung 8: Rahmenmodell für den Prozess des Entscheidens (Betsch et al., 2011)

Dabei stellt die tatsächliche Wahl einer von mehreren abgewogenen Möglichkeiten nur einen Teil des Prozesses dar (Becker-Carus & Wendt, 2017). Wie zu Beginn erwähnt, werden die drei Phasen der Entscheidungsfindung nach Betsch et al. nun genauer dargestellt (Betsch et al., 2011).

#### 1. Präselektionale Phase

Die Art der Entscheidungssituation wird festgelegt. Je nach Problem bzw. Kontext können unterschiedliche Entscheidungsstrategien angewandt werden. Gegenüber stehen sich hier, wenngleich nicht trennscharf, die eher einfachen, intuitiven Entscheidungen auf der einen Seite sowie die komplexen, rationalen Entscheidungen auf der anderen Seite (Höttecke et al., 2013, S. 55).

Die „gewohnheitsmäßigen, unbewussten Intuitionen“ sowie Urteilsheuristiken sind unter anderem dadurch gekennzeichnet, dass sie mit „geringem kognitivem Aufwand“ zu bewältigen sind und neue Informationen nur eine untergeordnete Rolle spielen (Höttecke et al., 2013). Die komplexen, auf rationalen Urteilen basierenden Entscheidungen sind dagegen sehr zeitaufwändig. Informationen und Wissen spielen eine große Rolle und Heuristiken und Routinen haben keinen Einfluss. Ein zusätzliches Merkmal dieser rationalen Entscheidungen ist, dass diese durch Unterricht zu optimieren sind, während das intuitive Entscheiden nur begrenzt durch eine anschließende Reflexion zum Unterrichtsgegenstand werden kann (Höttecke et al., 2013).

Ist die Situation bestimmt (bewusst oder unbewusst) und damit eine Entscheidungssituation identifiziert, schließt sich das Generieren von Handlungsoptionen an (Eggert & Bögeholz, 2006). Dies erfordert bzw. motiviert die Suche nach Informationen (Betsch et al., 2002).

## **2. Selektionale Phase**

In dieser Phase werden die zuvor generierten Handlungsoptionen bewertet. Direkt im Anschluss wird dann die eigentliche Entscheidung gefällt (Betsch et al., 2011). Eine Reihe von Urteilsheuristiken, Emotionen und kognitiven Verzerrungen beeinflussen den Entscheidenden in dieser Phase. Diese Einschränkungen spielen v. a. dann eine Rolle, wenn deskriptive Entscheidungstheorien zugrunde liegen (vgl. Prospekt-Theorie). Auf Basis normativer, am rationalen Entscheider ausgerichteter, Theorien lässt sich bezüglich der selektionalen Phase folgende grobe Einteilung hinsichtlich möglicher Strategien formulieren (Nowosadek, 2015): *Kompensatorische* Strategien sind durch das Abwägen von verschiedenen Kriterien einzelner Handlungsoptionen gekennzeichnet (Schuler & Sonntag, 2007). Positive Eigenschaften können negative Eigenschaften kompensieren. *Non-kompensatorische* Strategien enthalten sogenannte „Totschlag-Argumente“, also solche, die nicht durch andere positive Eigenschaften aufgewogen werden können. Je mehr Handlungsoptionen eine Situation bietet, desto eher nutzen Entscheidende non-kompensatorische Strategien an, da diese schnelle, einigermaßen zufriedenstellende Ergebnisse liefern (Eggert & Bögeholz, 2006). Wenig komplexe Entscheidungsprobleme ermöglichen kompensatorische Strategien (Nowosadek, 2015). Hinzu kommt, dass Schüler die Anwendung von Bewertungsstrategien im außerfachlichen Kontext durchaus sehr gut beherrschen können. Innerhalb eines fachinhaltlichen Kontexts geht diese Fertigkeiten allerdings wieder verloren bzw. wird nicht angewendet (Hostenbach et al., 2011, S. 135). Kurz: Selbst wenn Schüler im Alltag bereits rational abwägen und klug entscheiden, tun sie dies im Fachunterricht noch lange nicht.

### 3. Postselektionale Phase

In dieser Phase wird die gewählte Entscheidung umgesetzt. Die präferierte Handlungsoption wird implementiert (Betsch et al., 2011). Von nachhaltiger Bedeutung ist diese Phase, da viele Entscheidungssituationen so oder in ähnlicher Form wiederkehren (Becker-Carus & Wendt, 2017). Dadurch haben unsere endgültigen Urteile einen großen Einfluss auf künftige Entscheidungen (Becker-Carus & Wendt, 2017).

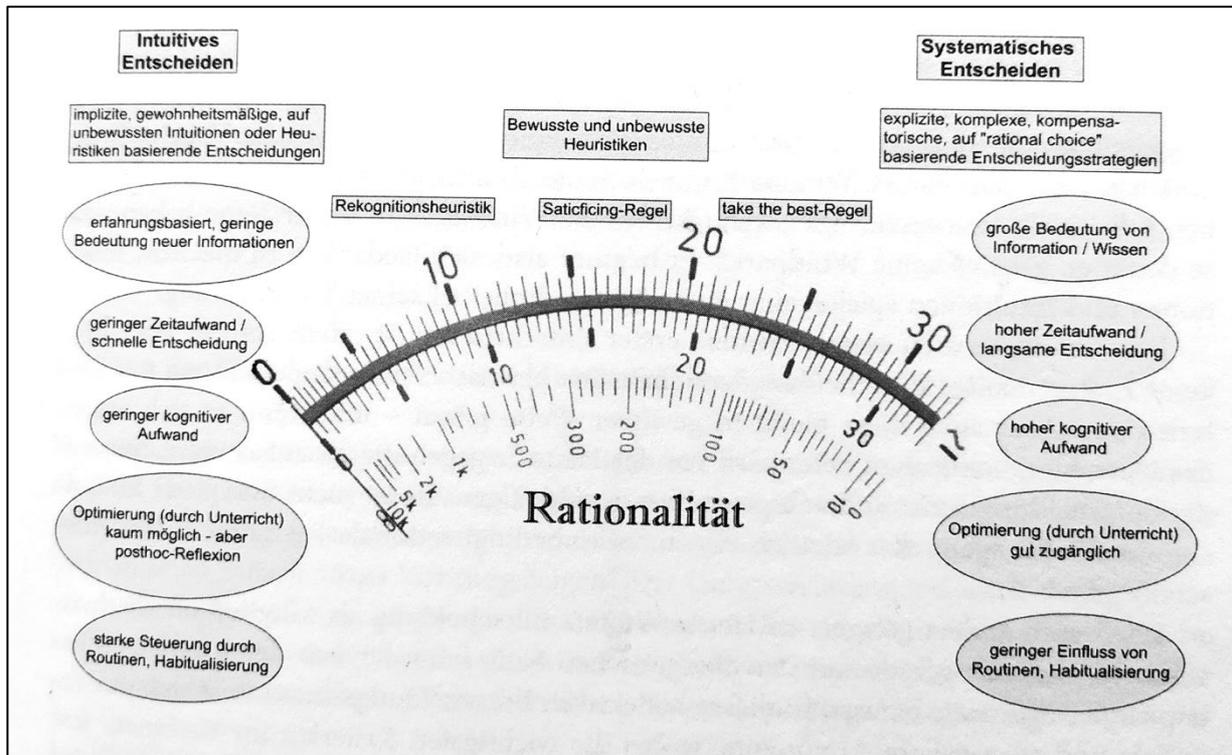


Abbildung 9: Gegenüberstellung verschiedener Entscheidungsstrategien (Höttecke et al., 2013, S. 55)

Höfle und Menthe verstehen die Arten von Urteilsprozessen als Kontinuum (Abbildung 9). Je nach Grad an Rationalität/Komplexität können Entscheidungssituationen klassifiziert werden. Aus entscheidungspsychologischer Perspektive gesehen beschreiben die beiden Pole kompensatorische bzw. non-kompensatorische Strategien (Höttecke et al., 2013). Das bedeutet, dass komplexe Situationen dringend kompensatorischer Strategien bedürfen, da nur diese ihnen gerecht werden können. Dies ist genau andersherum, als es zuvor unter „Selektionale Phase“ beschrieben wurde. Der Grund dafür ist, dass dort der Ist-Zustand beschrieben wird. Komplexen Situationen wird gewissermaßen mit einfachen und direkten Mitteln begegnet. Eggert und Bögeholz sprechen in diesem Zusammenhang von zufriedenstellenden Ergebnissen bei non-kompensatorischen Strategien (vgl. Susanne Bögeholz, 2007). Dijksterhuis spricht davon, dass unbewusstes Denken in komplexen Situationen zu besseren Ergebnissen für Entscheidende führt, weil offenbar Informationen integriert werden (Dijksterhuis & Nordgren, 2006). Und nicht nur das: Dijksterhuis beschreibt auch, dass bewusstes Denken, welches eher kompensatorischen Strategien entspricht, zu besseren Ergebnissen in einfachen Entscheidungssituationen führt (Dijksterhuis & Nordgren, 2006). Dabei seien unbewusste Gedanken/Strategien keineswegs irrational. Im Gegenteil: „After all, the unconscious is often much more “rational” than consciousness” (Dijksterhuis & Nordgren, 2006, S. 1008).

Höfle und Menthe sehen dennoch, anders als Dijksterhuis, kompensatorische Strategien als geeigneter an um komplexen Situationen adäquat zu begegnen. Dies ist, im fachdidaktischen Sinne, verständlich, da sich Entscheidungssituationen in der Schule anders darstellen, als im Alltag. Das Abwägen mehrerer verschiedener Handlungsoptionen im Unterricht geschieht vorbereitet und geleitet und läuft präziser und zielführender ab. Damit wird eine kompensatorische Strategie, welche sich im Alltag häufig als fehleranfälliger (da komplexer) erweist, unterstützt, was theoretisch zu differenzierteren Urteilen führen kann.

In der Schule werden rationales Argumentieren und ein vernunftbasiertes Abwägen von Eigenschaften/Kriterien gefordert (vgl. 2.2.1.1). Strategien zur Entscheidungsfindung und die damit verbundenen Kriterien sind dabei von großer Bedeutung. Es zeigt sich, dass die Implementation kompensatorischer Strategien bei der Vermittlung von Bewertungskompetenz, entgegen des gesunden Menschenverstandes, eben nicht unbedingt zielführend ist. Im Gegenteil: Non-kompensatorische Strategien sind diesen i. d. R. überlegen, wenn es um die Qualität der Ergebnisse geht (s.o.). Ein stark geführtes und kontrolliertes Vorgehen bei der Anwendung kompensatorischer Strategien wird daher notwendig sein, um rationales, auf naturwissenschaftlichen Erkenntnissen beruhendes Urteilen/Entscheiden/Bewerten zu fördern/fordern/vermitteln.

Das Schülerinnen und Schüler den gesamten Prozess des Entscheidens durchlaufen, ist eher unwahrscheinlich. Die *Implementierung des gewählten Verhaltens* sowie *Feedback* bilden die postselektionale Phase. Gängige Themen bieten allerdings kaum Möglichkeiten, diese beiden Schritte des Entscheidungsprozesses zu durchlaufen. So können kontroverse, komplexe Themen (z. B. „Wasserstoff - Treibstoff der Zukunft?“) durchaus im Unterricht behandelt werden. Auch differenzierte, persönliche *Bewertungen und Entscheidungen* (selektionale Phase) können im Unterricht durchaus erarbeitet werden (z. B. „Wasserstoff ist ein nachhaltiger, emissionsfreier aber teurer Treibstoff – Autos sollten, wenn die Produktionskosten sinken, in Zukunft damit betrieben werden.“). Ein, aus dieser Bewertung resultierendes, Verhalten, welches die postselektionale Phase darstellen würde, wird sich aber kaum finden. Den Lernenden bietet sich schlicht keine direkte Möglichkeit, ihren Entscheidungen auch Handlungen folgen zu lassen. Dies gilt für eine ganze Reihe von Kontexten (Kernkraft, Biodiesel, Klimawandel<sup>48</sup>).

#### 2.3.4. Zusammenfassung

Die verschiedenen Modelle von Entscheidungsprozessen zeigen, dass eine normative, vom nutzenmaximierenden Entscheidenden ausgehende, Theorie nicht geeignet ist, um real ablaufende Prozesse abzubilden. Menschen handeln nicht immer ökonomisch und unterliegen zudem einer Reihe logischer Fehlschlüsse und kognitiver Verzerrungen. Auf empirischen Untersuchungen von Entscheidungsverhalten basierende Modelle (v.a. präskriptive) sind zwar geeigneter, um echte Entscheidungen zu beschreiben und vorherzusagen, allerdings sind diese kaum formalisierbar.

Um im empirischen Teil der vorliegenden Arbeit all diese Erkenntnisse nutzbar zu machen, wird v. a. das Rahmenmodell für den Prozess des Entscheidens (T. Betsch et al., 2011) genutzt. Es ist einfach, präzise und eindeutig. Die Einteilungen in präselektionale, selektionale und postselektionale Phase werden im Rahmen der geplanten Unterrichtskonzeption als grundlegend betrachtet. Darüber hinaus werden die Mängel der normativen, nutzentheoretischen Modelle

---

<sup>48</sup> Einige wenige Änderungen im Verhalten sind, dieses Thema betreffend, natürlich möglich. Die meisten (Kauf-)Entscheidungen werden allerdings von den Eltern getroffen, sodass wohl nur ein Teil der Bewertungen im Unterricht einen echten Einfluss auf das Handeln der Lernenden hat.

dadurch ausgeglichen, dass die Einflüsse der mannigfaltigen kognitiven Fehlschlüsse bei der Erstellung von Material stets berücksichtigt werden.

Um das weite Feld der Entscheidungspsychologie didaktisch greifbar und für Entwicklung einer Unterrichtskonzeption nutzbar zu machen, lässt sich eine grobe Einteilung in zwei unterschiedliche Entscheidungsmodelle vornehmen, welche einander gegenüberstehen. Auf der einen Seite stehen rationale, sachliche, kriteriengeleitete Urteile bzw. Entscheidungen<sup>49</sup>, welche eher kompensatorisch sind. Auf der anderen Seite stehen intuitive, emotionale, spontane Urteile, welche eher non-kompensatorisch sind. Im Sinne der im Lehrplan NRW und den Bildungsstandards zu vermittelnden Kompetenzen im Bereich Bewerten liegt der Fokus auf dem rationalen Entscheiden – also auf ersteren.

Um Kriterien und Strategien rationaler Urteilsbildung und Entscheidungsfindung im Unterricht zu vermitteln, sind bei der Erstellung und Planung einer Unterrichtskonzeption eine Reihe von Aspekten zu beachten. Diese sind in Kapitel 2.3.5 zusammengefasst. Neben diesen „Essenzen“ sind allerdings viele Punkte des gesamten Kapitels für eine erfolgreiche Vermittlung von Bedeutung, die eher als Meta-Kriterien angesehen werden können. So ist ein fundamentales zugrundeliegendes Prinzip die Transparenz und Bewusstmachung der eigenen Denkprozesse. Schülerinnen und Schüler müssen über die Schritte einer Entscheidungsfindung aufgeklärt und schrittweise begleitet werden, um ihnen eine Anpassung bzw. Verbesserung überhaupt erst zu ermöglichen.

Ein weiteres Meta-Kriterium stellt die Ambiguitätstoleranz der Unterrichtenden dar. So müssen bei kompensatorischen Entscheidungsfindungen auch jene Entscheidungen toleriert werden, die zwar kriteriengeleitet sind, jedoch in Gewichtungen, die mit denen der Lehrperson nicht deckungsgleich sind. Gerade bei kontroversen Kontexten ist dies mitunter schwierig. Auch Lehrpersonen haben (starke) Meinungen, müssen aber darüber hinaus in der Lage sein, abweichende (gut begründete) Entscheidungen zu tolerieren und „auszuhalten“, selbst wenn der Kontext emotional ist.

Die vielleicht größte Schwierigkeit ist zudem, dass kontroverse und komplexe Kontexte selbst erst einmal von der Lehrperson durchdringend verstanden werden müssen. Auch sie unterliegt selbstverständlich sämtlichen kognitiven Verzerrungen und Emotionen. Insbesondere Dunning-Kruger-Effekt, Bestätigungsfehler sowie Vermessenheitsverzerrung<sup>50</sup> stellen große Hürden bei den eigenen Urteilen dar. Zudem kann der Halo-Effekt zu einer verzerrten Wahrnehmung von Entscheidungen der Schülerinnen und Schülern führen.

### **2.3.5. Essenzen**

Aus den wissenschaftlichen Erkenntnissen der entscheidungspsychologischen Forschung ergeben sich eine ganze Reihe von Implikationen für die Entwicklung einer Unterrichtskonzeption. Im Folgenden werden einige zu beachtende Aspekte aufgeführt. Darüber hinaus finden sich weitere, implizite Umsetzungen in den entwickelten Unterrichtsmaterialien im empirischen Teil dieser Arbeit und werden dort entsprechend erwähnt.

---

<sup>49</sup> Wie zu Beginn dieses Kapitels beschrieben wird im weiteren Verlauf der Arbeit auf eine trennscharfe Unterscheidung der Begriffe Urteilen und Entscheiden verzichtet.

<sup>50</sup> Diese tritt verstärkt bei Männern auf.

1. Die (empfundene) Bedeutung eines Kontextes beeinflusst direkt die Art der Auseinandersetzung. Als unwichtig empfundene Kontexte führen eher zu intuitiv ablaufenden Urteilsheuristiken. Als bedeutsam wahrgenommene Kontexte ermöglichen rationale Urteilsbildung sowie Entscheidungsstrategien. (2.3.2.1)
2. Störung und Ablenkung können dazu führen, dass Urteilsheuristiken verstärkt ablaufen, da diese weniger kognitive Kapazitäten benötigen. (2.3.2.1)
3. Um den Halo-Effekt abzuschwächen und eine objektive, rationale Urteilsbildung zu stärken, muss die Wahrnehmung entsprechend sensibilisiert werden. Dazu muss ein Bewusstsein dafür geschaffen werden, dass man selbst diesem Beurteilungsfehler unterliegt um ihn als mögliche Fehlerquelle besser einschätzen zu können. Insbesondere Kriterien und Merkmale einzeln einzuschätzen und eine Gesamtbeurteilung zu vermeiden, kann hilfreich sein (Schweizer Armee, 2018). Das bedeutet konkret, dass Texte oder Aussagen nicht danach beurteilt werden sollten, wer sie getroffen hat, sondern rein nach Inhalt.<sup>51</sup> Auch bei Argumenten aus fragwürdigen Quellen muss darauf geachtet werden, dass nicht die sie treffende Person angegriffen wird<sup>52</sup> (2.3.2.2 – *Halo-Effekt*).
4. Beim Erlernen neuer Fertigkeiten und Werkzeuge besteht die Gefahr, dass Schüler diese im weiteren Verlauf immer wieder anwenden, obwohl der Kontext gar nicht geeignet ist (2.3.2.2– *Maslows Hammer*).
5. Eine Reflexion der eigenen Entscheidungen ist von großer Bedeutung, damit Attribute der getroffenen Wahl gegenüber der abgelehnten nicht falsch erinnert werden. Im Hinblick auf die nachträgliche Begründungstendenz muss davon ausgegangen werden, dass ansonsten diese „falschen“ Erinnerungen zukünftige Urteilsbildung beeinflussen. Das Gehirn ist nämlich nicht in der Lage echte von falschen Erinnerungen zu unterscheiden, da es nicht speichert, wie diese generiert wurden (Johnson, 2006; 2.3.2.2– *nachträgliche Begründungstendenz*).
6. Selbst rational begründete Entscheidungen können intuitiv getroffen worden sein (u.U. ohne, dass es den Entscheidenden bewusst ist). Ist eine rationale Urteilsbildung angestrebt, muss die nachträgliche Begründungstendenz bedacht werden, um die eigenen (emotionalen?) Kriterien offenzulegen. (2.3.2.2 – *nachträgliche Begründungstendenz*)
7. Je nach Formulierung kann der gleiche dargestellte Sachverhalt zu sehr unterschiedlichen Entscheidungen führen. Gerade bei komplexen Entscheidungssituationen sollte daher sehr genau auf die Art der Fragestellung geachtet werden, da diese einen Einfluss auf die Entscheidungsfindung hat. (2.3.2.2- *Framing-Effekt*; 2.4.2.3)

---

<sup>51</sup> Dies läuft einer Quellenkritik, die bereits fächerübergreifend in Schulen stattfindet, unglücklicherweise entgegen. Dennoch: Eigenschaften von Personen (oder Institutionen) könnten auf die Beurteilung von Argumenten abfärben (Halo-Effekt).

<sup>52</sup> Argumentum ad hominem (vgl. Walton, 1998)

8. Eine Status-Quo-Verzerrung verhindert u.U., dass eine getroffene Entscheidung bzw. eingenommene Positionierung zugunsten einer neuen/besseren Wahl revidiert wird. Besonders schwer zu ändern sind Handlungsweisen und Entscheidungen, die bereits seit Jahren bestehen. (2.3.2.2– *Status-Quo-Verzerrung*)
9. Ein Kontext, der in besonderem Maße emotional betroffen macht bzw. polarisiert, führt zu einer tieferen Informationsverarbeitung. Um ein kontrolliertes, also bewusstes, absichtliches, freiwilliges und aufwändiges Denken zu initiieren, bedarf es immer der Erregung „überfällig starker Aufmerksamkeit“ (Aronson et al., 2008). Problematisch ist dabei insbesondere, dass die Informationen zwar nachhaltiger erinnert werden, aber damit verbundene Urteile und Entscheidungen eher mit emotionalen und intuitiven Strategien getroffen werden. (2.3.2.2)
10. Als bedrohlich oder gefährlich empfundene Aspekte verhindern eine rationale Auseinandersetzung mit Kontexten. (2.3.2.2)
11. Im Hinblick auf eine effektive Vermittlung und Kommunikation von kontroversen wissenschaftlichen Informationen und Zusammenhängen sollte stets darauf geachtet werden, dass durch präzise Wortwahl und Formulierung eine klare Trennung besteht zwischen (natur-)wissenschaftlichen Fakten und individuellen Wertesystemen. Geltungsbehauptungen sollten immer vorsichtig so „verpackt“ werden, dass sich Personen, die ihnen widersprechen, nicht in ihrer Identität angegriffen fühlen. (2.3.2.2– Jiu-Jitsu-Modell)
12. Wenn nicht angemessen zwischen eigenem Wissen und Expertenwissen differenziert wird, dann kann dies dazu führen, dass die Grenzen der eigenen Urteilsfindung überschätzt werden. Dieser Effekt tritt insbesondere bei Gruppen auf, die wissenschaftliche Erkenntnisse weitgehend fehlinterpretieren bzw. ignorieren, z. B. Impfgegner, Kreationisten oder Personen, die gentechnisch veränderte Lebensmittel ablehnen. Bei allen wird die Annahme vertreten, dass sie „selbst auch über die Wissensgrundlage ihrer Einstellungen (z. B. Impfen) verfügen“ (Bromme, 2020, S. 17). Dieser Fehlschluss kann nicht einfach aufgelöst werden und verlangt ein realistisches und angemessenes (Meta-)wissen über die eigenen Fähigkeiten und das eigene Wissen. Ratermann schlägt zur Bewusstmachung und Ausdifferenzierung der Vorstellungen über die Zuständigkeiten und Notwendigkeiten von Experten(-meinungen) vor, Menschen aufzufordern einfache naturwissenschaftliche Kausalzusammenhänge zu erläutern (Bromme et al., 2016). Dies führe dazu, dass die eigenen Unzulänglichkeiten transparenter werden und die Sachverhalte und Kontexte weniger gut verstanden werden, als zuvor gedacht. (2.3.2.2)
13. Um in kontroversen Kontexten eine rationale Urteilsbildung zu vollziehen, benötigen Entscheidende ein gewisses Maß an Ambiguitätstoleranz. Uneindeutige und widersprüchliche Problemfelder können andernfalls nicht in all ihren Facetten erfasst und abschließend bewertet werden. (2.3.2.2)
14. Um in komplexen Situationen mit mehreren Handlungsoptionen rational abzuwägen, sind kompensatorische Handlungsstrategien angemessen (vgl. Menthe et al., 2013). Allerdings

liefern bewusste (kompensatorische) Entscheidungsstrategien in der Regel schlechtere Ergebnisse. Ein geführter und geordneter Prozess ist daher unbedingt nötig, um rationale Argumente und naturwissenschaftliche Erkenntnisse gewinnbringend in Bewertungen und Urteilsbildung zu integrieren. Schülerinnen und Schüler müssen beim Prozess der Urteilsbildung und der kompensatorischen Entscheidungsstrategie begleitet und unterstützt werden, etwa durch eine durchgehende Transparenz sowie kleinschrittiges Vorgehen. (2.3.3)

15. Um in komplexen Entscheidungssituationen handlungsfähig zu bleiben empfiehlt es sich, die Wahl möglicher Optionen zu beschränken. Andernfalls, also bei vielen Faktoren/Aspekten/Möglichkeiten könnte eine emotionale Entscheidung sogar von Vorteil sein. Dieser Fall wäre in einer Lehr-/Lernsituation allerdings kaum kontrollier- bzw. steuerbar. (2.3.3)
16. Um den gesamten Prozess der Entscheidungsfindung zu durchlaufen, ist es nötig, einen Kontext derart auszuwählen, dass er eine direkte Umsetzung von Handlungsoptionen in den Lebensalltag der Lernenden zulässt (falls sich diese aufgrund ihrer Bewertung zu einer Veränderung im Handeln entscheiden). Die direkten Konsequenzen ihrer Bewertungen sollten transparent gemacht werden und möglichst unmittelbar sein. Ein rein fachinhaltlicher Kontext kann dazu führen, dass Lernende ihre Fertigkeiten<sup>53</sup> beim Entscheiden nicht einsetzen. (2.3.3)

#### **2.4. Kontexte zur Vermittlung von Bewertungskompetenz**

Die Welt, in der wir leben, wird stetig komplexer. Zusammenhänge in unserer hochtechnisierten und vernetzten Lebenswelt stellen sehr hohe Ansprüche an unsere Urteils- und Entscheidungsfähigkeit (Strahl, 2014). In den Medien (v. a. Werbung) werden unreflektiert Inhalte präsentiert, die eine naive Wissenschaftsgläubigkeit verbreiten (ebd.). Dies haben auch die Kultusminister der Länder erkannt und der naturwissenschaftlichen Grundbildung sowie der Bewertungskompetenz einen entsprechenden Stellenwert in den Bildungsstandards eingeräumt (vgl. 2.2.1). Beide sind wichtig, wenn es um einen reflektierten Umgang mit kontroversen naturwissenschaftlichen Themen geht. Eine solche Reflexionsfähigkeit wird allerdings von Roth als eine der am schwersten erlernbaren Fähigkeiten angesehen (Roth, 2007). Es braucht dafür geeignete Kontexte, um eine Vermittlung und Anwendung im Unterricht zu gewährleisten.

Sadler et al. prägten maßgeblich den Begriff des Socio-Scientific Issues (SSI) (Sadler & Donnelly, 2006). Er umfasst "*controversial social issues with conceptual, procedural, or technical ties to science*" (Sadler & Donnelly, 2006, S. 1463). Sadler et al. fokussierten sich dabei auf sozial relevante Situationen in denen sowohl naturwissenschaftliche Erkenntnisse als auch moralische Wertvorstellungen eine Rolle spielen. Urteilsfindung und Entscheidungsprozesse in Alltagssituationen spielen in ihren Untersuchungen eine eher untergeordnete Rolle (vgl. Sadler & Donnelly, 2006). Allerdings hat die Beschäftigung mit SSI tiefer liegende Ziele. So soll eine Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Kontroversen dazu führen, dass Entscheidungen, die diese Themen betreffen, zu einer Reflexion über die eigene moralische Urteilsbildung

---

<sup>53</sup> z. B. Abwägen und Gewichten von Pro- & Contra-Argumenten oder der Einsatz von kompensatorischen Strategien

führen. Lernende sollen erfahren, dass ihre ethischen Kriterien, die sie im Entscheidungsprozess bei SSIs leiten, einen Einfluss auf ihre eigene Lebensrealität und Umwelt haben können (Zeidler et al., 2005, S. 360). Im Endeffekt würde dadurch nicht nur eine rationalere Sicht auf wissenschaftliche Evidenz und Erkenntnisgewinnung erreicht (Sadler & Zeidler, 2005b), sondern auch ein tieferes Verständnis von NOS-Aspekten (Kolstø, 2001). Damit sind SSI nicht einfach Werkzeuge zur Vermittlung einer rationalen Urteils- und Bewertungskompetenz. Oulton beschreibt, dass ein Unterricht mit SSI Schüler aufgeschlossener und informationshungriger mache und sie dazu befähigen kann, kognitive Verzerrungen zu erkennen und kritisch zu reflektieren (Oulton et al., 2004). Ob diese Veränderungen allerdings tatsächlich stattfinden, mag zu bezweifeln sein. Kolstø zeigte, dass etwa die selbstständige Suche nach Informationen nicht stattfindet, selbst wenn Schüler eine hohe Motivation haben, sich mit einem Kontext auseinanderzusetzen (Kolstø, 2006, S. 1711). Allerdings stehen und fallen die von Oulton genannten Kompetenzen mit der Art und Weise, wie SSI im Unterricht vermittelt werden. So würden wichtige Informationen bei Entscheidungen und Bewertungen häufig nicht benutzt, wenn diese einfach nur bereitgestellt werden (ebd.). Es sei vielmehr nötig, diese entsprechend zu präsentieren und Schüler damit zu konfrontieren (ebd.).

In diesem Kapitel wird erörtert, über welche Eigenschaften Kontexte bzw. SSI im Chemieunterricht verfügen sollten, um naturwissenschaftliche Grundbildung sowie Bewertungskompetenz adäquat zu vermitteln. Zu Beginn (2.4.1) werden dazu die generellen Kriterien genannt, die in der fachdidaktischen Literatur beschrieben werden. Diese werden einzeln beschrieben und im Rahmen von Entscheidungsprozessen und -strategien analysiert. Unter 2.4.2 wird erörtert, auf welche Weise Kontexte im Unterricht präsentiert werden sollten. Dabei werden Erkenntnisse aus der Psychologie angeführt, die direkte Implikationen etwa für eine adäquate Vermittlung von Informationen haben. Am Ende des Kapitels werden die Essenzen (2.4.3) aufgelistet, die im empirischen Teil der Arbeit zur Auswahl bzw. Überprüfung eines Kontextes, sowie zur Generierung von Vorgaben einer Materialerstellung dienen.

### **2.4.1. Kriterien geeigneter Kontexte für die Vermittlung von Bewertungskompetenz**

Zur Klassifikation von Aufgabenkontexten lassen sich gewisse Differenzierungen definieren. Hamann entwickelt in diesem Zusammenhang für den Biologieunterricht ein zweidimensionales Modell, was Kontexten eine Inhalts- sowie eine Bedeutungsdimension zuweist (Hamann, 2006). Erstere sind die Bereiche

- (all-)tägliches Leben und Sport,
- Erde und Umwelt
- Technologie
- Kontexte der Wissensgenese.

Im Physik- und Chemieunterricht sind Fachinhalte und Kontexte weniger stark miteinander verwoben<sup>54</sup> (Duske, 2017). Die klarere Verknüpfung von Inhalt und Kontext ist daher ungleich aufwändiger.

---

<sup>54</sup> Chemie: Inhalt: Saure und alkalische Lösungen, Kontext: Reinigungsmittel

Die Bedeutungsdimension gliedert Hammann in Aufgaben mit Bedeutung für Individuen und Familie, Gesellschaft und Welt bzw. individuellen, sozialen und globalen Kontext (Hammann, 2006). Dies ähnelt den *überfachlichen Entscheidungen* bei Höttecke, welche unterteilt werden in gesellschaftlich bedeutsame Problemstellungen und solche, die im Hinblick auf die persönliche Lebensführung relevant sind<sup>55</sup> (Höttecke, 2013, S.6). Sander sieht eine Einteilung zwischen Inhaltsbereich auf der einen und Bedeutung für die Lernenden auf der anderen Seite bei quasi allen Ansätzen zur Systematisierung (Sander, 2010).

Von besonderer Bedeutung bei der Vermittlung von Bewertungskompetenz sind jene Entscheidungssituationen, welche eine subjektive Bedeutsamkeit haben bzw. individuelle Betroffenheit erregen. Wie in den vorangegangenen Kapiteln erörtert, sind es diese Kontexte bzw. Fragestellungen innerhalb eines Kontexts, die auf mannigfaltige Art eine Auseinandersetzung seitens der Lernenden motivieren können, da sie auf direkterem Weg emotionalisieren können als jene, welche eher gesellschaftliche Bedeutung haben. Es ist nicht direkt ersichtlich, wie genau dieser Anspruch erfüllt werden kann. So ist die Fridays-for-Future-Bewegung, obwohl sicher ein Kontext mit globaler Bedeutung, hoch emotional für viele Schülerinnen und Schüler. Damit ist sie auf individueller, sozialer und globaler Ebene bedeutsam. Im Gegensatz dazu ist etwa die Diesel-Affäre kaum interessant für den Großteil der Lernenden. Es bleibt die Aufgabe der Lehrkraft, durch geschickte Formulierung von Fragen und Generieren von Problemsituationen eine individuelle Bedeutsamkeit aufzubauen. Auch Przybylski et al. empfehlen, Fachwissen und Informationen in Kontexte einzubetten, die für die Lernenden wissenswert und relevant sind (vgl. 2.4; Przybylski et al., 2010). Damit werden bereits zwei Eigenschaften benannt, die es bei der Suche nach einem geeigneten Kontext/Problem zu erfüllen gibt.

Die Identifizierung solcher Kriterien, die Kontexte innehaben sollten, um eine erfolgreiche Vermittlung von Bewertungskompetenz überhaupt erst zu ermöglichen, ist eine sehr zielorientierte und pragmatische Herangehensweise. Kontexteigenschaften sind jedoch nicht immer objektiv. Was Lernende bewegt, also der Grad an individueller Bedeutsamkeit, kann sich etwa von Schüler zu Schüler stark unterscheiden. Um die Eigenschaften von Kontexten dennoch darstellen zu können, ist eine Orientierung an problemorientiertem Unterricht naheliegend. Das Konzept des gesellschaftskritisch-problemorientierten NW-Unterrichts von Marks et al. beinhaltet folgende Kriterien<sup>56</sup> für die Themenwahl (Marks et al., 2014):

- *Authentizität* (vgl. Fensham, 2009; Parchmann et al., 2008)
- *Relevanz* (vgl. Sadler & Donnelly, 2006; Gilbert et al., 2011; (Bennett, 2003)
- *Bewertungslage offen in Bezug auf gesellschaftlich relevante Fragen*
- *offene Diskutierbarkeit* (vgl. Sadler & Donnelly, 2006; Glaesser et al., 2009)
- *Fragestellung mit Bezug zu Naturwissenschaft und Technik*

Punkt drei und vier lassen sich, wie unter 2.4.1.3 beschrieben wird, unter dem Begriff der Multidimensionalität zusammenfassen. Ein weiteres Kriterium ist das der Komplexität<sup>57</sup> bzw. der

---

Physik: Inhalt Optik, Kontext LCD

Biologie: Inhalt Humanbiologie, Kontext menschlicher Körper (vgl. Duske, 2017)

<sup>55</sup> Diese sind für den Physikunterricht definiert worden. Da die Anforderungen für den Chemieunterricht (Kultusministerkonferenz, 2004) allerdings sehr ähnlich sind, können diese durchaus übertragen werden.

<sup>56</sup> Autoren, die diese Kriterien ebenfalls nennen, werden in Klammern dahinter angeführt.

<sup>57</sup> Dabei ist die Komplexität des konstruierten Problems gemeint, also nur indirekt der Kontext selbst.

Unstrukturiertheit (*ill-structured*) (Sadler, 2004). Multidimensionale Kontexte sind immer auch komplex. Andersherum sind komplexe, unstrukturierte Kontexte nicht zwangsläufig multidimensional. Es wird daher hier darauf verzichtet, Komplexität als notwendige Bedingung geeigneter Kontexte zur Vermittlung von Bewertungskompetenz aufzuführen. Werden alle anderen Kriterien erfüllt, kann dieses ebenfalls als erfüllt betrachtet werden.

Da Schüler in der Lage sein sollen, erlernte Fertigkeiten und Fähigkeiten auch auf andere Kontexte anzuwenden, ist *Anschlussfähigkeit* ein weiteres wichtiges Kriterium. Es muss Lernenden ermöglicht werden, Wissen zu übertragen und „durch Analogieschlüsse naturwissenschaftliche Bezüge zwischen verschiedenen Aufgaben und Problemen herzustellen“ c).

Die Kriterien sind, wie oben bereits kurz erwähnt, nicht direkt objektiver Natur. Inwieweit sie zur Identifizierung von Kontexten zur Vermittlung von Bewertungskompetenz geeignet sind, wird im Folgenden diskutiert.

#### **2.4.1.1. Authentizität**

Das Adjektiv authentisch wird „oft sehr unspezifisch verwendet“ (Bögeholz, Höhle, Höttecke, & Menthe, 2018, S. 200). In der Fachdidaktik kann der Begriff im Wortsinn verwendet werden: Authentisch ist Material dann, wenn es nicht für den Unterricht entworfen oder ausgedacht wurde oder dafür verändert werden musste. Van Vorst sieht hier allerdings kein direktes Kriterium, sondern eher eine Art Konsequenz einer bestimmten Art der Darstellung. Ist diese realitätsnah und angemessen, so kann die Authentizität und damit auch Glaubwürdigkeit auf Schülerebene erhöht werden (Glaesser et al., 2009, S. 37).

#### **2.4.1.2. Relevanz**

Entstammen Kontexte der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler, so weisen diese eine hohe Alltagsrelevanz auf, was sich zudem „motivational positiv auswirken könnte“ (Hofheinz, 2008, S. 163). Dabei gibt Hofheinz zu bedenken, dass sich eine fehlende Lebensweltnähe im Umkehrschluss motivational nicht negativ auswirken muss (ebd., S. 15). Die tatsächliche Erfahrungswelt der Schülerinnen und Schüler und ein Kontext müssten sich nicht notwendig decken um interessant und spannend zu sein. Eine weitere Form der Relevanz ist die gesellschaftliche Relevanz. Im Sinne einer „Weltorientierung“ soll Schule dazu beitragen, dass die Lernenden Inhalte erlernen, die über einen privaten Alltagshorizont hinausreichen (vgl. Heymann, 1997). Als gesellschaftlich relevant gelten Kontexte dann, wenn ein bedeutsamer Anteil an Aspekten nicht fachwissenschaftlicher Natur ist, sondern mehr als nur Fachinhalte genutzt werden muss, um zu rationalen Entscheidungen zu gelangen (Heitmann & Tiemann, 2011). Wenn Lernende Wertvorstellungen in Entscheidungssituationen nutzen, so ist dies durchaus gewollt und in gesellschaftlich relevanten Kontexten unumgänglich.

Marks et al. teilen Relevanz noch weiter auf (Marks et al., 2014). Neben der *individuellen Relevanz* (vergleichbar mit Alltagsrelevanz) und der *Teilhabe an der Gesellschaft* (vergleichbar mit gesellschaftlicher Relevanz) wird noch die *Berufliche Zukunft* genannt.

Schwab vermutet, dass emotionsauslösende Gestaltungsmerkmale, also die spannende und unterhaltsame Aufmachung von Inhalten, den Rezipienten als Anzeiger von Relevanz dienen. Dies führe dann zu einer tieferen Verarbeitung (Schwab, 2015).

Sander sieht die Bekanntheit eines Kontexts nicht als objektives Merkmal an (Sander, 2010, S. 67). Diese sei durch gemachte Erfahrungen bestimmt und die damit verbundene Bedeutsamkeit hänge entsprechend vom individuell Erlebten ab. Damit kann bei einem Kontext das Kriterium der Relevanz nicht direkt identifiziert werden.

### 2.4.1.3. Multidimensionalität

Viele Kontexte lassen sich nicht eindimensional beurteilen. Das bedeutet, dass mehr als „nur“ naturwissenschaftliche Bewertungskriterien ausschlaggebend sind, um zu einer fundierten Entscheidung zu gelangen. Feierabend und Eilks nennen in diesem Zusammenhang ökologische, ökonomische und soziokulturelle Einflüsse (Feierabend & Eilks, 2010, S. 179). Als multidimensional kann ein Kontext auch dann angesehen werden, wenn er zwar „nur“ naturwissenschaftlich beurteilt wird, aber dennoch unterschiedliche (individuelle) Entscheidungen am Ende stehen können. So ist das Thema Impfungen wissenschaftlich eindeutig<sup>58</sup>, die persönlich Implikationen können jedoch darüber hinausgehen.<sup>59</sup>

Für Kontexte im Bereich der Bewertungskompetenz gilt insbesondere, dass diese „diskussionsfähig“ sind, also keine eindeutig „richtige“ Lösung aufweisen (Knittel, 2013, S. 78). Naturwissenschaftliche Grundbildung betreffend sieht Bybee die „Multidimensional Scientific and Technologic Literacy“ als die höchste von fünf Kompetenzstufen an (Bybee, 2002). Die von Marks et al. formulierte *Offene Diskutierbarkeit* ist i. d. R. gegeben, wenn ein Kontext multidimensional ist (Ralf Marks et al., 2014). Sadler benennt zudem Entscheidungen, die nicht endgültig sind, da sich die Datenlage noch ändern könne („ongoing inquiry“) (Sadler et al., 2007). Diese sind zwar nicht direkt multidimensional, aber indirekt. So bedeutet eine unvollständige Datenlage, dass mehrere Perspektiven zulässig sind um einen Sachverhalt oder ein Problem hinreichend bewerten zu können. Sadlers „ongoing inquiry“ ist damit kein neues Kriterium, sondern kann hier mit aufgenommen werden.

### 2.4.1.4. Bezug zur Chemie

Dieses Kriterium liegt auf der Hand. Kontexte und Inhalte müssen so ausgewählt werden, dass sie den inhaltlichen Vorgaben im Lehrplan genügen (Schulministerium, 2008). Darüber hinaus kann eine Legitimation für eine Umsetzung im Unterricht auch dadurch entstehen, dass wichtige Kompetenzen im Bereich Bewerten vermittelt werden. Auch Aspekte der naturwissenschaftlichen Grundbildung haben indirekt einen Bezug zur Chemie, da in den Bildungsstandards explizit Ziele in diesem Zusammenhang formuliert wurden (Kultusministerkonferenz, 2004). Im kompetenzorientierten Chemieunterricht sollte ein Kontext zur Vermittlung von Bewertungskompetenz möglichst allen drei Bereichen genügen (Fachinhalt, Teilkompetenzen der Bewertungskompetenz, Aspekte der naturwissenschaftlichen Grundbildung).

---

<sup>58</sup> Impfungen können als wichtige und sichere medizinische Möglichkeit gegen unterschiedlichste Infektionen und Krankheiten angesehen werden (Centers for Disease Control, 2005).

<sup>59</sup> Es ist in Deutschland nicht verboten auf Impfungen zu verzichten. Obwohl eine solche Entscheidung falsch und gefährlich erscheinen mag, so ist sie, rechtlich gesehen, legitim. Für Lehrkräfte kann es mitunter sehr schwierig sein hier zu differenzieren und die wissenschaftliche Bewertung eines Kontextes von der letztendlichen Entscheidung losgelöst zu betrachten.

### 2.4.1.5. Anschlussfähigkeit

Die Anschlussfähigkeit der Lerninhalte eines SSI ist nicht immer gegeben. So endet mit einem Thema oder einer Unterrichtsreihe häufig die Auseinandersetzung mit bestimmten fachinhaltlichen Aspekten<sup>60</sup>. Die innerfachliche Logik des Spiralcurriculums sieht zwar ein wiederholtes Aufgreifen von Lerngegenständen bei erhöhter Komplexität vor, allerdings ergibt sich im Hinblick auf prozessbezogene Kompetenzen ein weiteres Problem: Sind die erworbenen Fertigkeiten im Bereich der Bewertungskompetenz überhaupt übertragbar auf andere Inhalte? Können Schüler, nachdem sie rationale, kompensatorische Urteile zu einem bestimmten Inhalt getroffen haben, dies auch bei anderen Fachinhalten tun, oder sind diese Entscheidungsstrategien situativ bzw. kontextbezogen? Fachinhalte erneut aufzugreifen oder Analogien zu ziehen ist häufig für Lehrkräfte schwer genug. Bereits im Kindergarten und der Grundschule müssen anschlussfähige Konzepte entwickelt werden, die es Lernenden ermöglichen Strukturen in naturwissenschaftlich-technischen Phänomenen zu erkennen (Giest & Marquardt-Mau, 2013). Ein Anwenden erlernter Fertigkeiten und prozessbezogener Kompetenzen aus dem Bereich Bewerten auf neue Kontexte ist vermutlich ungleich komplizierter.

### 2.4.2. Auf welche Weise sollte ein Kontext präsentiert werden?

Aktuell diskutierte wissenschaftliche Debatten, also solche, die allen fünf zuvor beschriebenen Kriterien (*Relevanz, Authentizität, Multidimensionalität, Bezug zur Chemie, Anschlussfähigkeit*) genügen, werden nicht unvoreingenommen rezipiert. So korreliert Relevanz mit dem Grad der emotionsauslösenden Gestaltungsmerkmale (vgl. 2.4.1.2). Kurz: Je spannender, unterhaltsamer und berührender ein Kontext präsentiert wird, desto relevanter wird er für den Lernenden. Mit dem Anstieg an Emotionalität ist allerdings auch eine Vielzahl kognitiver Verzerrungen verbunden, die umso stärker auftreten, wenn (starke) Gefühle bei einer Entscheidung involviert sind (vgl. 2.3.2.2).

In einer kontroversen Debatte zu aktuellen wissenschaftlichen Fragen<sup>61</sup> ist es nötig, unterschiedliche Positionen in Gänze darzustellen (z. B. Pro, Contra, Neutral, divers, etc.). Hat der Lernende dabei bereits eine Haltung/Meinung, so wird er vornehmlich jene Informationen erfassen, die sich mit seiner Überzeugung decken (vgl. 2.3.2.2 - Bestätigungsfehler). Neue Informationen werden vom Informationssuchenden auf ihre Plausibilität geprüft (epistemisches Monitoring) (Maier & Richter, 2014). Dies geschieht, vor allem dank ihrer Überzeugungen, schnell und effizient. Problematisch ist dieser ressourcenschonende Weg, da er dazu führt, dass Informationen aus überzeugungskonsistenten Texten<sup>62</sup> viel eher als plausibel angesehen werden. Maier beschreibt, dass diesem Text-Überzeugungskonsistenzeffekt entgegengewirkt werden kann, „wenn Texte mit unterschiedlichen Positionen abwechselnd präsentiert werden“ (Richter, 2015, S. 39). Dies führe dazu, dass überzeugungsinkonsistente Texte weniger zurückgewiesen würden und ein strategischeres Verarbeitungsverhalten eine ausgewogenere Informationssuche und -aufnahme ermöglichen. Maier spricht dabei von elaborativer epistemischer Verarbeitung (Maier & Richter, 2014). Ein solches Vorgehen verlangt von Informationssuchenden ein hohes

---

<sup>60</sup> Es ist nicht selbstverständlich, dass erworbenes Wissen auf andere Kontexte angewendet werden kann. Schüler mögen z. B. eine fundierte und rationale Urteilsbildung im Bereich Plastikmüll-Vermeidung getroffen haben. Ob sie die zugrundeliegenden Kriterien für ihre Entscheidung allerdings auf ein anderes Thema übertragen können, bleibt fraglich.

<sup>61</sup> z. B. *Ist Handystrahlung gesundheitsschädlich? Verursachen Impfungen Autismus? Überwiegt der Nutzen von Impfungen die Impfschäden? Ist die Kernenergie in Zeiten des Klimawandels eine sinnvolle Alternative zum Verbrennen fossiler Energieträger?*

<sup>62</sup> Texte, deren Positionen denen der Informationssuchenden entsprechen

Ausmaß an kognitiven Ressourcen (Richter, 2003). Je komplexer ein Kontext sich darstellt und je stärker polarisierend Informationen präsentiert werden, desto wichtiger ist die Darstellung in Form überzeugungsinkonsistenter Materialien, die, nach Maier, möglichst alternierend präsentiert werden sollten (Maier & Richter, 2014). Solche Texte sind, im Rahmen der Vermittlung von Bewertungskompetenz anhand kontroverser Kontexte, deshalb wichtig, weil sie die verschiedenen Positionen einer Kontroverse in aller Bandbreite wiedergeben.

Zwei weitere Faktoren sind (neben der abwechselnden Präsentation von Texten mit unterschiedlichen Positionen) hilfreich, um mittels kontroverser, emotionaler Themen Bewertungskompetenz zu vermitteln: Das Einnehmen eines begründeten Standpunktes sowie das Verfassen eines argumentativen Essays (Maier & Richter, 2014).

Das Einnehmen eines Standpunktes kann dadurch provoziert werden, dass die Lernenden in der Erwartung sind, ihre Position gegenüber einem Experten (z. B. der Lehrperson) argumentativ verteidigen zu müssen. Dabei greifen zwei Effekte – ein positiver und ein negativer: Die Lernenden sind durch die Positionierung gezwungen, sich zu entscheiden. Die getroffene Entscheidung benötigt entsprechende Argumente und die abgelehnten Optionen wiederum Gegenargumente. Dies regt zu einer intensiven Auseinandersetzung an. Problematisch ist, dass bereits „die Erwartung einer Kommunikation mit einem Experten (...) dazu führen [kann], dass wir aus nicht eindeutig interpretierbaren wissenschaftlichen Ergebnissen eine eindeutige These entwickeln“ (Echterhoff, 2015, S. 13).

Das Verfassen eines argumentativen Essays zielt darauf ab, sich mittels Argumenten mit einem Inhalt auseinanderzusetzen. Dies mag logisch erscheinen, stellt allerdings das Kernproblem bei der Auseinandersetzung mit vielen aktuellen wissenschaftlichen Fragen dar. Diese sind häufig mehrdeutig und schwer verständlich, da es vielfältige und widersprüchliche Befunde und Analysen zu diesen gibt. Um handlungsfähig zu bleiben, müssen Entscheidungen gefällt werden. Das bedeutet, dass die Lernenden sich klare Urteile zu solchen Themen bilden müssen, um eine Position vertreten zu können (Echterhoff, 2015).

Sowohl das Einnehmen eines begründeten Standpunktes als auch das Verfassen eines argumentativen Essays provozieren eine Entscheidung.

### **2.4.3. Vorgaben für geeignete Kontexte nach Bildungsstandards und KLP**

In den Bildungsstandards wird für den Chemieunterricht der Sekundarstufe 1 für die prozessbezogene Kompetenz *Bewertung* deutlich formuliert, was geeignete Kontexte „leisten“ sollten. Gefordert wird, dass Schüler durch „die Auswahl geeigneter Sachverhalte (...) Vernetzungen der Chemie in Lebenswelt, Alltag, Umwelt und Wissenschaft erkennen“ (Kultusministerkonferenz, 2004, S. 10). Chemierelevante Kontexte sollen unter anderem ermöglichen „Probleme in realen Situationen zu erfassen“ (ebd. S. 10). Außerdem sollen Lernende an gesellschaftsrelevanten Themen erkennen, „dass Problemlösungen von Wertentscheidungen abhängig sind. Sie sollen befähigt sein, Argumente auf ihren sachlichen und ideologischen Anteil zu prüfen und Entscheidungen sachgerecht, selbstbestimmt und verantwortungsbewusst zu treffen“ (Kultusministerkonferenz, 2004).

Im Kernlehrplan Nordrhein-Westfalen steht vor allem handlungsorientiertes Lernen im Mittelpunkt. Wissen soll in geeigneten Kontexten erworben werden, damit es sich leichter in neuen Zusammenhängen anwenden lässt (Schulministerium, 2008, S. 11). In diesem Zusammenhang werden Kriterien für geeignete Kontexte formuliert. Diese sollen Schülern unter anderem Ge-

legenheiten bieten „Kompetenzen zu entwickeln und erworbene Kompetenzen in unterschiedlichen Bereichen sinnvoll und erfolgreich anzuwenden“ (Schulministerium, 2008, S. 31) sowie Bezug zu Erfahrungen der Schüler aufweisen.

#### 2.4.4. Zusammenfassung

Entscheidungen und Urteile in komplexen naturwissenschaftlichen Kontroversen zu fällen ist nicht trivial. Wie bereits in den Kapiteln 2.2 und 2.3 beschrieben, erschweren oder verhindern eine Reihe von Faktoren rationale und kompensatorische Urteils- und Entscheidungsstrategien. SSI sind dazu geeignete Kontexte. Eine Bewertungskompetenz ist nur mit ihrer Hilfe vermittelbar. Dabei ist eine Reihe von Faktoren von großer Bedeutung. Kontexte sollten *authentisch, relevant, multidimensional* und *anschlussfähig* sein, sowie einen *Bezug zur Chemie* haben. Das stellt Lehrende bei der Vorbereitung des Unterrichts vor eine sehr schwierige Aufgabe. Denn auch sie unterliegen bei der Bewertung eines kontroversen, emotionalen Kontexts einer Reihe kognitiver Verzerrungen und Fehlschlüssen. Die Vorgaben in den Bildungsstandards und Lehrplänen sind allerdings eindeutig mit diesem hohen Anspruch formuliert. Egal ob Klimawandel, Gentechnik, Impfen, Alternativmedizin, Recycling, erneuerbare Energie oder Erdöl – eine rationale Auseinandersetzung im Unterricht kann nur erfolgen, wenn diese beim Lehrenden bereits zuvor stattgefunden hat. Zur Orientierung dienen die benannten Kriterien sowie eine Sensibilität in Bezug auf mögliche ethisch fragwürdige Entscheidungen seitens der Lernenden. Außerdem wird bei emotionalen Kontroversen eine hohe Ambiguitätstoleranz (**vgl. 2.3.2.6**) hilfreich sein, um eine rationale Reflexion mit vielen unterschiedlichen Meinungen nicht nur auszuhalten sondern auch zu fördern.

#### 2.4.5. Essenzen

Die Anforderungen an geeignete Kontexte zur Vermittlung naturwissenschaftlicher Grundbildung sowie rationaler Beurteilungskriterien sind nicht eindeutig zu benennen. Einerseits gelten die Kriterien *Relevanz, Authentizität, Multidimensionalität, Bezug zur Chemie und Anschlussfähigkeit*. Andererseits sind damit, je nach Ausprägung, auch Schwierigkeiten verbunden, wie z. B. wachsende Emotionalisierung. Im Folgenden sind die Essenzen dieses Kapitels aufgeführt, die bei der Wahl und Analyse eines Kontexts sowie der Erstellung von Unterrichtsmaterial für die Vermittlung von Bewertungskompetenz von Bedeutung sind.

1. Reflexionsfähigkeit bei kontroversen naturwissenschaftlichen Themen zu erlernen, stellt hohe Ansprüche an Lehrende und Lernende. Die Auswahl geeigneter Kontexte ist daher sensibel und von großer Bedeutung. Gelingt sie und gelingt in dem Zuge auch eine adäquate Vermittlung von Bewertungskompetenz, so werden dadurch auch weitere Ziele erreicht. Lernende erlangen eine rationalere Sichtweise auf wissenschaftliche Evidenz, werden aufgeschlossener und erkennen kognitive Verzerrungen (bei erfolgreicher Reflexion). (2.4)
2. Die Präsentation von SSI muss über ein bloßes Bereitstellen von Informationen hinausgehen. (2.4)

3. SSI lassen sich klassifizieren, indem sie auf der einen Seite inhaltlich betrachtet werden und auf der anderen Seite ihre Bedeutung für Lernende eingeordnet wird. Letztere lässt sich grob einteilen in individuelle und gesellschaftliche Bedeutsamkeit. (2.4.1)
4. Um eine Passung zwischen Kontext und Lerngruppe zu erreichen, ist es nötig, die Informationen sowie die Vermittlung so anzupassen, dass eine individuelle Bedeutsamkeit bzw. Betroffenheit erreicht wird. Dieses „Emotionalisieren“ kann eine Auseinandersetzung mit dem Lerninhalt anregen. (2.4.1)
5. Die Kriterien für Kontexte im Chemieunterricht sollten unbedingt erfüllt werden. Dazu ist es sinnvoll, jeden Kontext explizit auf *Authentizität*, *Relevanz*, *Multidimensionalität*, *Bezug zur Chemie* und *Anschlussfähigkeit* zu prüfen. Die Kriterien können darüber hinaus auch im Unterricht, im Zusammenhang mit dem Kontext thematisiert, werden<sup>63</sup> (2.4.1).
6. Bei komplexen naturwissenschaftlichen Kontroversen mit konfligierenden Evidenzen helfen „erzwungene“ Positionierungen dabei, Urteile und Argumente zu finden. Dabei kann es jedoch passieren, dass diese vorschnell gebildet werden, insbesondere dann, wenn diese einem Experten präsentiert werden sollen (z. B. der Lehrperson). (2.4.1)
7. Komplexe Kontexte sind auch für Lehrkräfte nicht einfach umfassend zu erschließen. Die didaktische Reduktion von komplexen Realproblemen erfordert eine „enorm zeitintensive Unterrichtsvorbereitung“ (Knittel, 2013). (2.4.1)
8. *Authentizität* korrespondiert mit der Darstellungsform sowie der Komplexität (Glaesser et al., 2009, S. 33). Erst daraus resultiert für Lernende eine Glaubwürdigkeit, die motivierend wirkt. Dadurch ist *Authentizität* kein rein objektives Kriterium. (2.4.1.1)
9. Auch *Relevanz* ist kein direktes objektives Kriterium. Motivational positive Auswirkungen hat ein Kontext insbesondere dann, wenn er als relevant empfunden wird. Diese Empfindung ist durchaus subjektiv. Neben der individuellen Relevanz lässt sich auch noch eine gesellschaftliche Relevanz beschreiben. Durch emotionsauslösende Gestaltungsmerkmale kann eine tiefere Verarbeitung von Informationen erreicht werden. (2.4.1.2)
10. Kontexte sollten diskussionsfähig und offen diskutierbar sein und es sollte nicht nur eine richtige Antwort auf Fragestellungen geben. Dadurch ist zudem eine Komplexität gegeben, die wiederum andere Effekte mit sich bringt. (2.4.1.3)
11. Da die Vermittlung von Bewertungskompetenz durch Lehrpläne vorgegeben ist, sollten Kontexte anhand von SSI-Kriterien ausgewählt werden. Gleichzeitig darf nicht vergessen werden, dass damit Fachinhalte vermittelt werden müssen. (2.4.1.4)

---

<sup>63</sup> Beispiel:

*Ist der Kontext relevant?* → Schüler könnten zu eigenen Erfahrungen befragt werden.

*Ist der Kontext authentisch?* → Es könnte expliziert werden, dass alle Zahlen, Daten und präsentierten Fakten echt sind und nicht ausgedacht.

*Ist der Kontext multidimensional?* → Es muss (immer wieder) darauf hingewiesen werden, dass es nicht eine „richtige“ Antwort geben muss, sondern dass lediglich die Argumente stichhaltig und vernünftig sein sollten.

*Hat der Kontext einen Bezug zur Chemie?* → Chemisches Fachwissen sollte als nützlich präsentiert werden. Es sollte direkt daran beteiligt sein, um zu einer Entscheidung zu gelangen. Auf diese Weise kann der Nutzen des Faches stärker wahrgenommen und wertgeschätzt werden.

12. Die „Mitnahme“ von Gelerntem ist von großer Bedeutung. Dies gilt sowohl für Fachwissen als auch für Bewertungskompetenz (z. B. kompensatorische Strategien). (2.4.1.5)
13. Die alternierende Präsentation von überzeugungsinkonsistenten und überzeugungskonsistenten Texten führt zu einer strategischeren und rationaleren Verarbeitung unterschiedlicher Positionen. Je komplexer ein Kontext ist, desto wichtiger ist dies. (2.4.2)
14. Sowohl das Einnehmen eines begründeten Standpunktes als auch das Verfassen eines argumentativen Essays kann das epistemische Monitoring rationalisieren. (2.4.2)

## 3. Methodisches Vorgehen

### 3.1. Design-Based Research Ansatz

Der Design-Based Research-Ansatz (DBR), welcher von Ann Brown in die Lehr-Lernforschung eingebracht wurde, stellt den methodischen Rahmen dieser Arbeit (Brown, 1992). Er ermöglicht, dass eine Intervention systematisch und schrittweise entwickelt und durchgeführt und darüber hinaus analysiert und angepasst werden kann (Reinmann, 2005). Lernphänomene sollen nicht in Labors, sondern in realen Situationen untersucht werden. Zudem wird das Design ein fester Bestandteil des wissenschaftlichen Prozesses und bleibt nicht, wie in vielen anderen Forschungsansätzen, außen vor (Reinmann, 2018, S.10). Die Verbindung zwischen Unterrichtspraxis und Forschung beim DBR bildet damit für die vorliegende Arbeit optimale Voraussetzungen, um theoretische Erkenntnisse (2) adäquat in die Praxis umzusetzen (Design-Based Research Collective, 2003). Der Ansatz zeichnet sich vor allem durch seine iterativen Zyklen aus. So können und sollen Unterrichtsinterventionen wiederholt entwickelt, erprobt und analysiert werden (Knogler & Lewalter, 2014a). Wie genau die Zyklen angelegt sind, wird in der Literatur auf unterschiedliche Weise dargestellt.

Die Forschungsmethodologie<sup>64</sup> verändert sich ständig und der relativ junge Design-Based Research Ansatz bleibt nicht ohne Kritik. Reinmann beschreibt 2015, dass sich „aktuell in dichten Abständen euphorischer Beifall und kritische Attacken“ abwechseln (Reinmann, 2018, S.23). Insbesondere geringe theoretische Fundierung sowie ein „Overkill an Daten“ gelten als neuralgische Punkte des Ansatzes (Dede, 2004). Außerdem wird die „Verallgemeinerbarkeit der Ergebnisse“ angezweifelt (Hoadley, 2004).

Der DBR-Ansatz lässt sich nicht als einheitliche Forschungsrichtung beschreiben, sondern eher als ein Rahmenansatz (Reeves, 2000). Aus diesem Grunde werden die meisten Aspekte (Phasen, Ablauf, Ziele, besondere Merkmale, ...) erst im nächsten Abschnitt beschrieben. Dabei stellen diese Illustrationen direkt schon dar, wie der DBR-Ansatz in der hier vorliegenden Arbeit verstanden und angewandt wird.

*Hinweis: Detailliertere Beschreibungen der Entwicklung, Merkmale und Kritik des DBR-Ansatzes finden sich u. a. bei Rott (Rott, 2018, S. 89-92).*

### 3.2. Eigener Projektverlauf gemäß DBR

Die vorliegende Arbeit orientiert sich hinsichtlich der Vorgehensweise an McKenney & Reeves sowie Cobb et al. dreiphasigem Strukturmodell (McKenney & Reeves, 2012; Cobb et al., 2003). Darauf aufbauend entwickelte Britz seine Version des gesamten DBR-Projektverlauf (Abbildung 10).

---

<sup>64</sup> Insbesondere die Lehr-Lernforschung

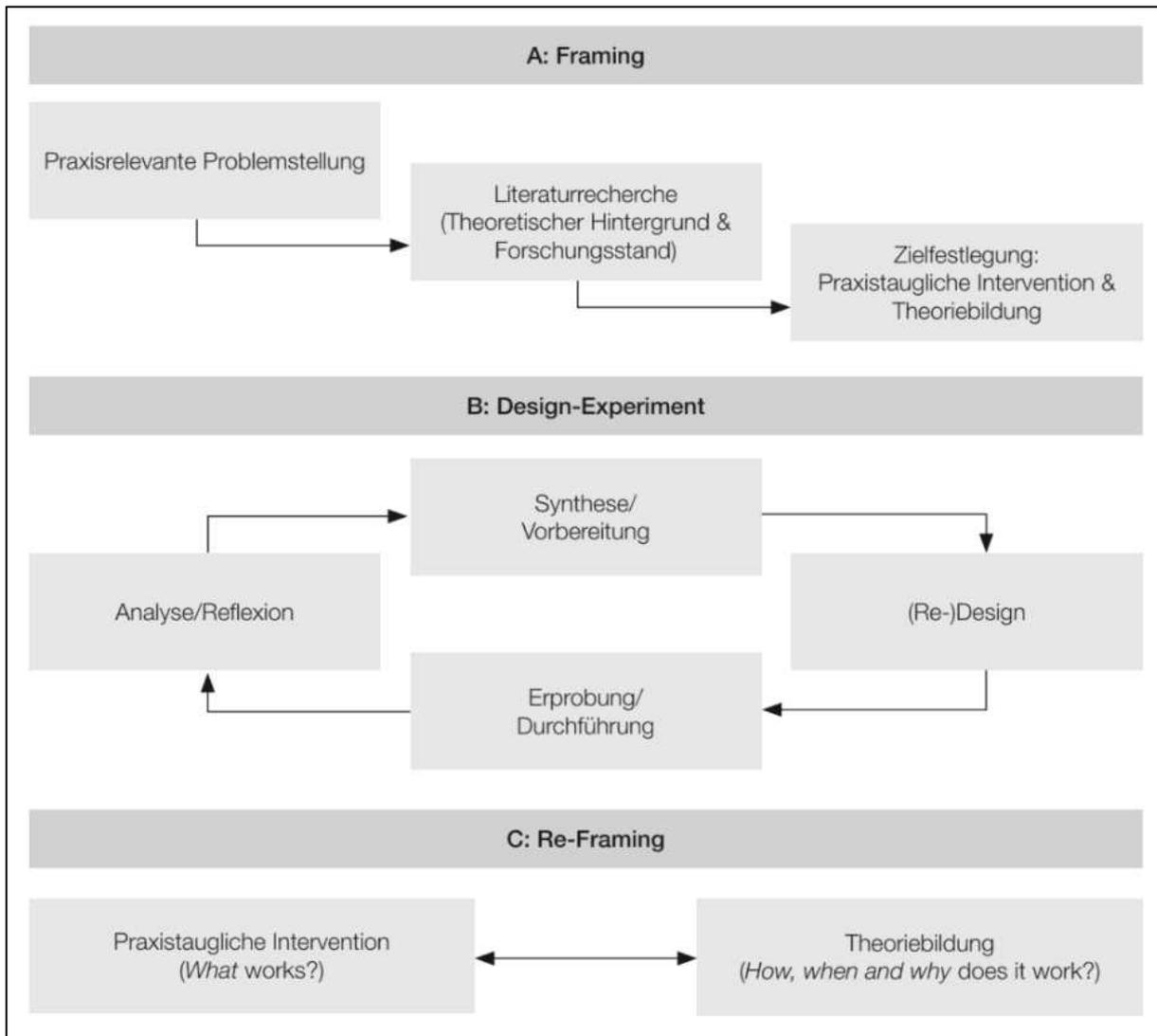


Abbildung 10: DBR-Projektverlauf (Britz, 2018)

Auf dieser Basis sowie der Arbeit von Rott (Rott, 2018) wurde ein, für dieses Projekt angepasstes, Modell entwickelt (Abbildung 11).

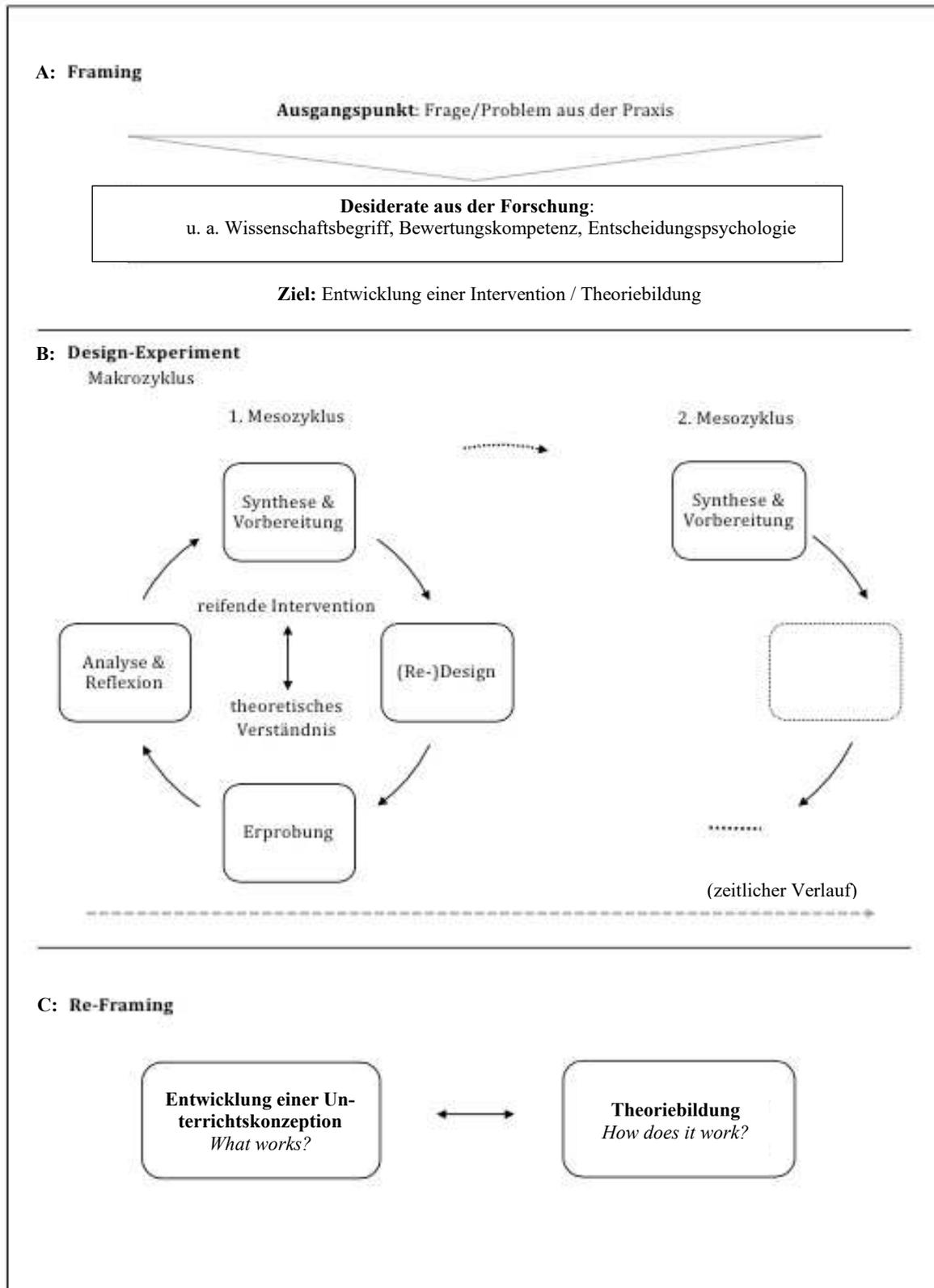


Abbildung 11: Projektablauf gemäß DBR in Anlehnung an Rott, aufbauend auf McKenney & Reeves und Cobb et al. (Rott, 2018, S. 104)

Obwohl der Projektverlauf innerhalb des Design-Experiments nicht streng chronologisch verstanden werden kann, wird er zum besseren Verständnis dennoch mit einem zeitlichen Verlauf dargestellt. Dies gilt insbesondere für die jeweiligen Designs innerhalb der Mesozyklen.

Im Folgenden werden die drei Phasen des angepassten Strukturmodells beschrieben. Dabei wird bereits Bezug genommen auf Besonderheiten und Spezifikationen des Projekts. Vorweg sind folgende Anmerkungen erwähnenswert:

- Im Projekt werden, innerhalb des Makrozyklus, vier Mesozyklen durchlaufen.
- Der zeitliche Verlauf der Mesozyklen ist in der Realität nicht streng chronologisch.
- Auch wenn später die Zielsetzungen der einzelnen Mesozyklen eine trennscharfe Abgrenzung untereinander suggerieren, so existieren in der Realität viele inhaltliche Verstrickungen. Diese werden an den entsprechenden Stellen beschrieben.

#### **A: Framing (Vorbereitungsphase)** (vgl. Reinmann, 2005, S.61)

Ausgangspunkt des Projekts ist ein echtes, bestehendes, pädagogisches Problem aus der Praxis sowie grob skizzierte (Design-)Lösungsätze. Diese werden zunächst in einen lehr-lerntheoretischen Zusammenhang gestellt (Knogler & Lewalter, 2014, S. 3). Das Problem wird theoretisch analysiert. Dazu werden die Erkenntnisse aus Kapitel 2 (Theoretischer Rahmen) genutzt, die bereits in Form von Essenzen am Ende der jeweiligen Unterkapitel formuliert wurden. Aus der Analyse leitet sich eine übergeordnete Zielsetzung ab. Daran anschließend wird eine übergeordnete Fragestellung formuliert. Sowohl das Ziel als auch die zugehörige Fragestellung haben einen praktischen und einen theoretischen Teil (Reinmann, 2005, S. 61).

- Der zu erzielende praktische Output fokussiert auf Unterrichtsmaterialien und -konzeptionen sowie didaktische Designs. Ziel ist es, eine (mehrfach optimierte) praxistaugliche Intervention zu generieren.
- Der theoretische Output soll Aussagen über das Gelingen beinhalten sowie eine (vorsichtige), über das Projekt hinausgehende, Theoriebildung. Insbesondere letztere soll anschlussfähig für weitere Projekte und Forschung formuliert sein. Ziel ist es, einen theoriebildenden Beitrag zur Forschung zu leisten, „der das Verständnis systemischer Zusammenhänge fördert“ (Knogler & Lewalter, 2014, S. 3).

#### **B: Design-Experiment (Umsetzungsphase)**

Das Design-Experiment nimmt einen Großteil des Projekts ein. Zur Beantwortung der übergeordneten Fragestellung aus dem Framing wird ein Makrozyklus konzipiert (vgl. McKenney & Reeves, 2012; Cobb et al., 2003). Er umspannt eine Reihe von Mesozyklen, welche voneinander abgegrenzt sind. Jeder einzelne Mesozyklus besteht aus vier Phasen (McKenney & Reeves, 2012; Cobb et al., 2003). Das zyklische Vorgehen ermöglicht eine direkte Anpassung des Designs an die Erprobung des selbigen.

Was genau in einem Mesozyklus erprobt wird, ist sehr variabel (Interviews, Fragebogenstudien, Erprobung von Lernmaterialien, theoretische Erörterungen, etc.). Dabei besitzt jeder einzelne

ein eigenes Ziel und damit verbunden eine eigene Fragestellung<sup>65</sup>. Es wird zudem immer wieder an allen Stellen auf die Erkenntnisse aus dem theoretischen Rahmen sowie das Framing zurückgegriffen. Der Ablauf eines Mesozyklus gestaltet sich im Optimalfall<sup>66</sup> wie folgt:

1. Synthese & Vorbereitung:

In dieser Phase werden die Erkenntnisse und Essenzen des theoretischen Rahmens und des Framings genutzt. Zudem können auch Erfahrungen aus anderen Mesozyklen mit einfließen. Die Ziele und Fragen werden formuliert<sup>67</sup>.

Nach einem erfolgreichen Durchlauf erfolgt eine Anpassung. Dazu werden die gewonnenen Erkenntnisse mit den theoretischen Aspekten in Beziehung gebracht. Jetzt fließt auch das hier Beobachtete mit ein, um einen erneuten Zyklus feiner abgestimmt durchzuführen.

2. (Re-)Design:

Diese Phase stellt den kreativen Teil des Mesozyklus dar. Im Zentrum steht das zu entwickelnde Produkt, welches in Phase 3 erprobt und in Phase 4 analysiert wird.

Bei mehreren Durchläufen wird dieses Design angepasst, verändert oder erweitert.

3. Erprobung:

Das designte Produkt wird erprobt und hinreichend dokumentiert.

4. Analyse & Reflexion

Die in Phase 3 gesammelten Daten werden ausgewertet. Eine Reflexion erfolgt mit Bezug auf die Fragestellung des Mesozyklus. Die Ergebnisse sind sowohl Anknüpfungspunkt für weitere Mesozyklen als auch für das Re-Framing.

Die vier Teilschritte werden im Verlauf dieser Arbeit nur implizit beschrieben. Das bedeutet, dass nicht jeder einzelne Mesozyklus und jeder einzelne Durchlauf eines solchen aufgeteilt wird in diese vier Phasen, auch wenn diese Reihenfolge in der Regel der Forschungsrealität entspricht. Die Übergänge der Phasen sind häufig fließend. Bei einem Projekt wie diesem, welches viele unterschiedliche Erprobungen beinhaltet, ist auch ein Wechsel zwischen verschiedenen Mesozyklen eher möglich, als bei sehr kurzen Interventionen (Gravemeijer & Cobb, 2006). In der Realität fanden viele Erhebungen gleichzeitig statt. Dies wird an entsprechender Stelle genauer beschrieben. Im Folgenden wird der Ablauf des Makrozyklus in Form von vier getrennt verlaufenden Mesozyklen grafisch dargestellt (Abbildung 12). Dort sind sowohl die Ziele als auch die dazugehörigen Fragestellungen formuliert. Innerhalb der Beschreibungen der Zyklen können weitere *Subfragen* hinzukommen, welche hier keine Erwähnung finden, sondern an entsprechender Stelle erläutert werden.

---

<sup>65</sup> Auch mehrere Fragen sind möglich.

<sup>66</sup> Es gibt Zyklen/Durchläufe, in denen ein oder mehrere Phasen fehlen können.

<sup>67</sup> Der erste Durchlauf eines Mesozyklus hat in der Regel in Phase 1 die gleichen Ziele und Fragen wie die, die im Mesozyklus übergeordnet formuliert sind.



In MZ 1 findet eine Erkundung der realen Problemsituation statt. In Form von Interviews werden erst Ansätze einer Entscheidungsfindung innerhalb kontroverser, lebensweltnaher Kontexte beschrieben. Im zweiten Durchlauf wird darauf aufbauend eine Fragebogenstudie entwickelt. Neben dem Wissenschaftsverständnis der Lernenden werden eine Reihe weiterer Daten erhoben, die Aufschluss über die Eignung möglicher Kontexte bieten sollen. Sowohl MZ 1.1 als auch MZ 1.2 weisen starke Überschneidungen mit MZ 3 auf.

MZ 2 widmet sich der Entwicklung und Erprobung von Prüfkriterien. Hier wird am intensivsten auf die Erkenntnisse des theoretischen Rahmens zurückgegriffen. Jedes einzelne Prüfkriterium stellt einen eigenen Durchlauf dar<sup>68</sup>. Die Erprobungen der entwickelten Materialien erfolgten an unterschiedlichen Schulen und mit unterschiedlichen Methoden. Diese werden in den jeweiligen Zyklen beschrieben.

In MZ 3 findet die Auswahl und Erläuterung eines geeigneten Kontexts statt, welcher sich eignet, um die in MZ 2 entwickelten Prüfkriterien anzuwenden. Im Rahmen dieses Zyklus werden weitere Materialien theoretisch entwickelt. Die Erprobung erfolgt allerdings erst im letzten Mesozyklus.

Die Neuentwicklung und Erprobung einer Unterrichtskonzeption erfolgt in MZ 4. Hier werden sowohl die Prüfkriterien aus MZ 2 als auch der Kontext aus MZ 3 genutzt, um auf deren Basis eine rationale Urteilsbildung anzustoßen und auszuwerten.

*Hinweis:*

*Die Erhebung, Aufbereitung und Auswertung der Daten wird an den jeweiligen Stellen innerhalb der Mesozyklen näher beschrieben.*

### **C: Re-Framing (Interpretationsphase)**

Das Projekt verfolgt, wie zuvor beschrieben, zwei Ziele. Zum einen wird die Entwicklung kontextualisierter Lehr-Lern-Theorien beschrieben, welche sich speziell auf das Gelingen der designed Interventionen beziehen. Zum anderen wird ein praktischer Output angestrebt. In Form von konkreten Verbesserungen des Unterrichts sollen Materialien entwickelt werden, die es Lehrenden ermöglichen, sie im Unterricht einzusetzen.

Ähnlich den Analysephasen der Mesozyklen findet in dieser letzten Phase eine retrospektive Analyse statt. Die Beantwortung der übergeordneten Frage aus dem Framing steht dabei im Mittelpunkt. Genutzt werden sämtliche Erkenntnisse der Mesozyklen. Um einen praktischen Output zu generieren, liegt der Fokus auf den Merkmalen, die sich bei den Erprobungen als förderlich für eine stabile Intervention abgezeichnet haben („*What works*“). Dabei wird auch versucht, eine vorsichtige Theoriebildung vorzunehmen, dessen Begründungen ebenfalls in den Erkenntnissen aus den Mesozyklen liegen („*How does it work?*“). Eine Passung zwischen dem im Framing formulierten Problemraum und der im Design-Experiment erprobten Designlösung wird angestrebt.

---

<sup>68</sup> Entwicklung und Erprobung sind in einigen Fällen noch unvollständig. Dennoch werden die Prüfkriterien in Form separater Zyklen dargestellt. Dies vereinfacht die Darstellung und das Verständnis vom Ablauf.

## Schwachstellen des DBR

Die vielen verschiedenen Verständnisse vom DBR machen ihn als Forschungsansatz nicht leicht greifbar. Dennoch sind drei Aspekte teilweise übereinstimmend immer wieder beanstandet worden (vgl. 3.1). Um diese Kritikpunkte am DBR möglichst effektiv abzufangen, werden folgende Maßnahmen getroffen:

### 1. Geringe theoretische Fundierung

Die theoretische Fundierung dieser Arbeit geht bewusst über die fachdidaktische Forschung weit hinaus.

- Die wissenschaftstheoretischen Betrachtungen (2.1) beschreiben umfassend aktuelle Debatten. Sowohl der Begriff Wissenschaft, als auch eine Reihe methodischer und methodologischer Kriterien werden ausführlich beschrieben. Auch wissenschaftsphilosophische Betrachtungen wie die Abgrenzung zu Pseudowissenschaften werden thematisiert (2.1.5).
- Die Erkenntnisse der Entscheidungspsychologie werden umfassend beschrieben. Von auch für die Fachdidaktik notwendigen Begriffsuntersuchungen bis hin zur Identifizierung relevanter kognitiver Verzerrungen findet eine breite Analyse von (für die Lehr-Lernforschung) relevanten Implikationen statt (2.3). Ausführliche Literaturrecherchen zu aktuellen psychologischen Forschungsfeldern wie z. B. Ambiguitätstoleranz (2.3.2.6) oder den Faktoren Vertrauen (2.3.2.5), Emotionen (2.3.2.3) und Komplexität (2.3.2.4) sind ebenfalls Teil des theoretischen Rahmens.

### 2. Overkill an Daten

Auf eine umfassende quantitative Analyse der im Design-Experiment erhobenen Daten aus den Erprobungen wird weitestgehend verzichtet. Die Gruppengrößen lassen eine Quantifizierung ohnehin kaum zu. Der Fokus liegt in der vorliegenden Arbeit stärker auf Verhalten und Aussagen von Schülern, welches exemplarisch ausführlich beschrieben wird.

### 3. Keine Verallgemeinerbarkeit der Ergebnisse

Die Verallgemeinerbarkeit der Ergebnisse wird am Ende dieser Arbeit ausführlich thematisiert (7).

## 4. Projektverlauf gemäß Design-Based Research-Ansatz

### A: Framing

In dieser kurzen Phase soll ein Deutungsrahmen geschaffen werden, innerhalb dessen weitere Entscheidungen und Handlungen getroffen werden (Reinmann, 2018, S.86). Zu Beginn werden bestehende Probleme aus der Praxis anhand der Erkenntnisse des theoretischen Rahmens (2.) erörtert. Es folgen grobe Ideen eines Design-Lösungsansatzes. In Form einer übergeordneten Zielsetzung sowie übergeordneter Fragestellungen und Subfragen, die sich jeweils auf theoretischen und praktischen Output konzentrieren, schließt dieses Kapitel.

Die Problemfelder in der Praxis werden im Zusammenhang mit Zusammenfassungen (2.1.6; 2.2.4; 2.3.4; 2.4.4) und Essenzen (2.1.7; 2.2.5; 2.3.5; 2.4.5) des theoretischen Rahmens im Folgenden beschrieben. Im Anschluss daran erfolgt ein Zusammenführen der wichtigsten Aspekte dieser Erkenntnisse sowie ein grober Lösungsansatz.

*Hinweise:*

*Zwar werden überwiegend Erkenntnisse der Erörterungen aus Kapitel 2 genutzt, dennoch wird an einigen Stellen auf weitere Literatur verwiesen.*

*Zur einfachen Lesbarkeit und zur Vermeidung von Redundanz wird auf ein erneutes Zitieren der bereits zitierten Literatur in der Regel verzichtet.*

### Problemgrundlage

Die Bewertungskompetenz ist ein integraler Bestandteil naturwissenschaftlichen Unterrichts. In den Bildungsstandards werden in diesem Zusammenhang hochkomplexe Fähig- und Fertigkeiten gefordert, die bis zum Ende der Mittelstufe vermittelt sein müssen (2.2.1.1). Die sechs formulierten Teilkompetenzen haben klaren Aufforderungscharakter an Lehrende, bleiben aber teilweise unklar (2.2.2.5). Es gibt kaum klare Handlungsanweisungen. Dabei sind die Modellierungen der Bewertungskompetenz unvollständig<sup>69</sup> – vor allem für das Fach Chemie (2.2.2.4). Auch das zugrunde liegende Prozessmodell der Entscheidungsfindung bleibt im fachdidaktischen Sinne unkonkret (2.3.3). Es fehlt eine klare Aussage darüber, was unter Entscheidungsheuristiken oder Bewertungsstrukturwissen zu verstehen ist bzw. welche Bedeutung dies für unterrichtliche Interventionen hat (2.2.4). Es herrscht insgesamt ein Mangel an griffigen Konzepten und Materialien zur Bewertungskompetenz im Chemieunterricht. Die bisher beschriebenen fokussieren sich eher auf bestimmte Kontexte oder Fachinhalte, selten jedoch auf allgemeine Fertigkeiten im Rahmen der Bewertungskompetenz (2.4.1).

Eine weitere Schwierigkeit stellt die Wahl möglicher Kontexte dar. Zur Vermittlung von Bewertungskompetenz sowie von naturwissenschaftlicher Grundbildung ist hinreichend belegt, dass eine Thematisierung von SSI notwendig ist (2.4.4). Solche komplexen, naturwissenschaftlichen Kontroversen sind jedoch extrem aufwändig vorzubereiten und werden, wenn überhaupt, eher eindimensional im Unterricht behandelt.

---

<sup>69</sup> oder (noch) nicht evaluiert

Diese Aspekte stellen klare Aufforderungen bezüglich der Vermittlung dar. Lehrende wissen häufig aber nicht, wie sie dies im Unterricht umsetzen können<sup>70</sup>. Mit der Emotionalität, Komplexität und Kontroversität steigt zudem die Gefahr, dass sich Lernende Alltagsphantasien und Urteilsheuristiken bedienen, die irrational und nicht zielführend im Sinne eines kompetenzorientierten Lehrplans sind (2.3.2; 2.3.3; 2.3.4).

Die Erkenntnisse der (Entscheidungs-)Psychologie machen deutlich, dass Urteilsbildungen und Entscheidungsfindungen in den seltensten Fällen rational ablaufen (2.3.2). Genau dies wird aber in den Bildungsstandards und im Lehrplan gefordert und erschwert die Vermittlung umso mehr. Dennoch: Die vielen Einblicke, die die psychologische Forschung in die Entscheidungsprozesse ermöglicht, könnten die Vermittlung von Bewertungskompetenz vermutlich verbessern bzw. bereichern.

Angesichts einer global vernetzten Welt mit mannigfaltigen Eindrücken und Gefahren aller Art, ist es notwendig, adäquat, vernünftig und klug, zu bewerten, zu urteilen und zu entscheiden. Die Schule soll Lernende darauf optimal vorbereiten, nicht zuletzt um eine demokratische Partizipation zu ermöglichen – so heißt es in den Bildungsstandards (2.2). Demnach braucht es griffige Konzepte für den Unterricht, die dazu befähigen. Lehrende müssen geeignete Materialien an die Hand bekommen, um Bewertungskompetenz und naturwissenschaftliche Grundbildung Hand in Hand vermitteln zu können. Dabei sollten Erkenntnisse aus fachdidaktischer und psychologischer Forschung gleichermaßen einfließen. Dazu gehört die Etablierung von Kriterien, die Schüler kontextübergreifend mit einem Bewertungsstrukturwissen ausstattet. Bisher mangelt es Lernenden sowohl an solchen Fertigkeiten, als auch viel allgemeiner an griffigen Werkzeugen, die sie dazu befähigen, rational und möglichst unemotional naturwissenschaftliche Kontroversen zu bewerten.

Auch die Reflexion des Entscheidungsprozesses sowie der eigenen kognitiven Fähigkeiten und Unzulänglichkeiten sind wertvoller Aspekt rationaler Urteile (2.1.6; 2.1.7 – 6.). Nicht zuletzt ist die Wahl eines geeigneten Kontextes hoch sensibel, da auch dieser eine Reihe von Bedingungen erfüllen muss, um für die Vermittlung von Bewertungskompetenz geeignet zu sein (2.4.5).

Der praktische Output fokussiert sich auf die Entwicklung einer praktikablen (und stabilen) Unterrichtsintervention. Diese soll direkt am beschriebenen Problem ansetzen und Lernenden eine Reihe von Kriterien in Form von Werkzeugen an die Hand geben, die rationale Urteilsbildungen und Entscheidungsprozesse bei der Vermittlung von Bewertungskompetenz ermöglichen. Dabei geht es vor allem um die Erprobung von, speziell für diesen Zweck entwickelten, Unterrichtsmaterialien und didaktischen Designs. Das Ganze soll zudem, da es mit besonderen Anforderungen verbunden ist, am Beispiel eines sehr kontroversen Kontexts durchgeführt werden, um zu prüfen, inwieweit sich die kriteriengeleitete Urteilsbildung auf die negativen Effekte der Emotionalität auswirkt.

Der theoretische Output ist eng verzahnt mit der unterrichtlichen Intervention. Analysiert wird in erster Linie, inwieweit sich die designten Merkmale als lernwirksam erweisen. Dabei wird untersucht, ob sich die vielen entscheidungspsychologischen Empfehlungen in Form von einer designten Unterrichtskonzeption positiv auf die Vermittlung von Bewertungskompetenz auswirken können. Außerdem wird diskutiert, wie Lernende mit wissenschaftlichen Kriterien innerhalb kontroverser und emotionaler Kontexte agieren.

---

<sup>70</sup> Einigen von Ihnen ist nicht einmal klar, was der Begriff Bewertungskompetenz überhaupt bedeutet (vgl. Kap. 2.2.2.5).

## Ziele und Fragestellungen

### Ziele<sup>71</sup>

Praktischer Output: *Entwicklung einer praktikablen und stabilen Unterrichtsintervention zur Vermittlung von Bewertungskompetenz anhand selbst erarbeiteter Prüfkriterien*

Theoretischer Output: *Beschreiben von Eigenschaften der entwickelten Intervention, welche eine rationale Bewertung kontroverser naturwissenschaftlicher Kontexte unterstützt*

*Beschreiben von Gestaltungsaspekten unterrichtlicher Interventionen zur Vermittlung von Bewertungskompetenz mittels kriteriengeleiteter Urteilsbildung*

### Übergeordnete Fragestellung<sup>72</sup>

*Wie können Lernende dazu befähigt werden, kontroverse naturwissenschaftliche Kontexte kriteriengeleitet zu bewerten?*

Zusätzlich zur übergeordneten Fragestellung (vgl. Abbildung 12) werden innerhalb der Mesozyklen für jeden einzelnen Durchlauf Fragen und Subfragen formuliert. Tabelle 1 gibt einen detaillierten Überblick.

Tabelle 1: Überblick über Fragestellungen und Subfragen der unterschiedlichen Durchläufe der Mesozyklen

MZ	Fragestellung	Subfrage	Beantwortung der Subfrage
1.1	<i>Inwieweit nutzen Lernende chemisches Fachwissen bei der Beurteilung der Kontroverse Homöopathie?</i>	<i>Inwieweit sind Schülerinnen und Schüler vertraut mit dem Thema Homöopathie? (S1)</i>	innerhalb MZ 1.1
		<i>Inwieweit sind Schüler in der Lage die zwei Prinzipien der Homöopathie nachzuvollziehen? (S2)</i>	
		<i>Welche Einstellungen/Vorstellungen haben die Schüler zur Homöopathie und ihren Wirkprinzipien und inwieweit beinhalten diese chemisches Fachwissen? (S3)</i>	
		<i>Ist die Homöopathie ein geeigneter Kontext für den Chemieunterricht im</i>	initiiert MZ 3

<sup>71</sup> vgl. 1.

<sup>72</sup> vgl. 1.

		<i>Sinne der SSI bzw. der Definition von guten Kontexten?</i>	
		<i>Welches Verständnis von Wissenschaft besitzen Lernende?</i>	initiiert MZ 1.2
<b>1.2</b>	<i>Welches Verständnis von Wissenschaft besitzen Lernende?</i>	<i>S1: Welche Einstellung haben Schüler zu Wissenschaft?</i> <i>S2: Inwieweit denken Schüler anti-wissenschaftlich?</i>	innerhalb MZ 1.2
<b>2.1</b>	<i>Auf welche Weise können Kriterien eines einheitlichen, wissenschaftlichen Weltbildes die Vermittlung von Bewertungskompetenz ermöglichen?</i>	-	-
<b>2.2</b>	<i>In welcher Weise erarbeiten und nutzen Lernende das wissenschaftliche Prüfkriterium ‚Falsifizierbarkeit‘?</i>	-	-
<b>2.3</b>	<i>In welcher Weise erarbeiten und nutzen Lernende das wissenschaftliche Prüfkriterium ‚Kontrollierte Bedingungen‘?</i>	-	-
<b>2.4</b>	<i>In welcher Weise erarbeiten und nutzen Lernende das wissenschaftliche Prüfkriterium ‚Kausalität &amp; Korrelation‘?</i>	-	-
<b>2.5</b>	<i>In welcher Weise erarbeiten und nutzen Lernende das wissenschaftliche Prüfkriterium ‚Reproduzierbarkeit‘?</i>	-	-
<b>2.6</b>	<i>In welcher Weise erarbeiten und nutzen Lernende das wissenschaftliche Prüfkriterium ‚Verblindung‘?</i>	-	-
<b>2.7</b>	<i>In welcher Weise erarbeiten und nutzen Lernende das wissenschaftliche Prüfkriterium ‚Randomisierung‘?</i>	-	-
<b>2.8</b>	<i>In welcher Weise erarbeiten und nutzen Lernende das wissenschaftliche Prüfkriterium ‚Plausibilität‘?</i>	-	-
<b>3.1</b>	<i>Inwieweit ist Homöopathie als unterrichtlicher Kontext zur Vermittlung von Bewertungskompetenz geeignet?</i>	<i>Was ist Homöopathie?</i> <i>Erfüllt die Homöopathie die Kriterien von Kontexten zur Vermittlung von Bewertungskompetenz?</i>	innerhalb MZ 3.1
<b>3.2</b>	<i>Auf welche Weise muss der kontroverse Kontext Homöopathie präsentiert werden, um als Problemgrundlage für eine unterrichtliche Auseinandersetzung zu dienen?</i>	<i>Ist die Homöopathie ein geeigneter Kontext für den Chemieunterricht im Sinne der SSI bzw. der Definition von guten Kontexten? (Subfrage aus MZ 1.1)</i>	innerhalb MZ 3.2
<b>4.1</b>	<i>Wie kann ein didaktischer Rahmen zur Vermittlung und Anwendung von Prüfkriterien gestaltet werden?</i>	-	-
<b>4.2</b>	<i>Inwieweit ermöglicht die Unterrichtskonzeption choice<sup>2</sup> reflect eine kriteriengeleitete Reflexion kontroverser naturwissenschaftlicher Kontexte?</i>	<i>In welcher Weise verändern Schülerinnen und Schüler ihre Bewertungen in Bezug auf das Thema Homöopathie?</i>	innerhalb MZ 4.2

## B: Design-Experiment

### Datenüberblick

Tabelle 2 zeigt die genutzten Methoden und Instrumente, die jeweilige Aufbereitung der gewonnenen Daten, den Fokus der Analyse und die Art der Auswertung. In den jeweiligen Mesozyklen werden die genauen methodischen Vorgehensweisen präzisiert.

Tabelle 2: Datenüberblick

	<b>Instrumente</b>	<b>Aufbereitung</b>	<b>Fokus der Analyse</b>	<b>Auswertung</b>
<b>MZ 1</b> <b>1. Durch-</b>	- 7 Leitfadengestützte Interviews (Audioaufnahmen) - Notizen	Transkription	Art der Bewertung kontroverser Sachverhalte	Induktive Kategorienbildung
<b>MZ 1</b> <b>2. Durchlauf</b>	103 Fragebögen (enthalten BSS, PBS-R, VNOS-C, offene Antwortformate)	Übertragen und Strukturieren der Ergebnisse in Excel	- Einstellungen zu Wissenschaft - Wissenschaftsgläubigkeit - Glaube an Übersinnliches	Kodierungen je nach Vorgaben der standardisierten Abschnitte Induktive Kategorienbildung bei offenen Antwortformaten
<b>MZ 2</b> <b>1. Durch-</b>	Zusammenführung der Ergebnisse/Auswertungen unter 4.2.9.	-	-	-
<b>MZ 2</b> <b>2. Durchlauf</b>	- Vorerprobung mit Studierenden (Notizen) - Erprobung (8. Klasse, Gymnasium) (Audioaufnahmen, ausgefüllte Arbeitsblätter) - Notizen	Einfügen der Daten in MAXQDA	- Erarbeitung und Anwendung des PK <i>Falsifizierbarkeit</i> - Überarbeitung des Unterrichtsmaterials	Qualitative Inhaltsanalyse (induktive Kategorienbildung)
<b>MZ 2</b> <b>3. Durchlauf</b>	- Erprobung in drei Kleingruppen (8. & 9. Klasse) - Erprobung innerhalb der Gesamtkonzeption (8. Klasse, Videografie, ausgefüllte Arbeitsblätter) - Notizen	- Transkription - -- Einfügen der Daten in MAXQDA	- Erarbeitung und Anwendung des PK <i>kontrollierte Bedingungen</i> - Überarbeitung des Unterrichtsmaterials	Qualitative Inhaltsanalyse (induktive Kategorienbildung)
<b>MZ 2</b> <b>4. Durch-</b>	- Erprobung (9. Klasse, Gymnasium) (ausgefüllte Arbeitsblätter) - 21 ausgefüllte Fragebögen - Notizen	- Übertragen und Strukturieren der Ergebnisse in Excel	- Erarbeitung und Anwendung des PK <i>Kausalität &amp; Korrelation</i>	Qualitative Inhaltsanalyse (deduktive Kategorien)

			- Überarbeitung des Unterrichtsmaterials	Fragebogen quantitative Analyse anhand Likert-Skala
<b>MZ 2</b> <b>5. Durchlauf</b>	<i>keine Aufnahme von Daten</i>	-	-	-
<b>MZ 2</b> <b>6. Durchlauf</b>	- Erprobung innerhalb der Gesamtkonzeption (8. Klasse, Videografie, ausgefüllte Arbeitsblätter, Fotos)	- Transkription - Einfügen der Daten in MAXQDA	- Erarbeitung und Anwendung des PK <i>Verblindung</i> - Überarbeitung des Unterrichtsmaterials	Qualitative Inhaltsanalyse (induktive Kategorienbildung)
<b>MZ 2</b> <b>7. Durchlauf</b>	-	-	-	-
<b>MZ 3</b> <b>2. Durchlauf</b>	- Voruntersuchung (103 ausgefüllte Fragebögen – vgl. MZ 2, 2. Durchlauf)	- Übertragen und Strukturieren der Ergebnisse in Excel - Einfügen der Daten in MAXQDA	- Vorwissen/Einstellung zu Medikamenten/Homöopathie	- Fragebogen quantitativ anhand Likert-Skala - induktive Kategorienbildung bei offenen Antwortformaten anhand exemplarischer Antworten
	- Erprobung in vier Kleingruppen (9. Klasse) (Tonaufnahmen, ausgefüllte Arbeitsblätter) - Notizen - 12 ausgefüllte Fragebögen vor und nach der Erprobung - Notizen		- Umgang mit Kontext Homöopathie - Überarbeitung des Unterrichtsmaterials	- qualitative induktive Kategorienbildung anhand von Ankerbeispielen - Beschreibung geeigneter Kontextmerkmale
<b>MZ 4</b> <b>1. Durchlauf</b>	<i>keine Aufnahme von Daten</i>	-	-	-

<b>MZ 4</b> <b>2. Durchlauf</b>	- Gesamterprobung (7 Dreiergruppen, 8. Klasse, Videografien, ausgefüllte Arbeitsblätter/Positionierungsbögen) - Notizen	- Übertragen und Strukturieren der Ergebnisse in Excel - Einfügen der Daten in MAXQDA	- Erarbeitung und Anwendung der PK <i>kontrollierte Bedingungen und Verblindung</i> auf den kontroversen Kontext Homöopathie - Überarbeitung des Unterrichtsmaterials	- qualitative induktive Kategorienbildung anhand von Ankerbeispielen - induktive Typenbildung - Quantifizierung der Kategorien - Beschreibung didaktisch wirkungsvoller Merkmale zur Vermittlung von Bewertungskompetenz
------------------------------------	--	--	--	---

#### 4.1. Mesozyklus 1

##### ➔ Erkundung von Einstellungen Lernender bezüglich naturwissenschaftlicher Kontroversen

Um Bewertungskompetenz in Form einer unterrichtlichen Intervention zu vermitteln, ist es bedeutsam, konkrete Erkenntnisse darüber zu gewinnen, wie Lernende Urteile und Entscheidungen treffen, vor allem innerhalb naturwissenschaftlicher Kontexte. In diesem Mesozyklus wird erkundet, inwieweit Lernende chemisches Fachwissen und rationale Argumente nutzen, um lebensweltnahe Sachverhalte zu beurteilen.

Zur Erkundung solcher Prozesse bei Schülerinnen und Schülern wurden leitfadengestützte Interviews konzipiert (MZ 1.1). Darauf aufbauend wurde ein Fragebogen entwickelt, um die Einstellungen und Sichtweisen sowie das Wissen der Schüler zu quantifizieren (MZ 1.2). Diese Vorstudien sollen einen Einblick in die Entscheidungsfindung und -begründung von Lernenden gewähren und aufzeigen, welches Verständnis von Wissenschaft zugrunde liegt und inwieweit ihre Methoden eine Relevanz bei Bewertungsprozessen haben.



#### 4.1.1. MZ 1.1 - Inwieweit nutzen Lernende chemisches Fachwissen bei der Beurteilung der Kontroverse Homöopathie?

Die hohen Anforderungen der Bildungsstandards sehen die Befähigung zum eigenverantwortlichen Handeln als zentrales Ziel bei der Vermittlung von Bewertungskompetenz und naturwissenschaftlicher Grundbildung (2.2.5 – 1. & 2.). Diesem Handeln gehen Entscheidungen voran, die direkte Auswirkungen und Implikationen auf die Lernenden haben (können). Gerade solche Entscheidungsfindungen innerhalb kontroverser Themen fallen Lernenden häufig sehr schwer. Sie bedienen sich Alltagsphantasien. Dadurch treten intuitive Resonanzen auf, die eine rationale Urteilsbildung erschweren oder gar unmöglich machen (2.2.5 – 4.). Ein Weg zur Vermeidung von Alltagsphantasien und emotionalen Heuristiken ist, Lernende ihre Entscheidungen begründen zu lassen. Wird eine Position artikuliert, so wird sowohl der Lehrkraft als auch dem Entscheider die eigene Haltung sowie deren Grundlage bewusst (2.2.5 – 6. & 7.). Solche Prozesse initiieren Lernende nicht von alleine. Sie müssen immer angestoßen werden (2.2.5 – 12.).

Um zu erkunden, wie genau Schüler mit Informationen und Fakten zu Themen umgehen, bei denen sie selbst emotional involviert sind, wurden leitfadengestützte Interviews konzipiert und durchgeführt (n = 7). Dabei wurde der Kontext Homöopathie gewählt<sup>73</sup>. Ziel ist es, Antworten auf folgende drei *Subfragen* zu erhalten:

1. *Inwieweit sind Schülerinnen und Schüler vertraut mit dem Thema Homöopathie?*
2. *Inwieweit sind Schüler in der Lage die zwei Prinzipien der Homöopathie<sup>74</sup> nachzuvollziehen?*
3. *Welche Einstellungen/Vorstellungen haben die Schüler zur Homöopathie und ihren Wirkprinzipien und inwieweit beinhalten diese chemisches Fachwissen?*

#### **Planung und Durchführung**

Es wurden 7 leitfadengestützte Interviews (Team Forschen mit Graf Stat, n.d.) mit Schülerinnen und Schülern der 9. Und 10. Klassen aus Münsteraner Gymnasien geführt mit dem Zweck deren Wissen, Ansichten und Erlebnisse in Erfahrung zu bringen (...Diktiergeräte...). Die Interviews haben einen hohen Redeanteil des Interviewenden, da über Homöopathie sehr viel klärende Informationen gegeben werden mussten. Daher sind die Interviews eher in Form von Gesprächen aufgebaut. Die Leitfragen dienen als grobe Orientierung, beinhalten allerdings eine Reihe von Impulsen und Nachfragen, mit denen individuell auf Antworten reagiert werden kann.

Zur Vorbereitung der ca. 30-minütigen Interviews wurde ein Leitfaden (Anhang A1) entwickelt. Dieser beinhaltet 3 Bereiche: Ein *Warming Up* (1.), offene Fragen zum Thema Homöopathie (2.) und Concept Cartoons (3.).

---

<sup>73</sup> Die ausführlichen Erläuterungen, wieso Homöopathie als geeigneter Kontext für Entscheidungsfindungen genutzt werden kann, finden sich unter 0.

<sup>74</sup> vgl. Kap. 4.3

### 1. Warming Up:

Während der ersten Phase wurde den Schülern vor allem die Sorge genommen, dass das was sie sagen bewertet werden könnte. Ihnen wurde versichert, dass alle Daten anonym bleiben würden und es darüber hinaus auch kein „richtig“ oder „falsch“ geben würde. Nach einem kurzen Kennenlernen und Hinweisen zum Diktiergerät und den Concept Cartoons begann das eigentliche Interview.

### 2. Interview:

Das eigentliche Interview wurde begonnen mit den Fragen aus dem Interview-Leitfaden. Dabei wurden vom Interviewer immer dann zusätzliche Informationen gegeben, wenn es seitens der Schüler Wissenslücken gab (z. B. Placebo-Effekte, Prinzipien der Homöopathie, etc.). Es wurde versucht die Fragen so zu formulieren, dass keine ja/nein Antwort möglich ist (Team Forschen mit Graf Stat, n.d.). Damit waren die Interviewten immer aufgefordert ihre Position zu begründen.

Der grobe Ablauf orientierte sich bei den Interviews an folgenden Leitfragen:

1. *Hast Du schon einmal etwas von Homöopathie gehört?*
2. *Hast Du schon einmal homöopathische Mittel genommen?*
3. *Wie denkst Du über Homöopathie?*  
→Erläuterungen zu den zwei Wirkprinzipien der Homöopathie (vgl. 0)
4. *Was hältst Du von diesen Prinzipien?*
5. *Wie könnte die Dynamisierung funktionieren? Wie stellst Du dir diese vor?*
6. *Was hältst Du von diesen verschiedenen Meinungen?*
7. *Wie könnte man überprüfen, ob homöopathische Medikamente wirklich wirken?*
8. *Würdest Du selbst H. nehmen? Wieso (nicht)?*

Je nach Vorwissen und Fachwissen der Interviewten nahmen die Gespräche einen durchaus unterschiedlichen Verlauf. So ist es denkbar, dass Informationen auf unterschiedliche Weise präsentiert wurden. Dies kann zu Effekten führen, die die Entscheidungsfindung der Interviewten stark beeinflussen (vgl. 2.3.5 – 7.)

### 3. Concept Cartoons (vgl. Anhang A2):

Die Concept Cartoons sollen vor allem die Konflikte bzw. Kontroversen zwischen Befürwortern und Gegnern der Homöopathie darstellen. Sie illustrierten gängige Vorstellungen (z. B. „das hat mir immer gut geholfen“) bis hin zu ethischen Standpunkten (z. B. „Meine Patienten bekommen keine homöopathischen Mittel. (...) Ich kann doch meine Patienten nicht belügen.“) (vgl. 0). Ziel der Concept Cartoons ist es, die Emotionalität (zwei „verfeindete Lager“) und Kontroversität zu illustrieren. Optisch wurden die unterschiedlichen Meinungen durch die Abbildungen als gleichwertig präsentiert. Außerdem ermöglichen sie eine Identifizierung der Interviewten mit den abgebildeten Figuren und ihren Meinungen. Die Concept Cartoons dienen als Impulse und Backup und wurden nicht immer alle eingesetzt.

## Ergebnisse:

Auf Grund der geringen Anzahl an Interviewten ist eine Quantifizierung der Schüleraussagen nicht sinnvoll. Im Rahmen der Erkundung werden die Erkenntnisse aus den Interviews in Form von kurzen Ausschnitten aus den Teiltranskripten illustriert<sup>75</sup>. Dabei wird eine Strukturierung vorgenommen, die sich an den zuvor definierten Subfragen ausrichtet. Im Folgenden werden exemplarisch kurze Ausschnitte aus den Transkripten präsentiert und im Anschluss reflektiert<sup>76</sup>:

### 1. Inwieweit sind Schülerinnen und Schüler vertraut mit dem Thema Homöopathie?

Homöopathie war einigen der Schülerinnen und Schüler bereits bekannt. Allerdings wusste kein einziger, worin die Besonderheit bzw. worin die Unterschiede von Homöopathie zu evidenzbasierter Medizin liegen. Einige Antworten ließen schlussfolgern, dass die Interviewten fälschlicherweise denken, es handele sich bei Homöopathie um Naturmedizin. Der Placebo-Effekt ist vielen bekannt. Homöopathie wird als bestimmte Form von Medizin verstanden, die irgendwie „natürlicher“ und „weniger chemisch“ sei. Insgesamt decken sich die Verständnisse von Homöopathie stark mit denen, die auch in der Bevölkerung bestehen (vgl. 0).

Antwort auf die Frage, wie sich Homöopathie von evidenzbasierter Medizin unterscheidet:

(S2: 1:28): *„Ich kann mir irgendwie schon vorstellen, dass das funktioniert. Es gibt ja auch diese ganz Placebo-Effekte bei Medikamenten. Ich glaube wirklich, dass der Körper auch in der Lage ist sich selbst zu heilen, auch ohne die Hilfe von chemischen Einwirkungen.“*

(S2: 2:07): *„Ich hab das Gefühl, dass das oft so, dass mit irgendwelchen Kräutern oder Pflanzen ist und bei Schmerztabletten ist das so, dass das mit irgendwelchen chemischen Sachen.“*

(S2: 2:38): *„Homöopathische Mittel sind oft aus Pflanzen, also natürliche Produkte. Das ist bestimmt auch der Grund, wieso viele das benutzen, weil man dann wenigstens weiß was man zu sich nimmt.“*

(S3.1: 02:05): *„irgendwas mit Menschen.“*

(S5: 1:11): *„Homöopathisch, ich glaub, dass ist also nicht so schlecht für den Körper, also nicht so aggressiv und so.“*

(S5: 2:44): *„Also ich bin mir nicht sicher, aber ich glaub homöopathisch ist irgendwie was es schon in der Natur gibt, keine Ahnung.“*

### 2. Inwieweit sind Schüler in der Lage die zwei Prinzipien der Homöopathie<sup>77</sup> nachzuvollziehen?

Die Erläuterungen hinsichtlich der Wirkprinzipien wurden von den Interviewten weitestgehend verstanden. Bei der Beurteilung der Prinzipien, insbesondere der Verdünnung, greifen die In-

---

<sup>75</sup> Im Anhang (A3) finden sich stichpunktartige Teiltranskripte der Antworten der Interviewten S2-S7 (S1 wurde nicht teiltranskribiert).

<sup>76</sup> Die Zitate stehen für Aussagen, die sich so oder so ähnlich bei mindestens einem anderen Interviewten ebenfalls finden.

<sup>77</sup> Vgl. Kap. 4.3

interviewten jedoch verstärkt auf Vorstellungen zurück, die eher erfahrungsbasiert sind und weniger fachlich korrekt. Vor allem die Vorstellung eines Kontinuums<sup>78</sup> ist häufig vertreten, wenn es um die Beurteilung der wiederholten Verdünnung eines Stoffes geht. Sie stellt sich als sehr widerstandsfähige Schülervorstellung heraus. Auffällig war, dass alle Interviewten vor allem die sogenannte Potenzierung als nicht sinnvoll erachteten, da ja am Ende kein Wirkstoff mehr enthalten sei. Diesen bräuchte es aber, um wirksam zu heilen. Die Beurteilung der Wirkprinzipien wurde weitestgehend mit chemischem Fachwissen vollzogen<sup>79</sup>. Allerdings flossen bereits hier häufig emotionale Begründungen mit ein.

Antwort auf die Frage, wie/ob das Simile-Prinzip funktionieren kann:

(S6: 7:07): *„Ich weiß nicht, also ich finde das ein bisschen schwierig. Weil, wenn jemand gesundes zum Beispiel Brechmittel bekommt, dann muss er ja davon brechen, und wenn jetzt einer der (...) wenn der das dann bekommt und das dann zurück geht, das finde ich eher unrealistisch. Weil es ist ja so, dass das Immunsystem ja gegen Krankheiten und sowas, versucht sich halt zu schützen und dann wenn dann nochmal das kommt, dann finde ich eher, dass das dann auch in dieselbe Richtung geht.“*

Antwort auf die Frage, wie man sich die Dynamisierung/Potenzierung vorstellen kann

(S1: 5:00): *„Ja ich glaub nicht, dass da gar kein Wirkstoff mehr drin ist. Ein bisschen ist ja immer noch da. Das kann man ja nicht ganz raus kriegen, wahrscheinlich. Vielleicht ist so ein bisschen wie der Placebo-Effekt. Aber ist ja auch gut, wenn es dann trotzdem funktioniert und man nicht immer irgendwelche starken Mittel nehmen muss.“*

(S3.2: 0:28): *„Die glauben, dass da noch irgendwas von diesem (...) von den Molekülen drin ist (...)irgendeine Absonderung (...) und das verändert das Wasser? (...)Das hört sich total dumm an.“*

(S5: 7:28): *„Also eigentlich müsste man ja denken, dass das dann gar keine Wirkung mehr hat und das es eigentlich unnötig ist, aber ich weiß nicht, irgendwie, keine Ahnung, kann ja doch funktionieren. Man weiß ja nicht, wenn man die Kügelchen nimmt, obs dann anders wär.“*

(S5: 12:37): *„Vielleicht beim Schütteln, keine Ahnung, irgendwann bleibt vielleicht nur noch der Kern übrig. (...) Vielleicht spaltet sich da immer was ab und am Ende bleibt nur noch ein kleiner Teil von dem ganzen übrig. (...) Also wenn das heißt, das am Ende nichts mehr drin ist, dann ist das irgendwie ein bisschen unlogisch. Weil, wenn das Wasser das behalten würde, dann wäre ja noch was am Ende da, sonst bringt das doch gar nichts.“*

Antwort auf die Frage, ob dabei nicht irgendwann kein Wirkstoff mehr enthalten sei:

(S1: 7:20): *„Ja, also, vielleicht dadurch auch, dass das immer so dolle verschüttelt wird, ist der Wirkstoff auf jeden Fall verteilt. Und man verteilt den ja immer weiter. Der wird bloß weniger.“*

---

<sup>78</sup> Duit beschreibt eine Vermischung von Kontinuums- und Diskontinuumsvorstellungen als gängiges Präkonzept bei Schülerinnen und Schülern (Duit, 1995).

<sup>79</sup> wenn auch häufig fehlerhaft

Antwort auf die Frage, ob es da eine Grenze gäbe, ab der man nicht weiter verdünnen kann:

(S1: 7:39): *„Ich glaub nicht, dass das geht.“*

(S2: 12:29): *„Ich glaub nicht, dass man das ewig machen kann, aber schon, dass man das ziemlich lange machen kann. Also irgendwann ist das wahrscheinlich nur noch ne Mini-Spur davon.“*

(S4: 07:31): *„Ich denke, wenn man das so verdünnt, dass das dann schon die richtige Mischung hat, dass das heilt. (...) Ich denke, dass die Wirkung dann irgendwann so gering ist, dass das nichts mehr bringt.“*

Antwort auf die Frage, ob Informationen vom Wirkstoff auf das Wasser übertragen werden können<sup>80</sup>:

(S1: 09:06): *„Also das mit der Information kann ich mir jetzt nicht so ganz vorstellen, aber ist ja auch immer je nachdem wie viel man das so verdünnt, ist da ja vielleicht noch Wirkstoff drin.“*

(S1: 12:32): *„Also ich denk nicht, dass das mit übertragen wird oder so.“*

(S3.1: 08:21): *„Also das klingt jetzt für mich selber nicht logisch, aber, dass vielleicht die Wirkstoffe sich bei diesem Schütteln neu zusammensetzen oder mit dem Wasser reagieren, weil die eben immer geschüttelt werden, dass sich dann dadurch neue Sachen freisetzen, weil die sich neu verbinden.“*

### 3. Welche Einstellungen/Vorstellungen haben die Schüler zur Homöopathie und ihren Wirkprinzipien und inwieweit beinhalten diese chemisches Fachwissen?

Es wird deutlich, dass die Interviewten bei ihren Einstellungen zur Homöopathie allgemein stärker auf persönliche Erfahrungen zurückgreifen, als bei der direkteren Beurteilung der einzelnen Wirkprinzipien. Das bedeutet, dass die fachliche Beurteilung mit chemischem Fachwissen nur noch eine untergeordnete Rolle spielt, wenn es um einen persönlichen unmittelbaren Einfluss (*„ein gewisses Medikament wirklich zu nehmen oder nicht“*) geht.

Antwort auf die Frage, wie(so)/ob homöopathische Mittel wirken:

(S3.2: 1:56): *„Für mich am meisten würde jetzt zählen, dass es bei anderen Leuten auch geholfen hat. Auf jeden Fall.“*

(S3.2: 2:16): *„Es könnte sein (...), dass das ne Kopfsache ist. Oft kann man sich solche Sachen ja auch einbilden, aber es gibt natürlich auch Krankheiten bei denen Kopfsachen nicht helfen. Es ist auch ein großer Schritt der hilft, wenn man sich selber sicher ist. Vielleicht hat das auch eher was Geistliches damit zu tun dass das nicht nur den Körper gesund macht, sondern (...) wenn man krank ist und man selbst eine Blockade im Kopf hat und sich davon runterziehen lässt. Das Mittel hilft dann dabei motivierter zu sein ist glaub ich auch ein wichtiger Schritt man tut mehr für sich selber, dann wird man natürlich schneller gesund. Aber das ist nicht alles, man braucht schon irgendeine Art von Wirkstoff, die da hilft. Das dann mit dem Wasser,*

---

<sup>80</sup> Homöopathen gehen davon aus, dass bei der Dynamisierung Informationen des Wirkstoffs (nur die „positiven“) durch Verschütteln auf das Wasser übergehen (vgl. Kap. 4.3).

*dass das irgendwie verändert ist, ich kann mir das aber nicht genau erklären, dass das jetzt trotzdem wirkt. Aber es scheint ja anscheinend zu.“*

*(S6: 25:09): „Ich finde, man sollte das eigentlich nicht mehr herstellen, weil es ja eigentlich nur so Geldabzocke finde ich jetzt.“*

*(S7: 30:07): „Ich würde eher den Standpunkt für Homöopathie vertreten, weil es kann ja auch sein, es ist ja auch an Studien schon belegt worden, dass es irgendwie auch hilft und es Menschen danach auch besser geht. Es ist halt einfach noch nicht bewiesen worden, es sind ja manche Sachen die man nicht so gut erklären kann oder nicht so gut beweisen kann, zum Beispiel hier was mit dem Menschen ist mit dem eigenen Körper aber es scheint ja zu helfen, deshalb würd ich sagen es gilt schon. (...) Wirkt halt einfach nur anders als die anderen Medikamente. Wirkt halt nicht mit dem eigentlichen Wirkstoff, der da jetzt drin ist sondern halt anders. Nur weil das noch nicht bewiesen ist wie das wirkt muss es ja nicht so sein.“*

Antwort auf die Frage, ob der Prozess der Dynamisierung sinnvoll ist:

*(S1: 2:31): „Ich denk schon, dass das Sinn macht, weil funktioniert ja.“*

*(S2: 8:05): „Bei so einem mega giftigen Stoff vielleicht gar nicht so schlecht, dass ein bisschen zu verdünnen. (...) Wenn das trotzdem noch gewirkt hat, dann scheint da ja schon noch was drin zu sein. Oder es ist eben im Kopf des Patienten geschehen.“*

*(S3.2: 1:01): „Es scheint ja zu funktionieren, aber wenn ich das jetzt so hören würde, würd ich da nicht dran glauben.“*

Antwort auf die Frage, ob man sich vorstellen könne, auch homöopathische Mittel zu sich zu nehmen:

*(S2: 3:43): „Ich könnte mir später auf jeden Fall vorstellen auch homöopathische Mittel zu nehmen, weil ich das irgendwie sympathischer finde, aber vielleicht ist das ja auch Quatsch. In Schmerztabletten ist ja auch nichts Schädliches drin, aber wenn das von der Natur kommt bin ich mir ziemlich sicher, dass auch was bringen kann.“*

*(S4: 21:01): „Ich hab sowas jetzt auch schon genommen. Ich kann von mir selber sagen, dass es bis jetzt auch immer geholfen hat. Also würde ich schon sagen, dass da noch irgendwas da sein kann.“*

### **Analyse:**

Die Fragestellung dieses Mesozyklus, inwieweit die Schüler ihr zuvor erworbenes fachliches Wissen nutzen, wenn es um die Bewertung des Themas Homöopathie und insbesondere deren persönliche Einstellung dazu geht, lässt sich abschließend aufgrund der geringen Stichprobe und der gewählten Methode sicher nicht abschließend klären. Die Ergebnisse lassen keine generalisierten Aussagen zu. Allerdings lassen sich durchaus Indizien ausmachen, wie Schülerinnen und Schüler bei Beurteilungen vorgehen. Die erhaltenen Anhaltspunkte decken sich mit den Erkenntnissen aus den Kapiteln 2.2 und 2.3. Dabei scheinen die eigenen Erfahrungen, die die Schülerinnen und Schüler mit dem Thema Homöopathie gemacht haben, für deren Bewertung sehr viel relevanter zu sein, als die fachlichen Informationen. Selbst diejenigen unter ihnen, die die Beschreibungen und Erläuterungen zu den Prinzipien der Homöopathie selbstständig wiedergeben konnten, zogen nicht in Betracht, diese neuen Erkenntnisse in eine Bewertung miteinzubeziehen. Schüler bedienen sich offenbar einfacher Heuristiken. Die Lernenden

treffen Entscheidungen basierend auf Bauchgefühlen, Vorurteilen und Erfahrungen. Die wissenschaftlichen Erkenntnisse finden keine bzw. nur geringe Beachtung.

Das Thema Homöopathie erwies sich als ein geeigneter Kontext, um Bewertungen und Vorstellungen von Lernenden bezüglich naturwissenschaftlicher Kontroversen zu erkunden. Den Interviewten sind entsprechende Medikamente meist in irgendeiner Weise vertraut. Sie kennen die Grundprinzipien allerdings nicht und wissen auch sonst nur sehr wenig darüber. Die Erläuterungen diesbezüglich werden gut verstanden. Bei den Beurteilungen und Entscheidungen wird chemisches Fachwissen nicht oder nur kaum berücksichtigt. Obwohl die Interviewten nachvollziehen können, dass kein Wirkstoff in den Mitteln ist, werden diese als sinnvoll erachtet und nicht abgelehnt. Insbesondere die persönlichen Entscheidungen am Ende der Interviews sind aufschlussreich. Dabei wird deutlich, dass fast alle Interviewten der Homöopathie sehr positiv gegenüberstehen. Dabei wird als Begründung stets die eigene Erfahrung angeführt. Die fachlichen Informationen spielen nur eine untergeordnete Rolle bei der Beurteilung. Trotz vieler skeptischer Nachfragen dazu seitens der Interviewten sind zur Beurteilung am Ende lediglich emotionale Aspekte von Bedeutung.

Homöopathie scheint ein interessanter Kontext für den Unterricht zu sein, der viele persönliche Erfahrungen seitens der Lernenden anspricht. Die im Interview gegebenen Informationen stellen Aspekte dar, die motivierend wirken könnten und die Interviewten auf eine Weise verwirren, die für manche sogar direkten Handlungsbedarf mit sich bringt.

(S5: 24:20): „*Ich finde, dass wenn jetzt rausgekommen ist, dass es eigentlich gar nicht wirkt, dann muss man das jetzt schon verbreiten, weil wenn das niemand weiß, dann (seufzt).*“

Eine solche Anknüpfung an persönliche Erfahrungen erlaubt voraussichtlich vielfältige Unterrichtsinterventionen (vgl. 0). Insbesondere die direkte persönliche Betroffenheit scheint als motivationsauslösender Faktor positiv zu wirken:

(S5: 25:37): „*Ich würd das, glaub ich, machen, weil das ist also mal ein bisschen interessanter, weil man das ja auch selbst so benutzt. (...) Und manche Sachen in Chemie, also, keine Ahnung, die weiß man dann zwar, aber das ist nichts. Also ich find das eigentlich ganz gut.*“

(S6: 28:15): „*Also ich find das total interessant, sowas über Medikamente generell, sowas, was man im Alltag, was einfach zum Alltag gehört, wenn man krank ist braucht man ja Medikamente. Find ich interessanter als jetzt zum Beispiel so. Ich finde so über Medikamente und so, ich finde das total interessant, wenn man jetzt wirklich mal weiß, was das jetzt eigentlich alles ist. Was man selber so benutzt finde ich eigentlich total interessant. Also interessanter als manche andere Themen, die wir schon hatten.*“).

### **Synthese:**

Bezüglich des Kontexts Homöopathie ergibt sich aus der Analyse der Ergebnisse folgende Fragestellung:

*Ist die Homöopathie ein geeigneter Kontext für den Chemieunterricht im Sinne der SSI<sup>81</sup> bzw. der Definition von guten Kontexten?*

Aus den Interviews ergibt sich ein erweiterter Handlungsbedarf bezüglich der übergeordneten Zielsetzung und Fragestellung. Naturwissenschaftliche Kontroversen scheinen von den Interviewten sehr individuell bewertet zu werden. Die eigenen Erfahrungen spielen offenbar eine

---

<sup>81</sup> vgl. 2.4

weitaus größere Rolle, als die wissenschaftlichen Fakten. Das Gefühl, „dass da doch etwas ist“, ist sehr stark vertreten und überschattet die rationale Sicht. Daraus ergibt sich der Bedarf nach einer größer angelegten Erhebung bezüglich der Einstellungen von Lernenden bezüglich ihres Verständnisses von Wissenschaft. Folgende Fragestellung für einen erneuten Durchlauf des Mesozyklus (mit veränderter Methode der Datenerhebung) ergibt sich daraus:

*Welches Verständnis von Wissenschaft besitzen Lernende?*

Die Interviewstudie hat außerdem gezeigt, dass es im Chemieunterricht kaum gelingt, Anknüpfungspunkte an die Lebenswelt der Schüler zu finden. Die Schüler sehen keinen persönlichen Nutzen in chemischen Fachinhalten, wie die folgende Aussage exemplarisch zeigen soll:

(S3.2: 10:22): „*Ich kann es (Chemie) einfach nicht im Alltag gebrauchen. Also Physik kann man ja beispielsweise ganz viel im Alltag gebrauchen.*“

#### **4.1.2. MZ 1.2 - Welches Verständnis von Wissenschaft besitzen Lernende?**

Obwohl den Interviewten auf vielfältige Weise wissenschaftliche Erkenntnisse und Fakten präsentiert wurden und obwohl diese weitestgehend nachvollzogen wurden, zeigte sich: Wenn es um eine Bewertung bzw. persönliche Entscheidung oder Einschätzung geht, verlassen sich die meisten auf ihr Bauchgefühl und ihre eigenen Erfahrungen. Dies deckt sich mit den Erkenntnissen der Entscheidungspsychologie (vgl. 2.3). Beispielsweise führen emotionsauslösende Informationen zwar zu einer tieferen Verarbeitung, die Urteilsbildung unterliegt aber überwiegend Heuristiken und intuitiven Prozessen (vgl. 2.3.5 – 9.).

Um eine rationale Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Kontroversen wie der Homöopathie anzustoßen, so wie es in den Bildungsstandards gefordert wird, müssen Bewertungskompetenz und naturwissenschaftliche Grundbildung Hand in Hand vermittelt werden (vgl. 2.2.4). In Bezug zu letzterer sehen Shamos et al. es als wichtiger an, eine naturwissenschaftliche Denkweise zu vermitteln und nicht Ergebnisse (vgl. 2.2.3). Auch Robert und Gott sowie Gräber tendieren zur Vermittlung einer Scientific Awareness bzw. einer Vermittlung naturwissenschaftlicher Methodik (Shamos, 2002). Was auch immer nun individuell unter *Scientific Literacy* zu verstehen ist, es bleibt eindeutig, dass die Kenntnis grundlegender wissenschaftlicher Prinzipien, Arbeitsweisen und Prozesse eine Schlüsselrolle spielt, wenn innerhalb naturwissenschaftlicher Kontexte eine rationale Urteilsbildung vermittelt werden soll (2.1.7– 1.). Damit einher geht die Frage, was sich Lernende überhaupt unter Wissenschaft vorstellen. Auf dieser Grundlage und weiterer Erkenntnisse aus dem theoretischen Rahmen (Kap. 2.), sowie den Ergebnissen des ersten Durchlaufs dieses Mesozyklus (4.1.1) wurde daraufhin ein zweiter Durchlauf geplant.

Um zu untersuchen, welches Verständnis von Wissenschaft Schüler besitzen, wurde ein Fragebogen (Anhang A4) entwickelt und im Rahmen einer Masterarbeit in enger Zusammenarbeit mit Wiebke Kuchenbuch gemeinsam erhoben und ausgewertet (Kuchenbuch, 2015)<sup>82</sup>. Da sich zudem der Kontext Homöopathie nach den Interviews (MZ 1.1) als motivierend und interessant erwies, wurde der Fragebogen zudem erweitert, um auch Kenntnisse und Vorstellungen hierzu im Speziellen und zum Thema Gesundheit im Allgemeinen zu erheben. Die Ergebnisse des Fragebogens sollen genutzt werden, um aufzuzeigen, inwieweit Lernende bereits Erfahrungen

---

<sup>82</sup> Eine ausführliche, theoretische Betrachtung sowie Auswertung findet sich in der Masterarbeit. In der hier vorliegenden Arbeit wird nicht auf alle Einzelheiten der Erhebung eingegangen, sondern nur auf die für die angestrebte Intervention notwendigen Aspekte.

mit Homöopathie und anderen esoterischen, alternativmedizinischen Konzepten gemacht haben und welches Verständnis von Medikamenten sie besitzen. Auf den Informationen zum Vorwissen und den Einstellungen lassen sich unterrichtliche Interventionen passgenauer gestalten (vgl. 0). Die Einstellungen zu Wissenschaft werden gemeinsam mit denen zu metaphysischen und pseudowissenschaftlichen Phänomenen erhoben. Auf diese Weise lässt sich besser einschätzen, inwieweit diese Bereiche im Konflikt zueinander stehen und eine Demarkation notwendig sein wird (vgl. 2.1.5.2).

### **Planung und Durchführung:**

Insgesamt wurden 103 Schülerinnen und Schüler der neunten und zehnten Jahrgangsstufe eines nordrhein-westfälischen Gymnasiums befragt.

Im Folgenden werden die beiden Teilbereiche des Fragebogens separat beschrieben<sup>83</sup>:

#### **1. Homöopathie und Gesundheit**

Subfrage(n) des Mesozyklus:

*Ist die Homöopathie ein geeigneter Kontext für den Chemieunterricht?*

Hinweis:

*Die Ergebnisse dieses Teils haben Implikationen für den 3. Mesozyklus (0). Sie sind zur Beantwortung der Fragestellung dieses Durchlaufs nicht relevant. Auch für die übergeordnete Fragestellung dieses Mesozyklus sind die Ergebnisse nicht von Bedeutung. Daher wird dieser Teil erst in 0 diskutiert.*

#### **2. Wissenschaftsverständnis**

Subfragen des Mesozyklus:

*S1: Welche Einstellung haben Schüler zu Wissenschaft?*

*S2: Inwieweit denken Schüler antiwissenschaftlich<sup>84</sup>?*

Die Vermittlung von NOS-Aspekten und einer naturwissenschaftlichen Grundbildung stellt Lehrende wie Lernende vor große Schwierigkeiten (vgl. 2.1.3; 2.2.3). Ein Grund dafür ist, dass viele Schüler (aber auch viele Lehrer) ein nicht ausreichendes und verzerrtes Bild über das Wesen der Naturwissenschaft haben (vgl. Schaake, 2011). Es kann vermutet werden, dass kein einheitliches Verständnis von Wissenschaft vorliegt, welches als gemeinsame Basis für Unterrichtsinterventionen nutzbar wäre. Um dies genauer zu untersuchen, wurde dieser Teil des Fragebogens entwickelt (siehe Anhang A4, S. 6-9).

---

<sup>83</sup> Mit einem kurzen allgemeinen Teil zu Beginn des Fragebogens wurden Daten wie Alter, Noten, Geschlecht etc. erhoben. Nur die Ergebnisse werden im späteren Verlauf beschrieben.

<sup>84</sup> Hiermit sind sämtliche Denkweisen gemeint, die mit wissenschaftlichem Denken unvereinbar sind und/oder in Opposition zu diesem stehen (u.a. Spiritismus, Aberglaube, Esoterik, Parawissenschaft, Pseudowissenschaft, Religiosität, Szientismus).

Im Folgenden werden die vier Teilbereiche beschrieben sowie tabellarisch dargestellt (Tabelle 3). 2.1 – 2.3 beinhalten Aussagen, zu denen die Schüler in Form einer vierstufigen Likert-Skala ihren Grad an Zustimmung geben können („Kreuze an, wie sehr Du den Aussagen zustimmst“ 1: „stimme gar nicht zu“ – 4: „stimme voll zu“). Die Geradzahligkeit wurde gewählt, um eine Positionierung in eine Richtung zu provozieren. Unter 2.4 werden Vorstellungen zur NOS erhoben, indem Schüler frei Antworten auf Fragen formulieren sollen.

Tabelle 3: Überblick über den 2. Teil des Fragebogens

Ab-schnitt	Items	Art der Daten	Beantwor-tung von Subfrage
2.1	10 Aussagen zu Wissenschaft und Szientismus	Kreuz auf einer vierstufigen Likert-Skala: von 1: „stimme gar nicht zu“ bis 4: „stimme voll zu“	<b>S1</b>
2.2	17 Aussagen zu Technologie, Pseudowissenschaft und Glauben	wie bei 2.1	<b>S1 &amp; S2</b>
2.3	16 Aussagen zu Übersinnlichem, Aberglaube und Parapsychologie	wie bei 2.1	<b>S2</b>
2.4	Eine Frage zum Verständnis von Wissenschaft und vier Fragen zu NOS	frei formulierte Antworten	(*)

\*Die unter 2.4 formulierten Aussagen der Schüler werden direkt zur Beantwortung der Fragestellung dieses zweiten Durchlaufs des Mesozyklus 1 verwendet.

### 2.1 Einstellung zu Wissenschaft und Wissenschaftsgläubigkeit

Die 10 präsentierten Aussagen stammen aus der „Belief in Science Scale“ (BSS) (Farias et al., 2013). Dieser Fragebogen wurde ursprünglich entwickelt, um zu prüfen, ob bei den Befragten eine Form von Wissenschaftsgläubigkeit vorliegt. Dieser sogenannte Szientismus kann, nach Farias et al, ebenfalls als eine Form von Glaube gesehen werden. Auch er kann, wie religiöser Glaube, helfen, einen Mangel an Kontrolle zu kompensieren, Ängste zu lindern und Stress abzubauen (Farias et al., 2013).

Dieser Abschnitt ist relevant für die Fragestellung S1. Jede Art von dogmatischem Glauben kann evtl. hinderlich sein, wenn es darum geht rational aufgrund wissenschaftlicher Erkenntnisse zu urteilen – dies schließt auch eine Wissenschaftsgläubigkeit mit ein. Beim Bewerten und Reflektieren ist Abwägen und Relativieren von großer Bedeutung. Im Sinne der Ambiguitätstoleranz wäre es hinderlich, wissenschaftliche Erkenntnisse dogmenhaft zu betrachten

(2.3.2.6). Die Vorläufigkeit von Ergebnissen<sup>85</sup> sowie die unmögliche Verifizierbarkeit<sup>86</sup> sind zwei wichtige Merkmale beim Bewerten wissenschaftlicher Ergebnisse. Eine ausgeprägte Wissenschaftsgläubigkeit stellt demnach ein Hindernis dar bei der Vermittlung von Bewertungskompetenz, insbesondere innerhalb kontroverser Kontexte.

Die Ergebnisse aus diesem Abschnitt sollen helfen, um abzuklären, ob neben dem einen extremen Glauben (Spiritualität/Religiosität/Esoterik) das andere Extrem (Wissenschaftsgläubigkeit) sehr stark ausgeprägt ist. Die 10 Aussagen wurden ins Deutsche übersetzt.

## 2.2 Einstellung zu Technologie, Pseudowissenschaft und Glauben

Dieser Block besteht aus Aussagen, die aus einer Studie von Impey stammen und mit deren Hilfe „Non-Scientific Beliefs Among Undergraduate Students“ erhoben wurden (Impey et al., 2012, S. 11). Die damalige Fragestellung war, inwieweit wissenschaftliche Anteile im Grundstudium den Glauben beeinflussen können. Es zeigte sich, dass glaubensbedingte „Falschvorstellungen“<sup>87</sup> trotz offensichtlicher Widersprüchlichkeiten nicht maßgeblich beeinflusst werden konnten, wenn im Studium eine standardmäßige Vermittlung wissenschaftlicher Erkenntnisse stattgefunden hatte. Sie erwiesen sich als weitverbreitet und widerstandsfähig (Impey et al., 2012, S. 11).

Diese Sektion des Fragebogens soll, wie 2.1, eher das generelle Verständnis von Wissenschaft erheben (S1), schneidet aber bereits Antworten auf S2 an. Es kann interessant sein, inwieweit Schüler ähnliche Vorstellungen besitzen, da dessen Widerstandsfähigkeit ein Lernhindernis darstellen kann, wenn eine rationale Urteilsbildung angestrebt wird. Die ursprünglich 24 Items wurden auf 17 gekürzt und ins Deutsche übersetzt. Diese sind in folgende Kategorien eingeteilt:

1. Glauben an unwissenschaftliche Phänomene
2. Positive Einstellung zu Wissenschaft und Technologie
3. Ethische Bedenken

## 2.3 Einstellung zu Übersinnlichem, Aberglaube und Parapsychologie

Dieser Abschnitt des Fragebogens ist zur Beantwortung von Subfrage 2 vorgesehen. Inwieweit parawissenschaftliche und -normale Vorstellungen sowie (Aber-)glaube bei Schülern verbreitet sind, wird hier erhoben. Die Aussagen stammen aus der *Revised Paranormal Belief Scale* (Tobacyk, 2004). Tobacyk untersuchte damit verschiedene Formen von Glauben in der Bevölkerung. Er definierte dazu sieben Kategorien, von denen vier<sup>88</sup> für diesen Abschnitt genutzt wurden: *Aberglaube*, *Psi*, *Spiritismus* und *Präkognition*.

Die Relevanz dieses Abschnitts ergibt sich daraus, dass der Glaube an paranormale Phänomene einem gefestigten Bild von Wissenschaft diametral gegenübersteht. Laut Broad sind diese dadurch definiert, dass sie, wenn sie wirklich existieren würden, fundamentale wissenschaftliche Prinzipien und (Natur-)Gesetze verletzen würden (Broad, 1949). Es ist äußerst schwierig „to maintain paranormal beliefs in a manner consistent with the findings of contemporary sciences“ (Mogi, 2014). Das bedeutet, dass naturwissenschaftliche Erkenntnisse unter Umständen

---

<sup>85</sup> vgl. 2.1.3

<sup>86</sup> vgl. 2.1.5.2

<sup>87</sup> Intelligent Design, Alter der Erde, etc.

<sup>88</sup> Nicht genutzt wurden *Traditioneller religiöser Glaube*, *Hexerei* und *außergewöhnliche Lebensformen*, da die zugehörigen Items zu ungewöhnlich erscheinen.

in den Augen von Lernenden widersprüchlich erscheinen könnten, wenn diese an übernatürliche Phänomene glauben.

16 Aussagen aus dem PBS-R<sup>89</sup> aus den oben genannten vier Kategorien wurden ins Deutsche übersetzt und für diesen Fragebogen genutzt.

#### 2.4 Eigene Definition von Wissenschaft und NOS

In diesem offenen Abschnitt werden frei formulierte Antworten erwartet. Die Fragen orientieren sich an dem von Lederman et al entwickelten VNOS-C<sup>90</sup>-Fragebogen (Lederman et al., 2002). Ursprünglich wurden damit die Sichtweisen auf NOS von Schülern, Lehrern und Studierenden erhoben. Lederman fand heraus, dass vor allem bei Schülern ein naives Verständnis von Wissenschaft vorliegt (Lederman et al., 2002).

Dieser Abschnitt ist besonders relevant, da das Verständnis von NOS wichtig sein kann was die Akzeptanz wissenschaftlicher Evidenzen darstellt<sup>91</sup>. Falls sich die Ergebnisse Ledermans auch für die befragten Schüler dieser Erhebung bestätigen, so könnte das zu Problemen bei geplanten Unterrichtsinterventionen führen. Zur Vermittlung einer Bewertungskompetenz in (notwendiger) Kombination mit naturwissenschaftlicher Grundbildung ist es essenziell, ein grundlegendes Verständnis von Wissenschaft nicht durch naive Konzepte zu irritieren<sup>92</sup>.

Die fünf, in diesem Abschnitt, formulierten Fragen wurden ins Deutsche übersetzt und teilweise leicht umformuliert.

#### **Ergebnisse:**

*Hinweis: Die Ergebnisse stammen größtenteils aus der Masterarbeit von Wiebke Kuchenbuch (siehe oben). Die Details der Auswertung werden in der hier vorliegenden Arbeit nicht noch einmal näher erläutert.*

Unter den 103 Schülerinnen und Schülern waren 64 Neuntklässler und 39 Zehntklässler, welche im Durchschnitt bereits 4,3 Jahre Chemie-Unterricht hatten. Das Durchschnittsalter betrug 15,2 Jahre<sup>93</sup>, der Notendurchschnitt liegt bei 2,78 im Fach Chemie, 2,41 in Biologie und 3,19 in Physik. Jungen haben geringfügig bessere Note.

Die Auswertung der Zustimmungen zu den Items in 2.1, 2.2 und 2.3 wird vorgenommen, indem den vier Stufen der Likert-Skala die Zahlen 1, 2, 3, 4 zugeordnet werden<sup>94</sup> (von 1: „*stimme gar nicht zu*“ bis 4: „*stimme voll zu*“). Die Darstellung erfolgt in Tabellen, indem pro Schüler zu allen gegebenen Antworten ein Mittelwert berechnet wurde.

---

<sup>89</sup> Revised Paranormal Beliefs Scale (Tobacyk, 2004)

<sup>90</sup> Views of Nature of Science (form C)

<sup>91</sup> Je besser NOS-Aspekte verinnerlicht und verstanden sind, desto mehr Gewicht haben naturwissenschaftliche Erkenntnisse bei der Urteilsbildung (vgl. 2.1.3)

<sup>92</sup> Wie in Kapitel 0 gezeigt, hängen naturwissenschaftliche Grundbildung und Bewertungskompetenz untrennbar miteinander zusammen.

<sup>93</sup> Alle 103 Schüler waren zwischen 14 und 17 Jahre alt.

<sup>94</sup> Negativ formulierte Items wurden gedreht (z. B. 2.2.15).

## 2.1 Einstellung zu Wissenschaft und Wissenschaftsgläubigkeit

Tabelle 4 illustriert die Häufigkeiten der Arten von Zustimmungen sowie Zustimmung gesamt (alle, die 3 oder 4 angekreuzt haben), Mittelwert und Standardabweichung. Die Aussagen, die am ehesten als rational und vernunftbasiert betrachtet werden können, wurden rot markiert. Die übrigen sind bereits als szientistisch zu bezeichnen. Es zeigt sich, dass die Befragten tatsächlich eher Aussagen zustimmen, welche eine wissenschaftliche Perspektive beschreiben<sup>95</sup>. Extrem wissenschaftsgläubige werden stärker abgelehnt. Allerdings wird auch diesen Aussagen überwiegend nicht in Gänze zugestimmt. Das bedeutet, dass es durchaus ambivalente Einstellungen bzgl. Szientismus innerhalb der Befragten gibt.

**Tabelle 4: Ergebnisse des Frageblocks 2.1 zur Wissenschaftsgläubigkeit.** 2.1.1: "Wissenschaft liefert uns ein besseres Verständnis des Universums als Religion", 2.1.2: "In einer von Dämonen verfolgten Welt ist Wissenschaft die Kerze im Dunkeln (Zitat von Carl Sagan)", 2.1.3: "Wir können nur das glauben, was wissenschaftlich nachgewiesen werden kann", 2.1.4: "Die Wissenschaft sagt uns alles, was es über die Realität zu wissen gibt", 2.1.5: "Alle Aufgaben, die auf die Menschen zukommen, sind wissenschaftlich lösbar", 2.1.6: "Die wissenschaftliche Methode ist der einzig verlässliche Weg zur Erkenntnis", 2.1.7: "Die einzige wirkliche Erkenntnis, die wir haben können, ist wissenschaftliche Erkenntnis", 2.1.8: "Wissenschaft ist der wichtigste Teil der menschlichen Kultur", 2.1.9: "Wissenschaft ist der effizienteste Weg zur Wahrheit", 2.1.10: "Wissenschaft und die Wissenschaftler sollten in der modernen Gesellschaft mehr Respekt erhalten". Mw = Mittelwert, Stabw = Standardabweichung. Die "Zustimmung" gibt die Summe der Antworten 3 und 4 an.

	2.1.1	2.1.2	2.1.3	2.1.4	2.1.5	2.1.6	2.1.7	2.1.8	2.1.9	2.1.10
<b>1</b>	7%	9%	33%	20%	34%	22%	26%	21%	9%	4%
<b>2</b>	15%	35%	29%	41%	44%	38%	44%	37%	26%	23%
<b>3</b>	29%	31%	27%	28%	18%	31%	27%	32%	50%	55%
<b>4</b>	50%	24%	11%	11%	4%	9%	3%	10%	16%	17%
<b>Zustimmung</b>	79%	55%	38%	39%	22%	40%	30%	42%	65%	73%
<b>Mw</b>	3,21	2,72	2,16	2,29	1,92	2,26	2,07	2,30	2,72	2,86
<b>Stabw</b>	0,94	0,94	1,01	0,91	0,82	0,91	0,81	0,92	0,83	0,74

<sup>95</sup> (eher) zustimmend: 2.1.1: 79%, 2.1.2: 55%, (2.1.9: 65%), 2.1.10: 73%)

## 2.2 Einstellung zu Technologie, Pseudowissenschaft und Glauben

Dieser Block teilt sich in die oben beschriebenen drei Bereiche auf<sup>96</sup>. Im Folgenden werden in zwei Tabellen (Tabelle 5 & Tabelle 6) die Ergebnisse aller 16 Items aufgeführt:

*Tabelle 5: Ergebnisse zu 2.2 – Einstellung zu Technologie, Pseudowissenschaft und Glauben - Teil 1:* 2.2.1: "Manche Menschen besitzen übersinnliche Kräfte", 2.2.2: "Gentechnik ist etwas Gutes", 2.2.3: "Wir sollten mehr Geld und wissenschaftliche Anstrengungen aufbringen um Umweltschäden zu beheben", 2.2.4: "Die Konstellation der Planeten hat einen Einfluss auf die Ereignisse des täglichen Lebens", 2.2.5: "Technologie hat zu viel Kontrolle über unser Leben", 2.2.6: "Die Wissenschaft wird einen Weg finden Giftmüll zu entsorgen", 2.2.7: "In manchen Fällen sollte Medizin nicht dazu benutzt werden ein Leben zu verlängern", 2.2.8: "Im Großen und Ganzen waren wissenschaftliche und technische Entwicklungen für unsere Kultur vorteilhaft". Mw = Mittelwert, Stabw = Standardabweichung. Die "Zustimmung" gibt die Summe der Antworten 3 und 4 an.

	2.2.1	2.2.2	2.2.3	2.2.4	2.2.5	2.2.6	2.2.7	2.2.8
<b>1</b>	40%	14%	2%	30%	1%	10%	4%	0%
<b>2</b>	27%	28%	13%	25%	27%	37%	20%	10%
<b>3</b>	23%	44%	37%	29%	36%	38%	45%	38%
<b>4</b>	10%	14%	49%	14%	36%	16%	31%	52%
<b>Zustimmung</b>	33%	57%	85%	43%	72%	53%	76%	90%
<b>Mw</b>	2,48	2,03	2,58	3,32	2,27	3,07	2,59	3,03
<b>Stabw</b>	0,47	1,01	0,89	0,77	1,05	0,82	0,87	0,82

*Tabelle 6: Ergebnisse zu 2.2 – Einstellung zu Technologie, Pseudowissenschaft und Glauben - Teil 2:* 2.2.9: "Die Regierung sollte mehr Geld in die bemannte Raumfahrt investieren" 2.2.10: "Wissenschaftler sollten Versuche durchführen dürfen, die Tieren Schmerzen zufügen, wenn diese dabei helfen können Gesundheitsprobleme bei Menschen zu beheben", 2.2.11: "Kernkraft ist eine wichtige Energiequelle und ihre Nutzung sollte ausgeweitet werden", 2.2.12: "Manche Zahlen sind Glückszahlen", 2.2.13: "Es gibt Phänomene, die von der Naturwissenschaft bzw. durch die Naturgesetze nicht erklärt werden können", 2.2.14: "Reine Wissenschaft sollte finanziert werden, auch wenn es keinen direkten Nutzen für die Gesellschaft gibt", 2.2.15: "Wissenschaftler sollten Verantwortung dafür übernehmen, wenn ihre Theorien und Erfindungen schlimme Folgen haben", 2.2.16: "Irgendwann werden Computer so intelligent sein, dass sie wie Menschen denken können". Mw = Mittelwert, Stabw = Standardabweichung. Die "Zustimmung" gibt die Summe der Antworten 3 und 4 an.

	2.2.9	2.2.10	2.2.11	2.2.12	2.2.13	2.2.14	2.2.15	2.2.16
<b>1</b>	10%	57%	51%	41%	1%	19%	4%	11%
<b>2</b>	58%	24%	34%	32%	13%	51%	16%	22%
<b>3</b>	26%	15%	12%	19%	42%	21%	35%	32%
<b>4</b>	6%	4%	3%	8%	45%	8%	46%	35%
<b>Zustimmung</b>	32%	18%	15%	27%	86%	29%	81%	67%
<b>Mw</b>	3,43	2,28	1,65	1,66	1,94	3,30	2,17	3,22
<b>Stabw</b>	0,67	0,72	0,87	0,80	0,96	0,73	0,83	0,85

<sup>96</sup> 1. Positive Einstellung zu Wissenschaft und Technologie  
2. Ethische Bedenken  
3. Glauben an unwissenschaftliche Phänomene

Aufgeteilt in die drei Bereiche (s. o.) ergeben sich folgende Werte (Tabelle 7):

Tabelle 7: Ergebnisse zu 2.2 – Einteilung in drei Teilbereiche sowie Differenzierung zwischen Mädchen und Jungen

Intervall	2.2 Positive Einstellung	2.2 Ethische Einstellung	2.2 Unwissenschaftliche Ansichten
1-1,5	1 %	0 %	7 %
>1,5-2	14 %	2 %	21 %
>2-2,5	49 %	6 %	40 %
>2,5-3	31 %	39 %	25 %
>3-3,5	6 %	27 %	7 %
>3,5-4	0 %	26 %	0 %
<b>Zustimmung</b>	37 %	92 %	32 %
<b>Mw</b>	2,44	3,23	2,39
<b>Stabw</b>	0,12	0,22	0,25
<b>Zustimmung Mädchen</b>	23 %	95 %	34 %
<b>Mittelwert</b>	2,34	3,26	2,42
<b>Zustimmung Jungen</b>	57 %	88 %	29 %
<b>Mittelwert</b>	2,60	3,18	2,33

Eine positive Einstellung gegenüber Wissenschaft ist bei gut einem Drittel der Befragten vorhanden. Die meisten sind eher neutral eingestellt. Zu erwähnen ist allerdings, dass die Items relativ extrem formuliert sind. Bei den Aussagen, die stärker relativieren (z. B. „Im Großen und Ganzen waren wissenschaftliche und technische Entwicklungen für unsere Kultur vorteilhaft.“) liegt die Zustimmung, vor allem bei Jungen, deutlich höher. Insbesondere der technologische Fortschritt wird von den Lernenden als etwas Positives betrachtet. Zur gleichen Erkenntnis auch Kang et al. (Kang et al., 2005).

Die hohen Werte bei den Items zu „Ethischem Bedenken“ signalisieren, dass Schüler entsprechenden Fragen sehr kritisch gegenüberstehen (1 = unkritisch, 4 = kritisch). Insbesondere Versuche an Tieren werden extrem negativ gesehen, vor allem bei Mädchen.

Vorahnungen, Aberglaube und Spiritistisches waren Inhalte der Items zum Glauben an übersinnliche Phänomene. Mit 32% ist der Zustimmungswert nicht groß, allerdings durchaus erwähnenswert, zumal 40% einen Mittelwert von 2-2,5 erreichen. Dem Vorhandensein von Phänomenen, die den Naturgesetzen widersprechen, wird etwa mit 86% eher oder voll zugestimmt. Dieses Denken kann zu problematischen Ansichten bezüglich der Reichweite naturwissenschaftlicher Erkenntnisse führen.

## 2.3 Einstellung zu Übersinnlichem, Aberglaube und Parapsychologie

Die folgenden Tabellen (Tabelle 8 & Tabelle 9) bilden die Gesamtzahl der Items und deren Zustimmung ab:

*Tabelle 8: Ergebnisse zu 2.3 – Einstellung zu Übersinnlichem, Aberglaube und Parapsychologie*

**Teil 1:** 2.3.1: "Einige Menschen sind in der Lage durch mentale Kraft Objekte zu bewegen", 2.3.2: "Schwarze Katzen können Unglück bringen", 2.3.3: "Der Geist (die Seele) kann den Körper verlassen und sich fortbewegen", 2.3.4: "Astrologie ist ein Weg, die Zukunft vorherzusagen", 2.3.5: "Psychokinese, das Bewegen von Objekten durch Gedankenkraft, ist ohne technische Hilfsmittel möglich", 2.3.6: "Das Zerschneiden eines Spiegels bringt Pech", 2.3.7: "Gedankenlesen ist möglich", 2.3.8: "Es ist möglich, mit Toten Kontakt aufzunehmen". Mw = Mittelwert, Stabw = Standardabweichung. Die "Zustimmung" gibt die Summe der Antworten 3 und 4 an.

	2.3.1	2.3.2	2.3.3	2.3.4	2.3.5	2.3.6	2.3.7	2.3.8
<b>1</b>	81%	78%	50%	66%	77%	75%	44%	58%
<b>2</b>	11%	11%	23%	23%	19%	13%	32%	27%
<b>3</b>	7%	7%	20%	10%	4%	9%	17%	10%
<b>4</b>	2%	5%	6%	2%	0%	4%	7%	5%
<b>Zustimmung</b>	9%	12%	26%	12%	4%	13%	23%	15%
<b>Mw</b>	2,91	2,44	3,23	2,39	1,30	1,39	1,82	1,48
<b>Stabw</b>	1,00	0,35	0,47	0,50	0,68	0,82	0,96	0,75

*Tabelle 9: Ergebnisse zu 2.3 – Einstellung zu Übersinnlichem, Aberglaube und Parapsychologie*

**Teil 2:** 2.3.9: "In bestimmten Zuständen, wie Schlaf oder Trance, kann der Geist (die Seele) den Körper verlassen", 2.3.10: "Das Horoskop kann die Zukunft eines Menschen zeigen", 2.3.11: "Hellsehen ist möglich", 2.3.12: "Die Zahl 13 bringt Unglück", 2.3.13: "Menschen können wiedergeboren werden", 2.3.14: "Einige Begabte können die Zukunft vorhersehen", 2.3.15: "Einige Menschen haben oft eine Art Vorahnung, bevor ein Ereignis eintritt". Mw = Mittelwert, Stabw = Standardabweichung. Die "Zustimmung" gibt die Summe der Antworten 3 und 4 an.

	2.3.9	2.3.10	2.3.11	2.3.12	2.3.13	2.3.14	2.3.15
<b>1</b>	50%	75%	53%	79%	40%	66%	16%
<b>2</b>	31%	15%	32%	13%	35%	25%	18%
<b>3</b>	12%	9%	12%	5%	17%	7%	47%
<b>4</b>	7%	2%	3%	4%	7%	2%	19%
<b>Zustimmung</b>	19%	11%	15%	9%	24%	9%	66%
<b>Mw</b>	1,27	1,42	1,86	1,61	1,75	1,38	1,64
<b>Stabw</b>	0,53	0,81	0,93	0,85	0,92	0,73	0,80

Die Mittelwerte der Kategorien "Psi", "Präkognition", "Aberglauben" und "Spiritismus" wurden zusammengefasst und der Mittelwert aller vier Kategorien gebildet:

Tabelle 10: Ergebnisse zu 2.3 – Einstellung zu Übersinnlichem, Aberglaube und Parapsychologie – Aufteilung nach Kategorien

Aus den gegebenen Antworten der Fragen wurden die Mittelwerte berechnet. Die Ergebnisse sind in der Tabelle nach ihrer Häufigkeit in Intervalle geordnet. Zunächst als allgemeine Zahl, dann der relative Wert. Die Zustimmung berechnet sich aus der relativen Anzahl der Personen, deren Mittelwert in der oberen Hälfte liegt. Diese Personen stimmten den Aussagen eher zu. Zusätzlich wird der Mittelwert (Mw) und die Standardabweichung (Stabw) angegeben.

Intervalle	Gesamt	Psi	Präkognition	Aberglauben	Spiritismus
1-1,5	47 %	64 %	41 %	82 %	49 %
>1,5-2	39 %	25 %	35 %	6 %	21 %
>2-2,5	10 %	3 %	13 %	7 %	17 %
>2,5-3	2 %	6 %	10 %	3 %	8 %
>3-3,5	3 %	2 %	2 %	1 %	2 %
>3,5-4	0 %	0 %	0 %	2 %	2 %
<b>Zustimmung</b>	5 %	8 %	12 %	6 %	12 %

Es wird deutlich, dass in keiner der vier Kategorien hohe Zustimmungswerte erreicht werden. Komplette Ablehnung der Aussagen allerdings auch nicht. Ein nicht unbeträchtlicher Anteil der Schüler positioniert sich immerhin bei 2 („ich stimme eher nicht zu“), was durchaus relativierend ist. Vor allem Mädchen neigen dazu. Jungen sind in ihrer (vor allem ablehnenden) Haltung sehr viel eindeutiger. Auch bei Fragen zur Seele und zur Wiedergeburt stimmen deutlich mehr Mädchen zu als Jungen. Die Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen sind ansonsten aber nur sehr gering und werden daher nicht weiter beschrieben.

## 2.4 Eigene Definition von Wissenschaft und NOS

Frage 4.1 („Was ist Deiner Meinung nach Wissenschaft?“) ist die wichtigste Frage des gesamten zweiten Teils dieses Fragebogens, da damit direkt die Fragestellung des zweiten Durchlaufs des Mesozyklus 1 (teilweise) beantwortet wird. Die Antworten der Schüler sind sehr unterschiedlich und vielfältig. Eine Auswertung erfolgt, indem sowohl Kategorien gebildet werden, denen sich jeweils mehrere Antworten zuordnen lassen, als auch besonders auffallend formulierte und interessante Antworten präsentiert werden.

Insgesamt lassen sich sieben unterschiedliche (nicht trennscharfe) Kategorien beschreiben. Diese sind definiert durch repräsentative Schülerantworten (vgl. Kuchenbuch). Im Folgenden werden die Kategorien, nach Häufigkeit geordnet, präsentiert:

1. *"Wissenschaft ist meiner Meinung nach das Entdecken von etwas Unerforschtem und die anschließende Erklärung dieses 'Phänomens' oder dieser Entdeckung."*

Ca. die Hälfte aller Befragten formuliert so oder ähnlich. „Entdecken“, „Erforschen“, „Erfinden“ und „Untersuchen“ sind dabei verwendete Begriffe.

2. *"Fähigkeit die Welt zu erklären und zu berechnen. Möglichkeit Dinge zu sehen, die mit Augen nicht möglich wären. Lösung von Problemen (die selbstverschuldet sind)."*

Ähnlich 1. wird hier die erklärende Rolle der Wissenschaft gesehen. Darüber hinaus wird sie als Problemlöser angesehen. Auch häufig genannt wird die „Verhinderung von Katastrophen“

oder die „Erforschung von Dingen, die die Menschheit weiterbringt“. In diese Kategorie gehört auch das „Lösen von Energieproblemen“. Diese Betrachtungen sind eher technisch und funktional.

3. *"Wissenschaft ist meiner Meinung nach Wissen und Theorien, die bewiesen werden können. Ohne Beweise kann man es nicht als Wissenschaft bezeichnen."*

Das „Beweisen“ war für viele Schüler zentraler Bestandteil von Wissenschaft. Interessant ist das vor allem im Hinblick auf wissenschaftliche Prinzipien wie die Falsifikation.

4. *"Bei bestimmten Fragen werden durch Experimente logische und begründete Erklärungen geliefert. Wissenschaftler beschäftigen sich mit der Entstehung/ dem Aufbau der Erde/ des Universums und versuchen das tägliche Leben der Menschen zu verbessern"*

Einige Schüler beziehen sich in ihren Formulierungen auf die „großen Fragen“, die es zu klären gibt. Dabei diene Wissenschaft als Werkzeug, um diese zu beantworten.

5. *"Meiner Meinung nach ist Wissenschaft einfach nur eine Forschung, bei der schlaue Menschen neue schlaue Sachen entdecken möchten."*

Diese Kategorie subsumiert Antworten, in denen Wissenschaft etwas sehr Fernes und Fremdes dargestellt wird. Sie sei etwas, dass im alltäglichen Leben nicht stattfindet, sondern nur „in Laboren“.

6. *"Ich finde, dass Wissenschaft schwachsinnig ist. Und ich glaube, dass sie dort viel mit Tieren experimentieren, was meiner Meinung nach gar nicht geht!!!"*

Einige wenige Schüler waren ablehnend gegenüber dem Begriff Wissenschaft. Einzelne Aspekte wie „Gentechnik“ oder „Tierversuche“ wurden benannt. Eine solch starke Ablehnung war allerdings extrem selten.

Die Fragen 4.2 bis 4.5 beziehen sich alle auf NOS-Aspekte. Die ersten beiden Aussagen wurden mit 92% und 86% überwiegend mit „ja“ beantwortet. Die Begründungen zu 4.2 („*Können einmal aufgestellte wissenschaftliche Theorien weiterentwickelt oder wieder verworfen werden?*“) sind sehr kreativ, beziehen sich aber größtenteils auf eine stetige Weiterentwicklung und eine im Wandel befindliche Forschung. Dass eine bestehende Theorie falsifiziert werden muss, um ihre Gültigkeit zu verlieren, wird nur von 6% der Schüler genannt. Die Bejahung von 4.3 („*Ist es deiner Meinung nach möglich, dass verschiedene Wissenschaftler anhand der gleichen Daten und Informationen zu unterschiedlichen Schlussfolgerungen und Erklärungen kommen?*“) wird größtenteils damit begründet, dass Menschen nun mal sehr unterschiedlich seien. Die beiden letzten Fragen (*Ist Wissenschaft deiner Meinung nach von sozialen, kulturellen und gesellschaftlichen Werten beeinflusst?* und „*Benutzen Naturwissenschaftler ihre Kreativität und Vorstellungskraft während ihrer wissenschaftlichen Untersuchungen?*“) werden nur zu 49% bzw. 50% mit „ja“ beantwortet. Begründungen werden viel seltener gegeben und fallen sehr unterschiedlich aus. Darunter finden sich aber kaum beunruhigende Argumente (z. B. sehen 3% der Befragten die Wissenschaft von Geldgebern beeinflusst). Auch bei der letzten Frage ist eher wenig Problematisches in den Begründungen zu finden. 18% der Schüler beschreiben, dass Wissenschaft nur auf Fakten basiere und die Arbeit sachlich ablaufen würde und daher weder Kreativität noch Vorstellungskraft benutzt werden müsse.

## Analyse:

Die Ergebnisse des Fragebogenteils werden im Hinblick auf die übergeordnete Fragestellung („*Welches Verständnis von Wissenschaft besitzen Lernende?*“) dieses Durchlaufs des Mesozyklus diskutiert. Begonnen wird mit der Beantwortung der zwei Subfragen.

*S1: Welche Einstellung haben Schüler zu Wissenschaft?*

Die Einstellungen der Lernenden bezüglich Wissenschaft sind ambivalent, aber im Großen und Ganzen sehr positiv. In puncto Wissenschaftsgläubigkeit stimmen die meisten Schüler eher wenig bis gar nicht den präsentierten Items zu. Es kann davon ausgegangen werden, dass hier kein Lernhindernis bezüglich szientistischer Positionen vorliegt, wenn ein Verständnis von Wissenschaft vermittelt werden soll. Insgesamt sind die Einstellungen zur Wissenschaft und Technologie durchaus positiv (bei Jungen stärker als bei Mädchen). Die beobachteten starken ethischen Bedenken lassen zudem den Schluss zu, dass Lernende durchaus Interesse an Diskussionen über Moral und Ethik zeigen werden.

Die Ergebnisse decken sich weitestgehend mit denen von Schönborn et al, die ebenfalls „keineswegs von generell negativen Schülereinstellungen gegenüber Naturwissenschaften“ berichten (Schönborn et al., 2012, S. 313).

*S2: Inwieweit denken Schüler antiwissenschaftlich<sup>97</sup>?*

Im Hinblick auf antiwissenschaftliche Ansichten sehen die Ergebnisse etwas ernüchternder aus. Nur wenige Lernende lehnen diese in Gänze ab. Werden rationale Urteile bzw. Entscheidungen auf Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse verlangt, kann dies dazu führen, dass Schüler bei Schwierigkeiten auf unwissenschaftliche Erklärungen zurückgreifen würden. Die Einstellungen der Schüler zu Psi, Präkognition, Aberglaube und Spiritismus sind in weiten Teilen ablehnend (aber nicht vollständig). Deutlich „nicht zustimmend“ sind nur wenige Befragte. Das könnte ein Indiz dafür sein, dass Schüler eindeutige, wissenschaftliche Erkenntnisse nicht zu 100% akzeptieren, sondern sich eine Art Hintertür in Form einer übersinnlichen Erklärung offenhalten.

Fragestellung des zweiten Durchlaufs des Mesozyklus 1:

*Welches Verständnis von Wissenschaft besitzen Lernende?*

Im Gegensatz zur Subfrage soll hier nicht die Einstellung der Schüler betrachtet werden, sondern eine Deutung erfolgen bezüglich ihres (tiefer liegenden) Verständnisses. Hierfür sind vor allem die selbst formulierten Ausführungen unter 4.1 interessant. Es zeigt sich, dass Wissenschaft von vielen Schülern als Entdecken, Erforschen und Erfinden beschrieben wird. Damit kommt dem Begriff eine sehr aktive Rolle zu. Das ist interessant hinsichtlich der in Kapitel 2.1 beschriebenen Begriffsdeutungen. Möglicherweise sind die Verständnisse der Schüler anschlussfähig genug, um ein darauf aufbauendes, methodisches Verständnis zu etablieren (vgl. 2.1.7 – 1. & 2.). Viele Schüler haben ein Verständnis von Wissenschaft, das als sehr technisch, praktisch und problemlösend zu umschreiben ist. Auch dies wäre in ähnlichem Sinne evtl. anschlussfähig. Ein Problem stellt das mangelnde Wissen um Falsifizierbarkeit dar. Die Idee, dass wissenschaftliche Theorien stets verifiziert werden müssen und in der Wissenschaft ständig bewiesen wird, entspricht nicht der Forschungsrealität. Viele der Antworten auf die Frage, was

---

<sup>97</sup> Hiermit sind sämtliche Denkweisen gemeint, die mit wissenschaftlichem Denken unvereinbar sind und/oder in Opposition zu diesem stehen (u.a. Spiritismus, Aberglaube, Esoterik, Parawissenschaft, Pseudowissenschaft, Religiosität, Szientismus).

Wissenschaft sei, deuten darauf hin, dass diese für Schüler etwas Fremdartiges, Besonderes und hoch Komplexes darstellt. Mit ihrer Lebensrealität sehen sie keine Verbindungen. Zudem genießen Wissenschaftler ein hohes Ansehen, welches aber auch verknüpft ist mit hohen Forderungen (v. a. technische Lösungen großer Probleme<sup>98</sup>).

Die Beurteilung der NOS-Aspekte lässt sich als unproblematisch einstufen. Die Begründungen lassen darauf schließen, dass keine überaus kruden Vorstellungen bezüglich 4.4 und 4.5 vorliegen, selbst wenn diese falsch<sup>99</sup> beantwortet wurden. Zentrale NOS-Aspekte stellen vor allem die Vielfalt unterschiedlicher Methoden sowie empirische Untersuchungen als Fundament naturwissenschaftlichen Wissens dar (vgl. 2.1.7 – 4.). Diese beiden Aspekte werden durch nur sehr wenige Begründungen verletzt.

Unter Einbeziehen der Antworten auf die beiden Subfragen lässt sich abschließend festhalten, dass kein einheitliches Wissenschaftsverständnis vorliegt. Die vorliegenden Einstellungen zu Wissenschaft sowie zu Übersinnlichem stellen zwar per se keine Problemfelder dar, sollten aber nicht unterschätzt werden. Es deutet vieles darauf hin, dass das, was Schüler unter Wissenschaft verstehen, erst einmal „entzaubert“ werden muss (vgl. Kuchenbuch – S. 55). Es gilt, ein einheitliches Verständnis zu schaffen, welches in sich schlüssig ist (vgl. 2.1.7 – 7.). Auch zur ganz klaren Abgrenzung von allem Antiwissenschaftlichem ist ein solches methodisches, kriteriengeleitetes und vor allem konsistentes Bild der Wissenschaft notwendig (vgl. 2.1.7 – 8.). Schüler müssen von der „Nützlichkeit im eigenen Leben“ überzeugt werden (Rehm & Stäudel, 2010).

Die Ergebnisse lassen vermuten, dass ein Cluster-Approach zielführend sein kann, um Kriterien wissenschaftlichen Arbeitens als Basis eines einheitlichen Verständnisses von Wissenschaft zu etablieren (vgl. 2.1.7 – 10.). So können schrittweise Methoden und Prozesse vermittelt werden, welche alle eine gemeinsame Grundlage für Lernende darstellen. Die Einstellungen und Verständnisse der Schüler scheinen durchaus anschlussfähig dafür zu sein. Auch die antiwissenschaftlichen und möglicherweise lernhinderlichen Einstellungen könnten mittels Cluster-Approach angegangen werden. Je mehr einheitliche Kriterien (auch zur Beurteilung) zur Verfügung stehen, desto weniger muss auf unwissenschaftliche Erklärungen zurückgegriffen werden. Die erhobenen Einstellungen zu den NOS-Aspekten stellen hier keine Hindernisse dar. Die vielen, teils sehr kreativen und klugen Erläuterungen der Schüler lassen hoffen, dass eine solche Beschäftigung mit wissenschaftlichen Kriterien nicht zu abstrakt oder uninteressant ist. Möglicherweise hilft ihnen eine Vereinheitlichung des Wissenschaftsverständnisses sogar, um die schlaun Ideen richtig einordnen zu können und nutzbar zu machen.

### **Implikationen beider Durchläufe von Mesozyklus 1 für das weitere Vorgehen:**

Die Erkundung von Einstellungen Lernender bezüglich naturwissenschaftlicher Kontroversen erstreckte sich über zwei Durchläufe. Dabei wurde die Fragestellung angepasst (von MZ 1.1 zu MZ 1.2) und das Erhebungsinstrument gewechselt (von Interviews zu Fragebögen). Die Erkenntnisse aus den Untersuchungen beinhalten einige Implikationen zum weiteren Vorgehen. So ließ sich feststellen, dass Schüler innerhalb kontroverser naturwissenschaftlicher Kontexte emotional argumentieren, selbst wenn chemisches Fachwissen sowie nötige Informationen vorhanden sind. Die Ursache hierfür könnte im diffusen und unterhalb der Schüler uneinheitlichen Verständnis von Wissenschaft liegen. Ohne einheitliches Vermitteln, Verstehen und Anwenden von Kriterien zur Beurteilung solcher Kontexte, bleibt Schülern lediglich ihr Bauchgefühl. Es

---

<sup>98</sup> z.B. Krankheiten, Hunger, Naturkatastrophen, etc.

<sup>99</sup> Nicht im Sinne der gängigen Meinungen zu NOS.

wird nötig sein, Werkzeuge zu entwickeln, welche in diesen Lehr-Lernsituationen sowie auch im Alltag nützlich und eindeutig sind (vgl. Rehm & Stäudel, 2010).

## 4.2. Mesozyklus 2

### ➔ Entwicklung und Erprobung von Prüfkriterien zur Förderung eines methodischen Verständnisses von Wissenschaft

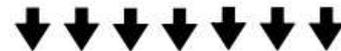
Die Vermittlung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung und Bewertungskompetenz gehen Hand in Hand. Wie zuvor beschrieben, ist vor allem für erstere die Etablierung einer wissenschaftlichen Denkweise (bzw. einer Scientific Awareness<sup>100</sup>) oberstes Ziel (vgl. 2.2.3). Eine solche Fähigkeit ermöglicht es überhaupt erst, die Rationalität zu sehen und zu verstehen, welche dem Prozess der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung innewohnt. Das bedeutet, dass eine Grundbildung nicht meint, dass ein Fundament an Wissen geschaffen werden muss. Es geht um nicht mehr und nicht weniger als die Vermittlung einer Art zu denken und zu handeln, sowie zu urteilen und zu entscheiden mit dem Ziel einer gesellschaftlichen Teilhabe. Die Erkenntnisse aus dem theoretischen Rahmen verdeutlichen auch, dass es hinsichtlich Entscheidungsstrategien und Bewertungsstrukturwissen Unklarheiten gibt, was diese (vor allem im unterrichtlichen Kontext) genau bedeuten (vgl. 2.2.4; 2.3.4). Beide Begriffe tauschen in der selektionalen Phase im Prozessmodell der Entscheidungsfindung auf, welches bei Kompetenzmodellierungen genutzt wurde (vgl. 2.2.2.4; 2.3.3). Damit sind die neuralgischen Punkte beim Bewerten nicht eindeutig geklärt. Es stellt sich die Frage, was genau die Urteils- und Entscheidungsprozesse maßgeblich beeinflusst und wie diese letzten Endes in der Praxis ablaufen.

In diesem Mesozyklus soll erörtert werden, wie Elemente eines einheitlichen, kohärenten naturwissenschaftlichen Weltbildes<sup>101</sup> beschaffen sind und wie diese die Vermittlung von Bewertungskompetenz unterstützen können. Dazu wird in einem ersten Durchlauf geklärt, inwieweit sich solche Kriterien definieren lassen, welche als (intrinsische) Aspekte einer Scientific Awareness fungieren können (MZ 2.1). Dabei gilt das pragmatische Ziel, dass diese so beschrieben werden können, dass sie nicht nur Elemente einer naturwissenschaftlichen Grundbildung darstellen, sondern auch Teile eines

**Ziel:** Entwicklung und Erprobung von Prüfkriterien zur Förderung eines methodischen Verständnisses von Wissenschaft



**MZ 2.1:** Auf Welche Weise können Kriterien eines einheitlichen, wissenschaftlichen Weltbildes die Vermittlung von Bewertungskompetenz ermöglichen?



**MZ 2.x:** Inwieweit sind Lernende in der Lage, das wissenschaftliche Prüfkriterium Y zu erarbeiten und anzuwenden?

x	Y
2	Falsifizierbarkeit
3	Kontrollierte Bedingungen
4	Kausalität & Korrelation
5	Reproduzierbarkeit
6	Verblindung
7	Randomisierung
8	Plausibilität

<sup>100</sup> (vgl. Shamos, 2002)

<sup>101</sup> Der Begriff Weltbild kann auf den ersten Blick als Perspektive bzw. Sichtweise verstanden werden. Gemeint ist hier aber etwas anderes. Bei einem Weltbild kann, im Gegensatz zu einer subjektiven und praktisch verstandenen Weltanschauung, ein „objektiver und theoretischer Akzent“ vorherrschen (Dilthey, 2004, S. 461.). Die Unterscheidung ist wichtig. So zeichnet sich eine Weltanschauung aus durch Gesinnung, sowie normative und metaphysische Annahmen, die jenseits des empirisch Erforschbarem liegen (Schwarz, 1967). In Verbindung mit Wissenschaft wird daher heute (im Gegensatz zum späten 19. Jahrhundert) der Begriff des naturwissenschaftlichen Weltbildes bevorzugt.

Fundaments für rationale Urteilsbildungen sind. Die Kriterien sollen demnach zur kritischen Prüfung naturwissenschaftlicher Kontroversen nutzbar sein.

In den darauffolgenden Durchläufen werden die in MZ 2.1 definierten Prüfkriterien empirisch im unterrichtlichen Kontext untersucht. Zu jedem einzelnen werden Materialien entwickelt und erprobt und daraufhin analysiert, ob sie für Schüler zu erarbeiten und anzuwenden sind (MZ 2.2 – MZ 2.8). Ziel ist es, nutzbare Werkzeuge zu generieren, die als Schnittstelle zwischen naturwissenschaftlicher Grundbildung und Bewertungskompetenz innerhalb lebensnaher Kontexte eingesetzt werden können.

#### **4.2.1. MZ 2.1 - Auf welche Weise können Kriterien eines einheitlichen, wissenschaftlichen Weltbildes die Vermittlung von Bewertungskompetenz ermöglichen?**

*Ziel: Identifizieren geeigneter Kriterien und ihrer Eigenschaften, welche Aspekte eines einheitlichen, wissenschaftlichen Weltbildes darstellen*

Für diesen ersten Durchlauf des Mesozyklus 2 ist eine Vorbereitungsphase nötig, in der die bisherigen Erkenntnisse zusammengetragen und auf Überschneidungen hin untersucht werden. Dabei werden die Erkenntnisse des theoretischen Rahmens, sowie des ersten Mesozyklus genutzt, um Eigenschaften zu ermitteln, die Kriterien besitzen müssen, welche als Schnittstelle zwischen naturwissenschaftlicher Grundbildung und Bewertungskompetenz dienen sollen. Dabei liegt der Fokus auf der Vermittlung letzterer. Die Kriterien selbst sind allerdings integrale Bestandteile einer Scientific Awareness bzw. eines kohärenten naturwissenschaftlichen Weltbildes.

#### **Vorbereitung**

Um zu klären, wie Elemente eines einheitlichen und kohärenten naturwissenschaftlichen Weltbildes beschaffen sind, wurden folgende Schritte basierend auf den Erkenntnissen aus dem theoretischen Rahmen durchgeführt:

1. Betrachtung des Wissenschaftsbegriffs
2. Übertragung auf die Aspekte einer naturwissenschaftlichen Grundbildung
3. Prüfung einer Überschneidung von NOS-Aspekten
4. Klärung der Bedeutung für Bewertungskompetenz
5. Zusammenfassung

*Hinweis: Bei der Suche nach Elementen eines einheitlichen und kohärenten naturwissenschaftlichen Weltbildes wird insbesondere deren pragmatische Instrumentalisierung fokussiert. Das bedeutet, dass bei Unklarheiten und Kontroversen im theoretischen Rahmen diejenigen Erkenntnisse favorisiert werden, deren Umsetzung einfacher und direkter zu realisieren ist.*

### Schritt 1: Betrachtung des Wissenschaftsbegriffs

Wissenschaft als einen methodischen Prozess zu verstehen und nicht als Agglomeration von Wissen ist sinnvoll (vgl. 2.1.1; 2.1.2). Sie ist gleichbedeutend mit einem rationalen, vernunftbasierten Vorgehen. Eine Abgrenzung zur Pseudowissenschaft ist notwendig, aber kompliziert (vgl. 2.1.5). Ein Weg, um dies dennoch zu erreichen, ist der Cluster Approach, der verstanden werden kann als Etablierung (natur-)wissenschaftlicher Arbeitsweisen und Methoden sowie dem Vermitteln von Prüfinstrumenten zur Analyse (pseudo-)wissenschaftlicher Inhalte.

### Schritt 2: Übertragung auf die Aspekte einer naturwissenschaftlichen Grundbildung

Wie bereits in der Einleitung dieses Kapitels erwähnt, ist das erweiterte Verständnis naturwissenschaftlicher Grundbildung als Art zu Denken und zu Handeln zu beschreiben. Wege der Erkenntnisgewinnung rational nachvollziehen und verstehen zu können sind Ziele einer solchen Scientific Awareness. Überträgt man die Aspekte der Betrachtung des Wissenschaftsbegriffs darauf, ergeben sich deutliche Schnittmengen. Es bedarf einheitlicher Kriterien, die es Lernenden ermöglichen, nachzuvollziehen, wie naturwissenschaftliche Erkenntnisse generiert werden um zu verstehen, was diese letztendlich für eine Bedeutung haben (vgl. 2.2.3). Wie Roberts und Gott beschreiben, ist es wichtiger das Design von Tests und Experimenten zu verstehen, als die Ergebnisse, die dadurch produziert wurden (Roberts & Gott, 2010). Es ist naheliegend, eben diese Eigenschaften wissenschaftlicher Untersuchungen als Kriterien zu betrachten, welche Lernenden vermittelt werden sollten, mit dem Ziel der Erlangung einer Scientific Awareness.

### Schritt 3: Prüfung einer Überschneidung von NOS-Aspekten

Die Debatte um die Art der Vermittlung von NOS-Aspekten im Unterricht ist sehr kontrovers (vgl. 2.1.3). Ob und wie genaue Abgrenzungen und Definitionen aussehen und wie unterrichtliche Interventionen angepasst werden sollten, ist gar nicht abschließend geklärt. Daher scheint ratsam, dass die pragmatischsten Aspekte diejenigen sind, die am ehesten mit den beiden vorangegangenen Schritten zur Passung gebracht werden können. Betrachtet man die sechs von Koska & Krüger formulierten Kategorien (vgl. Anhang T1), so wird deutlich, dass „Beobachtung und Schlussfolgerung“ sowie „Vielfalt naturwissenschaftlicher Methoden“ die beiden Kategorien sind, auf die das am ehesten zutrifft. Im Hinblick auf eine Suche nach Elementen eines kohärenten und einheitlichen naturwissenschaftlichen Weltbildes und deren Vermittlung im Unterricht scheinen diese zwei am geeignetsten zu sein.

In den „Understandings about the Nature of Science“ aus den „Next Generation Science Standards“ finden sich 11 NOS-Aspekte, die einem Bedarf nach pragmatischer, wissenschaftlicher Methodik am ehesten entsprechen (übersetzt ins Deutsche) (NGSS Lead States, 2013, S.4):

1. Die Anwendung möglichst allgemeingültiger Werkzeuge/Prinzipien/Methoden bei Experimenten
2. Vielzahl an unterschiedlichen Methoden bei Messungen und Beobachtungen und Werte/Normen, die Exaktheit und Objektivität gewährleisten
3. Wissenschaft ist abhängig von der Untersuchung aufgestellter Behauptungen
4. Wissenschaftliche Werte dienen als Kriterien um Wissenschaft von Pseudo-Wissenschaft abzugrenzen
5. Wissenschaftliche Erkenntnisse basieren auf logischen Verknüpfungen zwischen Beobachtung und Erklärung

6. Wissenschaftliche Disziplinen teilen gemeinsame Regeln/Werte was die Gewinnung/Beurteilung von Erkenntnissen betrifft
7. Wissenschaft ist sowohl Wissen als auch Methodik/Prozess
8. Wissenschaft nimmt an, dass es konsistente Zusammenhänge in der natürlichen Welt gibt, die verstanden und erklärt werden können durch Messungen und Beobachtungen
9. Wissenschaft prüft und bewertet Anomalien in Daten sorgfältig
10. Wissenschaftliche Erklärungen beschränken sich auf Systeme, die sich für Beobachtungen und empirische Belege eignen
11. Wissenschaft kann Konsequenzen menschlichen Handelns beschreiben, ist aber nicht verantwortlich für gesellschaftliche Entscheidungen

Diese Aspekte eint vor allem das dahinterliegende Verständnis von Wissenschaft. Es kann als handlungsorientiert, prozedural und methodisch angesehen werden und deckt sich mit denen aus Schritt 1 und 2. Dadurch ergeben sich entsprechende Konsequenzen für die Vermittlung entsprechender, an den genannten NOS-Aspekten ausgerichteter Kriterien. Diese sollten unbedingt explizit vermittelt und reflektiert werden (vgl. 2.1.7 – 6.).

#### Schritt 4: Klärung der Bedeutung für Bewertungskompetenz

Die Bildungsstandards fordern, wie bereits beschrieben, die Vermittlung einer hochkomplexen Bewertungskompetenz bis zum Ende der Mittelstufe (vgl. 2.2.5 – 1.). Es gibt dafür keine klaren Handlungsanweisungen für Lehrkräfte. Die sechs formulierten Teilkompetenzen haben klaren Aufforderungscharakter. Es bleibt aber teilweise unklar, wie sie vermittelt werden sollen und wie eine Überprüfung bzw. Leistungsmessung und -bewertung aussehen soll. Bei Modellierungen von Bewertungskompetenz fehlt eine klare fachdidaktische Beschreibung, was Entscheidungsheuristiken oder Bewertungsstrukturwissen eigentlich ausmacht (vgl. A: Framing - Problemgrundlage). Insgesamt herrscht ein Mangel an griffigen Konzepten und Materialien zur Bewertungskompetenz im Chemieunterricht.

Aus den Erkenntnissen des ersten Mesozyklus (MZ 1) lässt sich schließen, dass das Verständnis von Wissenschaft von Schüler zu Schüler sehr unterschiedlich sein kann. Es wurde zudem deutlich, dass die Ausschärfungen der vorangegangenen ersten drei Schritte sehr wahrscheinlich einen Beitrag leisten können, eine rationalere, kriteriengeleitete Bewertung zu ermöglichen. Der Emotionalität und Spontaneität wird oft nicht Rechnung getragen, wenn Bewertungskompetenz im Unterricht thematisiert wird (vgl. 2.2.4). Eine klare Trennung von dem, was unabhängig von Meinungen und Emotionen faktisch korrekt ist und dem, was Gegenstand subjektiver Interessen und Vorlieben ist, muss klar formuliert werden.

#### Schritt 5: Zusammenfassung

In Mesozyklus 1 zeigte sich, dass bei Schülern offenbar ein Bedarf nach Werkzeugen besteht, die eine rationalere Beurteilung von emotionalen Themen ermöglichen. Darüber hinaus wurde deutlich, dass die Entwicklung eines einheitlicheren Bildes von Wissenschaft nötig sein wird, um sich kontroversen und komplexen Themen vergleichbar und stringent zu widmen.

Die ohnehin enge Verzahnung zwischen Bewertungskompetenz und naturwissenschaftlicher Grundbildung lässt schlussfolgern, dass sich das Etablieren wissenschaftlicher Kriterien im

Sinne der 11 NOS-Aspekte der NGSS positiv auf die Vermittlung auswirken würde. Auch die Reflexionsfähigkeit, die eine wichtige Rolle in der Urteilsbildung spielt, wird sowohl beim Cluster Approach als auch im Rahmen der Scientific Awareness gefordert. Damit stellen sich die Bereiche, die in den vorangegangenen vier Schritten betrachtet wurden, als direkt miteinander verbunden dar. Im Sinne einer pragmatischen Herangehensweise zur Entwicklung konkreter Materialien erscheint es sinnvoll, eine Reihe von Kriterien zu entwickeln, welche hier eine Lücke füllen.

## **Design**

In der Vorbereitung wurde der Bedarf an wissenschaftlichen Kriterien begründet, welche eine Schnittstelle darstellen zwischen pragmatischen NOS-Kriterien, Scientific Awareness und Hilfsmitteln rationaler Urteilsbildung mit dem Ziel zur Ausbildung eines einheitlichen Verständnisses von Wissenschaft. In dieser Phase soll eine grobe Idee entwickelt werden, wie Kriterien eines einheitlichen, wissenschaftlichen Weltbildes aussehen können, mit deren Hilfe die Vermittlung von Bewertungskompetenz ermöglicht werden kann.

Die formulierten Ansprüche basieren auf der pragmatischen und zielführenden Prämisse, Wissenschaft als einen methodischen Prozess zu begreifen. Die NGSS und auch andere Forschende beschreiben bzgl. naturwissenschaftlicher Grundbildung und NOS nicht explizit, um welche Methoden es sich handelt, die bei naturwissenschaftlichen Untersuchungen genutzt werden. Darauf beziehen sich immerhin die NOS-Aspekte 1., 2., 4., 6., 7. und 8. (vgl. Schritt 3: Prüfung einer Überschneidung von NOS-Aspekten). Die anderen Aspekte haben ebenfalls Berührungspunkte.

Um sich den methodischen Prozessen bei der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung vorsichtig zu nähern, werden im Folgenden *sieben bedeutende Aspekte wissenschaftlichen Arbeitens und Denkens* beschrieben, welche insbesondere bei empirischen Untersuchungen hohe Relevanz haben. Für eine geeignete Auswahl solcher *Kriterien* wurde eingangs versucht eine Einteilung in zwei Kategorien vorzunehmen. Die erste Kategorie beinhaltet („harte“) Kriterien, welche bei Experimenten und Versuchsanordnungen von besonderer Bedeutung sind (z. B. Randomisierung, Verblindung, Reproduzierbarkeit, etc.). Die zweite Kategorie („weiche Kriterien“) beinhaltet jene, welche im Sinne der Wissenschaft eher holistischere Bedeutung haben (Plausibilität, Kausalität vs. Korrelation, etc.). Sie sind eher assoziiert mit übergeordneten Prinzipien wissenschaftlichen Denkens. Abschließend zeigte sich allerdings, dass die Kriterien nicht eindeutig bzw. trennscharf einzuteilen sind. Der Grund dafür ist, dass für solche Kriterien keine einheitlichen Definitionen existieren. Je nach Forschungsgebiet können unterschiedliche Verständnisse existieren.

Daraufhin folgt eine Betrachtung verschiedener Wissenschaftsdisziplinen und -gebiete. So finden sich erste Einteilungen in Einzelwissenschaften bereits bei Aristoteles im 4. Jahrhundert vor Christus (Höffe, 2006). Die FOS<sup>102</sup> bietet zwar einen Überblick über verschiedene Wissenschaftszweige, legt aber nicht die entsprechenden zugrundeliegenden Kriterien fest. Dies geschieht in den jeweiligen Einzelwissenschaften und kann mitunter sehr unterschiedlich sein. Grundprinzipien und Kriterien wissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen sind häufig nicht trennscharf abzugrenzen zwischen verschiedenen Disziplinen – nicht zuletzt, weil sie nirgends erschöpfend definiert wurden. So lassen sich bezüglich einer allgemeinen Wissenschaftstheorie Kriterien wie Plausibilität oder die Falsifizierbarkeit nach Popper (vgl. 2.1.5.2; 2.3.2.2 – Bestätigungsfehler) benennen. In der Psychologie werden konkretere Kriterien wie Validität, Relia-

---

<sup>102</sup> Fields of Science and Technology – Systematik der OECD zur Kategorisierung von Wissenschaftszweigen

bilität, etc. beschrieben. Blickt man auf naturwissenschaftliche Experimente und Erkenntnisgewinnung, so lassen sich zudem konkrete Kriterien von Tests beschreiben wie etwa Variablenkontrolle, Verblindung, Randomisierung und Reproduzierbarkeit<sup>103</sup>.

Die folgenden sieben Kriterien wissenschaftlichen Arbeitens und Denkens werden im Folgenden etwas genauer beschrieben und ausformuliert. Sie können als Basis wissenschaftlicher Tests und Untersuchungen angesehen werden. Ob sie geeignet sind, ein tieferes Verständnis darüber zu erlangen, wie Wissenschaft wirklich funktioniert, wird in den kommenden Durchläufen dieses Mesozyklus untersucht (MZ 2.2 – 2.8). Angenommen wird, dass Methoden wie die Anwendung dieser Kriterien dazu geeignet sind (Shermer, 2013, S. 208).

## 1. Falsifizierbarkeit

Wissenschaft überprüft und hinterfragt sich immer wieder selbst und nimmt neu gewonnene Erkenntnisse entsprechend auf beziehungsweise ändert überholte Theorien. Selbst völlige Neuausrichtungen sind in unterschiedlichsten wissenschaftlichen Disziplinen bereits geschehen. Man spricht dabei von Paradigmenwechseln. Beispiele hierfür sind der Übergang vom geozentrischen zum heliozentrischen Weltbild, der Wechsel der Aristotelischen zur Newtonschen Mechanik oder aber auch das Verwerfen der Phlogiston-Theorie durch Lavoisiers Forschungen (Teichmann, 2013; Remane, 2010).

Alles, was mit Hilfe wissenschaftlicher Methoden untersucht wurde, ist demnach lediglich vorläufiges Wissen und bleibt stets Gegenstand weiterer Überprüfungen. Sämtliche wissenschaftliche Theorien sind immer empirisch und demnach prinzipiell falsifizierbar (Winther, 2015). Damit unterscheiden sie sich von pseudowissenschaftlichen Theorien grundlegend (vgl. 2.1.5). Aussagen sind nur dann empirisch-wissenschaftlich, wenn sie auch durch Erfahrungen überprüfbar sind (Popper, 1989).

Im Chemieunterricht werden Experimente sehr häufig lediglich als Bestätigungsexperimente durchgeführt. Dadurch gewinnen Schülerinnen und Schüler den Eindruck, dass es beim wissenschaftlichen Arbeiten stets um das Belegen/Beweisen/Bestätigen geht. Neue Formen von Unterricht ermöglichen allerdings den flexibleren Einsatz der Experimente z. B. zum Widerlegen von zuvor aufgestellten Hypothesen. Das Falsifizierbarkeitsprinzip hat daher eine besondere Rolle im naturwissenschaftlichen Unterricht.

## 2. Kontrollierte Bedingungen

Für die Interpretation von Ergebnissen empirischer Untersuchungen ist es von besonderer Bedeutung, „dass sich Veränderungen der abhängigen Variablen relativ eindeutig auf Veränderungen der unabhängigen Variablen zurückführen lassen“ (Tücke, 2005, S. 56). Um dies zu gewährleisten, wird stets versucht, den Versuchsaufbau so anzulegen, dass bei parallelen oder auf einander folgenden Versuchen die verschiedenen Kohorten/Gruppen etc. möglichst ähnlich sind (vgl. 2.1.4). Es sollen möglichst keine Rahmenbedingungen variiert werden. Man spricht von einer Minimierung der Störvariablen bzw. kontrollierten Bedingungen. Je eindeutiger ein Ergebnis am Ende interpretierbar ist, desto höher ist die innere Gültigkeit bzw. interne Validität.

Schülerinnen und Schüler haben insbesondere beim Experimentieren im Chemieunterricht große Schwierigkeiten damit, Strategien zur Variablenkontrolle anzuwenden (Rieß & Robin,

---

<sup>103</sup> Diese Kriterien lassen sich teilweise auch auf sozialwissenschaftliche und psychologische Experimente und Untersuchungen übertragen.

2012). Die Befunde aus der Literatur deuten darauf hin, dass dieses fundamentale wissenschaftliche Prinzip nicht ohne Hilfe verstanden wird. Insbesondere das Erkennen/Identifizieren möglicher Störfaktoren bzw. Einflussfaktoren stellt junge Experimentierende vor besondere Herausforderungen (Rieß & Robin, 2012). Zusammen mit dem „Konstanthalten“ der Einflussfaktoren bildet das Prinzip der kontrollierten Bedingungen gleich zwei Aspekte wissenschaftlichen Arbeitens.

### 3. Kausalität vs. Korrelation

Werden Ereignisse interpretiert, so neigen Menschen dazu, kausale Zusammenhänge herzustellen, wo eigentlich keine vorliegen<sup>104</sup>. Ursächlich dafür sind eine Reihe kognitiver Verzerrungen (vgl. 2.3.2.2. – Überzeugungs-Bias, Emotionales Schlussfolgern, Kontrollillusion; Anhang T3). Insbesondere der Fehlschluss, bei dem das (lediglich korrelierte) aufeinanderfolgende Auftreten zweier Ereignisse als kausal verbunden gesehen wird, ist sehr häufig zu sehen (*post hoc ergo propter hoc*) (Tobin, 1970).

Zur Überprüfung von Hypothesen werden in den Naturwissenschaften Experimente durchgeführt, die einer Reihe von Bedingungen genügen müssen. Zentral ist vor allem, dass eine Kontrolle hinsichtlich möglicher Störvariablen eingehalten wird (s. o.) (2.1.4.). Durch Variation eines Merkmals ist es möglich, kausale Zusammenhänge innerhalb spezifischer Rahmenbedingungen zu ermitteln (Schulz et al., 2012, S. 15). Dieser Weg der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung ist allerdings nicht immer technisch umsetzbar. Manche Hypothesen<sup>105</sup>, obwohl falsifizierbar (s. o.), entziehen sich einer Überprüfbarkeit unter kontrollierten Bedingungen (Huber, 2013). Man greift auf die Korrelationsforschung zurück (ebd., S. 69). Treten mehrere Merkmale gemeinsam in Erscheinung, liegt eine *Korrelation* vor (Myers 2008, S. 30). Dennoch ist es egal, wie stark ein gemessener Zusammenhang ist - es können keine eindeutigen Aussagen bezüglich der *Kausalität* gemacht werden (Bauer, 2014, S.177). Starke Korrelationen sind lediglich Hinweise auf eine mögliche Ursache-Wirkungs-Beziehung.

Häufig existieren aufgrund eingeschränkter Kontrolle der Bedingungen Störvariablen, welche im Untersuchungsdesign nicht berücksichtigt werden. Diese könnten ursächlich für eine Änderung zweier oder mehrerer Merkmale sein, welche jeweils untereinander „nur“ korrelieren. Bauer spricht von Scheinkorrelation (Bauer et al. 2014). Ein typisches Beispiel stellt der Storch, der die Kinder bringt, dar. Die Zahl der Kinder korreliert demnach mit der Zahl der Storche. Das ist vermutlich eine tatsächlich weitestgehend korrekte Beobachtung. Der Schluss, dass es daher auch der Storch sei, der die Kinder bringt, ist aber selbstverständlich falsch. Es gibt ein drittes Merkmal, welches sowohl die Zahl der Storche als auch die Zahl der Kinder kausal bedingt: Der Ort. So gibt es in Dörfern in der Regel viele Storche und mehr Kinder (pro Familie) als in Städten. Die Konfusion zwischen Korrelation und Kausalität führt in diesem Fall zu einer falschen Schlussfolgerung. Die Scheinkorrelation<sup>106</sup> zweier Merkmale wird demnach über ein drittes Merkmal kausal vermittelt.

---

<sup>104</sup> So glauben viele Menschen, dass ihre körperlichen Beschwerden wetterbedingt seien. Auch, dass die Qualität des Schlafs vom Mond abhängt, ist ein widerlegter Irrglaube.

<sup>105</sup> z. B. aus der soziologischen Forschung

<sup>106</sup> Ein Beispiel für die Folgen der Fehlinterpretation von Scheinkorrelationen stellt der sogenannte Cargo-Kult dar, welcher im Südpazifik auf mehreren Inseln nach dem Ende des zweiten Weltkrieges beobachtet werden konnte (Lindstrom, 2019). Im zweiten Weltkrieg wurden tausende US-amerikanische Soldaten auf einer Insel im Süd-Pazifik stationiert. Zur Versorgung wurde dort massenhaft Kriegsmaterial abgeworfen (Zelte, Waffen, Kleidung, Nahrungsmittel etc.). Die Soldaten und die Einheimischen, die sie beherbergten, wurden mit Materialmengen regelrecht überschüttet. Als der Krieg vorbei war, wurden die Flughäfen verlassen und es wurde kein

Es ist auch möglich, dass eine Korrelation zwar beobachtet werden kann, diese aber rein zufällig auftritt. Man spricht von einer illusorischen Korrelation (Myers, 2008, S.34). Menschen neigen insbesondere sehr stark dazu, Zusammenhänge zu erkennen oder zu vermuten, wenn sie aufgefordert werden, nach solchen aktiv zu suchen (Ward & Jenkins, 1965). In vorhandenen Datensätzen zu völlig unterschiedlichen Kontexten können so aktiv Korrelationen beschrieben werden, die in keinerlei Zusammenhang zueinander stehen, optisch aber so aussehen, als würde ein solcher bestehen (Abbildung 13).

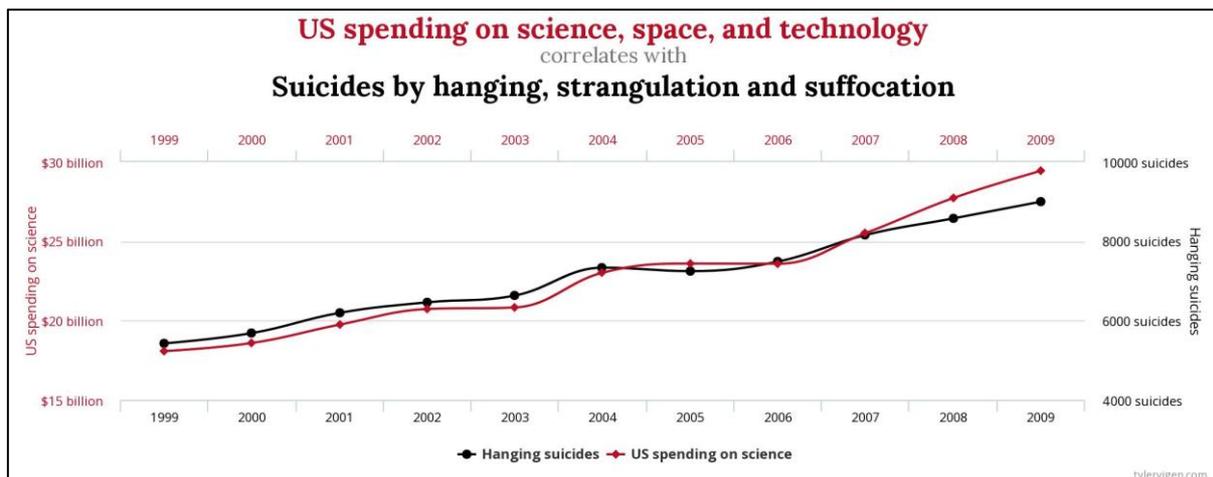


Abbildung 13: Beispiel einer illusorischen Korrelation (<https://www.tylervigen.com/spurious-correlations>)

Die hier betrachteten Korrelationen unterteilen sich demnach in die Folgenden:

- *echte Korrelationen*, die zwar einen Hinweis auf Kausalität liefern, aber keinen Beleg darstellen
- *Scheinkorrelationen*, die Kausalität suggerieren, jedoch streng genommen unabhängig voneinander sind, da sie jeweils von einem dritten Merkmal beeinflusst werden
- *Illusorische Korrelationen*, die zwar einen Zusammenhang vermuten lassen (Korrelation und/oder Kausalität), in Wirklichkeit aber keinerlei Verbindung miteinander haben und rein zufällig so auftreten

In Bezug auf Korrelationen ist zudem von Bedeutung, in welcher Wirkrichtung, falls vorhanden, eine Kausalität besteht (Myers, 2008). Betrachtet man etwa die Korrelation zwischen dem Spielen gewalthaltiger Computerspiele und gewalttätigem Verhalten, so ist, selbst wenn ein kausaler Zusammenhang wirklich bestehen sollte, nicht direkt ersichtlich, in welche Richtung Ursache und Wirkung bestehen (Baier et al., 2006, S. 149/174).

---

„Cargo“ (auf deutsch: Fracht) mehr abgeworfen. Darum bemüht, weiter „Cargo“ per Fallschirm zu erhalten, imitierten die Einheimischen die Praxis, die sie bei den Soldaten, Seeleuten und Fliegern gesehen hatten. Sie schnitzten Kopfhörer aus Holz und trugen sie, als würden sie im Flughafentower sitzen. Sie stellten sich auf die Landebahnen, imitierten die wellenartigen Landungssignale und entzündeten Signalfeuer und -fackeln in den Leuchttürmen. Die Einheimischen schnitzten sogar Gewehre und marschierten genauso, wie sie es zuvor bei den Soldaten gesehen hatten. Alles geschah in der Hoffnung, dass die Ahnen sie erhören und erneut „Cargo“ aus dem Himmel auf sie herabwerfen würden.

#### 4. Reproduzierbarkeit

Die wissenschaftliche Methode ermöglicht es, Naturereignisse auf reproduzierbare Weise zu beschreiben (Di Francia, 1976). Damit gehört Reproduzierbarkeit zu den Kernkriterien der Wissenschaft überhaupt (vgl. 2.1.1). Ebenso ist sie notwendige Bedingung eines Experiments (vgl. 2.1.4). Bei den von Mahner formulierten methodischen Indikatoren einer Abgrenzung zur Pseudowissenschaft wird Reproduzierbarkeit von Daten ebenfalls benannt (vgl. 2.1.5.2). Im Sinne der Demarkation kann sie als zentrales Gütekriterium von Wissenschaft angesehen werden.

#### 5. Verblindung

Blindstudien sind vor allem in der psychologischen und medizinischen Forschung weit verbreitet. Zu verblinden bedeutet, dass die Probanden einer empirischen Untersuchung nicht wissen, ob sie in der Kontrollgruppe oder in der Interventionsgruppe sind. Bei Medikamentenstudien bedeutet dies, dass Patienten nicht wissen, ob sie ein Medikament oder ein Kontrollpräparat<sup>107</sup> erhalten. Wenn auch der Versuchsleiter nicht weiß, welches Mittel er verabreicht, spricht man von doppelter Verblindung bzw. einer doppelblinden Studie. Dreifach verblindet sind jene Studien, bei denen auch die Statistiker bei der Auswertung nicht wissen, welche Substanz verabreicht wurde. Verblindete Studien liefern objektivere Ergebnisse als nicht verblindete Studien, da der Einfluss von Erwartungen, Vorurteilen und Wünschen eliminiert wird. Durch dieses Prinzip konnten bereits viele populäre pseudowissenschaftliche Hypothesen<sup>108</sup> widerlegt werden (Forschung, 2009).

Verblindung ist in Experimenten umso wichtiger, „je stärker die Komponente der Subjektivität bei der Beurteilung von Behandlungsergebnissen ist“ (Evans et al., 2013, S. 127). Insbesondere emotionale Themen wie Gesundheit oder Ernährung erfordern daher Untersuchungen, die verblindet werden. Wie wichtig auch eine zweite Verblindung ist illustriert eine Studie von Rosenthal eindrucksvoll. Der nach ihm benannte Rosenthal-Effekt bzw. Versuchsleiter-Effekt (mittlerweile Versuchsleiterartefakt) (Bortz & Döring, 2006, S. 82f) belegt den Einfluss der selbsterfüllenden Prophezeiung bei Experimenten (vgl. 2.3.2.2). Eine positive Erwartungshaltung beim Versuchsleiter kann demnach (sogar bei Tierversuchen) einen so entscheidenden Einfluss auf den Ausgang eines Experiments haben, dass sich nicht nur subjektiv sondern tatsächlich objektiv Änderungen bei den Ergebnissen feststellen lassen (Rosenthal & Fode, 1996).

Die Verblindung ist ebenfalls ein essentieller Bestandteil von RCTs<sup>109</sup> und gehört somit zum Goldstandard (der evidenzbasierten Medizin). Allerdings sind nicht alle Experimente prinzipiell verblindet durchführbar. Selbst in der evidenzbasierten Medizin und der Psychologie gibt es immer wieder Therapien, die nicht verblindet erforscht werden können. Das heißt, dass Patient und Behandelnder zu jeder Zeit wissen in welcher Gruppe (Interventions- oder Kontroll-) sie sich befinden.

#### 6. Randomisierung

Die Randomisierung ist eine Grundvoraussetzung für kontrollierte Bedingungen in Experimenten. Versuchspersonen werden auf zufällige Art und Weise aufgeteilt auf Kontrollgruppe und Experimental- bzw. Verumgruppe (Musahl & Schwennen, 2001). Häufig wird auch Verblindung im Zusammenhang mit Randomisierung genannt. Die elementarste Form stellt dabei die

---

<sup>107</sup> bzw. Placebo-Medikament

<sup>108</sup> Aufspüren von Wasseradern mit Wünschelruten, Einfluss von Elektrosmog auf den Menschen, etc.

<sup>109</sup> Randomized Controlled Trial

(uneingeschränkte) Randomisierung dar (Schulz & Grimes, 2007). Sie ist vergleichbar mit einem wiederholten fairen Münzwurf und wird von keinem anderen Verfahren übertroffen (Schulz & Grimes, 2007). Damit sind Selektionsbias und Störeffekte am vermeidbarsten.

Eine tiefere Betrachtung verschiedener Arten und Verfahren der Randomisierung wird hier nicht vorgenommen. Da die Entwicklung unterrichtlicher Interventionen angestrebt wird, scheint dies im Sinne der didaktischen Reduktion angemessen.

## 7. Plausibilität

Plausibilität scheint auf dem ersten Blick ein vernünftiges Kriterium zu sein, wenn es darum geht, eine naturwissenschaftliche Untersuchung zu beurteilen. Allerdings ist der Begriff mehrdeutig und eignet sich nicht, wenn ein einheitliches naturwissenschaftliches Weltbild angestrebt wird (Winko, 2015).

Weitere Untersuchungen hinsichtlich der Eignung im unterrichtlichen Einsatz werden im Rahmen dieser Arbeit nicht angestrebt.

Die sieben Kriterien orientieren sich zum Teil am Goldstandard medizinischer Studien, welcher *Randomisierung, kontrollierte Bedingungen* sowie *doppelte Verblindung*<sup>110</sup> fordert (Kleist, 2006; Strausz, 2013). Trotz einiger Limitationen weist diese Art von Studien den höchsten methodologischen Standard auf, ist mit der größten Objektivität verbunden und am wenigsten anfällig für kognitive Verzerrungen (vgl. 2.3.2.2) und Biases (Kleist, 2006, S. 51). Bis auf die Plausibilität, welche hier empirisch nicht in Form einer unterrichtlichen Intervention untersucht werden wird, lassen sich alle anderen Kriterien (im engeren oder weiteren Sinne) mit dem Goldstandard in Beziehung bringen. Da dieser die aktuell gängige und anerkannteste Form bei medizinischen sowie einem Großteil der naturwissenschaftlichen Untersuchungen darstellt, ist die Auswahl sinnvoll. Die formulierten Kriterien sind nicht auf einen kleinen Bereich (natur-)wissenschaftlicher Forschung bzw. Einzelwissenschaften beschränkt. Sie lassen sich grob einteilen in „harte und weiche“ Kriterien, d.h. jene, die bei Experimenten und Tests Anwendung finden (müssen), und jene, die eher theoretischer Natur sind und geeignet sind um Hypothesen und Fragestellung zu hinterfragen/reflektieren. Damit bilden sie eine einheitliche Grundlage wissenschaftlicher, empirischer und experimenteller Untersuchungen, welche einem kohärenten Verständnis von Wissenschaft entspricht. Inwieweit die Kenntnis dieser Methoden und Prozesse auch eine Denkweise im Sinne der Scientific Awareness beeinflusst, soll im weiteren Verlauf dieses Mesozyklus untersucht werden. Ob die teilweise nicht gegebene Trennschärfe ein Problem darstellt, oder ob sie durch geeignete didaktische Reduktion bzw. Darstellung vernachlässigt werden kann, wird sich noch herausstellen müssen.

Wenn innerhalb kontroverser komplexer Kontexte kompetent bewertet werden soll, so müssen diese eine Reihe von Eigenschaften aufweisen. Nicht jedes Thema und nicht jedes Problem eignen sich dazu. Wie in Kapitel 2.4 deutlich wurde, sind SSI und rationale Entscheidungsfindungen allerdings eng miteinander verbunden (2.4.4). Wie eng genau, bedarf weiterer Analysen. Inwieweit Kontexte einen Rahmen bieten, um Prüfkriterien, die Aspekte eines einheitlichen wissenschaftlichen Weltbildes darstellen, zu nutzen, wird zu einem späteren Zeitpunkt geklärt (MZ 3 und MZ 4).

---

<sup>110</sup> Manchmal wird auch dreifache Verblindung gefordert. Das bedeutet, dass die Auswertung der doppelt verblindeten Untersuchung ebenfalls verblindet erfolgt, um den menschlichen Einfluss bei der Beurteilung der Daten zu minimieren.

## Prüfkarten

Um eine explizite und nachhaltige Vermittlung der Prüfkriterien zu gewährleisten, werden Prüfkarten designt, welche sowohl als Sicherung des Erlernten als auch zur Anwendung dienen. Diese sollen nach der jeweiligen Erarbeitungsphase eingesetzt werden. Das Format der Karten ähnelt denen einer Spielkarte und regt dazu an, diese auch so zu nutzen. Damit ist gemeint, dass Lernende die Kriterien als Prüfinstrumente einsetzen können, um kontroverse Kontexte, (ambivalente) Behauptungen oder neue Informationen zu bewerten. Die Prüfkarten stellen Werkzeuge dar, welche eine kriterienbasierte Evaluation bzw. Beurteilung unterstützen, indem mit ihrer Hilfe „die (Pseudo-)Wissenschaft dahinter“ erkannt werden soll. Sie können als Reaktion, Kritik, Bestätigung, Zweifel oder Frage auf ein bestimmtes Argument, eine Behauptung oder Information gelegt bzw. „gespielt“ werden. Dadurch sollen Lernende befähigt werden, sich bewusst kriteriengeleitet mit Kontexten auseinanderzusetzen.

Eine gleichartige Gestaltung soll vermitteln, dass alle Karten Denkweisen oder Methoden eines einheitlichen und wissenschaftlichen Weltbildes darstellen. Jedes einzelne Prüfkriterium wird zudem ergänzt um ein Symbol, welches beim Erinnern hilft und die teilweise komplizierten Namen mit einem leichter zu merkenden Bild verknüpft (Abbildung 14).

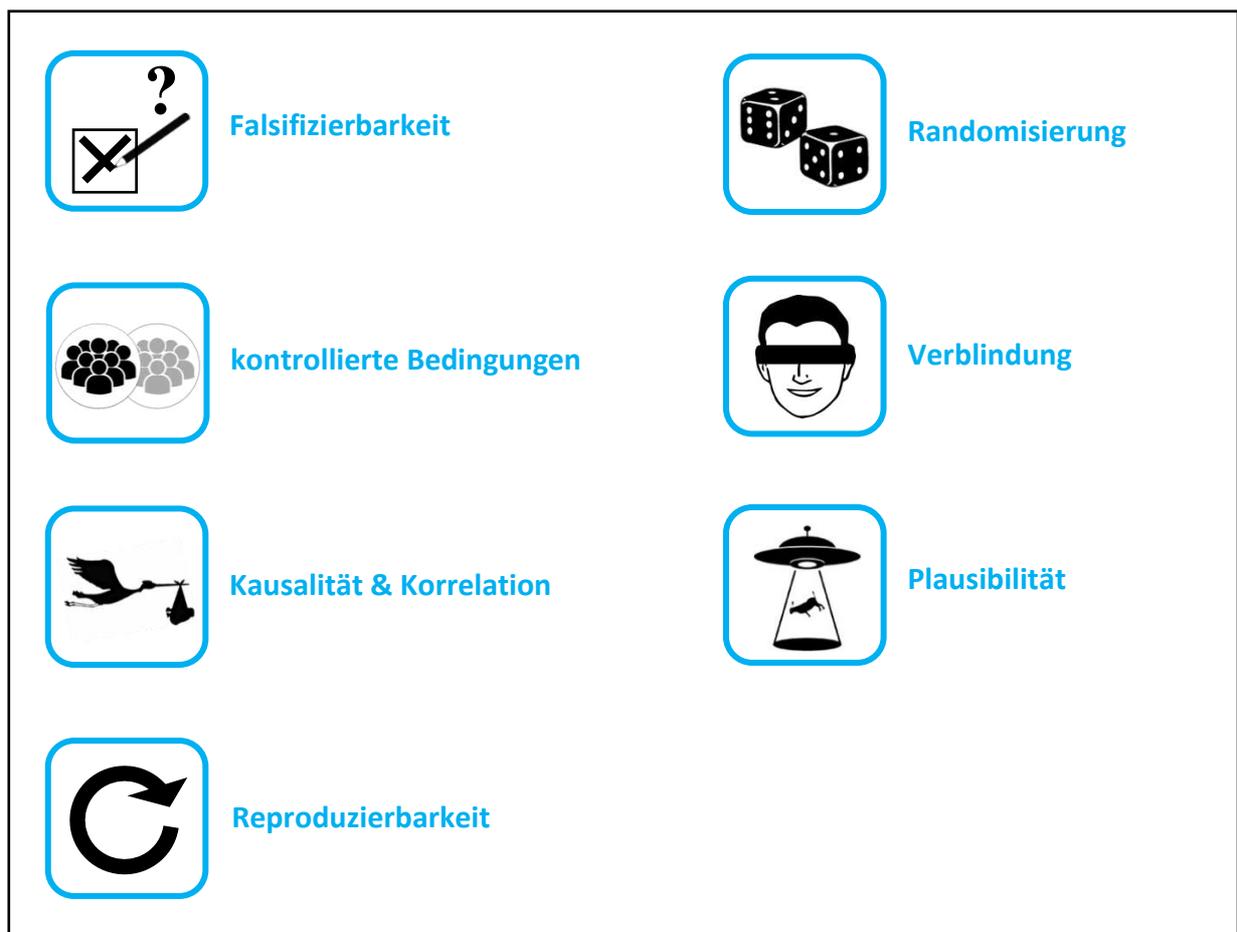


Abbildung 14: Symbole zu den Prüfkriterien

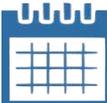
Ein Satz Prüfkarten, welcher zu einem Prüfkriterium gehört, besteht in der Regel aus sechs Karten:

1. Prüfkarte: Deckblatt mit Name und Symbol des Prüfkriteriums

2. Prüfkarte: } Wozu ...?      Was ist ...?      Wie ...?      Was ...?  
3. Prüfkarte: }

4. Prüfkarte: <Prüfkriterium> **in der Chemie** 

5. Prüfkarte: <Prüfkriterium> **in der Forschung** 

6. Prüfkarte: <Prüfkriterium> **im Alltag** 

Je nach Prüfkriterium können die Inhalte auf der zweiten und dritten Karte variieren. Dabei dient als Grundlage die Erarbeitungsphase. Je nachdem, auf welche Weise das Kriterium erarbeitet wurde, beziehen sich die Inhalte der Prüfkarten darauf. Dabei werden Schlüsselbegriffe, Formulierungen, Farbcodes, Symbole usw. dazu genutzt, um für die Lernenden einen Anker darzustellen, der die vermittelten Methoden und Prinzipien besser erinnern lässt. Die beiden Karten stellen eine Sicherungsphase für das jeweilige Prüfkriterium dar und sind fester Bestandteil aller Prüfkartensätze.

Die Prüfkarten 4., 5. und 6. ermöglichen eine Anwendung des zuvor erarbeiteten Prinzips bzw. der Methode. Um zu zeigen, dass die Prüfkriterien allgemeingültig sind (vgl. 4.2.1 – Schritt 3.), wurden drei Bereiche definiert, in denen diese nun genutzt werden können: *Chemie*, *Forschung* und *Alltag*. Dabei ist mit *Chemie* all das gemeint, was im weitesten Sinne chemisches Fachwissen ist oder an dieses eng anknüpft. *Forschung* meint Studien, deren Ergebnisse sowie Allgemeinwissenschaftliches. Unter *Alltag* sind Aussagen, Behauptungen und Sachverhalte aus der Lebenswelt der Schüler zu verstehen. Die Lehrkraft kann aus diesen dreien eine oder mehrere Karten wählen, welche die Lernenden erhalten. Dort sind alle Informationen und Instruktionen enthalten, die eine Auseinandersetzung mit Hilfe des jeweiligen Prüfkriteriums erfordern. Die Lernenden erfahren auf diesem Wege deren Nützlichkeit in unterschiedlichen Bereichen. Bei der Bewertung komplexer SSI ist eine solche Reichweite von großer Bedeutung. Die Prüfkriterien müssen als universell einsetzbare, fundamentale Prinzipien erkannt und wahrgenommen werden, um von Lernenden in emotionalen und komplexen Kontexten überhaupt angewendet zu werden. Auch die Bildungsstandards fordern eine Befähigung, um Vernetzungen der Chemie in Lebenswelt, Alltag, Umwelt und Wissenschaft erkennen (vgl. 2.4.3). Lernende berücksichtigen häufig rationale Kriterien bei der Urteilsbildung nicht oder lehnen diese ab (vgl. 2.2.5

– 4.). Die Prüfkarten helfen zudem, rationale Prozesse anzustoßen, was wichtig ist, um alternative, intuitive und emotionale Entscheidungen zu vermeiden bzw. zu reduzieren (vgl. 2.2.5 – 12.).

Die Designs der Prüfkarten finden sich in den jeweiligen Durchläufen des zweiten Mesozyklus (MZ 4.2.2 – 4.2.8)

### Durchführung

In diesem Durchlauf des Mesozyklus wird keine Erprobung durchgeführt. Sie findet stattdessen in Form von weiteren Durchläufen (MZ 2.2. – 2.7) statt. In verkürzter Form werden dort Entwicklungen und (teilweise) Erprobungen sowie Ideen möglicher Unterrichtsinterventionen dargestellt.

*Hinweis: Eine abschließende Synthese dieses ersten Durchlaufs sowie die endgültige Beantwortung der Fragestellung von MZ 2.1 sowie der übergeordneten Fragestellung erfolgt nach den Durchläufen MZ 2.2 – 2.8.*

### Analyse

Eine Analyse kann an dieser Stelle nicht erfolgen, da empirische Untersuchungen erst in den folgenden Durchläufen dieses Mesozyklus stattfinden. Dennoch kann eine vorsichtige theoretische Betrachtung der designten Kriterien erfolgen. So kann etwa die Frage „*Auf welche Weise können Kriterien eines einheitlichen, wissenschaftlichen Weltbildes die Vermittlung von Bewertungskompetenz ermöglichen?*“ in Teilen bereits beantwortet werden:

Die zuvor benannten Kriterien sollen zur späteren Nutzung als Werkzeuge dienen, um Lernende zu befähigen, kontroverse naturwissenschaftliche Kontexte adäquat und rational zu beurteilen. Sie werden daher ab jetzt mit dem Begriff **Prüfkriterien (PK)** bezeichnet. Dies soll verdeutlichen, dass es sich um Instrumente handelt, die es ermöglichen, SSI kritisch zu prüfen und letztendlich individuell und kriteriengeleitet auch zu bewerten. Dabei gilt die Annahme, dass Lernende diese PK auch benötigen, um angemessen reflektieren zu können. Das würde zu einer rationaleren Sichtweise auf wissenschaftliche Evidenz sowie zum Erkennen kognitiver Verzerrungen bei sich und anderen führen (vgl. 2.4.5 – 1.). Es kann demnach geschlossen werden, dass die Kenntnis der PK, sowie die Fähigkeit, diese auch auf kontroverse Kontexte anwenden zu können, wertvolle Beiträge zum kompetenten Bewerten leisten können. Im Sinne eines Cluster-Approach wird durch die schrittweise Vermittlung wissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen zudem die Fähigkeit ausgebaut, wissenschaftliche von pseudowissenschaftlichen Inhalten abzugrenzen. Die PK stellen für die Lernenden eine gemeinsame Basis dar, mit deren Hilfe eine kriteriengeleitete und einheitliche Bewertung wissenschaftlicher Sachverhalte erfolgen kann.

#### 4.2.1.1 Vorbereitungen für die weiteren Durchläufe des Mesozyklus 2

An dieser Stelle werden die theoretischen Überlegungen zu den Prüfkriterien konkretisiert. Dabei werden grundlegende Eigenschaften beschrieben, die bei der Materialentwicklung berücksichtigt werden. In den jeweiligen weiteren Durchläufen des Mesozyklus 2 (MZ 2.2 – 2.7) werden die Vorgaben genutzt, um konkrete unterrichtliche Interventionen, zur Vermittlung der PK, zu planen und durchzuführen.

Um eine einheitliche Vermittlung der Prüfkriterien im Unterricht zu ermöglichen, sind folgende Merkmale von Bedeutung:

- Berücksichtigung der NOS-Aspekte<sup>111</sup> (s. o.)
- Trennschärfe (s. o.)
- Einheitliches Design (vgl. Zielsetzung und Fragestellung dieses Mesozyklus)
- Fachunabhängigkeit<sup>112</sup>
- Anwendbarkeit auf SSI (s. o.)
- Reflexion (s. o.)
- Explizite Vermittlung (vgl. 2.1.3; 2.1.6; 2.1.7 – 3.; 2.2.2.5; 2.2.3)
- Erzeugung eines kognitiven Konflikts

Im Folgenden wird auf die letzten zwei Punkte genauer eingegangen, da sie zuvor noch nicht behandelt wurden.

In Kapitel 2.1.3 wurde ausführlich thematisiert, welche Aspekte von NOS für die Bewertung kontroverser naturwissenschaftlicher Themen von besonderer Bedeutung sind und wieso. Auch wurde die Relevanz jener Aspekte wissenschaftlicher Methodik, deren Prinzipien Objektivität erhöhen und deren Anwendung/Nutzung rationalere Beurteilungen wissenschaftlicher Evidenz erlauben, diskutiert.

#### **Explizite vs implizite Vermittlung von methodischen sowie NOS-Aspekten**

Die Erarbeitung und Anwendung wissenschaftlicher Kriterien kann durchaus auch im Sinne Ledermans und Abd-El-Khalicks als explizit angesehen werden, insofern ein konzeptioneller Rahmen gegeben wird, der den Lernenden die Möglichkeit gibt, ihre Erfahrungen auch zu reflektieren (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000, S. 689). Wie genau die PK jedoch als NOS-Aspekte betrachtet werden dürfen, ist nicht eindeutig. So weisen Lederman, Antink und Bartos darauf hin, dass „science processes“ nicht mit NOS verwechselt werden sollten (Norman G Lederman et al., 2014, S. 289). Auch wenn sie sich überlappen, ist eine Unterscheidung doch wichtig. Während „*scientific processes*“ Aktivitäten wie Sammeln und Analysieren von Daten darstellen, bezieht sich NOS eher auf „*epistemological underpinnings of the activities and products of science*“ (ebd., S. 289).

---

<sup>111</sup> In „Vorbereitung - Schritt 3“ wurden die Kategorien von Koska & Krüger sowie die Aspekte der NGSS genannt, die an den ehesten Elementen eines methodischen Verständnisses von Wissenschaft entsprechen.

<sup>112</sup> Die zu entwickelnden werden nicht für ein spezifisches Unterrichtsfach entwickelt und sollen prinzipiell überall einsetzbar sein.

Die Vermittlung der Prüfkriterien mag auf den ersten Blick wie ein impliziter Vermittlungsversuch wirken. So schreiben Abd-El Khalick von „science process-skills instructional sequence or science-based inquiry activity“ als „implicit approaches“ (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000). Allerdings geben sie auch zu bedenken, dass es Möglichkeiten gibt, daraus eine explizite Vermittlung zu gestalten. Dies sei gerade dann möglich, wenn Lernenden die Möglichkeit geboten wird, ihre Erfahrungen/Erkenntnisse innerhalb eines Rahmens zu reflektieren, der Aspekte von NOS expliziert (ebd., S. 689). Eine solche explizite Vermittlung wird auch für die Prüfkriterien angestrebt.

Auch Gott et al. plädieren dafür, unbedingt „*procedural knowledge*“ zu vermitteln (Glaesser et al., 2009). Gemeint ist damit jenes prozesshafte Wissen und das „Anwendenkönnen“ von Methoden zur Erkenntnisgewinnung. Gott et al. unterscheiden *procedural knowledge* und *substantive knowledge* (vgl. Glaesser et al., 2009) und messen ersterem eine wesentlich wichtigere Rolle in der Befähigung zu einer, über Fächergrenzen hinausgehende, gesellschaftliche Teilhabe bei. Insbesondere, wenn es darum ginge, in Entscheidungsfindungsprozessen mit offenem Ausgang<sup>113</sup> handlungsfähig zu bleiben, sei ein solches Wissen von Bedeutung (Glaesser et al., 2009).

### **Kognitiver Konflikt:**

Die Erarbeitung eines PK, also eines neuen, wissenschaftlichen Prinzips bzw. einer neuen Methode kann evtl. als ein Konzeptwechsel seitens des Denkens der Schüler angesehen werden (Duit & Treagust, 2003). Ein solcher kann angestoßen werden, wenn bereits bestehendes Wissen im Konflikt steht mit einer gemachten Beobachtung bzw. erhaltenen Informationen (Duit & Treagust, 2003). Insbesondere „Unzufriedenheit mit der gegenwärtigen Vorstellung“ wird als Voraussetzung für einen Konzeptwechsel gesehen (Petermann & Friedrich, 2008 S.110). Egbers fasst in diesem Rahmen Arten des Umgangs mit Informationen, die einen kognitiven Konflikt hervorrufen (und damit einen Konzeptwechsel initiieren) könnten, zusammen: Ignoranz, Zurückweisung oder Uminterpretation von Daten oder Aufschub der Konfliktlösung (Egbers, 2015, S. 16). Damit sind direkt die Problemfelder benannt, denen vehement während der Unterrichtsinterventionen entgegengewirkt werden sollte.

Um bestehende Vorstellungen tatsächlich zu ändern, muss das neue Konzept verständlich, plausibel und fruchtbar sein (Posner et al., 1982). Ob und inwieweit PK bestehende Vorstellungen ersetzen oder verbessern können und inwiefern es sich dabei um kognitive Konflikte handelt, die einen Konzeptwechsel anstoßen könnten, wird sich zeigen. Als Essenz bleibt festzuhalten, dass Unzufriedenheit mit gegenwärtigen Vorstellungen sowie eine sensible Steuerung des Prozesses der Informationsverarbeitung seitens der Lernenden bei der Entwicklung und Erprobung von Unterrichtsmaterial von Bedeutung sind.

Im folgenden Durchlauf (MZ 2.2) dieses Mesozyklus werden die zuvor erwähnten Konkretisierungen praktisch vorgenommen. Die zugehörigen Erklärungen finden nur dort statt. In den späteren Durchläufen (MZ 2.3 – 2.8) werden die Umsetzungen nur dargestellt und lediglich neue oder besondere (spezifische) Aspekte ausführlicher erklärt.

---

<sup>113</sup> Diese finden sich bei komplexen naturwissenschaftlichen Kontroversen bzw. Socio-Scientific Issues.

#### 4.2.2. MZ 2.2 – In welcher Weise erarbeiten und nutzen Lernende das wissenschaftliche Prüfkriterium Falsifizierbarkeit?

Die Entwicklung und Erprobung des Prüfkriteriums Falsifizierbarkeit entstand in Form von vielen kollaborativen Planungen und Gesprächen in enger Zusammenarbeit mit Christopher Kralisch im Rahmen einer Masterarbeit (Kralisch, 2017). Dabei wurden folgende Lernziele festgelegt (Kralisch, 2017, S. 16):

Die Schülerinnen und Schüler...

1. beschreiben Falsifizierbarkeit als ein Prüfkriterium für Wissenschaftlichkeit,
2. beschreiben problematische Aspekte der Wissenschaftlichkeit von Aussagen, Behauptungen und Hypothesen und begründen diese,
3. beurteilen die Falsifizierbarkeit von Aussagen, Behauptungen und Hypothesen anhand verschiedener lebenspraktischer Beispiele im Kontext von „Fake-News“ in sozialen Medien
4. verwenden die Fachbegriffe „falsifizierbar“ und „nicht falsifizierbar“ zielgerichtet.

*Hinweise:*

*Die Vorbereitungsphase entfällt, da diese (allgemein) bereits unter 4.2.1 (und 4.2.1.1) für alle weiteren Durchläufe von MZ 2 stattfand.*

#### **Design**

*Hinweis: Eine ausführliche Schilderung des Designs findet sich bei Kralisch (Kralisch, 2017). In der hier vorliegenden Arbeit werden ausgewählte Aspekte präsentiert.*

Der Fokus der Materialentwicklung liegt darin, den Unterschied zwischen falsifizierbaren und nicht falsifizierbaren Aussagen darzustellen. Das entwickelte Material soll bei Lernenden einen kognitiven Konflikt auslösen, indem es beide Arten innerhalb eines interessanten Kontexts präsentiert und ihnen eine (begründete) Positionierung abverlangt (vgl. 4.2.1.1.).

#### **Erarbeitung des Prüfkriteriums „kontrollierte Bedingungen“**

Die unterrichtliche Intervention beginnt mit einem Arbeitsblatt, welches eine (falsifizierbare) Behauptung zeigt (Anhang P1.1): Birte: „Haselnüsse enthalten weniger Fett als Nutella.“ Eingebunden wird die Aussage in den Kontext eines Gesprächs zweier Personen über Nutella<sup>114</sup>. Die Lernenden werden aufgefordert, zu überlegen, wie eine solche Behauptung zu prüfen sei. Mögliche Lösungswege beinhalten z. B. Lesen der Packungsbeilagen, Fettgehalt messen oder eine Internetrecherche. Mit zwei weiteren Fragen wird die Problemstellung konkretisiert: „Was musst Du beobachten, damit Birtes Behauptung bestätigt wird?“ und „Was musst Du beobachten, damit Birtes Behauptung widerlegt wird?“ Dadurch findet eine erste vorsichtige Annäherung an das Prinzip der Falsifikation statt. Die Untersuchung (Ablesen der Fettgehalte) wird durchgeführt und die Ergebnisse auf die Aussage bezogen (Birtes Aussagen kann widerlegt werden). Dabei wird besonders darauf geachtet, dass die Lernenden nicht *wissenschaftlich* mit

---

<sup>114</sup> Jeder mag Nutella.

*richtig* und *unwissenschaftlich* mit *falsch* assoziieren. Dies mag auf den ersten Blick ungewöhnlich erscheinen, wird aber im weiteren Verlauf geklärt. (Ziel 2)

Im Anschluss wird ein weiteres, ähnliches Arbeitsblatt (Anhang P1.2) präsentiert, welches eine nicht falsifizierbare Behauptung enthält: *Bernd*: „*Es gibt trotzdem Haselnüsse, die gar kein Fett enthalten. Die sind aber sehr selten.*“ Die Lernenden sollen erneut beurteilen, unter welchen Bedingungen diese Aussage bestätigt oder widerlegt werden kann. Dabei wird intendiert, dass sie erkennen, dass eine Widerlegung nur dann möglich ist, wenn alle Haselnüsse der Welt untersucht würden. Dies soll eine Unzufriedenheit auslösen, die ein „schlechtes Licht“ auf die Behauptung wirft (vgl. 4.2.1.1). In einer anschließenden Plenumsphase werden Impulse gegeben, die zeigen, dass selbst eine solche Untersuchung nicht zur Widerlegung führt. Schließlich kann Bernd weiterhin behaupten, man habe eben noch nicht alle Haselnüsse gefunden. Seine Aussage kann somit nicht (wissenschaftlich) überprüft werden. (Ziel 2)

Der nächste Schritt ist die Präsentation des *Prinzips der Falsifizierbarkeit* (Anhang P1.3). Die Dichotomie zwischen Falsifizierbarkeit und Unwissenschaftlichkeit wird in Textform<sup>115</sup> verdeutlicht. Dabei wird ersteres in grün, letzteres in rot geschrieben. Die Farbcodes sollen veranschaulichen, welche der Aussagentypen „gut“ sind und welche „schlecht“. Diese klare Einteilung erleichtert es, nicht mehr „richtig und falsch mit „gut und schlecht“ zu assoziieren, sondern „wissenschaftlich (falsifizierbar) und unwissenschaftlich (nicht falsifizierbar)“. Die einheitlichen Farbcodes werden in sämtlichen Materialien genutzt, um entsprechende positive und negative Bedeutungsassoziationen zu wecken. In Form von Plenumsphasen wird für Klarheit bezüglich der neuen Begrifflichkeiten und der Farbgebung gesorgt. Dabei werden die Begründungen thematisiert. Zielführend sind jene, welche Falsifizierbarkeit, Widerlegbarkeit und Wissenschaftlichkeit (bzw. Nicht-Falsifizierbarkeit und Unwissenschaftlichkeit) miteinander verknüpfen. In Form von Klebeetiketten kann nun aktiv eine Beurteilung der Behauptungen vorgenommen werden (Abbildung 15).

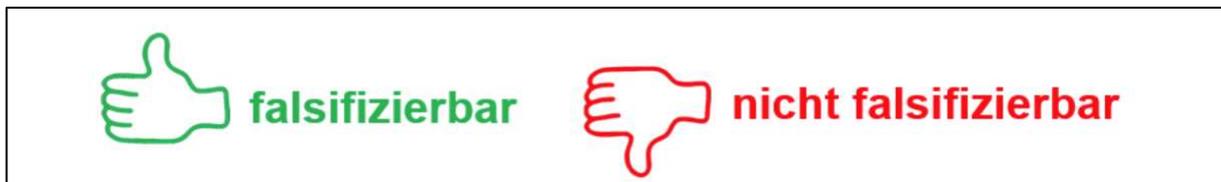


Abbildung 15: Klebeetiketten zur Beurteilung von Behauptungen (Kralisch 2017)

Die Inhalte werden so präsentiert und die Aufgaben so formuliert, dass es unwahrscheinlich ist, dass mit Zurückweisung oder Uminterpretation der Daten reagiert wird (vgl. 4.2.1.1). Der Grund dafür ist, dass der Kontext nicht emotional aufgeladen ist und explizit eine Positionierung und Begründung verlangt (vgl. 2.3.2.3), wodurch eine sehr rationale Beurteilung wahrscheinlicher wird. Zudem sorgt die beschriebene Art der Präsentation des neuen Konzepts der Falsifizierbarkeit dafür, dass es verständlich und plausibel ist (vgl. 4.2.1.1).

---

<sup>115</sup> Hier wurde auf die Einhaltung mittlerer Satzlängen und Silbenzahlen sowie eine hohe Textkohärenz geachtet, um die Zugänglichkeit für Lernende zu erhöhen (vgl. Kulgemeyer & Staraschek, 2014).

Arbeitsblatt 4 (Anhang P1.4) stellt den Beginn der Phase dar, in der die Lernenden das PK Falsifizierbarkeit in lebensnahen Situationen anwenden. Auch hier werden die oben beschriebenen Farbcodes verwendet. Der Begriff Fake News wird rot, also *nicht falsifizierbar*, gekennzeichnet. Die Aufgabe für die Lernenden besteht darin, verschiedene (fiktive) Aussagen<sup>116</sup> auf Falsifizierbarkeit zu prüfen (Anhang P1.5 & P1.6). Dabei wurde eine Orientierung am Design der Mitteilungen auf der Social-Media-Plattform Facebook gewählt, um eine lebensnahe Darstellung zu schaffen<sup>117</sup>. Erneut nutzen die Lernenden die Klebeetiketten (Abbildung 15) zur Beurteilung der Aussagen bezüglich ihrer Falsifizierbarkeit. Dabei bedeutet ein „Daumen hoch“ auf der Plattform Facebook, dass einem der Beitrag gefällt bzw. man diesem zustimmt. Auf diese Weise wird eine Überschneidung der Unterrichtsinhalte mit lebensnahen Situationen kreiert, die so besser erinnert werden kann (und damit möglicherweise nachhaltiger ist).

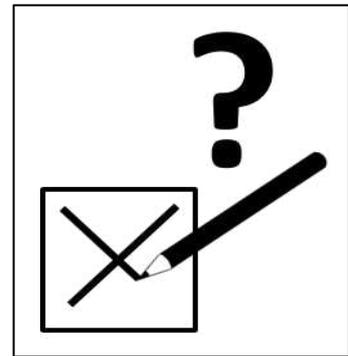


Abbildung 16: Symbol Falsifizierbarkeit

Im letzten Schritt der Erarbeitungsphase sind die Lernenden aufgefordert, nach Merkmalen für unwissenschaftliche, nicht falsifizierbare Aussagen zu suchen (Anhang P1.7). Ein Feld zur offenen Bearbeitung und Vervollständigung der Aussage „*Nicht falsifizierbare Aussagen erkennt man an...*“ ist auszufüllen. Dabei wurden Merkmale nicht falsifizierbarer Aussagen zuvor aus der Literatur beschrieben (vgl. Kralisch 2017):

- geringe Präzision von Systemen („Schwammigkeit“)
- Tautologien
- universelle „Es gibt“-Sätze
- im Konjunktiv formulierte Aussagen
- Formulierung von Gedankengängen

Trennschärfe bezüglich dieser Merkmale wird von den Lernenden nicht verlangt. Eine Sicherung erfolgt in Form einer Checkliste auf einem Klemmbrett (Abbildung 17). Dabei wird viel Wert auf eine Begründung gelegt, um die Lernenden zur Reflexion ihrer Einschätzungen und Nennungen zu bewegen. Die Checkliste soll ein Gefühl der Nutzbarkeit des Falsifikations-Prinzips erzeugen. Im Plenum erfolgt die Einigung auf einheitliche Einträge.



Abbildung 17: Checkliste auf Klemmbrett

Sicherung des Prüfkriteriums „kontrollierte Bedingungen“ in Form von Prüfkarten:

<sup>116</sup> Die einzelnen Mitteilungen wurden im Rahmen der Masterarbeit von Christopher Kralisch entwickelt und dort beschrieben (Kralisch, 2017).

<sup>117</sup> Tatsächlich ist Facebook mit dem Erscheinen dieser Arbeit bereits „out“ bei Jugendlichen. Beliebte Plattformen sind derzeit etwa Instagram, Snapchat und YouTube.

Die unter 4.2.1 beschriebenen Prüfkarten dienen der erweiterten Sicherung sowie Anwendung des Prüfkriteriums Falsifizierbarkeit. Das Deckblatt wurde mit Symbol und Name illustriert (Abbildung 16). Das Setzen eines Kreuzes deutet erneut darauf hin, dass es sich bei Falsifizierbarkeit und Nicht-Falsifizierbarkeit um eine dichotome Unterscheidung handelt.

Auf Prüfkarte 2 wird der Konflikt zwischen Bernd und Birte erneut skizziert und zusammengefasst (Abbildung 19). Dabei wird erneut die Farbgebung verwendet, die bereits in der Erarbeitung genutzt wurde.

Prüfkarte 3 beinhaltet Instruktionen, wie eine Prüfung auf Falsifizierbarkeit kriteriengeleitet erfolgen kann (Abbildung 18). Dabei wird erneut die Checkliste aus der Erarbeitungsphase erwähnt, sowie entsprechende Farbcodes verwendet.

### Was ist Falsifizierbarkeit?

Es gibt verschiedenste Arten von Aussagen. Aber Achtung!  
Nicht alle sind auch **überprüfbar!**

*Beispiel: Der Haselnuss-Streit*

**Birte behauptet:**  
"Haselnüsse enthalten weniger Fett als Nutella"

**Ob diese Aussage stimmt oder nicht ist erst einmal egal. Wichtig ist nur: Man kann Birtes Behauptung überprüfen! Sie ist **widerlegbar** und damit **falsifizierbar**. Birtes Behauptung ist **wissenschaftlich**.**

**Bernd behauptet:**  
"Es gibt Haselnüsse, die gar kein Fett enthalten. Die sind aber unglaublich selten."

**Bernds Behauptung kann man nicht überprüfen. Sie ist **nicht widerlegbar** und damit **nicht falsifizierbar**. Bernds Behauptung ist **unwissenschaftlich**.**

**Um **wissenschaftlich** zu argumentieren und zu arbeiten benötigen wir immer **widerlegbare, falsifizierbare** Aussagen!**

Abbildung 19: Falsifizierbarkeit - Prüfkarte 2

### Wie prüft man Falsifizierbarkeit?

Mit der **Checkliste** lässt sich leicht feststellen, ob eine Aussage **falsifizierbar** und damit **wissenschaftlich**, oder **nicht falsifizierbar** und damit **unwissenschaftlich** ist.

*Beispiele für **nicht falsifizierbare** Aussagen:*

„Wir sind nicht allein!  
**Es gibt** außerirdisches Leben im Universum!“ **„es gibt...“**  
„Es gibt Einhörner“, „es gibt Aliens“, „es gibt einen Gott“. Jeder kann sowas behaupten - überprüfen kann man es nicht!

„Proteinriegel **könnten** eine große Rolle beim Muskelaufbau spielen!“ **Konjunktiv**  
Sie könnten eine Rolle spielen, sie könnten aber auch nutzlos sein.

„Dieser Shake spielt eine **wichtige** Rolle in deinem Körper!“ **Schwammigkeit**  
Was heißt schon **wichtig**? Das ist nicht eindeutig genug, da jeder etwas anderes darunter versteht.

**All diese Aussagen sind **unwissenschaftlich!****

Abbildung 18: Falsifizierbarkeit - Prüfkarte 3

Die Anwendung des Prüfkriteriums erfolgt in den drei Bereichen *Chemie*, *Forschung* und *Alltag*, um eine Vernetzung herzustellen und um eine generelle Nutzbarkeit zu verdeutlichen. Eine direkte Verbindung zur Erarbeitungsphase besteht nicht mehr<sup>118</sup>.

Prüfkarte 4 thematisiert die Phlogiston-Theorie aus dem 18. Jahrhundert (Abbildung 21). Anhand dieses historischen Beispiels wird eine direkte fachliche Anbindung an den Chemieunterricht ermöglicht („Das Element Sauerstoff“). Die Aufgabenstellung ist am unteren Ende formuliert. Sie ist als Impuls für ein Unterrichtsgespräch zu verstehen und impliziert keine vorgegebene Vorgehensweise.

Prüfkarte 5 zeigt zwei zu beurteilende Aussagen, welche sich nur geringfügig voneinander unterscheiden (Abbildung 20). Die Lernenden werden aufgefordert, diesen Unterschied zu benennen und sie auf Falsifizierbarkeit zu überprüfen. Dabei dient die Karte erneut als Anreiz für weitere Diskussionen um die Schwierigkeit und Bedeutung des Kriteriums in der Forschung.

Die letzte Prüfkarte ist wichtig, um zu verdeutlichen, dass das Verständnis von einer prinzipiellen Falsifizierbarkeit auch im Alltag von Bedeutung ist (Abbildung 22). Wie die beiden vorigen Karten stellt diese erneut in erster Linie einen Impuls für Diskussionen dar. Sie soll verdeutlichen, dass uns nicht falsifizierbare Aussagen überall begegnen (können) und zeigen, dass das Prüfkriterium ein universelles Werkzeug in der Auseinandersetzung mit einer Vielzahl von Behauptungen darstellt.

### Ergebnisse der Erprobung

Die Erprobung des Materials erfolgte mit 14 Schülern einer neunten Klasse an einem Münsteraner Gymnasium. Im Fokus standen die vier, zu Beginn formulierten, Lernziele. Durchgeführt wurde der Unterricht<sup>119</sup> in Zusammenarbeit mit Christopher Kralisch und im Rahmen seiner Masterarbeit ausgewertet (Kralisch, 2017). Daten wur-



**Falsifizierbarkeit  
in der Forschung**





In der **Forschung** ist es ganz besonders wichtig, präzise Angaben zu machen. Es muss immer ganz klar und nachvollziehbar sein, was der Forscher/die Forscherin meint.

Es gilt: Nur **falsifizierbare** Aussagen können in der weiteren Forschung verwendet werden!

**Was ist der Unterschied zwischen den Aussagen der beiden Forscher?**

**Überprüfe die Behauptungen auf Falsifizierbarkeit.**

Abbildung 20: Falsifizierbarkeit - Prüfkarte 5



**Falsifizierbarkeit  
in der Chemie**



In der **Chemie** war nicht immer alles so eindeutig, wie Du es heute in der Schule lernst. Lange glaubte man, dass ein Stoff namens „Phlogiston“ existiert...



Stahl, 1703

Wenn man Stoffe verbrennt, dann entweicht „Phlogiston“



Lavoisier, 1785

Aber warum werden Metalle schwerer, wenn man sie verbrennt?

Damit hatte Lavoisier eine interessante Frage aufgeworfen. Die Anhänger der „Phlogiston-Theorie“ hatten folgende Erklärung:

„Das Phlogiston aus den Metallen hat immer eine **negative Masse**, daher werden diese beim Verbrennen leichter!“

**Ist diese Behauptung falsifizierbar?**

Abbildung 21: Falsifizierbarkeit - Prüfkarte 4

<sup>118</sup> Lediglich die Farbcodes wurden beibehalten.

<sup>119</sup> eine Doppelstunde

den in Form von Audiomitschnitten und ausgefüllten Arbeitsblättern erhoben. Auf eine ausführliche Beschreibung der Erhebungs- und Auswertungsmethoden wird verzichtet. Im Folgenden werden die Ergebnisse kurz präsentiert.

### Zusammenfassung der Ergebnisse bei Kralisch, 2017:

Die Aufgaben der ersten beiden Arbeitsblätter waren zielführend. Beinahe alle Schüler gaben an, die Angaben zum Fettgehalt aus den Nährwertangaben zu entnehmen. Ebenso konnte geklärt werden, was nötig ist, um Birtes Aussage zu widerlegen. Nur ein Schüler stellte fest, dass Bernds Aussage nicht widerlegbar ist. In der folgenden Aufgabe, in der danach explizit gefragt wurde, gaben allerdings 2/3 der Schüler dies an. Alle Schüler klebten das Etikett „falsifizierbar“ an die richtige Stelle. Sie verwendeten bei ihren Formulierungen und Begründungen zudem die erwarteten Fachbegriffe.

Insgesamt erkannten die meisten Schüler das zentrale Problem der Arbeitsphase. Die übrigen benötigten individuelle Hilfestellungen der Lehrkraft, waren danach aber sogar in der Lage, weitere nicht falsifizierbare Aussagen beispielhaft zu formulieren.

Die Checkliste mit den fünf Merkmalen nicht falsifizierbarer Merkmale konnte aus Schülerbeiträgen vollständig entwickelt werden. Sämtliche Aspekte wurden jeweils in mehreren Gruppen notiert.

Die Auswertung der fiktiven Social-Media-Beiträge zeigte eine überwiegend korrekt vorgenommene Zuordnung (27 von 33) sowie richtige Begründung (19 von 22<sup>120</sup>).

### Diskussion der Ergebnisse bei Kralisch, 2017:

Die Auswertung der Ergebnisse zeigte Folgendes:

- Die Lernenden zeigten hohe Aktivität in fast allen Phasen.
- Die Daten zeigen viele kreative Ideen und ein breites Spektrum durchdachter Antworten.
- Innerhalb der Gruppen werden originelle aber zielführende Diskussionen geführt.
- Es bestehen geringe Unsicherheiten in Bezug auf nicht falsifizierbare Aussagen, die einer Klärung bedürfen.
- Der Unterricht entsprach dem in der Planung antizipierten Verlauf.



**Falsifizierbarkeit  
im Alltag**



Der Hersteller der Tabletten behauptet:

„Wenn man täglich unsere Vitamine einnimmst, wird man ein längeres Leben haben!“



**Im Alltag** begegnen uns ständig Behauptungen wie diese. Auch Wahlversprechen oder Ergebnisse verschiedener Studien tauchen immer wieder in den Medien auf.

„Eine Studie hat bewiesen, dass...“ ist ein besonders beliebter Satz, um eine Aussage glaubhaft zu machen.

Es ist allerdings **unsere Aufgabe**, solche Aussagen auch im Alltag auf **Falsifizierbarkeit** zu **überprüfen**.

**Wie stehst du zur Behauptung des Tabletten-Herstellers?**

**Überprüfe Sie auf Falsifizierbarkeit.**

Abbildung 22: Falsifizierbarkeit - Prüfkarte 6

<sup>120</sup> 11 Beiträge wurden nicht kommentiert

- Die Arbeitsblätter wurden größtenteils korrekt und zielführend bearbeitet.
- Die erhobenen Daten deuten darauf hin, dass Schüler kognitive Konflikte erlebten.
- Das Prinzip der Falsifizierbarkeit erscheint Lernenden als plausibel, verständlich und fruchtbar.
- Die meisten Lernenden nutzten mindestens einen der neu erlernten Fachbegriffe.

### Analyse

Das Material ist geeignet, um eine Auseinandersetzung mit dem erkenntnistheoretischen Falsifikationsprinzip zu ermöglichen. Alle vier zuvor definierten Lernziele konnten erreicht werden. Insbesondere die Diskussionen und Reflexionen lassen vermuten, dass Lernende keine signifikanten Schwierigkeiten haben, wenn sie Aussagen auf Falsifizierbarkeit prüfen. Zudem waren sie in der Lage, dieses Prüfkriterium mit Wissenschaftlichkeit zu assoziieren.

Insgesamt stellen die Materialien zur Erarbeitung, Sicherung und Anwendung des Prüfkriteriums Falsifizierbarkeit eine umfassende Sammlung dar, die die Anforderungen aus 4.2.1.1 in weiten Teilen erfüllt:

- Es wurden NOS-Aspekte wie die Anwendung allgemeingültiger Werkzeuge, Untersuchung aufgestellter Behauptungen, sowie Kriterien der Abgrenzung zwischen Wissenschaft und Pseudowissenschaft berücksichtigt.
- Eine Fachunabhängigkeit ist in weiten Teilen gegeben, da chemisches Fachwissen an keiner Stelle unbedingt notwendig ist.
- Die Anwendbarkeit des Kriteriums auf SSI ist gegeben und findet während der Erarbeitungsphase sowie innerhalb der Prüfkarten 4-6 statt.
- Immer wieder bieten Aufgaben Plenumsphasen die Möglichkeit die eigene Position und das Prinzip der Falsifizierbarkeit zu reflektieren.
- Die einheitliche Darstellung Symbolik und Farbgebung sind Merkmale einer expliziten Vermittlung.
- Die Erarbeitungsphase dient der Erzeugung eines kognitiven Konflikts.

#### **4.2.3. MZ 2.3 – In welcher Weise erarbeiten und nutzen Lernende das wissenschaftliche Prüfkriterium ‚Kontrollierte Bedingungen‘?**

In diesem Durchlauf des Mesozyklus wird die Entwicklung und Erprobung des Prüfkriteriums „kontrollierte Bedingungen“ geschildert. Dabei wurden vier Lernziele festgelegt:

Schülerinnen und Schüler...

1. identifizieren und beschreiben Einflussfaktoren bei Experimenten.
2. bestimmen und gewichten deren Einfluss.

3. erkennen kontrollierte Bedingungen in Experimenten.
4. planen ein Experiment unter kontrollierten Bedingungen.

### Design

Die Entwicklung von Materialien konzentriert sich vor allem darauf, Lernende dafür zu sensibilisieren, dass bei Experimenten stets eine ganze Reihe von Einflussfaktoren existieren. Deren Kenntnis und Beachtung bilden die Grundlage kontrollierter Bedingungen. Erst dadurch kann gewährleistet werden, dass bei mehreren Durchläufen und Wiederholungen desselben Experiments kontrollierte Bedingungen vorliegen. Die Einflussfaktoren (*Worte, Symbole, Werte*) wurden einheitlich mit einem hellblauen Farbcode versehen, um zu zeigen, dass diese eine besondere Bedeutung haben. Lernende sollen in die Lage versetzt werden, alle Variablen bis auf eine konstant zu halten, um einen Einfluss auf Testergebnisse besser beurteilen zu können.

### Erarbeitung des Prüfkriteriums „kontrollierte Bedingungen“:

Die Unterrichtseinheit thematisiert den fachunabhängigen Kontext „Milchschaum“. Die entwickelten Materialien sind dazu gedacht, in einem forschend-entwickelnden Unterricht eingesetzt zu werden (vgl. Schmidkunz & Lindemann, 1992). Dabei wird nicht genau ausformuliert, für welche Phase welche Arbeitsblätter bestimmt sind, da die Materialien zwar eine Reihenfolge festlegen, aber der individuelle Einsatz variieren kann. Dies kann von Lehrkräften jeweils angepasst an die eigenen unterrichtlichen Voraussetzungen entschieden werden.

Mittels problemorientierten Einstieges (Foto, Video, Tasse Cappuccino oder Kakao) stellt sich den Lernenden die Frage, was guten Milchschaum ausmacht. Dabei können unterschiedliche Arten von Schaum präsentiert werden. Die Lernenden entscheiden selbst, welche Kriterien erfüllt sein sollten, um einen solchen als „gut“ zu bezeichnen (z. B. Schaummenge, Stabilität, Schaumdichte<sup>121</sup>). Die Problemgewinnung beinhaltet unter Umständen schon Möglichkeiten der Überprüfung und Gewichtung. Eines der Kriterien soll nun im Unterricht fokussiert werden: Stabilität des Schaums<sup>122</sup>.

Nach einer Einteilung in Gruppen (2-4 Schüler) wird kooperativ selbst Milchschaum hergestellt. In Form eines Egg Race wird ein Wettbewerb simuliert, mit dem Ziel, den besten Milchschaum zu machen (Gärtner & Scharf, 2001). Dabei steht der Wettkampf im Vordergrund und soll in erster Linie motivieren und zu kooperativem und kreativem Denken und Handeln führen (Gärtner & Scharf, 2001). Die Lehrkraft nimmt die Rolle des Beobachtenden ein. Die Lernenden erhalten Materialien in Form einer Experimentier-Box. Enthalten sein sollten u. a.:

- Verschiedene Sorten Milch (z. B. Vollmilch, fettarme Milch, Sojamilch, Mandelmilch)
- Gefäße für die Milch (z. B. Topf, Becherglas, RGs)

---

<sup>121</sup> Geschmack spielt hier keine Rolle, da im Chemieunterricht keine Verkostungen stattfinden dürfen.

<sup>122</sup> Der Fettgehalt der Milch spielt bei der Entwicklung der Stabilität nur eine untergeordnete Rolle. Zuviel Fett behindert sie sogar. Rein physikalisch kann auch kalte Milch geschäumt werden, allerdings sind die Luftblasen nicht lange stabil. Zwischen 50-70°C denaturieren die Molkenproteine in der Milch. Die entfalteten, zuvor als Knäuel vorliegenden, Eiweißkügelchen lagern sich um die Luftbläschen an und umkleben diese. Bei höheren Temperaturen brechen die Ketten und der Schaum verliert an Stabilität. Je gleichmäßiger die Luftzufuhr (durch Aufschäumer) und die Temperaturerhöhung in Kombination ablaufen, desto homogener und feinporiger wird der Milchschaum. Je länger er stehengelassen wird, desto mehr lagern sich flüssige Anteile im unteren Teil des Gefäßes und Schaumbüschchen im oberen Teil ab (vgl. Müller, 2014).

- Geräte zum Aufschäumen (z. B. Schneebesen, Quirl, elektrischer Milchaufschäumer, Aufschäumkanne)
- Geräte zum Erhitzen (z. B. Heizplatte, Bunsenbrenner, Feuerzeug)
- Thermometer
- Löffel
- Rührfisch
- Hitzehandschuhe
- Eiswürfel
- Stoppuhr
- Siedesteine

Die Box kann individuell an die Lerngruppe angepasst werden. Je mehr Geräte, Milchsorten und Distraktoren sie enthält, desto anspruchsvoller ist die Aufgabe, guten Milchschaum herzustellen. Ähnlich den Interaktionsboxen können die Experimentierboxen und damit die Unterrichtseinheit sehr schülerorientiert vorbereitet werden (vgl. Marohn, 2014). Insbesondere schwächere Schüler haben durch solche offenen Lernumgebungen Erfolgserlebnisse (A Marohn, 2014). Der Grad der Offenheit bezüglich der Inhalte und Instruktionen sollte ebenfalls an die Lerngruppe angepasst werden<sup>123</sup>. Die „selbstständige Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten schult das problemlösende Denken und die Entwicklung von Problemlösestrategien“ (Schulministerium, 2008, S.7).

Das Einstiegsmaterial (Anhang P2.1) enthält den Auftrag, möglichst stabilen Milchschaum herzustellen. Das Arbeitsblatt informiert über die offene Unterrichtssituation und bleibt in seiner Gestaltung sehr einfach gehalten (z. B. durch Verwendung von Symbolen und Farben). Innerhalb der Gruppen entwickeln die Lernenden dann Ideen zur Herstellung eines stabilen Schaums.

Im folgenden Schritt werden Einflussfaktoren in eine Tabelle eingetragen (Anhang P2.2). Dieses Sammeln erfolgt kooperativ und gibt bereits Aufschluss über das Verständnis der Lernenden bezüglich kausaler Einflüsse. Dabei identifizieren die Lernenden mögliche Einflussfaktoren bei der Herstellung eines stabilen Milchschaums. Es folgt eine kurze Plenumsphase zum Sammeln und eventuellem Gruppieren<sup>124</sup>. (Ziel 1.)

Die Gruppen erhalten Schnipsel mit den unterschiedlichen (gruppierten) Einflussfaktoren (Anhang P2.3). Es wäre denkbar, diese nach der vorigen Aufgabe auch an der Tafel in Form eines Pools zu sammeln. Nun gewichten die Lernenden die Faktoren und sortieren sie in einer Reihenfolge, je nachdem, wie groß deren Einfluss auf die Bildung von stabilem Milchschaum war bzw. ist (Anhang P2.4). Diese Phase dient der Festigung des Verständnisses, dass selbst kleinste Änderungen bei der Durchführung oder an Geräten einen Einfluss haben können. Die in den Gruppen gebildeten Hierarchien dienen zudem dem anschließenden Unterrichtsgespräch als Impulse, um über Durchführungen, Fehler, Besonderheiten o. Ä. zu sprechen. Dadurch kann ein einheitliches Verständnis des experimentellen Ablaufs etabliert werden. Außerdem dient dieser Schritt der Lehrkraft als Diagnose der Lernendenvorstellungen. (Ziel 2.)

---

<sup>123</sup> Z. B. Gruppen(größen) vorher festlegen, keine großen Gefäße (Verschwendungsfahr), Milch nur in kleinen Portionen auf Pult bereitstellen, keine Bunsenbrenner

<sup>124</sup> falls mehrere Nennungen zusammenzufassen sind

Die nächste Aufgabe findet in Einzelarbeit<sup>125</sup> statt. Sie bildet einen erneuten Problemgrund. Die Frage, welchen Einfluss nun wirklich der Fettgehalt der Milch und die Temperatur auf die Stabilität des Milchschaums haben, wird aufgeworfen und in Form von Tim und Anna und ihrem „Milchschaum-Streit“ dargestellt (Anhang P2.5). Dabei liegt der Fokus nicht auf der Richtigkeit der Aussagen. Diese wurden extra so gewählt, dass sie nicht Behauptungen entsprechen, die es zu untersuchen gilt (Tim: „Die richtige Milch ist wichtig“, Anna: „Die Temperatur muss stimmen“). Es geht hier vielmehr darum, die Methodik der Versuchsreihen nachzuvollziehen, die die beiden anstreben, um festzustellen, welchen Einfluss der Fettgehalt der Milch bzw. die Temperatur haben. Dadurch soll sich der Fokus von einem einfachen „Richtig-Falsch-Denken“ verschieben hin zu einer prozessorientierten Denkweise, die auf Tests und Belegen basiert. In der anschließenden Plenumsphase werden die Entscheidungen gezählt (zur Diagnose der Vorstellungen) und die Begründungen der Lernenden diskutiert. Als zielführend, um eine Aussage bzgl. des Einflusses einer der beiden Faktoren zu erhalten, gilt dabei „Annas Versuchsreihe“<sup>126</sup>. Dort wird jeweils nur eine Variable variiert. Man spricht von kontrollierten Bedingungen. Dabei wurden diejenigen Werte der Einflussfaktoren, die variiert wurden, jeweils in blau geschrieben, um den Fokus dorthin zu lenken. (Ziel 3.)

Im letzten Schritt folgt eine erste Anwendung des Wissens in Form einer Versuchsreihenplanung unter kontrollierten Bedingungen. Dabei erhält jede Gruppe<sup>127</sup> ein weiteres Arbeitsblatt (Anhang P2.6). Es gilt, drei aufeinanderfolgende Versuche so zu planen, dass der Einfluss eines bestimmten Faktors auf die Güte des Milchschaums gemessen werden kann. Die Lehrkraft kann die verschiedenen zu untersuchenden Einflussfaktoren so zwischen den Gruppen aufteilen, dass alle acht abgedeckt sind. Auch möglich ist es, die Gruppen frei entscheiden zu lassen. Es kann so zum Beispiel der Einflussfaktor gewählt werden, den die Gruppen als einflussreichsten genannt haben. Das relativ simple Ausfüllen aller Kästchen mit den jeweils gleichen Werten in allen drei Versuchen (bis auf den zu prüfenden Einflussfaktor) soll dazu führen, dass den Lernenden bewusst wird, wie wichtig ein Konstanthalten aller übrigen Variablen ist. Die fertig ausgefüllte Tabelle liefert einen entsprechenden Überblick. (Ziel 4.)

Damit ist die Erarbeitung des Prüfkriteriums „kontrollierte Bedingungen“ abgeschlossen. In Form von *Prüfkarten* erfolgen eine Sicherung sowie Anwendungen.

#### Sicherung des Prüfkriteriums „kontrollierte Bedingungen“ in Form von Prüfkarten:

Die Inhalte der Prüfkarten schließen nahtlos an die Erarbeitungsphase an. Nach dem Deckblatt (Abbildung 23) folgen zwei Karten, die der Sicherung dienen. Prüfkarte 2 („*Was sind kontrollierte Bedingungen?*“) zeigt anhand eines fiktiven Beispiels die Notwendigkeit eines Tests unter kontrollierten Bedingungen (Abbildung 24). Dabei werden Farbcodes verwendet, die an jene der Erarbeitungsphase anknüpfen („Eigenschaften“ sowie „Einflussfaktoren“ jeweils in blau).

---

<sup>125</sup> Auch Partnerarbeit möglich

<sup>126</sup> Natürlich ist auch diese Durchführung nicht perfekt, so ist etwa Versuch 1. und 5. identisch und es fehlen (der Vollständigkeit halber) Fettgehalt-Reihen mit den anderen konstanten Temperaturen.

<sup>127</sup> Die gleichen Gruppen wie zu Beginn



Abbildung 24: kontrollierte Bedingungen - Prüfkarte 1

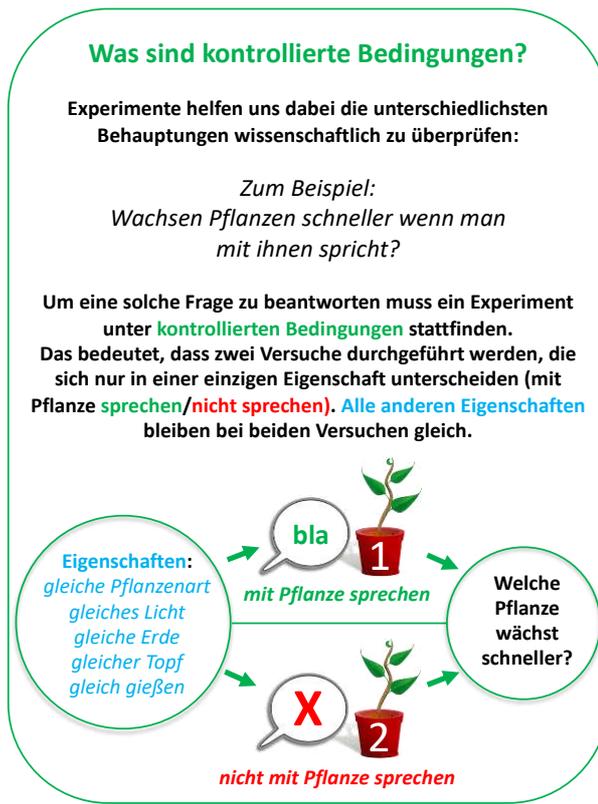


Abbildung 23: kontrollierte Bedingungen - Prüfkarte 2

Die dritte Karte knüpft an die Erarbeitungsphase direkt an und greift deren Inhalte wiederholend auf (Abbildung 25). Sie beantwortet die Frage, wie kontrollierte Bedingungen in einem Experiment geschaffen werden können. Erneut werden die Einflussfaktoren bei der Milchschäumherstellung abgebildet und die einzelnen Schritte des wissenschaftlichen Prinzips beschrieben. Die Darstellung erfolgt in zwei Reihen übereinander, sodass ersichtlich wird, dass sich bei mehreren Durchläufen jeweils nur eine einzige Eigenschaft ändert. Die anderen bleiben konstant.

Damit sind die Prüfkarten zur Sicherung des Prüfkriteriums „kontrollierte Bedingungen“ vollständig. Sie werden in Einzelarbeit (oder Partnerarbeit) gelesen und es folgt eine kurze Plenumsphase zur Klärung von Unklarheiten.

## Wie schafft man kontrollierte Bedingungen?

So plant man Experimente unter **kontrollierten Bedingungen**:

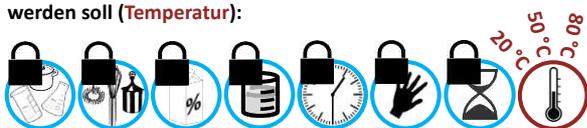
*Beispiel (Milchschaum):*

Um herauszufinden, bei welcher **Temperatur** man den besten Milchschaum erhält müssen **alle anderen Eigenschaften** unverändert bleiben.

1. Schritt: **Eigenschaften identifizieren**, die einen Einfluss auf den Ausgang des Experiments haben könnten:

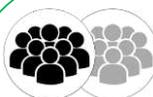


2. Schritt: Das Experiment mehrmals durchführen und dabei **alle Eigenschaften konstant halten**, bis auf die, die untersucht werden soll (**Temperatur**):



Dieses Verfahren ist unbedingt notwendig um herauszufinden inwieweit die **Temperatur** die Qualität des Milchschaums beeinflusst.

Abbildung 25: kontrollierte Bedingungen - Prüfkarte 3



## Kontrollierte Bedingungen in der Chemie



Viele Säuren reagieren mit Metallen. Ein Chemiker vermutet, dass dies schneller geschieht, wenn Säuren bei der Reaktion wärmer sind. Das möchte er nun mit einem Experiment zeigen.



Welche der folgenden Versuche ist dazu am besten geeignet um die Behauptung zu prüfen? Kreuze an.

	Versuch	m(Metall)	V(Säure)	T(Säure)
<input type="checkbox"/>	V1	5 g	10 ml	30 °C
		5 g	10 ml	50 °C
<input type="checkbox"/>	V2	5 g	10 ml	30 °C
		10 g	5 ml	50 °C
<input type="checkbox"/>	V3	10 g	10 ml	30 °C
		10 g	10 ml	30 °C
<input type="checkbox"/>	V4	10 g	10 ml	30 °C
		5 g	10 ml	50 °C

Erfüllt der Versuch alle Anforderungen an **kontrollierte Bedingungen**?

Abbildung 26: kontrollierte Bedingungen - Prüfkarte 4

## Anwendung des Prüfkriteriums „kontrollierte Bedingungen“ in Form von Prüfkarten:

Die Prüfkarten 4., 5. und 6. enthalten Anwendungen des zuvor gesicherten Prüfkriteriums in drei verschiedenen Bereichen<sup>128</sup> (vgl. 4.2.1.1 – Prüfkarten). Die Lehrkraft wählt die zum Kontext des Unterrichts passende(n) Aufgabe(n) aus.

Die Anwendung des Prüfkriteriums im chemischen Kontext (Prüfkarte 4) beinhaltet zwei Aufgaben (Abbildung 26). Die Lernenden sollen zuerst eine aus vier Versuchsreihen auswählen, in der kontrollierte Bedingungen vorliegen. Danach muss beschrieben werden, ob und inwieweit er alle Anforderungen des Kriteriums erfüllt. Diese Aufgabe ist etwas offener und ermöglicht, weitere Bedingungen zu thematisieren wie z. B. mögliche Störvariablen, mehrere Durchläufe mit anderen Temperaturen o. Ä. Möglich wäre auch, den korrekten Versuch (oder alle vier Versuche) tatsächlich durchzuführen. Die Reaktion von Säuren mit Metallen kann auch der curriculare Lerninhalt sein, in dessen Kontext das Prüfkriterium der kontrollierten Bedingungen erarbeitet wird. (Ziel 3)

<sup>128</sup> Chemie, Forschung und Alltag

**Kontrollierte Bedingungen in der Forschung**

Ein neues Düngemittel soll auf den Markt kommen. Der Hersteller behauptet, dass sich damit der Ertrag bei der Apfelernte um 20% steigern ließe.



**Stimmt das?**  
Auf zwei verschiedenen Äckern (eins mit Dünger, eins ohne Dünger) wird die Apfelernte untersucht.

Erstelle eine Liste mit **allen Eigenschaften**, die bei diesem Experiment möglichst gleich bleiben müssen.

z.B. gleiche Apfelsorte	

**Kontrollierte Bedingungen im Alltag**

„Beim Nudeln kochen gehört Öl ins Wasser!“

Viele Köche behaupten das.

„Sonst kleben die Nudeln kleben zusammen.“



**Plane ein Experiment unter kontrollierten Bedingungen um die Behauptung zu untersuchen.**

Abbildung 27: kontrollierte Bedingungen - Prüfkarte 5 & 6

Prüfkarte 5 thematisiert eine Untersuchung in der Landwirtschaft (Abbildung 27). Die Lernenden sollen hier kreativ mögliche Einflussfaktoren bestimmen. Dabei hilft ihnen Prüfkarte 2. Auch diese Aufgabe ist offen gehalten. Die Ergebnisse sollten im Anschluss im Plenum diskutiert werden. (Ziele 1 und 4)

Auf der letzten Prüfkarte (6) ist die Behauptung formuliert, dass Öl ins Nudelwasser gehört<sup>129</sup> (Abbildung 27). Die Lernenden planen ein Experiment unter kontrollierten Bedingungen. Diese sehr offene Aufgabenstellung lässt viel Freiraum für kreative Ideen, was insbesondere fachlich schwachen Schülern Möglichkeiten der Partizipation bietet. (Ziele 1 und 4)

Jede dieser Karten bietet genug Raum für Diskussionen, welche auch erwünscht sind. Sämtliche, zu Beginn formulierten, Ziele lassen sich mit ihnen verfolgen.

### Ergebnisse der Erprobungen

Die Erprobung des Prüfkriteriums „kontrolliere Bedingungen“ erfolgte in zwei Schritten. Erste Daten wurden in Form von Audio-Aufnahmen sowie ausgefüllten Arbeitsblättern in Kleingruppen erhoben. Dabei wurde nur die Erarbeitungsphase, nicht jedoch die Sicherung und Anwendung in Form von Prüfkarten, erfasst und ausgewertet. Nach einer Anpassung der Materialien fand eine weitere Erprobung im Rahmen der Unterrichtskonzeption *choice<sup>2</sup>reflect* statt (siehe MZ 4).

<sup>129</sup> Öl im Nudelwasser verhindert ein Zusammenkleben der Nudeln nicht.

## Ergebnisse im Rahmen von Kleingruppenerprobungen

Im Rahmen einer Vorerprobung wurde die Erarbeitung des Prüfkriteriums „kontrollierte Bedingungen“ durchgeführt. Dabei wurden Daten aus drei Kleingruppen (Gruppe 1: 9. Klasse – 5 Schüler, Gruppe 2: 9. Klasse – 4 Schüler, Gruppe 3: 8. Klasse – 3 Schüler) einer Münsteraner Gesamtschule erhoben. Es wurden Diktiergeräte verwendet um die Gespräche innerhalb der Gruppen sowie die Plenumsdiskussionen aufzunehmen. Zudem wurden die ausgefüllten Arbeitsblätter „Was beeinflusst die Milchschaum-Herstellung?“ und „Der Milchschaum-Streit“ erfasst.

Die Schüler zeigten großes Interesse und Spaß an der offenen Experimentier-Situation. Dabei entwickelten Sie eine Reihe von Versuchsanordnungen und kamen zu unterschiedlichsten Ergebnissen (Abbildung 28). Die Stabilität und die Konsistenz variierten stark und alle Gruppen änderten Teile der Versuchsanordnungen um weitere Durchläufe durchzuführen.



Abbildung 28: Milchschaum aus offenem Einstieg mit Experimentier-Box

Welche Faktoren eine Rolle spiel(t)en bei der Herstellung von Milchschaum, sammelten die Lernenden auf dem entsprechenden Arbeitsblatt (Anhang P2.2). Die Eintragungen der drei Gruppen finden sich in Tabelle 11; Tabelle 12; Tabelle 13. Im Plenum wurden aus diesen Nennungen Kategorien gebildet und in Form von „Schnipseln“ an die Lernenden zu Sortierung ausgeteilt (vgl. Design). Betrachtet man die Eintragungen, so fällt auf, dass beinahe alle Einflussfaktoren benannt wurden. Die Lernenden waren selbstständig in der Lage, diese zu identifizieren und zu benennen. (Ziel 1)

Tabelle 11: PK kontrollierte Bedingungen – „Was beeinflusst die Milchschaum-Herstellung?“. Einordnungen der Nennungen zu den definierten Einflussfaktoren (Gruppe 1)

Einflussfaktoren	Gefäß für die Milch	Gerät zum Aufschäumen	Art der Milch	Volumen der Milch	Temperatur der Milch	Technik zum Aufschäumen	Dauer des Aufschäumens	Dauer des Stehenlassens
<b>Gruppe 1 (Klasse 9)</b>								
<b>S1</b>			Fetthaltigkeit scheint es schaumiger zu machen			Hitze ist der wichtigste Faktor		
			Dickflüssigkeit			Durchschäumung gleichmäßig		
<b>S2</b>		Welches Gerät man nimmt.	Fettgehalt der Milch	Wie viel Milch man nimmt.	Unter welcher Temperatur man die Milch schäumt.			
<b>S3</b>			keine Fremdkörper	die Größe des Gefäßes	Hitze	wie schnell man "Milch" umrührt		
			Fettgehalt					
<b>S4</b>	Topf Gefäß	Milchschaumer Schneebesen	3,5 Frische Vollmilch	Menge	Gradzahl (Hitze)		Zeit	Zeit
			Soja Milch		Herdplatte			
			Fettgehalt					
			weniger Fett Inhaltsstoffe dickflüssiger Dicke					
<b>S5</b>			Art der Milch		Temperatur			

Tabelle 12: PK kontrollierte Bedingungen – „Was beeinflusst die Milchschaum-Herstellung?“. Einordnungen der Nennungen zu den definierten Einflussfaktoren (Gruppe 2)

Einflussfaktoren	Gefäß für die Milch	Gerät zum Aufschäumen	Art der Milch	Volumen der Milch	Temperatur der Milch	Technik zum Aufschäumen	Dauer des Aufschäumens	Dauer des Stehenlassens
<b>Gruppe 2 (Klasse 9)</b>								
<b>S6</b>			fetthaltige Milch		Hitze (möglichst schnell)	konstant stark aufschäumen		
<b>S7</b>		mit Milchschaumer	Topf		Temperatur (Hitze)			
			Hersteller					
			H-Milch oder Bio oder Normal					
						keine Siedesteine enthalten		
<b>S8</b>	Temperatur	Ob die Milch gerührt wurde oder nicht und womit.	Welche Milch es ist H-Milch, Bio-Milch, Voll-Milch, ... Hersteller			Siedesteine oder nicht Ob die Milch gerührt wurde oder nicht und womit.		
<b>S9</b>			keine Siedesteine enthalten					

Tabelle 13: PK kontrollierte Bedingungen – „Was beeinflusst die Milchschaum-Herstellung?“. Einordnungen der Nennungen zu den definierten Einflussfaktoren (Gruppe 3)

Einfluss-fak-toren	Gefäß für die Milch	Gerät zum Auf-schäu-men	Art der Milch	Volumen der Milch	Temperatur der Milch	Technik zum Auf-schäumen	Dauer des Aufschäu-mens	Dauer des Stehenlassens
<b>Gruppe 3 (Klasse 8)</b>								
<b>S10</b>		Gerät	Welche Milch	Menge	Wärme/ Temperatur	Geschwindigkeit		Warten/Zeit
<b>S11</b>			Welche Milch	Menge	Temperatur (Wärme)	Geschwindigkeit		
<b>S12</b>		Gerät	Welche Milch	Menge	Temperatur (Wärme)	Geschwindigkeit		

Im nächsten Schritt wurden die Einflussfaktoren gewichtet. Dies wurde nicht dokumentiert. Die Nennungen variierten stark. Die Reihenfolge ist, wie zuvor beschrieben, allerdings ohnehin irrelevant. Sie kann nicht objektiv festgelegt werden. Die Frage dient einzig und allein einer Bewusstmachung, dass unterschiedliche Einflussfaktoren auch unterschiedlich stark das Ergebnis beeinflussen. Im Plenum konnte dies ausführlich thematisiert werden. (Ziel 2)

Das Arbeitsblatt „Milchschaum-Streit“ bereitete den Lernenden Schwierigkeiten, was die Eintragungen<sup>130</sup> zeigen (Tabelle 14; Tabelle 15; Tabelle 16). Sie positionierten sich häufig nicht direkt, sondern beschrieben eher die Versuchsreihen (z. B. zu Tims Versuchsreihe: „*Vom meisten Fettgehalt bis zum niedrigsten*“ oder „*Benutzt keine Struktur und verlässt sich auf Glück*“). Auch schilderten zwei Schüler ihre Sichtweise, welcher Einfluss stärker sei, anstatt die Versuchsreihen zu beurteilen (z. B.: „*Ich glaube, dass es nicht so auf den Fettgehalt drauf ankommt, sondern auf die Temperatur.*“). Dennoch war der Großteil der Lernenden in der Lage, kontrollierte Bedingungen in den dargestellten Versuchsreihen korrekt zu erfassen (z. B.: „*Anna hat sich gedacht einen Vergleich aufzubauen, indem sie in der einen Hälfte immer den gleichen Fettgehalt hatte und nur die Temperatur veränderte und in der anderen Hälfte nur den Fettgehalt veränderte.*“ oder „*Ich würde Annas Versuchsreihe ausprobieren, weil sie die Milch mit gleichen Fettprozenten zu anderen Temperaturen getestet hat und man dadurch besser erkennen kann was wichtiger ist.*“). (Ziel 3)

Tabelle 14: Milchschaum- Streit – Begründungen (Gruppe 1)

	Überlegungen zu Tim	Überlegungen zu Anna
<b>Gruppe 1</b>		
<b>S1</b>	Vom meisten Fettgehalt bis zum niedrigsten Benutzt keine Struktur und verlässt sich auf Glück	Versuch ist sehr interessant und muss mit verschiedenen Temperaturen getestet werden Hat eine Struktur
<b>S2</b>	Tim glaubt, dass die Milch wichtiger ist, da er wohl denkt, dass es wichtiger ist wie die Milch hergestellt wurde und es schon von Anfang an Unterschiede bei der Temperatur der Milch geben kann.	Sie glaubt, dass die Temperatur wichtiger ist, da sie glaubt, dass es schlussendlich mit der richtigen Temperatur auf fast dasselbe hinausläuft.

<sup>130</sup> Bearbeitungen der Aufgabe: „Entscheide Dich: Welche der beiden Versuchsreihen ist Deiner Meinung nach besser geeignet, um den Einfluss dieser beiden Faktoren zu überprüfen? Begründe Deine Entscheidung.“

<b>S3</b>	Je größer der Fettgehalt ist, desto weniger Hitze wird gebraucht.	Sie versucht bei 3 verschiedenen Fettgehalten sie bei der gleichen Temperatur aufzuschäumen Danach versucht sie bei dem gleichen Fettgehalt unterschiedliche Temperaturen aus, um zu gucken, ob es auf die Temperatur oder die Milch ankommt
<b>S4</b>	Sehr simpel, denn bei Tim fällt auf je weniger Fett desto mehr Grad beim Aufkochen	1. und 2. sind identisch sie hat alle Milcharten bei gleicher Hitze kochen lassen und die 3,5er bei drei unterschiedlichen Temperaturen hergestellt 20°, 50° und 80°
<b>S5</b>		

Tabelle 15: Milchschaum- Streit – Begründungen (Gruppe 2)

	<b>Überlegungen zu Tim</b>	<b>Überlegungen zu Anna</b>
<b>Gruppe 2</b>		
<b>S6</b>	Tim hat bei mehr Fett die Temperatur gesenkt	Anna hat sich gedacht einen Vergleich aufzubauen, indem sie in der einen Hälfte immer den gleichen Fettgehalt hatte und nur die Temperatur veränderte und in der anderen Hälfte nur den Fettgehalt veränderte.
<b>S7</b>	Um so mehr % umso weniger Temperatur.	Erst gucken, ob sie sich alle gleich verhalten. Dann versuchen, ob die Temperatur einen großen Einfluss auf die Milch hat.
<b>S8</b>	Tim ändert die verschiedenen Werte, um einen Zusammenhang zu finden und die beste mögliche Art der Milchschaumherstellung zu finden. Aber er hat keine gute Struktur.	Anna sucht erst die beste Art der Milch und danach die beste Temperatur raus. Anna hat eine sehr gute Struktur und Herangehensweise.
<b>S9</b>		

Tabelle 16: Milchschaum- Streit – Begründungen (Gruppe 3)

	<b>Überlegungen zu Tim</b>	<b>Überlegungen zu Anna</b>
<b>Gruppe 3</b>		
<b>S10</b>		Ich würde Annas Versuchsreihe ausprobieren, weil sie die Milch mit gleichen Fettprozenten zu anderen Temperaturen getestet hat und man dadurch besser erkennen kann was wichtiger ist.
<b>S11</b>		Ich glaube, dass es nicht so auf den Fettgehalt drauf ankommt, sondern auf die Temperatur. Aber bei Annas Versuchsreihe kann man dann ausprobieren, ob es wirklich auf die Temperatur ankommt.

<b>S12</b>	Tims Versuch ist nicht so sinnvoll, weil man keine wirkliche Verbindung zwischen den Versuchen feststellen kann. Man kann keine Schlussfolgerungen ziehen!	Annas Versuch ist besser, weil man die Versuche vergleichen kann!
------------	--	---

Die Audio-Aufnahmen zeigen ebenfalls diese Tendenzen. Exemplarisch werden an dieser Stelle Teil-Transkripte der Plenumsphase nach dem Ausfüllen des Arbeitsblattes „Der Milchschaum-Streit“ aus Gruppe 3 präsentiert:

(S10: 35:55): *„Ich würd Annas Versuch machen weil man unter den Versuchen Vergleiche machen kann. Man kann dann halt so eine Schlussfolgerung ziehen. Tim hat drei verschiedene Versuche die nichts miteinander zu tun haben. Da kann man halt nicht draus erkennen, was jetzt besser ist. (...) „Bei Anna kann man schauen ob es wirklich auf die Temperatur drauf ankommt und bei Tim ist es halt so ein bisschen so, der hat halt immer ne andere Temperatur bei anderen Fettgehalten deswegen kann man da nicht so gut.“*

(S11: 37:04): *„Hier ist das halt irgendwie ganz gut weil bei den ersten dreien hat sie halt verschiedene Fettprozent gemacht aber immer die gleiche Temperatur weil da kann sie halt rausfinden ob es wichtig ist oder ob es immer auf das gleiche hinauskommt wenn man verschiedene Fettprozent hat ... ob jetzt bei 3,5 und 1,5 der gleiche Schaum rauskommt und hier (zeigt auf Versuche 4. bis 6.) ist es halt das gleiche ob bei 20 Grad das gleiche rauskommt wie bei 80 Grad.“*

Die letzte Aufgabe bestand darin, eine eigene Versuchsreihe zu planen („Milchschaum herstellen unter kontrollierten Bedingungen“). Im Folgenden werden kurz Teil-Transkripte der Audio-Aufnahmen präsentiert, die exemplarisch Auseinandersetzung der Lernenden mit dem Material stehen. (Ziel 4)

(S7: 39:22): *„Ja, unterschiedliche Zeiten“ – „Ja, aber immer mit gleichen Fettprozenten und immer mit gleichen Grad.“*

(S3: 40:14): Lehrperson: *„Was habt ihr jetzt eingetragen?“* S3: *„30 Sekunden, 2minuten und 4 Minuten“* Lehrperson: *„Beschreibt nochmal wieso ihr diese Zeiten genommen habt“* S3: *„Ja einmal bei 30 Sekunden weils halt richtig richtig wenig ist und 2 Minuten würde ich eigentlich meine Milch aufschäumen – und 4 Minuten ist halt sehr sehr sehr sehr lange und dann kann man gucken obs einen Unterschied macht.“*

Probleme bestanden in der Variation der Variable, welche es zu untersuchen galt. Diese waren teilweise nicht praktikabel.

### **Analyse der Ergebnisse**

Bei der Bewältigung der offenen Experimentier-Situation zu Beginn der Erarbeitung agierten die Schüler sehr selbstbewusst und kreativ und setzten sich intensiv mit den Materialien auseinander. Viele individuelle Lösungsansätze beim Milchschaum herstellen zeigten, dass die Rezeption der Aufgabenstellung und Interaktionsboxen (Experimentier-Boxen) für Lernende einen interessanten Einstieg darstellt. Der Wettbewerbs-Charakter sorgte für eine motivierte und gelöste Stimmung. Häufig wurde zudem lediglich eine Variable verändert, während die anderen konstant gehalten wurden. Dies entspricht bereits einem Experiment unter kontrollierten Bedingungen, was einigen Schülern allerdings nicht bewusst war. Auch Müller beschreibt, dass gewisse angewandte Strategien Lernenden gar nicht bewusst sind (Müller, 2014). (Ziel 1)

Die Eintragungen im Arbeitsblatt „Was beeinflusst die Milchschaum-Herstellung“ zeigen, dass die Aufgabe teilweise nicht korrekt verstanden wurde. Die Lernenden benannten nicht nur Einflussfaktoren, sondern haben diese auch beschrieben. Sie bildeten eigenständig zwar auch Kategorien, beschrieben allerdings häufig in Halbsätzen, was einen Einfluss hat (z. B.: „wie schnell man die Milch umrührt“ anstatt „Technik beim Aufschäumen“ oder „H-Milch oder Bio oder Normal“ anstatt „Art der Milch“). Dies könnte darauf hindeuten, dass es den Lernenden schwerfällt, in übergeordneten Aspekten zu denken. Die vielen Nennungen zu beinahe allen im Design festgelegten Einflussfaktoren zeigen allerdings, dass die Aufgabe auf kreative und umfassende Weise gelöst wurde. (Ziel 1)

Den konkreten Einfluss einzelner Faktoren zu bestimmen bzw. zu gewichten konnte hier nicht erhoben werden. Zwar bearbeiteten die Schüler die entsprechende Aufgabe, jedoch können die tatsächlichen Einflüsse gar nicht objektiv angegeben werden, da die Möglichkeiten der Kombinationen sehr hoch sind. Dennoch zeigte sich im Plenum, dass auch hier gut und kreativ begründet wurde und Rückbezüge zum eigenständig durchgeführten Experiment hergestellt wurden. (Ziel 2)

Die Ergebnisse aus dem Arbeitsblatt „Der Milchschaum-Streit“ sowie der nachfolgenden Plenumsphase deuten an, dass, trotz Schwierigkeiten, eine gewisse Intuition besteht, wenn es darum geht, kontrollierte Bedingungen in Experimenten als positiv bzw. zielführend anzusehen. Es deuten auch die geäußerten Aussagen der Lernenden daraufhin, dass kontrollierte Bedingungen in Experimenten erkannt und beschrieben werden können. Die Tendenz, diese *intuitiv* wahrzunehmen, wird an späteren Stellen dieser Arbeit erneut thematisiert. (Ziel 3)

Die Planung eines Experiments unter kontrollierten Bedingungen sollte im letzten Arbeitsblatt erfolgen. Trotz einiger Schwierigkeiten bei der Variation der Variablen deuten vor allem die Begründungen der Lernenden darauf hin, dass die Aufgaben geeignet und lösbar sind. Angesichts sonst häufig beobachteter Schwierigkeiten bei der Anwendung von Variablenkontrolle erscheint das eine große Leistung für Achtklässler (und Neuntklässler) einer Gesamtschule (vgl. 4.2.1 – Design). (Ziel 4)

### **Erprobung im Rahmen der Unterrichtskonzeption (siehe MZ 4)**

Die im vierten Mesozyklus entwickelte Unterrichtskonzeption beinhaltet die Erprobung der Materialien zur Erarbeitung sowie zur Sicherung und Anwendung des Prüfkriteriums „kontrollierte Bedingungen“ in Form von Prüfkarten. Die dort erhobenen Daten werden an dieser Stelle präsentiert, auch wenn sie nicht separat, sondern in einem breiteren Kontext gewonnen wurden<sup>131</sup>.

Die Lerngruppe bestand aus 21 Schülern der Jahrgangsstufe 8 eines Münsteraner Gymnasiums. Die Daten beinhalten ebenfalls die ausgefüllten Arbeitsblätter der Erarbeitungsphase. Die Schüler arbeiteten in Dreiergruppen zusammen. Alle sieben Gruppen wurden videografiert und anschließend transkribiert. Die Durchführung

### **Ergebnisse der Erprobungen**

Die Ergebnisse der Erprobung im Rahmen der Gesamtkonzeption (vgl. MZ 4) entsprechen in weiten Teilen denen der Kleingruppenerprobungen. Die Schüler zeigten hohe Aktivität und

---

<sup>131</sup> Im vierten Mesozyklus wird die Einbindung dieses Prüfkriteriums genauer beschrieben.

Kreativität im Umgang mit der Experimentier-Box und den zugehörigen Aufgaben bezüglich Identifikation von Einflussfaktoren. (Ziel 1 & 2)

G2: (H: 01:43:33): „Wir müssen erst einmal Ideen entwickeln. (...) Wir müssen erstmal Ideen haben und nicht einfach anfangen!“

Die Materialien P2.1 – P2.4 & P2.6 wurden allerdings nicht mehr verändert und werden in diesem Abschnitt daher nicht mehr erläutert. Die Ergebnisse aus P2.5 („Der Milchschaum-Streit“), obwohl das Material ebenfalls nicht weiter variiert wurde, werden im Folgenden präsentiert.

Zwölf der 21 Schüler erkannten und benannten die Tatsache, dass Anna in ihrer Versuchsreihe immer nur lediglich einen Einflussfaktor ändert<sup>132</sup> (Anhang P2.8). Die Schüler konnten (in ihren Worten) diesen Sachverhalt beschreiben. Sie erkannten die bessere Eignung von Annas Versuchsreihe sogar dann, wenn sie der Aussage von Tim zustimmten. (Abbildung 29).

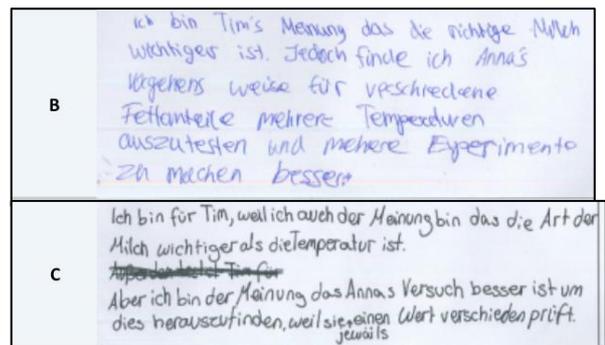


Abbildung 29: Beispiele von Schülerantworten zu P2.5 (1/2)

Manche Schüler hatten allerdings auch Schwierigkeiten und brachten Inhalte der Materialien durcheinander (Abbildung 30).

Im Plenum konnten mehrere Schüler die Durchführung detailliert beschreiben und auch Gründe benennen, wieso eine Durchführung unter kontrollierten Bedingungen sinnvoll und zielführend ist. (Ziel 1 & 3)

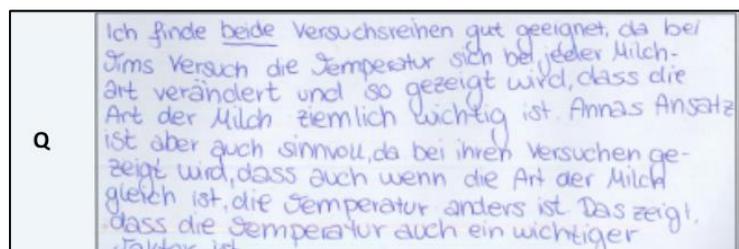


Abbildung 30: Beispiel einer Schülerantwort zu P2.5 (2/2)

G1 (PQR: 02:35:19): „Also ich hab halt aufgeschrieben, dass das von Anna geeigneter also dass ich das für

geeigneter halte weil in den ersten drei Versuchen halt die Temperatur gleich bleibt und man halt besonders darauf achten kann wie sich das mit der Milch dann verändert. Und in den letzten drei bleibt ja die Prozentzahl der Milch gleich und da kann man sich halt besser auf die Temperatur konzentrieren.“

G1 (DEF: 02:36:14): „Weil man kann es dann ja auch gar nicht vergleichen. Weil dann wird ja die Art der Milch und die Temperatur geändert, also weiß man gar nicht warum es besser war. Also ob es jetzt an der Art oder an der Temperatur lag.“ (Ziel 3)

Die Prüfkarte 6 (Abbildung 27) wurde gewählt, um als Anwendung des Erlernten zu dienen. Dabei wurde sie lediglich im Plenum besprochen. Die Schüler konnten ein einfaches Experiment mir kontrollierten Bedingungen eigenständig planen. Zudem gaben sie eine Reihe von Einflussfaktoren an, die konstant gehalten werden müssen.

G1 (ABC: 02:43:38): „Also zweimal Nudeln kochen und einmal mit Öl im Wasser und einmal ohne. Und dann am Ende gucken welche klebriger sind. (...) Gleiche Temperatur, gleiche Wassermenge, gleiche Nudelmenge.“

(Ziel 4)

<sup>132</sup> gekennzeichnet mit „#“ im Kommentar-Feld

## Analyse der Ergebnisse

Die Auseinandersetzung mit den Anforderungen der offenen Experimentier-Situation erfolgte kreativ und meist zielführend. Zugehörige Arbeitsblätter (Anhang P2.1-P2.4 & P2.6) werden aus Gründen der Redundanz nicht analysiert. Die Ergebnisse des Arbeitsblattes „Der Milchschaum-Streit“ lassen schlussfolgern, dass die Verbindung zwischen Tims Aussage und Tims Versuchsreihe für die Schüler nur schwer logisch zu trennen ist. Einige von ihnen übernehmen die Präferenz einer der Aussagen in ihre Begründung für die jeweilige Versuchsreihe. Damit unterliegt ein Teil der Schüler der nachträglichen Begründungstendenz (vgl. 2.3.2.2). Insgesamt konnte die Notwendigkeit kontrollierten Bedingungen bei wissenschaftlichen Untersuchungen erkannt werden.

Die eingangs formulierten Ziele (1 – 4) konnten, wie in der Kleingruppenerprobung, weitestgehend erreicht werden. Interessant waren die intuitiven Vorstellungen von wissenschaftlichen Standards in Untersuchungen. An vielen Stellen zeigten die Lernenden, dass ihnen das Prinzip der kontrollierten Bedingungen bereits aus anderen Zusammenhängen bekannt ist.

Die Anwendung des Prüfkriteriums auf das Nudeln kochen (Prüfkarte 5 - Abbildung 27) gelang ohne Schwierigkeiten. Dabei wurde nicht nur ein variablenkontrollierter Versuchsaufbau beschrieben. Die Lernenden konnten auch eine Reihe von Einflussfaktoren benennen, die die Durchführung stören könnten.

## Gesamtanalyse der Erprobungen

Die ähnlich verlaufenen Erprobungen deuten an, dass Konsistenz bezüglich der intendierten und erreichten Lernziele besteht. Die Schüler waren in weiten Teilen in der Lage, die Materialien erfolgreich zu bearbeiten. Die Formulierungen auf den Arbeitsblättern lassen vermuten, dass kontrollierte Bedingungen in präsentierten Versuchsreihen von der Mehrheit erkannt werden. Zudem konnten Gründe angegeben werden, weshalb Untersuchungen, welche die Auswirkungen bestimmter Einflussfaktoren beschreiben sollen, unter kontrollierten Bedingungen ablaufen sollten. Dabei fiel es einigen Schülern schwer, Kategorien für die Aspekte zu bilden, die bei der Herstellung des Milchschaums variiert wurden (z. B. Art der Milch, Gefäße, Technik des Aufschäumens). Die Vorgabe in Form von *Einflussfaktor-Schnipseln* ermöglichte dann allerdings die Nutzung dieser (Anhang P2.3 & P2.4).

Die Farbcodierung und erneute Verwendung der Symbole auf den Prüfkarten war lernförderlich, wie sich in den Plenumsphasen zeigte. Die Schüler nutzten die Kategorien bei ihren Begründungen. Bei der Anwendung des Prüfkriteriums auf einen Alltagskontext (Nudeln kochen) gelang es ihnen, Störvariablen bzw. Einflussfaktoren eigenständig zu erkennen und zu benennen. Dabei nutzten Schüler bereits Kategorien statt konkreter Werte (z. B. gleich „Temperatur“ und „Wassermenge“ anstatt „heißer/kälter“ und „mehr Wasser“ o. Ä.).

Bemerkenswert sind vor allem die intuitiven Zugänge der Schüler. So schien das Prinzip der kontrollierten Bedingungen bzgl. seiner Logik keine Schwierigkeiten zu bereiten. Die Sinnhaftigkeit des Prüfkriteriums wurde nicht angezweifelt, sondern wurde von den Lernenden umgehend akzeptiert. Dies ist vor allem deshalb interessant, weil wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen als nur schwer vermittelbar gelten (2.1; 2.1.6). Insbesondere die Variablenkontrolle bereitet Lernenden (vor allem in der Anwendung) häufig Schwierigkeiten (4.2.1). In diesem Fall konnten Schüler in beiden Erprobungen Beispiele nennen, aus denen sie dieses Prinzip bereits kennen – für Achtklässler sind dies bereits beeindruckende vernetzende Fähigkeiten. Gerade die spontane Formulierung bzw. Produktion kontrollierter Experimente ist in aller Regel schwerer, als deren Bewertung (Koerber, 2006).

Die Fertigkeit, kontrollierte Bedingungen zielgenau in Experimenten zu erkennen oder anzuwenden ist ein wichtiger Aspekt beim Cluster Approach (2.1.6). Darauf aufbauend können zudem erst die Prüfkriterien Verblindung und Randomisierung vermittelt werden<sup>133</sup> (4.2.1). Die positiven Befunde der Erprobungen lassen vermuten, dass das Prüfkriterium *kontrollierte Bedingungen* anschlussfähig für weitere methodische Prinzipien des Goldstandards ist.

Mehrere Aspekte der NOS wurden bei der Vermittlung beachtet. So stellt das PK ein allgemeingültiges Prinzip dar, welches die Lernenden als solches erkannten und in verschiedenen Kontexten anwendeten. Zudem wird der Gedanke vermittelt, dass es konsistente Zusammenhänge in der natürlichen Welt gibt, die verstanden und erklärt werden können durch Messungen und Beobachtungen. Das PK dient Lernenden dabei als methodisches Werkzeug.

Das Kriterium lässt sich trennscharf gegenüber weiteren wissenschaftlichen Arbeitsweisen abgrenzen und vermitteln. Es bildet einen expliziten, klar umrissenen Aspekt objektiver Untersuchungen.

Die Materialien wurden in einem einheitlichen Design erstellt. Der Farbcode führt die Lernenden durch die Lerneinheit, indem er Einflussfaktoren, kontrollierte Bedingungen und Wissenschaftlichkeit miteinander in Beziehung bringt. Die Lernenden sind mehrheitlich am Ende in der Lage, genau diese Verbindungen zu sehen und zu beschreiben.

Des Weiteren ist kein explizites Fachwissen nötig, um das PK zu erarbeiten. Es lässt sich vermutlich problemlos auf SSI übertragen, wenn diese naturwissenschaftliche Komponenten beinhalten, da es ein fundamentales Prinzip wissenschaftlicher Untersuchungen darstellt. Eine erste Anwendung auf einen kontroversen Kontext erfolgt in MZ 4.

Zusammenfassend sind die Ergebnisse eine Bestätigung der theoretischen Annahmen. Die Erkenntnisse aus der Arbeit mit den Kleingruppen konnten zu weiten Teilen in der Gesamterprobung reproduziert werden. Das PK kontrollierte Bedingungen erwies sich als explizit vermittelbar. Die Lernenden sind in der Lage, es mit Hilfe des Materials zu erarbeiten und anzuwenden. Dabei scheint ein intuitiver Zugang bereits zu bestehen. Möglicherweise hilft die Lerneinheit dabei, dass bereits vorhandene Wissen in eine explizite Struktur zu bringen.

---

<sup>133</sup> Alle drei ergeben in ihrer Gesamtheit den Goldstandard wissenschaftlicher Untersuchungen.

#### 4.2.4. MZ 2.4 – In welcher Weise erarbeiten und nutzen Lernende das wissenschaftliche Prüfkriterium ‚Kausalität & Korrelation‘?

Die Entwicklung und Erprobung des Prüfkriteriums *Kausalität & Korrelation* entstand in Form von vielen kollaborativen Planungen und Gesprächen in enger Zusammenarbeit mit Uta Linn im Rahmen einer Masterarbeit (Linn, 2016). Es wurden folgende Lernziele festgelegt:

Schülerinnen und Schüler...

1. beschreiben den Begriff *Korrelation* als gemeinsames Auftreten zweier Merkmale<sup>134</sup>.
2. beurteilen Ergebnisse der Korrelationsforschung dahingehend, als dass sie keine Belege für Kausalität darstellen<sup>135</sup>.
3. Diskutieren kritisch die Wirkrichtung möglicher Kausalitäten bei beobachteten Korrelationen
4. verwenden die Begriffe Scheinkorrelation und illusorische Korrelation korrekt zielgerichtet.

#### Design

*Hinweis: Die dargestellten Materialien wurden nach der Erprobung überarbeitet und angepasst. Die einzelnen Änderungen werden an dieser Stelle nicht thematisiert. In diesem Abschnitt werden der Einfachheit halber die bereits überarbeiteten Materialien beschrieben (vgl. Anhang P3.1-3.28)*

Zur Auseinandersetzung mit kontroversen Kontexten ist eine rationale Beurteilung von Studien und ihren Ergebnissen von großer Bedeutung. Zu erkennen, welche Zusammenhänge zwischen einzelnen Merkmalen einer Untersuchung oder eines Experiments bestehen, kann grundlegend die Einschätzungen sowie die abschließende Bewertung der Lernenden beeinflussen. Ein Verständnis von Kausalität & Korrelation ist damit integraler Bestandteil einer rationalen Auseinandersetzung mit wissenschaftlichen Kontexten. Dieses Prüfkriterium versteht sich damit eher als Meta-Kriterium. Es ist nicht überschneidungsfrei zu definieren, da es kein direktes methodisches Prinzip darstellt. Dennoch wird bei der Materialentwicklung großer Wert auf die direkte Nutzbarkeit des Prüfkriteriums gelegt.

Die entwickelten Materialien wurden so konzipiert, dass sie Anlass zu umfassenden kontroversen Auseinandersetzungen bezüglich Korrelation, Kausalität und Wirkrichtungen geben. Ein weiteres, übergeordnetes Ziel stellt die Sensibilisierung der Lernenden hinsichtlich behaupteter Ursache-Wirkungs-Beziehungen dar. Damit stellt das Prüfkriterium einen weiteren Baustein im kritischen Umgang mit kontroversen Themen und damit verbundenen Behauptungen dar und ermöglicht eine kriteriengeleitete, rationale Auseinandersetzung.

#### Erarbeitung des Prüfkriteriums „Korrelation & Kausalität“:

---

<sup>134</sup> bzw. Merkmalsausprägungen

<sup>135</sup> Sie weisen lediglich darauf hin.

Als Kontext für die Unterrichtseinheit zur Erarbeitung des Prüfkriteriums wurde *Computerspielen und Gewalt* gewählt. Dieser erfüllt die Kriterien der Relevanz, Authentizität und Multidimensionalität. Da der Einsatz der Materialien fächerunabhängig möglich sein soll, wurde auf einen fachlichen Bezug zur Chemie verzichtet. Damit ist er innerhalb des Faches auch nicht anschlussfähig (2.4.5). Zur Reflexion, wie später illustriert wird, eignet sich der Kontext gut. Zudem ist er sowohl individuell als auch gesellschaftlich bedeutsam (2.4.5 – 3.).

Beinahe 70 % der Jugendlichen in Deutschland spielen einmal pro Tag oder mehrmals pro Woche Computerspiele (Feierabend et al., 2015, S. 42). Zudem beschäftigen sich viele medienpädagogische Studien mit den Auswirkungen auf die Psyche – mit sehr widersprüchlichen Befunden (Kunczik & Zipfel, 2010, S. 15).

Als Einstieg dient ein Zeitungsartikel, welcher vom Design her einer großen deutschen Tageszeitung entspricht (Anhang P3.1). Im Artikel wird suggeriert, dass Computerspiele und Gewalt auf eine Weise zusammenhängen, dass man sie verbieten müsse. Die Präsentation provoziert eine Positionierung und löst unter Umständen emotionale Reaktionen aus (vgl. 2.3.2.3; 2.4.2; 4.1.2). In Form eines stummen Impulses erhalten die Lernenden AB 1b (Anhang P3.2). Die dort beschriebene Umfrage ermöglicht eine individuelle, persönliche Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand. Sie dient zudem der Diagnose der Lehrkraft. Im Plenum teilen die Lernenden ihre Erfahrungen mit dem Thema Computerspielen mit und positionieren sich zudem persönlich, was dabei helfen kann, Argumente für die Position zu finden (2.4.5 – 6.; 4.2.2).

Um die Authentizität des Materials zu gewährleisten, wurden die Informationen der, im Folgenden präsentierten, Arbeitsblätter aus einer echten Studie entnommen (Baier et al., 2006). Das KFN beschäftigt sich bereits seit einigen Jahrzehnten mit der Entstehung von Gewalt und hat dazu eine Reihe von Statistiken publiziert. Drei Aspekte wurden direkt für die Materialentwicklung verwendet (Baier et al., 2006, S. 149, 174, 194):

- Gewalttätiges Verhalten nach Häufigkeit der erlebten elterlichen Gewalt
- Gewalttätiges Verhalten nach Häufigkeit des Spielens von Kampfspielen
- Gewalttätiges Verhalten nach Anzahl delinquenter Freunde

Alle drei Aspekte stellen Korrelationen dar. Keiner von ihnen ist direkt zurückzuführen auf eine vorliegende Kausalität bzw. Ursache-Wirkungs-Beziehung. Ein viertes, abwegiges und fiktives Beispiel für eine Korrelation, wird der Konsum von Fast-Food (Burger) betrachtet<sup>136</sup>.

Die Lernenden werden in Gruppen eingeteilt und setzen sich mit den vier Datensätzen zu den Korrelationen auseinander (s. o.). Jede Gruppe erhält Arbeitsaufträge für die Gruppenarbeit (Anhang P3.3). Die Materialien bestehen jeweils aus einem Informationstext (Gruppe A (*Computerspiele*): Anhang P3.4; Gruppe B (*Elterliche Gewalt*): Anhang P3.6; Gruppe C (*Krimineller Freundeskreis*): Anhang P3.8; Gruppe D (*Verzehr von Burgern*): Anhang P3.10) sowie den Ergebnissen der (echten<sup>137</sup>) Studien<sup>138</sup> (Gruppe A (*Computerspiele*): Anhang P3.5; Gruppe B (*Elterliche Gewalt*): Anhang P3.7; Gruppe C (*Krimineller Freundeskreis*): Anhang P3.9; Gruppe D (*Verzehr von Burgern*): Anhang P3.11). Der Begriff Korrelation wird definiert. Die

---

<sup>136</sup> Diese Korrelation wurde frei erfunden.

<sup>137</sup> Der Authentizität halber wurde das Logo des KFN auf dem Arbeitsblatt abgebildet.

<sup>138</sup> in didaktisch reduzierter Form

enthaltenen Aufgaben und Daten sind den Kompetenzen der Jahrgangsstufe 8 angepasst<sup>139</sup>. Ziel ist es, die beiden Merkmale (*Anteil gewalttätiger Menschen* und jeweils einen der vier Aspekte) graphisch miteinander in Beziehung zu bringen. Dabei ist intendiert, dass die Lernenden eine Korrelation beobachten und beschreiben. Zur Differenzierung nach oben liegen vorne am Lehrerpult Sprinteraufgaben inklusive Lösungen zur Selbstkontrolle bereit, um starken Schülern eine Möglichkeit der tiefergehenden Auseinandersetzung zu ermöglichen.

Die darauffolgende Vorstellung und Diskussion der Ergebnisse dient im Wesentlichen der Zusammenführung der gefundenen Korrelationen (Anhang P3.16). An dieser Stelle ist ein kognitiver Konflikt intendiert (4.2.1): Die Präsentation der Graphen aus den Gruppenarbeiten zeigt, dass alle vier bearbeiteten Aspekte starke Korrelationen aufweisen. Die Lernenden entdecken, dass die Aussagekraft im Grunde identisch ist („wenn Elterliche Gewalt/kriminelle Freundeskreise/Computerspiele zu eigener Gewalttätigkeit führen, dann tut dies auch der Verzehr von Burgern. Da dies abwegig erscheint (und auch ist), müssen die vermuteten Kausalitäten relativiert werden. Es liegen offenbar „nur“ Korrelationen vor. Diese können nicht als Ursache-Wirkungs-Beziehungen verstanden werden. Dadurch wird die Distinktion zwischen Kausalität und Korrelation veranschaulicht. Die Unzufriedenheit mit dem alten Konzept weicht dem neuen. (Ziel 1 & 2)

Im nächsten Schritt wird die eingangs formulierte Frage beantwortet („Ist Computerspielen die Ursache von gewalttätigem Verhalten?“). Damit stellt AB 3 (Anhang P3.18) bereits eine erste Anwendung des zuvor erlernten Konzepts (der Unterscheidung zwischen Kausalität und Korrelation und deren Aussagekraft) dar. Eine Vertiefung erfolgt im Anschluss. Die Lernenden nutzen Pfeile, um vermutete Wirkrichtungen zwischen den vier untersuchten Aspekten und gewalttätigem Verhalten darzustellen. Die Aufgabenstellung ist sehr offen (Pfeile dürfen ohne Vorgabe genutzt werden). Im weiteren Verlauf diskutieren und bewerten die Lernenden im Plenum die dargestellten Zusammenhänge. (Ziel 3)

Arbeitsblatt 5 führt die Bezeichnungen Scheinkorrelation und Illusorische Korrelation ein (Anhang P3.19). In Form der kooperativen Lernform Think-Pair-Share (Brüning & Saum, 2008, S. 83) werden beide besonderen Formen einer Korrelation informierend anhand eines Beispiels präsentiert (Anhang P3.20 & P3.21). Die darauffolgenden Übungsaufgaben erfordern eine Beurteilung von Aussagen (Anhang P3.22). Die Lernenden sollen entscheiden, um welche Art der Korrelation es sich jeweils handelt. Damit werden die neuen Begriffe angewendet und vertieft. (Ziel 3 & 4)

#### Sicherung und Anwendung des Prüfkriteriums „Korrelation & Kausalität“ in Form von Prüfkarten:

Die Prüfkarten für dieses Prüfkriterium beschränken sich auf die *Scheinkorrelation* und die *illusorische Korrelation*. Die übrigen Inhalte wurden bereits in der Erarbeitungsphase erschöpfend thematisiert, gesichert und angewendet. Bei Prüfkartensätze eignen sich zur Anwendung innerhalb kontroverser Kontexte, wenn es darum geht, Schlussfolgerungen und Behauptungen zu prüfen und argumentativ zu relativieren.

---

<sup>139</sup> Schülerinnen und Schüler „Informationen aus mathemathikhaltigen Darstellungen“ zu entnehmen (Kernlehrplan für die Sekundarstufe I Gymnasium in Nordrhein-Westfalen - Chemie, 2019, S. 24)

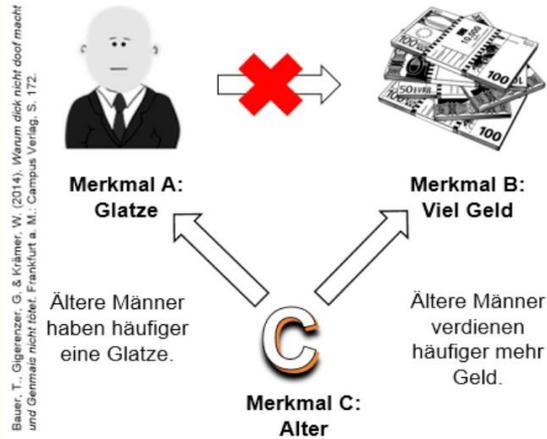


## Scheinkorrelation

Abbildung 34: Kausalität & Korrelation - Scheinkorrelation Prüfkarte 1

### Wie erkennt man Scheinkorrelationen?

Um zu verhindern, dass Scheinkorrelationen eine Untersuchung verfälschen, sollte man sich fragen: **Gibt es vielleicht ein „verborgenes“ Merkmal C, welches die beiden untersuchten Merkmale beeinflusst?**



Es stimmt schon, dass die Merkmale Glatze und viel Geld bei einigen Männern gemeinsam auftreten. Aber die Glatze ist nicht die Ursache für das Geld, sondern beide Merkmale werden durch das Alter der Männer verursacht.

Abbildung 33: Kausalität & Korrelation - Scheinkorrelation Prüfkarte 2

### Wozu Scheinkorrelation überprüfen?

**Es passiert immer wieder, dass falsche Zusammenhänge zwischen zwei Merkmalen festgestellt werden, weil die eigentliche Ursache übersehen wird!**

*Beispiel:*

*Einer deiner Freunde erzählt dir: „Ich habe im Internet gelesen, dass Männer mit Glatze mehr Geld verdienen. Ich werde mir jetzt die Haare abrasieren, dann werde ich auch mehr Geld in der Arbeit bekommen.“*

*Du bezweifelst, ob das, was dein Freund sagt, richtig ist. Denn erstens klingt es nicht logisch und zweitens kennst du einen Bekannten mit Glatze, der nicht viel Geld verdient.*

**Dein Freund ist auf eine Scheinkorrelationen hereingefallen. Scheinkorrelationen kommen sowohl im Alltag als auch in der Forschung vor, denn nicht immer ist es einfach, den wahren Grund für den Zusammenhang zu erkennen.**

**! Achtung! Unerkannte Scheinkorrelationen können wissenschaftliche Ergebnisse verfälschen.**

Bauer, T., Gigerenzer, G. & Krämer, W. (2014). Warum dich nicht doof macht und Gemmais nicht tödelt. Frankfurt a. M.: Campus Verlag, S. 171/172.

Abbildung 32: Kausalität & Korrelation - Scheinkorrelation Prüfkarte 3

### Scheinkorrelation in der Chemie

*Die Klasse 9a soll in einem Experiment Kohlenstoffdioxid-Gas in ein Becherglas mit Wasser leiten und ihre Beobachtungen notieren. Bei einigen Schülern entsteht dabei eine milchig-weiße Trübung, bei den anderen bleibt das Wasser klar.*



Die Ursache für das unterschiedliche Ergebnis kann nicht festgestellt werden und in der Klasse bricht ein Streit darüber aus, welche Gruppe recht hat.

**Wurde von einer Gruppe ein Fehler begangen? Wenn ja, was hat sie anders gemacht?**

**Wiederhole das Experiment und versuche herauszufinden, was die Ursache für die zwei unterschiedlichen Ergebnisse ist!**

Abbildung 31: Kausalität & Korrelation - Scheinkorrelation Prüfkarte 4

Da das Prüfkriterium kein direktes methodisches, prozessbezogenes Prinzip darstellt, sondern eher die Beschreibung eines (scheinbaren) Zusammenhangs, ist seine direkte Anwendbarkeit nur schwer möglich. Die letzte Einheit der Erarbeitungsphase zeigt den Lernenden zudem bereits die Nutzbarkeit in Form einer Aussagenüberprüfung. Daher, auch um Redundanz zu vermeiden, beschränken sich die Prüfkarten auf Symbolik und Sicherung. Lediglich eine Anwendungskarte zur Scheinkorrelation für den Kontext „in der Chemie“ wurde entwickelt (Abbildung 31).

Die Prüfkarten zur *Scheinkorrelation* nutzen den Storch, der die Kinder bringt, als Symbol (Abbildung 34). Dieser Gedächtnis-Anker dient zum Erinnern an die vorangegangene Lerneinheit und das damit verbundene Beispiel. Die folgenden zwei Karten klären die Notwendigkeit („Wozu Scheinkorrelation überprüfen?“) sowie die Anwendbarkeit („Wie erkennt man Scheinkorrelation?“) (Abbildung 33; Abbildung 32). Damit haben die Prüfkarten zumindest einen partiellen „Werkzeug“-Charakter. Sie lassen sich nutzen, ähnlich der Falsifizierbarkeits-Prüfkarten, um Schlussfolgerungen und Behauptungen zu untersuchen, die sich auf bestimmte Arten von Informationen stützen.



Abbildung 35: Kausalität & Korrelation - Illusorische Korrelation Prüfkarte 1

**Wie erkennt man illusorische Korrelationen?**

Sobald Menschen von einer illusorischen Korrelation überzeugt sind, bemerken sie unbewusst überall Hinweise, die ihre Vermutung bestätigen. Dies ist häufig darauf zurückzuführen, dass wir uns besonders gut an außergewöhnliche Ereignisse erinnern.

Was glaubst du, weckt eher unsere Aufmerksamkeit? Das eine Mal, als sich bei einem Wetterumschwung die körperlichen Schmerzen geändert haben, oder die vielen Male, an denen nichts passiert ist?

**Um festzustellen, ob eine illusorische Korrelation vorliegt, müssen alle Fälle betrachtet werden – auch jene, die unsere Vermutung nicht bestätigen!**

	Veränderung der Schmerzen	Keine Veränderung der Schmerzen
Wetteränderung	Bestätigt Zusammenhang	Widerlegt Zusammenhang
Keine Wetteränderung	Widerlegt Zusammenhang	Bestätigt Zusammenhang

Myers, D. G. (2008). Psychologie (2. Aufl.). Heidelberg: Springer Medizin, S. 34.

Abbildung 36: Kausalität & Korrelation - Illusorische Korrelation Prüfkarte 2

**Wozu auf illusorische Korrelationen achten?**

Menschen erkennen im Alltag Zusammenhänge zwischen zwei Merkmalen, obwohl diese Korrelationen gar nicht wirklich existiert!

*Beispiel:*  
Einige Menschen glauben daran, dass sich das Wetter auf ihre körperlichen Schmerzen auswirkt.

Merkmal A: Wetter   Merkmal B: Schmerzen 

Die Forschung konnte bisher nicht feststellen, dass körperliche Schmerzen mit dem Wetter korrelieren. Die beiden Merkmale treten nur **zufällig** gemeinsam auf.

**! Achtung! Illusorische Korrelationen führen zu fehlerhaften Annahmen und bestärken abergläubische Vorstellungen sowie Vorurteile!!**

Myers, D. G. (2008). Psychologie (2. Aufl.). Heidelberg: Springer Medizin, S. 34.

Abbildung 37: Kausalität & Korrelation - Illusorische Korrelation Prüfkarte 3

Die Prüfkarten zur *Illusorischen Korrelation* nutzen die schwarze Katze als Symbol, die bereits in der vorangegangenen Erarbeitungsphase Verwendung fand (Abbildung 35). Die beiden Sicherungskarten „Wozu auf illusorische Korrelation achten?“ und „Wie erkennt man illusorische Korrelationen?“ komplettieren den Kartensatz (Abbildung 36; Abbildung 37). Damit ist auch diese besondere Form der Korrelation auf Behauptungen und Aussagen anwendbar (s. o.).

### **Ergebnisse der Erprobung**

Die Erprobung des Materials erfolgte mit 21 Schülern (neun Mädchen und 12 Jungen) einer neunten Klasse an einem Münsteraner Gymnasium. Im Fokus standen die vier, zu Beginn formulierten, Lernziele. Durchgeführt wurde sie in Zusammenarbeit mit Uta Linn und von dieser, im Rahmen ihrer Masterarbeit, ausgewertet (Linn, 2016). Daten wurden in Form von Unterrichtsbeobachtungen und anonymisierten Fragebögen erhoben. Auf eine ausführliche Beschreibung der Erhebungs- und Auswertungsmethoden wird verzichtet<sup>140</sup>. Im Folgenden werden die Ergebnisse kurz präsentiert. Dabei werden Aussagen der Schüler, welche in Form von Notizen während der Erprobung gesammelt wurden, als Zitate dargestellt.

Das Thema Computerspielen regte einen intensiven Austausch innerhalb der Klasse an. Viele Schüler berichteten von ihren ganz persönlichen Erfahrungen. Eine Positionierung erfolgte aufgrund hoher Motivation schnell. Der bewusst plakativ formulierte Zeitungsartikel wurde von einem Teil der Schüler abgelehnt („*der Zeitungsartikel erscheint mir als Quelle nicht besonders glaubhaft*“), was auch damit begründet wurde, dass er in seiner Erscheinung große Ähnlichkeit mit einer bekannten deutschen Tageszeitung aufweist. Während des Austauschs stieg die Unruhe innerhalb der Klasse. Diese legte sich bei Beginn der Gruppenarbeit.

Im Anschluss präsentierten alle Gruppen ihre Ergebnisse. Die „Burger“-Gruppe hegte, wie intendiert, Zweifel bezüglich des Aussagegewerts der, von ihnen beobachteten, Korrelation. In der darauffolgenden Diskussion im Plenum gaben die Lernenden an, dass „*Korrelationen nichts heißen muss*“, „*die Studien anders zu interpretieren seien*“ und „*viele Komponenten zusammenspielen*“. Die Kritik monokausaler Ursache-Wirkungs-Beziehungen wurde deutlich von vielen Schülern formuliert (z. B. „*Abhängigkeit kann anders herum sein*“, „*man kann nicht feststellen, was Ursache und Wirkung ist*“). An vielen Stellen der Diskussion zeigten die Lernenden Verwunderung ob der Korrelationen und dem, was diese an Schlussfolgerungen zulassen. Besonders im Hinblick auf die Faktoren, die ihres Erachtens „*auf jeden Fall*“ mit der eigenen Gewalttätigkeit zusammenhingen (vor allem Elterliche Gewalt), sahen sie eher eine Kausalität. Die Korrelationen des Burger-Verzehrs bzw. des Computerspielens waren aber nicht mehr und nicht weniger aussagekräftig, was bei einigen Schülern zu einer Relativierung ihrer eigenen Aussagen führte.

Die Erarbeitung des Begriffs *Scheinkorrelation* war für einige Lernende mit großen Schwierigkeiten verbunden. So wurde die Formulierung wörtlich genommen, und geschlussfolgert, dass überhaupt kein Zusammenhang bestehe, sondern dies nur der Anschein habe. Das ist nicht korrekt, da, vermittelt durch eine weitere Variable, eine indirekte Kausalität durchaus besteht. Die Auseinandersetzungen mit dem Arbeitsblatt 5 erwiesen sich dennoch erneut als Anreiz zur umfassenden Diskussion und Reflexion. Diese war nötig, da die Lernenden zu großen Anteilen keine „Variable C“ nennen konnten, welche kausal gleich beide Merkmale beeinflusst (Anhang P3.22). Die Prüfkarten zur illusorischen Korrelation wurden in der Erprobung nicht eingesetzt.

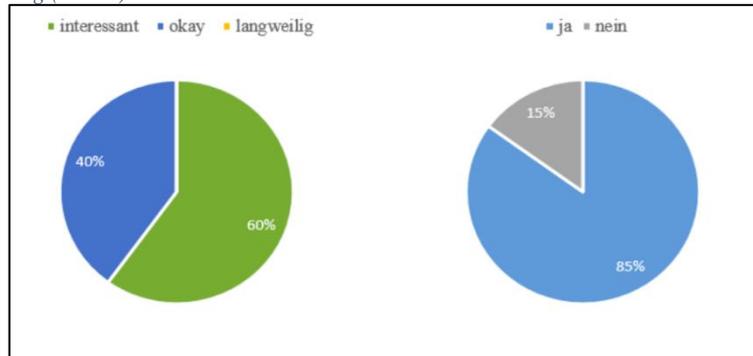
---

<sup>140</sup> umfassende Darstellung bei Linn (Linn, 2016)

## Auswertung des Fragebogens

Die Auswertung des Fragebogens, welcher im Anschluss an die Erprobung ausgefüllt wurde, deckt sich weitestgehend mit den Erkenntnissen der unterrichtlichen Erprobung (Tabelle 17). Schüler erachten das Thema „Computerspielen und Gewalt“ als interessant bis sehr interessant. Der Schwierigkeitsgrad des Themas „Korrelation & Kausalität“ wird von 12/20 der Schüler als „einfach“ bis „sehr einfach“ und einem Viertel als „mittel“ beschrieben. 12/20 erachten das Thema als interessant, der Rest als „ganz okay“.

Tabelle 18: Interesse am PK (links), empfundene Nützlichkeit des PK im Alltag (rechts)



Interessanter sind die Werte bezüglich der Nutzbarkeit des Prüfkriteriums im Alltag. Hier geben 17/20 an, dass ein Wissen über Kausalität und (Schein-)korrelation für sie auch im Alltag nützlich sein kann (Tabelle 18). Die empfundene Nutzbarkeit kann ein Merkmal für die Fruchtbarkeit des Erlernten sowie die Anwendbarkeit auf SSI sein. Die Materialien waren weitestgehend gut bis sehr gut verständlich und die präsentierten Inhalte hatten eine angemessene Länge.

Tabelle 17: Ergebnisse Fragebogen PK Kausalität & Korrelation

Bewertung gesamt (n = 20)

<b>Wie spannend findest du das Thema „Computerspielen und Gewalt“?</b>				
sehr interessant	interessant	egal	langweilig	
7	8	4	1	
<b>Wie schwierig findest du das Thema „Korrelation-Kausalität“?</b>				
sehr schwer	schwer	mittel	einfach	sehr einfach
0	3	5	8	4
<b>Was denkst du über das Thema „Korrelation-Kausalität“?</b>				
interessant	ganz okay		langweilig	
12	8		0	
<b>Glaubst du, dass das Wissen über Kausalität und (Schein-)Korrelationen für dich auch im Alltag nützlich sein kann?</b>				
ja		nein		
17		3		
<b>Was denkst du über die Textlänge?</b>				
zu lang	okay		zu kurz	
1	17		2	
<b>Was gut hast du die Texte verstanden?</b>				
viele Fremdwörter	mehrfach lesen	kein Problem		
0	4	16		
<b>Waren die Arbeitsaufträge verständlich?</b>				
nicht verständlich	teils/teils	gut verständlich		
0	8	12		
<b>Hat dir die Doppelstunde Spaß gemacht?</b>				
ja		nein		
17		3		

Die Differenzierung zwischen Jungen und Mädchen zeigt in erster Linie, dass der Kontext für erstere interessanter und motivierender ist als für letztere (Tabelle 19; Tabelle 20). Die übrigen Ergebnisse zeigen keine signifikanten Unterschiede.

Bei den freien Formulierungen am Ende des Fragebogens nennen viele Schüler, dass das Thema interessant war, ihnen die Gruppenarbeit gut gefallen hat, sowie die Gestaltung der Arbeitsblätter und der Methodenwechsel gut war. Zu verbessern sei aus ihrer Sicht die Organisation bzw. Struktur, sowie die Menge an Arbeitsblättern.

Tabelle 19: Ergebnisse Fragebogen PK Kausalität & Korrelation (Jungen)

Bewertung der Schüler (n = 11)

<b>Wie spannend findest du das Thema „Computerspielen und Gewalt“?</b>				
sehr interessant	interessant	egal	langweilig	
5	6	0	0	
<b>Wie schwierig findest du das Thema „Korrelation-Kausalität“?</b>				
sehr schwer	schwer	mittel	einfach	sehr einfach
0	3	3	3	2
<b>Was denkst du über das Thema „Korrelation-Kausalität“?</b>				
interessant		ganz okay		langweilig
6		5		0
<b>Glaubst du, dass das Wissen über Kausalität und (Schein-)Korrelationen für dich auch im Alltag nützlich sein kann?</b>				
ja			nein	
10			1	
<b>Was denkst du über die Textlänge?</b>				
zu lang		okay		zu kurz
1		8		2
<b>Was gut hast du die Texte verstanden?</b>				
viele Fremdwörter		mehrfach lesen		kein Problem
0		3		8
<b>Waren die Arbeitsaufträge verständlich?</b>				
nicht verständlich		teils/teils		gut verständlich
0		5		6
<b>Hat dir die Doppelstunde Spaß gemacht?</b>				
ja			nein	
10			1	
<b>Das war gut:</b>			<b>Das ist zu verbessern:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- interessantes Thema</li> <li>- sehr anschauliche Erklärungen</li> <li>- Arbeitsblätter</li> <li>- Thema war unbekannt</li> <li>- Spiel mit Karten</li> <li>- Methoden</li> <li>- Layout der Arbeitsblätter</li> <li>- Gruppenarbeit</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Organisation/Struktur (3x)</li> <li>- inhaltliche Anmerkung: nicht die Zahl, die näher an 0 ist, sondern die betragsmäßig kleinere Zahl</li> <li>- Papierverschwendung/ zu viele ABs (3x)</li> <li>- längere Texte</li> <li>- mehr Kommunikation</li> <li>- Ergebnisse vergleichen</li> </ul>	

Tabelle 20: Ergebnisse Fragebogen PK Kausalität & Korrelation (Mädchen)

Bewertung der Schülerinnen (n = 9)

<b>Wie spannend findest du das Thema „Computerspielen und Gewalt“?</b>				
sehr interessant	interessant	egal	langweilig	
2	2	4	1	
<b>Wie schwierig findest du das Thema „Korrelation-Kausalität“?</b>				
sehr schwer	schwer	mittel	einfach	sehr einfach
0	0	2	5	2
<b>Was denkst du über das Thema „Korrelation-Kausalität“?</b>				
interessant		ganz okay		langweilig
6		3		0
<b>Glaubst du, dass das Wissen über Kausalität und (Schein-)Korrelationen für dich auch im Alltag nützlich sein kann?</b>				
ja			nein	
7			2	
<b>Was denkst du über die Textlänge?</b>				
zu lang		okay	zu kurz	
0		9	0	
<b>Was gut hast du die Texte verstanden?</b>				
viele Fremdwörter		mehrfach lesen	kein Problem	
0		1	8	
<b>Waren die Arbeitsaufträge verständlich?</b>				
nicht verständlich		teils/teils	gut verständlich	
0		3	6	
<b>Hat dir die Doppelstunde Spaß gemacht?</b>				
ja			nein	
7			2	
<b>Das war gut:</b>			<b>Das ist zu verbessern:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- sehr interessantes Thema</li> <li>- Aktionsmöglichkeiten</li> <li>- endlich war Politik informativ</li> <li>- Gruppenarbeit (3x)</li> <li>- verschiedene Methoden und Medien</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>- zu viele Arbeitsblätter</li> <li>- mehr Struktur (2x)</li> <li>- Plättchen für Gewalt</li> <li>- bessere Arbeitsaufträge</li> <li>- Arbeitsaufträge aufs Blatt schreiben</li> </ul>	

## Analyse

Die Erprobung kann abschließend als gelungen beurteilt werden, da viele der intendierten Aspekte umgesetzt werden konnten.

Dazu gehören u. a.:

- die Merkmale des Kontexts (spannend, emotional, motivierend, lebensweltbezogen)
- die Erzeugung eines kognitiven Konflikts durch Unzufriedenheit mit dem bestehenden Konzept („Korrelation bedeutet Kausalität“)
- das Etablieren des Prüfkriteriums, welches als verständlich, plausibel und fruchtbar wahrgenommen wurde und damit geeignet, um das bestehende Konzept zu ersetzen
- ein einheitliches Design der Prüfkarten
- Raum zu umfassender Reflexion und Diskussion
- Explizite Benennung (mit vielen Visualisierungen) des Prüfkriteriums
- Anwendung auf SSI (hier bereits in der Erarbeitungsphase)

Das Prüfkriterium *Kausalität & Korrelation* erfüllt zudem eine Reihe von NOS-Aspekten (vgl. 4.2.1 – Schritt 3): Es handelt sich um ein allgemeingültiges Werkzeug bzw. Prinzip. Es unterstützt die Demarkation zu Pseudowissenschaften (s. u.). Es fördert die logische Verknüpfung zwischen Beobachtung und Erklärung. Es dient dem Relativieren und Identifizieren konsistenter Zusammenhänge in der natürlichen Welt und beschränkt sich auf jene Systeme, die sich für Beobachtungen und empirische Belege überhaupt eignen (vgl. 4.2.2).

Die eingangs formulierten Ziele konnten (größtenteils) erreicht werden:

Die Lernenden...

1. waren im Gespräch und in den Gruppenarbeiten in der Lage, das gemeinsame Auftreten zweier Merkmale als Korrelation zu beschreiben.
2. Relativierten die Ergebnisse der Gruppenarbeiten dahingehend, dass keines (sei es noch so intuitiv) eine klare Ursache-Wirkungs-Beziehung bzw. Kausalität darstellen muss.
3. Diskutierten und relativierten bereits zu Beginn der Stunde kritisch die Reichweite sowie die mögliche Wirkrichtung der vorliegenden Zusammenhänge.
4. verwenden den Begriff Scheinkorrelation mehrheitlich nicht korrekt. Die illusorische Korrelation wurde nicht im Unterricht behandelt. (Dieses Ziel bzw. dessen Erreichung sollte angepasst werden.)

Die Ergebnisse zeigen zudem, dass das Prüfkriterium eine kritische Auseinandersetzung mit einem kontroversen Inhalt ermöglichen kann (Bauer et al., 2014, S. 187; Goldin, 2015). Es befähigt Schüler, den Wert bzw. die Ergebnisse von Studien sowie Darstellungen in Medien zu hinterfragen. Das Prüfkriterium Kausalität & Korrelation ist ein mächtiges Werkzeug und

bringt eine breite Anwendbarkeit im Hinblick auf Aussagenlogik, Untersuchbarkeit, Schlussfolgerungen und Überprüfbarkeit mit sich. Gerade zur Demarkation von Pseudowissenschaft und Wissenschaft bzw. ihrer Methode ist ein Verständnis von Korrelation (sowie Scheinkorrelation und illusorischer Korrelation) und Kausalität von essentieller Bedeutsamkeit (2.1.6; 4.2.1). Damit stellt das Prüfkriterium auch einen Baustein im Sinne eines Cluster Approach dar.

#### **4.2.5. MZ 2.5 – In welcher Weise erarbeiten und nutzen Lernende das wissenschaftliche Prüfkriterium ‚Reproduzierbarkeit‘?**

Materialien für das Prüfkriterium *Reproduzierbarkeit* wurden zum Zeitpunkt der Fertigstellung dieser Arbeit noch nicht entwickelt und erprobt.

#### **4.2.6. MZ 2.6 – In welcher Weise erarbeiten und nutzen Lernende das wissenschaftliche Prüfkriterium ‚Verblindung‘?**

In diesem Durchlauf des Mesozyklus 2 wird die Entwicklung und Erprobung des Prüfkriteriums ‚Verblindung‘ beschrieben. Es gelten folgende Lernziele:

Schülerinnen und Schüler...

1. erkennen und diskutieren die Einflüsse von Vorurteilen und Erwartungen auf Sinneswahrnehmungen und die Notwendigkeit einer Verblindung
2. benennen Möglichkeiten der Verblindung.
3. planen einfache verblindete Experimente.

#### **Design**

Das Prüfkriterium *Verblindung* ist nur in Verbindung mit *kontrollierten Bedingungen* (4.2.3) zu vermitteln. Die Realisierung einer Variablenkontrolle bei Experimenten bildet die Grundlage, um verblindete Experimente überhaupt zu ermöglichen (vgl. 4.2.1; 4.2.3). In dem hier vorliegenden Material liegt der Fokus auf Sinneswahrnehmungen und -täuschungen, weshalb diese mit Symbolen und Farben expliziert wurden.

### Erarbeitung des Prüfkriteriums „Verblindung“:

Wie bei den zuvor beschriebenen Erarbeitungsphasen soll auch hier ein Problem im Zentrum stehen. Mittels optisch unterschiedlicher Jogurtproben, welche am Pult präsentiert werden, wird der Eindruck erweckt, dass es sich um verschiedene Sorten handle (Abbildung 38). In Wirklichkeit ist in jedem Becher mit Lebensmittelfarbstoff eingefärbter und gezuckerter Naturjogurt<sup>141</sup>. Es wurde darauf geachtet, dass eine einigermaßen natürliche Färbung erreicht wird. Die Proben unterscheiden sich demnach nicht im Geschmack.



Abbildung 38: mit Lebensmittelfarbstoff eingefärbte und gezuckerte Naturjogurtproben

Die Schüler erhalten ein Arbeitsblatt mit der Formulierung „Jede Gruppe erhält 4 Jogurtproben, die alle etwas unterschiedlich sind.“ (Abbildung 39). In dieser Formulierung wurde bewusst darauf geachtet, dass sie nicht sachlich inkorrekt ist. Darauf

probiert jeder einzelne Schüler alle vier durchnummerierten Proben<sup>142</sup>. In zwei Schritten werden die Sinneswahrnehmungen der Probierenden mit vorgegebenen Antwortmöglichkeiten erhoben (1. Sehen; 2. Schmecken). Die richtige Antwort (gesüßter Naturjogurt) ist ebenfalls enthalten. Am Ende der Geschmacksprobe wird die Gruppe aufgefordert ihre Vermutungen zu diskutieren.

Mit dem Arbeitsblatt wird intendiert, dass das optisch Erlebte eine Erwartungshaltung bezüglich des Geschmacks auslöst. Im Gehirn sind Farbe und Geruch miteinander verknüpft und letzterer beeinflusst direkt den Geschmackssinn (Österbauer et al., 2005). Damit sind Fehleinschätzungen bezüglich des Schmeckens der unterschiedlichen Proben sehr wahrscheinlich.

---

<sup>141</sup> 1: vier Tropfen rot; 2: zwei Tropfen blau und vier Tropfen rot; 3: sieben Tropfen gelb; 4: ein Tropfen blau und sieben Tropfen rot

<sup>142</sup> Da im Chemieraum keine Verkostung stattfinden darf, sollte dieser Teil der Erarbeitungsphase in einem anderen Raum stattfinden. Einweglöffel aus Plastik und Einwegschrälchen sollten zudem verwendet werden. Insbesondere erstere sind zudem zu wählen, da diese den Geschmack des Joghurts verstärken – er schmeckt intensiver und süßer (Harrar & Spence, 2013).

Die Diskussion innerhalb der Gruppen verfolgt das Ziel, die Probierenden weiter zu irritieren. Dadurch kann bereits eine so große Unzufriedenheit mit dem Testsetting erzeugt werden, dass Verbesserungsvorschläge generiert werden. Im Anschluss wird im Plenum weiter diskutiert. Der Problemgrund wird spätestens dann deutlich, wenn die verschiedenen Gruppen unterschiedliche Sorten geschmeckt haben (falls dies nicht bereits innerhalb der Gruppen der Fall war). Zur Klärung, inwieweit die Sinne (das Sehen) den Geschmackssinn beeinflussen, wird

## Wer hat den feinsten Geschmackssinn?

Jede Gruppe erhält 4 Joghurtproben, die alle etwas unterschiedlich sind.

**Aufgaben (Einzelarbeit):**

1. **Schau Dir die Joghurtproben an** und trage in den Spalte „**Sehen**“ ein, welche Geschmacksrichtung Du vermutest.
2. **Probiere die einzelnen Proben** und trage in die Spalte „**Schmecken**“ ein welche Geschmacksrichtung Du vermutest.



Joghurtprobe:	1	2	3	4	1	2	3	4
Banane								
Blaubeere								
Erdbeere								
gesüßter Naturjoghurt								
Heidelbeere								
Himbeere								
Kirsche								
Orange								
Pfirsich-Maracuja								
Vanille								

**Diskutiert danach in der Gruppe eure Vermutungen.**

Abbildung 39: PK Verblindung - Wer hat den feinsten Geschmackssinn?

im Plenum ein möglicher Versuchsaufbau entwickelt, welcher den Einfluss des Sehens auslöscht. Hier ist es nicht wichtig, wie genau der Test geplant wird. Es ist lediglich wichtig, dass dieser eine Verblindung (z. B. Augenbinde, „Weggucken“) enthält. Eine (oder mehrere) Gruppe(n)<sup>143</sup> führen die verblindete Geschmacksprobe durch. Das Ergebnis wird verglichen mit dem zuvor ausgefüllten Arbeitsblatt. Es wird deutlich, dass dieses nicht zu reproduzieren ist, weil die Geschmackserlebnisse nun indifferent sind (oder alles gleich schmeckt). An dieser Stelle wird die Notwendigkeit einer Verblindung beim Einfluss anderer Sinneswahrnehmungen augenscheinlich. (Ziel 1 & 2)

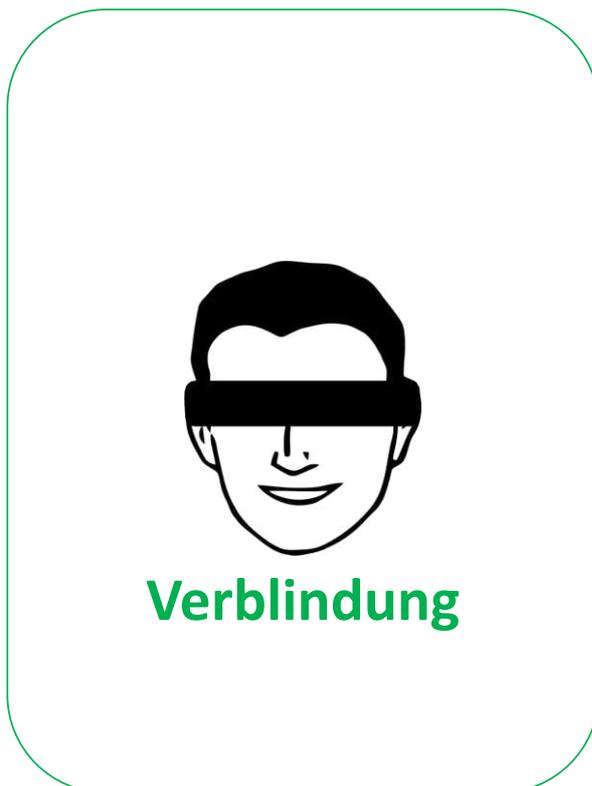


Abbildung 40: PK Verblindung - Prüfkarte 1

**Wozu Verblindung?**

**Vorurteile und Erwartungen beeinflussen manchmal unsere Wahrnehmung!**

***Beispiel:***  
*Beim Probieren unterschiedlicher Joghurtproben kann deren Farbe den Geschmack beeinflussen. So kann es sein, dass Naturjoghurt plötzlich nach Erdbeere schmeckt, obwohl er eigentlich nur mit Farbstoff eingefärbt ist.*



*Wir erwarten aufgrund der Farbe des Joghurts den Geschmack von Früchten!*



- Sehen -

Einfluss



- Schmecken -

**Die Verblindung dient dazu, diesen Einfluss auszuschalten! Dadurch werden Tests **objektiver**, das bedeutet, sie werden weniger stark beeinflusst durch Vorurteile und Erwartungen.**

**Auch wissenschaftliche Untersuchungen dürfen nicht von Vorurteilen und Erwartungen beeinflusst werden und sollten möglichst verblindet sein!**

Abbildung 41: PK Verblindung - Prüfkarte 2

<sup>143</sup> Hier sollte eine Gruppe gewählt werden, die tatsächlich unterschiedliche Aromen geschmeckt hat.

Die Erarbeitung intendiert einen kognitiven Konflikt. Es wird versucht, eine Unzufriedenheit mit der gegenwärtigen Vorgehensweise (bzw. Vorstellung) beim Testen zu erzeugen (vgl. 4.2.1). Diese entsteht, wenn die Probierenden den gleichen Jogurt in einer Blindverkostung am Pult erneut kosten und erkennen, dass sie nun gänzlich unsicher sind.

Ihre eigenen Sinneswahrnehmungen werden in diesem Fall in Frage gestellt. Dadurch ergibt sich die Notwendigkeit einer „besseren“ Herangehensweise bzw. einer anderen Methodik. Diese wird mit dem plausiblen und verständlichen Konzept der Verblindung dargeboten bzw. selbst erarbeitet.

### Sicherung und Anwendung des Prüfkriteriums „Verblindung“ in Form von Prüfkarten:

Im direkten Anschluss werden die Prüfkarten 1 & 2 ausgeteilt, welche der Sicherung dienen. Die erste Karte expliziert den Namen des Prüfkriteriums und zeigt das Symbol in Form eines Gesichts mit verbundenen Augen (Abbildung 40). Dieses soll als Anker dienen zum verblindet durchgeführten Geschmackstest in der Erarbeitungsphase. Prüfkarte 2 fasst die dort gewonnen Erkenntnisse in Form einer Sicherung zusammen (Abbildung 41). Dabei werden erneut die gleichen Symbole verwendet. Zudem werden die Begriffe „Verblindung“, „objektiv“ und „wissenschaftliche Untersuchungen“ grün geschrieben, um einen Zusammenhang aufzuzeigen. Verblindung wird somit als neues, wissenschaftliches Prüfkriterium präsentiert und eingeführt.

**Wie wird verblindet?**

**Immer dann, wenn Vorurteile, Erwartungen und Einstellungen eine Untersuchung beeinflussen, muss man verblinden!**

**Beispiel:**  
Ein neues Medikament soll getestet werden.  
**Zwei Gruppen von Patienten** werden gebildet. Eine Gruppe erhält Pillen **mit Wirkstoff**, die andere Pillen **ohne Wirkstoff**, die genau gleich aussieht. Die **Patienten** dürfen dabei nicht wissen, in welcher Gruppe sie sich befinden! Ihnen wird verheimlicht, was man ihnen verabreicht.

Auch der **Arzt** darf das nicht wissen! Wenn er wüsste, in welchen Pillen der Wirkstoff ist, könnte er unbewusst die **Patienten** beeinflussen.

Abbildung 42: PK Verblindung - Prüfkarte 3

**Verblindung in der Chemie**

Jemand behauptet, er habe Wasser mit einem geheimen Verfahren behandelt, ganz „ohne Chemie“. Dadurch sei es viel reiner. Man würde das schmecken und könne es sogar fühlen. Das Wasser sei auf „natürliche Art energetisiert“.

Du probierst das „Wunder-Wasser“ und hältst Deine Hand hinein. Du glaubst, es schmeckt tatsächlich anders. Und irgendwie fühlt es sich auch weicher an.  
Du wendest Dich an ein Labor. Dort teilt man Dir mit, dass es sich um ganz normales Leitungswasser handelt.

**Kann das Wasser dennoch verändert worden sein? Wenn ja, hat es nun einen anderen Geschmack? Fühlt es sich anders an? Oder bildet man sich dies nur ein?**

**Plane ein verblindetes Experiment um die Behauptungen zu untersuchen**

Abbildung 43: PK Verblindung - Prüfkarte 4

Auf Prüfkarte 3 wird ein Medikamententest unter kontrollierten Bedingungen<sup>144</sup> beschrieben. In Wort und Bild wird die Notwendigkeit der doppelten Verblindung geschildert (Abbildung 42). Diese Karte sollte in jedem Fall im Plenum besprochen und ggfs. von der Lehrkraft erläutert werden.



**Verblindung  
in der Forschung**



Der Hersteller der PowerBalance-Armbänder behauptet:

*„Das Hologramm auf dem Armband geht in Resonanz mit dem natürlichen Energiefeld des Körpers. Dadurch wird man stärker, beweglicher und ausdauernder.“*



flickr.com – Wagner Bonifacio Leite

Die Firma verkauft die Bänder für 30 € pro Stück und hat einen Umsatz von 35 Millionen \$ im Jahr. Viele berühmte Fußballer, darunter Arjen Robben, Cristiano Ronaldo und David Beckham, schwören auf das Armband und tragen es.

**Kann so ein Hologramm wirklich funktionieren? Wie kann die Behauptung des Herstellers überprüft werden?**

**Plane ein verblindetes Experiment um die Wirkung des Armbands zu untersuchen!**

Abbildung 45: PK Verblindung - Prüfkarte 5



**Verblindung  
im Alltag**



*Der kleine Timmy (9) hat einen sehr teuren Lieblings-Orangensaft, den er jeden Tag trinkt. Alle anderen spuckt er gleich wieder aus. Seine Eltern müssen eigentlich sparen und fragen sich, ob Timmy wirklich nur den einen Saft mag, oder sich das nur einbildet.*



Timmy weigert sich, andere Säfte zu probieren. Er möchte nur den einer ganz bestimmten Marke haben.

**Wie könnten seine Eltern Timmys Geschmackssinn dennoch auf die Probe stellen?**

**Plane ein verblindetes Experiment um festzustellen, ob Timmy wirklich nur den einen Saft mag!**

Abbildung 44: PK Verblindung - Prüfkarte 6

Die übrigen drei Prüfkarten<sup>145</sup> stellen die Anwendung des Prüfkriteriums Verblindung dar (Abbildung 43; Abbildung 45; Abbildung 44). Die Lernenden werden dort aufgefordert, eigenständig verblindete Experimente zu planen. Da der Schwierigkeitsgrad aller drei Prüfkarten auf einem ähnlichen Niveau liegt, kann arbeitsteilig gearbeitet werden. Nicht jeder Lernende muss jede Aufgabe bearbeiten. Die Karten sind vor allem als Diskussions- und Reflexionsgrundlage gedacht. Die unterschiedlichen Anwendungsbereiche illustrieren eine generelle Nutzbarkeit und Notwendigkeit des Kriteriums. (Ziel 2 & 3)

## Erprobung

Die im vierten Mesozyklus entwickelte Unterrichtskonzeption beinhaltet die Erprobung der Materialien zur Erarbeitung sowie zur Sicherung und Anwendung des Prüfkriteriums „Verblindung“ in Form von Prüfkarten. Die dort erhobenen Daten werden an dieser Stelle präsentiert, auch wenn sie nicht separat, sondern in einem breiteren Kontext gewonnen wurden<sup>146</sup>.

<sup>144</sup>Diese sollten zu dem Zeitpunkt bereits erarbeitet, gesichert und angewendet worden sein (vgl. 4.2.3).

<sup>145</sup> Zu Prüfkarte 5: Die Marke PowerBalance existiert tatsächlich. Unabhängige Untersuchungen fanden keinen Effekt auf physiologische Eigenschaften wie Stabilität, Stärke etc. (vgl. Brice et al., 2011).

<sup>146</sup> Im vierten Mesozyklus wird die Einbindung dieses Prüfkriteriums genauer beschrieben.

## Ergebnisse der Erprobung

Die Lerngruppe bestand aus 21 Schülern der Jahrgangsstufe 8 eines Münsteraner Gymnasiums. Die Daten beinhalten das ausgefüllte Arbeitsblatt der Erarbeitungsphase. Die Schüler arbeiteten in Dreiergruppen zusammen. Alle sieben Gruppen wurden videografiert und anschließend transkribiert. Die zitierten Schülerbeiträge finden sich in Teiltranskripten im Anhang und werden entsprechend gekennzeichnet<sup>147</sup>.

Die Verkostung wurde unter hoher Schüleraktivität durchgeführt. Eine Auswertung der Ergebnisse des Arbeitsblattes werden in Tabelle 21 dargestellt. Die Positionierungen der Schüler bezüglich „Sehen“ sind sehr einheitlich (hellrot: Kirsche / Erdbeere; gelb: Vanille / Banane; dunkelrot: Kirsche / Himbeere; blau: Blaubeere / Heidelbeere). Die Geschmacksproben führten bei beinahe 50% zu einer Änderung. Drei der vier Gruppen entschieden sich geschlossen zugunsten „ges. Naturjogurt“ um.

Dabei kam es zu Diskussionen innerhalb der Gruppen, um welche Geschmäcker es sich handeln könnte. Einige wenige Schüler vermuteten einen eingefärbten Naturjogurt und beeinflussten überzeugend die anderen Gruppenmitglieder:

(G: 02:59:33): *„Ey stell dir mal vor die wären so dreist und hätten einfach immer nur den gleichen Joghurt und ein bisschen Farbmischung und dann denkt das Gehirn 'ach das ist das' und dann schmeckt man das auch.“*

Damit liefert G bereits eine Erklärung, die die Sinnestäuschung hinreichend erklären kann. Die Gruppe entscheidet sich allerdings, trotz dieser Feststellung, nicht um. (Ziel 1)

Auch L erkennt den gesüßten Naturjogurt. Er bemerkt bei der dritten Probe, dass alle gleich sein müssen, nimmt dann einen Löffel mit allen Sorten gleichzeitig und ist daraufhin von seiner Überlegung überzeugt. Er beschreibt, dass es was mit dem Sinn zu tun hat (leider nicht ganz verständlich).

(L: 02:34:19): *„Keine Ahnung, ich würde eher sagen, dass das alle die gleichen sind.“*

In dieser Gruppe werden die anderen Mitglieder von dieser Meinung überzeugt und entscheiden sich entsprechend um.

L gibt ebenfalls zu bedenken, dass Geschmack und Gesehenes miteinander in Beziehung stehen können.

(L: 02:31:47): *„Ja aber das ist weil Du siehst!“*

In Gruppe PQR wird ebenfalls, nach einigen Meinungsänderungen, gesüßter Naturjogurt erkannt.

(P: 02:49:23): *„100%ig haben die die Farbe einfach vertauscht!“*

(P: 02:50:33): *„hey vielleicht ist das auch einfach alles das gleiche.“*

(P: 02:52:58): *„Das ist 100%ig alles nur gesüßter Naturjoghurt.“*

Auch in dieser Gruppe entscheidet sich dennoch niemand entsprechend um.

Schüler R aus der Gruppe PQR liefert im anschließenden Plenum einen Versuchsaufbau, um verblindet zu testen, welche Geschmäcker vorliegen.

---

<sup>147</sup> Beispiel: G1: (ABC: 03:30:35): *„Ich glaube, dass es funktioniert, weil man glaubt, dass es funktioniert.“* (im Anhang G1 – Schüler der Gruppe ABC – Zeitmarke 3h30m35s – Zitat)

(P: 02:59:44): „Also wir können die Augen verbinden und dann gibt ein anderer aus der Gruppe immer eine von den Testproben und dann müssen wir raten welches das ist.“

Schüler A ergänzt diesen Vorschlag hinsichtlich der Reduktion von Erwartungen:

G1: (ABC: 03:16:04): „Um zu testen also zu sehen wie krass halt unsere Augen sich auf unseren Geschmack austragen.“

Nach der Blindverkostung bleibt die Erkenntnis:

(P: 03:04:52): „Also ich fand wirklich das hat anders geschmeckt. Auch mit verbundenen Augen.“

(Ziel 2)

Tabelle 21: Ergebnisse des Arbeitsblattes "Wer hat den feinsten Geschmackssinn?"

Schüler	Sehen				Schmecken				Zusammenfassung	
	1	2	3	4	1	2	3	4		
Gruppe ABC	A	Erdb.	Van.	Heidel.	Nat.Jog.	Erdb.	Van.	Kirs.	Nat.Jog.	visuell überwiegend Einigkeit. Wenige neu Klassifizierungen durch Geschmacksprobe.
	B	Erdb.	Van.	Kirs.	Nat.Jog.	Nat.Jog.	Van.	Kirs.	Nat.Jog.	
	C	Erdb.	Van.	Kirs.	Nat.Jog.	Erdb.	Nat.Jog.	Kirs.	Nat.Jog.	
Gruppe DEF	D	Erdb.	Van.	Himb.	Heidel.	Nat.Jog.	Nat.Jog.	Nat.Jog.	Nat.Jog.	visuell überwiegend Einigkeit. Zwei SuS wechseln bei Geschmacksprobe alle Proben auf Nat.Jog., Ein S nur Probe 4
	E	Erdb.	Van.	Himb.	Nat.Jog.	Nat.Jog.	Nat.Jog.	Nat.Jog.	Nat.Jog.	
	F	Erdb.	Van.	Himb.	Heidel.	Erdb.	Van.	Himb.	Nat.Jog.	
Gruppe GHI	G	Erdb.	Ban./Van.	Himb./Kirs.	Blaub.	Kirs.	Van.	Heidel.	Blaub.	Viele Unterschiede zwischen Sehen und Schmecken, jedoch nicht auf Nat.Jog. Geändert
	H	Erdb.	Ban.	Kirs.	Blaub.	Kirs.	Pf.Mara	Heidel.	Blaub.	
	I	Erdb.	Ban./Van.	Himb./Kirs.	Blaub.	Erdb.	Van.	Kirs.	Blaub.	
Gruppe JKL	J	Erdb.	Ban.	Kirs.	Blaub.	Nat.Jog.	Nat.Jog.	Nat.Jog.	Nat.Jog.	Gruppe komplett gleich. Alle Proben auf Nat.Jog. geändert.
	K	Erdb.	Ban.	Kirs.	Blaub.	Nat.Jog.	Nat.Jog.	Nat.Jog.	Nat.Jog.	
	L	Erdb.	Ban.	Kirs.^	Blaub.	Nat.Jog.	Nat.Jog.	Nat.Jog.	Nat.Jog.	
Gruppe MNO	M	Erdb./Himb.	Ban./Van.	Heidel./Kris.	Blaub./Nat.Jog.	Erdb.	Pf.M./Van.	Kirs.	Blaub.	Optisch sehr unentschlossen, beim Schmecken legen sich die SuS eher auf eine Antwort fest.
	N	Erdb.	Ban./Van.	Himb./Kirs.	Blaub.	Erdb.	Van.	Heidel.	Blaub.	
	O	Erdb./Heid./Him	Ban./Ora./PF./Van	Kirs.	Blab./Nat.Jog	Erdb.	Van.	Heidel.	Blaub.	
Gruppe PQR	P	Erdb.	Ban.	Kirs.	Heidel.	Erdb.	Pf.Mara.	Blaub.	Heidel.	Gruppe sehr gleich. Probe 2 alle von Ban. auf Pf.Mara geändert
	Q	Erdb.	Ban.	Kirs.	Heidel.	Erdb.	Pf.Mara.	Blaub.	Heidel.	
	R	Erdb.	Ban.	Himb./Kirs.	Heidel.	Erdb.	Pf.Mara.	Blaub.	Heidel.	
Gruppe VXY	V	-	-	-	-	-	-	-	-	Beim Schmecken alles auf Nat.Jog. geändert
	X	Himb.	Ban.	Erdb.	Nat.Jog.	Nat.Jog.	Nat.Jog.	Nat.Jog.	Nat.Jog.	
	Y	Himb.	Van.	Erdb.	Blaub.	Nat.Jog.	Nat.Jog.	Nat.Jog.	Nat.Jog.	

Im Zuge der Erprobung wurde die Prüfkarte 5 (Verblindung in der Forschung) genutzt (Abbildung 45). Im Plenum wurden mögliche Planungen besprochen. Es herrscht bei vielen Lernenden Skepsis bezüglich der Wirksamkeit:

(H: 03:19:30): *„Ja das stimmt aber nicht.“*

(G: 03:20:00): *„Wie soll ein Armband Dich beweglicher machen?“*

Mehrere Gruppen entwickeln Ideen zur Durchführung einer verblindeten Untersuchung des Armbandes.

(R: 03:12:13): *„Also ehm, man kann ja einfach so wie bei den Tabletten das so machen, dass man eine Kopie erstellt die exakt so aussieht die nur ehm gar nichts macht. Ehm und die kriegen dann ein Armband zugeteilt und die wissen nicht ob das, also sie wissen nicht das das eigentlich gar nicht funktioniert und dann schaut man auch, wie sich das dann auswirkt.“*

Zudem zeigte sich, dass das Armband den Schülern als authentischer Kontext durchaus bekannt ist.

(R: 03:15:39): *„(flüsternd) Ich habe meinem Bruder eins zum Geburtstag geschenkt.“*

In der Diskussion im Plenum wurde die Wirksamkeit des Armbands weiter diskutiert. Dabei beteiligten sich mehrere Gruppen und stellten auch gegenseitig Fragen.

G1 (DEF: 03:28:48): *„Mehrere. Ich glaube ich würde auch Personen das Armband geben und nicht sagen was das kann. Weil dann weiß man ja wenn die eine Gruppe sagt 'Ja das hilft', dass die das nur sagen weil sie das denken. Aber es kann ja sein, dass die Gruppe die nicht weiß das/was das hilft hinterher sagen: 'Ja ich hab mich besser gefühlt' oder 'sportlicher'.“*

G1 (MNO: 03:29:10): *„Ich weiß nicht genau ob das klappt, aber wenn man das mit einer Person macht glaub ich würde es auch einigermaßen klappen glaub ich weil die sind halt/ Also man würde halt sozusagen einmal für ne Woche so'n Armband geben und dann halt die exakte Kopie geben und dann halt sehen wie/ abfragen wie das war. Also was er denkt was richtig ist und dann halt auflösen (unv.).“*

G1 (ABC: 03:30:35): *„Ich glaube, dass es funktioniert, weil man glaubt, dass es funktioniert.“*

(Ziel 3)

### **Analyse**

Die Phase der Verkostung könnte unter Umständen dahingehend geändert werden, als dass diese in Einzelarbeit stattfindet. Dadurch würde der Einfluss der Schüler aufeinander verringert werden. Andererseits würde dies auch den Spaß des Einstiegs reduzieren. Die subjektiven Wahrnehmungen bzgl. des Geschmacks der Proben scheinen (wie intendiert) durch die Einfärbungen getäuscht worden zu sein. Es ist gut möglich, dass in Einzelarbeit noch mehr Fehlinterpretationen auftreten würden. Auffallend ist, dass sich Schüler G, der die Täuschung sowohl erkannt als auch deren Folgen plausibel beschrieben hat, dennoch eben dieser unterliegt. Dies zeigt, dass die Sinneswahrnehmungen massiven Einfluss auf Entscheidungen haben können. Es kann vermutet werden, dass der ausgelöste kognitive Konflikt beim Erkennen der Täuschung umso nachhaltiger, da sich die Probierenden der Unzulänglichkeiten ihrer eigenen Sinne bewusst werden. (Ziel 1)

Ebenfalls deutlich wurde, dass die Schüler von an vielen Stellen irritiert waren und Zweifel hegten. Das kann bedeuten, dass sie bereits eine gesunde Skepsis bei präsentierten Daten mitbringen. Diese reicht jedoch in vielen Fällen nicht aus, um eine Entscheidung zu beeinflussen. Sinneswahrnehmungen sind demnach ein mächtiger Einflussfaktor für einfache Entscheidungen (vgl. 2.3.4). Es bedarf großer Deutlichkeit und Anstrengungen, um die Urteilsbildung zu rationalisieren<sup>148</sup>. (Ziel 1)

Die Diskussion im Anschluss an die Plenumsphase zeigt, wie direkt und pragmatisch Lernende selbst Möglichkeiten der Verblindung beschreiben. In mehreren Gruppen werden in diesem Zusammenhang bereits eigene Erfahrungen zu anderen Kontexten<sup>149</sup> diskutiert. (Ziel 2 & 3)

Die Anwendung des Prüfkriteriums auf den Kontext „Energie-Armbänder“ gelang den Lernenden gut. Die Notwendigkeit einer verblindeten Untersuchung ergab sich direkt aus der Behauptung des Herstellers. Es gelang den Lernenden, konkrete Ansätze eines verblindeten Experiments zu skizzieren und damit das Prüfkriterium anzuwenden. Dabei wurden in mehreren Fällen die Informationen von Prüfkarte 3 übertragen (s. o.) und somit auch kontrollierte Bedingungen realisiert<sup>150</sup>. (Ziel 2 & 3)

Es konnte ein Kontext gefunden werden, der sich für die Lernenden als spannend, motivierend und lebensweltbezogen präsentiert. Emotional ist Jogurt nicht. Ein kognitiver Konflikt konnte in vielen Gruppen erzeugt werden, indem die Unzulänglichkeiten der eigenen Sinneswahrnehmungen direkt erfahrbar gemacht wurden. Zugleich konnte mit dem Prüfkriterium der Verblindung ein neues, verständliches und einfaches Konzept eingeführt werden. Die Lernenden waren in der Lage, dieses direkt anzuwenden und für sich nutzbar zu machen. Die Prüfkarten konnten in einer Weise entwickelt und im Unterricht verwendet werden, wie unter 4.2.1 geplant. Es wurde ein einheitliches Design, sowie eine Farbcodierung verwendet, welche das PK in direkte Beziehung zu Wissenschaft setzen. An vielen Stellen wurde Verblindung so explizit wie möglich als Methode zur objektiven Untersuchung (Jogurt erkennen, Medikamente testen, Armband überprüfen) & rationalen Urteilsbildung („Jogurts nicht zu unterscheiden“ → alle gleich, „Medikament wirksamer als Placebo oder nicht“ → gutes/schlechtes Medikament, „Armband unterscheidet sich nicht von Placebo-Armband“ → Herstellerangaben falsch) eingesetzt. Die vielen eigenen Erfahrungen und kreativen Anwendungen der Schüler lassen darauf schließen, dass das Prüfkriterium als Werkzeug auch auf SSI<sup>151</sup> angewendet werden kann. Damit stellt die Verblindung einen weiteren Baustein wissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen dar (Cluster-Approach). Am Beispiel des Energie-Armbands lässt sich die Nützlichkeit hinsichtlich der Demarkation zu Pseudowissenschaften<sup>152</sup> bereits deutlich ausmachen. An vielen Stellen wurde genügend Raum zur Reflexion gelassen (innerhalb der Gruppen während der Erarbeitung; Plenumsphasen)

---

<sup>148</sup> Auch wenn diese Entscheidungen nicht mit denen im Kontext von SSI zu vergleichen sind: eine Tendenz, sich auf Sinne und vor allem Bauchgefühl zu verlassen wird deutlich erkennbar.

<sup>149</sup> Aus dem Fernsehen kennen und benennen einige Schüler verblindete Experimente bzgl. Kleidung oder Getränken.

z. B.: G1: (GHI: 03:16:49): „Man hat den Test auch mal mit 10-Jährigen gemacht, dass man in eine/ eh in zwei Flaschen die gleiche Limonade reingefüllt hat die eine hat man aber ein teures Design genommen und die andere einfach nur ein eh Papier drauf geklebt wo man halt was drauf gemalt hat und die haben gesagt: Die teurere schmeckt besser/ ja die die teurer aussieht schmeckt besser obwohl es halt zwei mal die gleiche Limonade war.“

<sup>150</sup> Dieses PK wurde im Rahmen der Unterrichtskonzeption direkt zuvor erarbeitet und gesichert (vgl. MZ 4).

<sup>151</sup> Falls diese im weitesten Sinne die Anwendung von Kriterien des Goldstandards wissenschaftlicher Untersuchungen erfordern (4.2.1).

<sup>152</sup> In diesem Falle die Behauptung, das Hologramm auf dem Armband habe eine spezifische Wirksamkeit auf physiologische Eigenschaften.

Die Erprobung kann abschließend als gelungen beurteilt werden, da die Lernziele erreicht und viele der intendierten Aspekte umgesetzt werden konnten.

#### **4.2.7. MZ 2.7 – In welcher Weise erarbeiten und nutzen Lernende das wissenschaftliche Prüfkriterium ‚Randomisierung‘?**

Materialien für das Prüfkriterium *Randomisierung* wurden zum Zeitpunkt der Fertigstellung dieser Arbeit noch nicht entwickelt und erprobt.

#### **4.2.8. MZ 2.8 – In welcher Weise erarbeiten und nutzen Lernende das wissenschaftliche Prüfkriterium ‚Plausibilität‘?**

Dieser Durchlauf wird aus zwei Gründen nicht durchgeführt. Einerseits ist das Kriterium zu diffus (vgl. 0). Eine genaue Definition der Bedeutung ist ausgeschlossen. Andererseits erweisen sich die übrigen Kriterien in ihrer Gesamtheit als hinreichend geeignet, um eine Einschätzung hinsichtlich der Plausibilität einer Behauptung/Aussage überhaupt erst zu ermöglichen. Damit ist es als alleinstehendes Prüfkriterium hinfällig.

#### 4.2.9. MZ 2.1 - Analyse

An dieser Stelle erfolgt eine Analyse des ersten Durchlaufs dieses Mesozyklus (2.1). Dabei werden sämtliche weiteren Durchläufe (MZ 2.2 – 2.8) als die empirischen Inhalte hierzu angesehen.

Zu Beginn werden erneut die Merkmale betrachtet, welche eingangs festgelegt wurden. Diese konstituierten sich aus dem theoretischen Rahmen, sowie aus Mesozyklus 1 und den Verknüpfungen<sup>153</sup> in im ersten Durchlauf dieses Mesozyklus:

- **Berücksichtigung der NOS-Aspekte**
- **Trennschärfe**
- **Einheitliches Design**
- **Fachunabhängigkeit**
- **Anwendbarkeit auf SSI**
- **Reflexion**
- **Explizite Vermittlung**
- **Erzeugung eines kognitiven Konflikts**

Sämtliche Erkenntnisse aus den Durchläufen MZ 2.2 – MZ 2.8 hinsichtlich der Prüfkriterien und ihrer individuellen Eignung fließen ebenfalls mit ein. Als Prüfkriterien gelten:

1. *Falsifizierbarkeit*
2. *kontrollierte Bedingungen*
3. *Kausalität & Korrelation*
4. *Reproduzierbarkeit*
5. *Verblindung*
6. *Randomisierung*
7. *Plausibilität*

Dabei sind 2., 4., 5. und 6. Kriterien, welche auch den sogenannten Goldstandard der evidenzbasierten Medizin konstituieren. Es sind generelle (natur-)wissenschaftliche Prinzipien bzw. Methoden, die ein Maß für die Güte und Aussagekraft von Ergebnissen einer Untersuchung darstellen. Die Kriterien 1. und 3. sind davon eher unabhängig, da sie übergeordnete Prinzipien wissenschaftlichen Denkens beschreiben. Genaugenommen sind sie nicht überschneidungsfrei zu definieren. Die folgende Tabelle zeigt, welches Prüfkriterium welches dieser Merkmale erfüllt (Tabelle 22):

---

<sup>153</sup> Der Wissenschaftsbegriff, naturwissenschaftliche Grundbildung (bzw. eher eine Scientific Awareness), NOS-Aspekte sowie besondere Aspekte der Bewertungskompetenz wurden dazu miteinander in Beziehung gebracht (vgl. . 4.2.1 & 4.2.1.1).

Tabelle 22: Merkmale der wissenschaftlichen Prüfkriterien

Merkmale	Berücksichtigung der NOS-Aspekte	Trennschärfe	Einheitliches Design	Fachunabhängigkeit	Anwendbarkeit auf SSI	Reflexion	Explizite Vermittlung	Erzeugung eines kognitiven Konflikts	Merkmale des Goldstandards evidenzbasierter Medizin
Falsifizierbarkeit	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Kontrollierte Bedingungen	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Kausalität & Korrelation	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Reproduzierbarkeit*	(✓)	(✓)	(✓)	(✓)	(✓)	?	(✓)	?	(✓)
Verblindung	✓	✓**	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Randomisierung*	(✓)	(✓)**	(✓)	(✓)	(✓)	?	(✓)	?	(✓)
Plausibilität	Keine Beurteilung, da Kriterium nicht explizit vermittelbar								

Materialien zur Reproduzierbarkeit und Randomisierung wurden nicht entwickelt und erprobt. Die Eintragungen basieren auf den theoretischen Beschreibungen (4.2.1.) sowie der Anschlussfähigkeit und Einheitlichkeit (in den Darstellungen) der anderen PK.

\*Für diese Prüfkriterien wurden in der vorliegenden Arbeit keine Materialien entwickelt und erprobt.

\*\*Die Kriterien *Verblindung* und *Randomisierung* sind Aspekte des Goldstandards (s. u.). Sie sind nur zu vermitteln, wenn zuvor das Prüfkriterium *kontrollierte Bedingungen* thematisiert wurde.

Die Prüfkriterien erfüllen den Großteil der in MZ 4.1 geforderten NOS-Aspekten. Dabei sind diese mit einem methodischen, prozessorientierten Verständnis von Wissenschaft assoziiert (vgl. 4.2.1 – Schritt 3). Sie erwiesen sich in den Erprobungen als zielführend. Die im theoretischen Rahmen genannten schwer zu vermittelnden NOS-Aspekte wurden hier bewusst ausgeklammert, um pragmatische wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen stärker zu fokussieren und die Lernenden nicht zu sehr zu irritieren<sup>154</sup>.

Auch wenn bereits an mehreren Stellen zuvor beschrieben wurde, dass eine Trennschärfe weder für Prüfkriterien noch allgemein für wissenschaftliche Methoden und Denkweisen gegeben sein kann oder muss, so wurde sie dennoch als ein Merkmal aufgenommen. Es hilft Lernenden sehr, wenn eine solche zur Reduktion der Komplexität vorhanden ist. Es wird in Tabelle 22 ersichtlich, dass lediglich das Prüfkriterium Falsifizierbarkeit zu den anderen trennscharf abzugrenzen ist. Kontrollierte Bedingungen, Verblindung, Randomisierung und Reproduzierbarkeit hängen direkt oder indirekt miteinander zusammen. Die Vermittlung kann zwar in weiten Teilen separat erfolgen, aber ein konsistentes Gesamtbild ergibt sich erst, wenn alle vier dieser Prüfkriterien gegeben sind. In Summe ergeben diese den Goldstandard der evidenzbasierten Medizin (s. o.) und bieten die Grundlage zum umfassenden Verständnis für eine Vielzahl selbst komplexer Untersuchungen und Studien. Kausalität & Korrelation ist als eine Art übergeordnetes Kriterium zu verstehen. Zur Abgrenzung wurde der Fokus auf die Begriffe *Scheinkorrelation* und *illusorische Korrelation* gelegt. Auch wenn diese Prinzipien in ihrer Relevanz auch die anderen Prüfkriterien überlagern, kann hier daher von einer teilweisen Trennschärfe gesprochen werden.

Eine trennscharfe Sortierung der einzelnen Kriterien ist auf der einen Seite wichtig, denn diese kann eine, für Schüler, transparente Struktur vorgeben, welche sich für die Vermittlung evtl. besser eignet (vgl. 4.2.1).

Auf der anderen Seite spielt sie nur eine untergeordnete Rolle beim Erwerb eines einheitlichen wissenschaftlichen Weltbildes. Das liegt daran, dass vor allem der sukzessive Erwerb von immer mehr „Puzzleteilen“ wissenschaftlichen Denkens und Arbeitens, ob trennscharf oder nicht, für die Lernenden von Bedeutung ist. Je mehr Prüfkriterien vermittelt werden, desto stärker festigt sich die Vorstellung von Wissenschaft als Methode bzw. Prozess einer objektiven Erkenntnisgewinnung. Im Sinne des Cluster Approach entwickeln Schüler graduell ein immer robusteres, einheitliches, wissenschaftliches Weltbild (2.1.6). Dieses wiederum bildet die Basis zur kriteriengeleiteten, rationalen Entscheidungsfindung. Damit kann eine Demarkation zu Pseudowissenschaften graduell realisiert werden. Allerdings stellen die hier beschriebenen Prüfkriterien nur einen Teil von einer Vielzahl wissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen dar.

Die Erkenntnisse aus den Entwicklungen und Erprobungen lassen eine vorsichtige Sortierung zu (Abbildung 46). Das PK *Falsifizierbarkeit* kann demnach als *übergeordnetes Prinzip* beschrieben werden, welches vor allem anwendbar ist, wenn es um das Überprüfen von Aussagen und Behauptungen geht. *Kontrollierte Bedingungen* bei Experimenten sind Grundlage von Tests und Experimenten. Zusammen mit *Verblindung* und *Randomisierung* beschreiben sie den Goldstandard (natur-)wissenschaftlicher Untersuchungen<sup>155</sup>. Letztere sind nur sinnvoll, wenn in einem Test bereits kontrollierte Bedingungen vorliegen. Das Ergebnis einer solchen Untersuchung muss sich bei erneuter Durchführung zudem erneut darstellen. Die *Reproduzierbarkeit*

---

<sup>154</sup> Wie unter 2.1.3 beschrieben, stellt etwa die Vorläufigkeit wissenschaftlicher Erkenntnisse einen NOS-Aspekt dar, der sich sogar als kontraproduktiv für die Vermittlung erwiesen hat.

<sup>155</sup> Dieser ist zwar vornehmlich für die evidenzbasierte Medizin beschrieben, lässt sich aber ohne weiteres auf eine Vielzahl anderer Forschungsbereiche übertragen.

bildet damit ein weiteres, dem Goldstandard angegliedertes, Kriterium. *Kausalität und Korrelation* bildet ein so generalisiertes Prinzip, dass es sowohl als übergeordnet gesehen werden kann, als auch als direktes Gütekriterium einer wissenschaftlichen Untersuchung. Die *Plausibilität* kann nicht verortet werden, da es sich um einen mehrdeutigen Begriff handelt (vgl. 4.2.1).

Beim Design der Erarbeitungsphasen konnte zwar kein einheitliches Design verwendet werden, da diese sehr unterschiedlich gestaltet werden mussten. Die Entwicklung der Prüfkarten konnte diese Anforderung jedoch erfüllen.

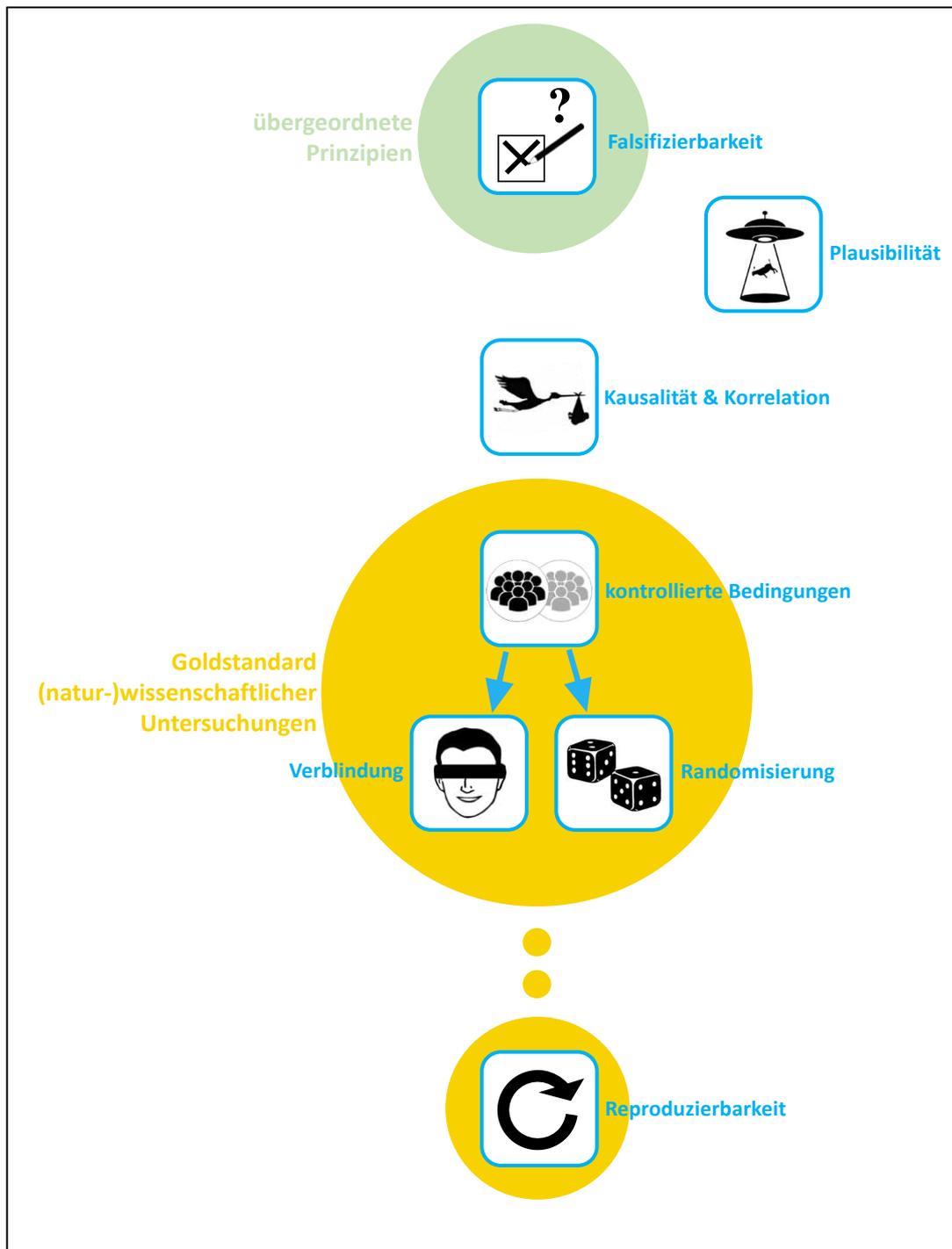


Abbildung 46: Verortung der Prüfkriterien

Dabei wurden Symbole, Begriffe und Farbcodes verwendet, welche die Prüfkriterien mit einer wissenschaftlichen Vorgehensweise in Verbindung setzen. Auch die Aufteilung in Sicherung und Anwendung trägt zu einem einheitlichen Design bei.

Sämtliche Materialien wurden so entwickelt, dass sie kein spezifisches Fachwissen erfordern. Lediglich auf den Prüfkarten zur Anwendung „in der Chemie“ ist dies teilweise hilfreich.

Alle Materialien wurden entwickelt, um als Werkzeuge die Auseinandersetzung mit SSI zu ermöglichen und zu rationalisieren. Das Design in Form von Prüfkarten soll eine praktische Anwendbarkeit suggerieren und Lernenden, wie bei einem Kartenspiel, ein Gefühl der Handlungsfähigkeit vermitteln. Eine direkte Anwendung auf kontroverse Kontexte ist vor allem bei *Falsifizierbarkeit* und *Kausalität & Korrelation* gegeben. Sie eignen sich zur direkten Prüfung von Behauptungen und Aussagen. Die vier anderen Kriterien müssen sich im Einsatz auf SSI noch bewähren (MZ 3 & MZ 4).

Inwieweit Prüfkriterien eine Reflexion der eigenen Denk- und Arbeitsweisen ermöglichen, ist schwer zu beantworten. Ein Verständnis von *Falsifizierbarkeit* und *Kausalität & Korrelation* zeigte sich in den Erprobungen als geeignet, um die eigenen Urteilsgrundlagen zu hinterfragen. Dadurch kann ein Beitrag geleistet werden zu einer reflektierten Betrachtung der eigenen Aussagen und Behauptungen. Die anderen vier Prüfkriterien sind eher methodischer Natur. Sie können nur indirekt eine Reflexion der eigenen Handlungen, Entscheidungen sowie des Weltbildes ermöglichen, indem mit ihrer Hilfe Untersuchungen und Tests geprüft werden, die wiederum Grundlage gewisser Aussagen darstellen. Kurz: Sie ermöglichen es, Experimente nachzuvollziehen und dadurch Ergebnisse besser zu beurteilen. Das könnte einen reflektierteren Blick auf (naturwissenschaftliche) Erkenntnisse fördern.

Die Wichtigkeit einer expliziten Vermittlung wissenschaftlicher Kriterien wurde eingehend thematisiert. Alle Prüfkriterien wurden als eigenständiges Werkzeug naturwissenschaftlichen Denkens und Arbeitens designt. Durch die einheitliche Art der Erarbeitung, Sicherung, Anwendung, sowie das möglichst identische Format der Prüfkarten, konnte jedem einzelnen Prüfkriterium eine individuelle Bedeutung als Baustein eines einheitlichen wissenschaftlichen Weltbildes gegeben werden. Die Symbole unterstreichen dies.

Auch wenn die Erzeugung eines kognitiven Konflikts eine sehr effiziente Art ist, um das neue Prüfkriterium an Lernende zu vermitteln, so konnte dies nicht für alle Prüfkriterien realisiert werden. Das Prinzip der kontrollierten Bedingungen wurde auf andere Weise erarbeitet (vgl. 4.2.3). Die dennoch positiven Resonanzen und Ergebnisse der Erprobung lassen vermuten, dass die Wege zur Erarbeitung der Prüfkriterien variabel sind. Die Orientierung an lebensweltnahen Problemen und/oder spannenden Kontexten scheint einen positiven Effekt auf die Konzeptwechselprozesse der Lernenden zu haben. Diese scheinen offenbar Unzufriedenheit mit bestehenden Vorstellungen zu empfinden und sind daher motivierter, neue Konzepte in Form der Prüfkriterien anzunehmen.

## **Diskussion**

Die Frage, auf welche Weise Kriterien eines einheitlichen, wissenschaftlichen Weltbildes die Vermittlung von Bewertungskompetenz ermöglichen, kann nun abschließend beantwortet werden (siehe 4.2.1). Die erprobten Prüfkriterien wurden entwickelt, um Lernenden eine Scientific Awareness (und damit nachhaltige Elemente naturwissenschaftlicher Grundbildung) zu ermöglichen. Außerdem bieten sie praktischen Nutzen zur Auseinandersetzung mit SSI. Sie weisen zudem eine Reihe von Merkmalen auf, die notwendig für eine rationale Urteilsbildung sind.

Die Ergebnisse deuten an, dass es möglich ist, allgemeingültige, einheitliche Kriterien zu schaffen, die beim Entscheidungsprozess von Lernenden aktiv genutzt werden, um die Urteilsfindung zu rationalisieren. Damit stellen die Prüfkriterien eine Art naturwissenschaftliches Bewertungsstrukturwissen dar. Zuvor wurde beschrieben, dass eine Lücke beim Prozessmodell der Entscheidungsfindung besteht, wenn man dies für fachdidaktische Interventionen nutzbar machen möchte. In der selektionalen Phase werden sogenannte Entscheidungsstrategien benannt, deren Vermittlung und Anwendung unklar bleiben. Mit den Prüfkriterien kann diese Lücke ein Stück weit ausgefüllt werden. Sie stellen essentielle Anteile zur Vermittlung einer rationalen Urteilskompetenz dar und können Lernende dabei unterstützen, kriteriengeleitet zu bewerten. Die Prüfkriterien bilden zudem ein griffiges Konzept zur Vermittlung einheitlicher, wissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen für Lehrpersonen.

Es ist denkbar, dass wissenschaftliche Prüfkriterien von Lernenden zum Teil intuitiv verstanden werden (vgl. 2.1.6). Entsprechende Denk- und Arbeitsweisen sind möglicherweise nicht so fremd, wie dies die Ergebnisse aus dem theoretischen Rahmen vermuten lassen. Lernenden fehlt möglicherweise nur das (Selbst-)bewusstsein, ihr eigenes Handeln und Denken mit Wissenschaft zu assoziieren. Abell et al. kommen zu einem ähnlichen Schluss: „Students recognized that their own work involved observing, predicting, and coming up with explanations, but they did not generally connect this to the process of science.” (Abell et al., 2001). Auch Moss et al. stellen fest, dass viele Lernende nicht wissen, „what makes science science and had trouble distinguishing science from other ways of knowing.” (Moss, 2001). Als effiziente Möglichkeit, das Verständnis der Lernenden bezüglich Wissenschaft zu ändern, wird ebenfalls die explizite Instruktion empfohlen (Moss, 2001). Vielleicht unterstützen die Prüfkriterien Lernende damit sogar dabei, die von ihnen angewandten Denk- und Arbeitsweisen, sowie ihr bereits intuitiv korrektes Bewertungsstrukturwissen zu reflektieren. Es ist durchaus möglich, dass sie durch die explizite Vermittlung und die nachfolgende Anwendung ein besseres Gefühl dafür erlangen, was Wissenschaft bedeutet und wie sehr sich dies bereits mit ihren Intuitionen deckt. Eine so frühe Auseinandersetzung mit komplexen wissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen wurde von Bohrmann bereits beschrieben. Sie sieht eine Behandlung des Verständnisses der Variablenkontrolle in der Grundschule als praktisch durchführbar an (Bohrmann, 2017, S. 229). ... zeigte, dass „bereits Grundschülerinnen und Grundschüler in der Lage sind, wesentliche Merkmale des Experimentierens zu verstehen und dass eine Förderung dieses Verständnisses durch geeignete Unterrichtszugänge möglich ist“ (Bohrmann, 2017, S. 229).

Das Ziel, die Entwicklung und Erprobung von Prüfkriterien zur Förderung eines methodischen Verständnisses von Wissenschaft, konnte teilweise erreicht werden. Die Materialien, die zu zur Vermittlung von Falsifizierbarkeit, kontrollierte Bedingungen, Kausalität & Korrelation und Verblindung designt wurden, erwiesen sich als geeignet. Sie erfüllen eine Reihe von Voraussetzungen, die zur rationalen Auseinandersetzung mit kontroversen naturwissenschaftlichen Kontexten im Rahmen einer kriterienorientierten Bewertungskompetenz benötigt werden. Weitere Materialien zu *Reproduzierbarkeit* und *Randomisierung* könnten auf ähnliche Weise gestaltet werden und damit Zur Vervollständigung beitragen.

### **Implikationen für das weitere Vorgehen**

Die teilweise erfolgte Entwicklung und Erprobung von Unterrichtsmaterial erwiesen sich als erfolgreich. Die Prüfkriterien können dabei helfen, dass Lernende ein besseres Gefühl dafür bekommen, wie subjektive Interessen und Einstellungen von wissenschaftlich Überprüfbarem und Bewertbarem unterscheiden lassen. Sie können diese als Bewertungsgrundlage für Argumentationen nutzen, wenn ein Kontext natur- oder pseudowissenschaftliche Inhalte aufweist. Im Sinne eines Cluster Approach sind die Prüfkriterien als Sammlung zu verstehen. Je mehr

davon verinnerlicht und anwendbar werden, desto besser kann es Lernenden gelingen, Wissenschaft von Pseudowissenschaft (bzw. Nicht-Wissenschaft) zu unterscheiden und diese Unterschiede auch klar zu benennen und auf Merkmale zurückzuführen.

In weiteren Mesozyklen wird eine genaue Untersuchung im Hinblick auf geeignete Kontexte erfolgen, die SSI darstellen und eine Anwendung des Erlernten ermöglichen (MZ 3). Darüber hinaus wird ein fachdidaktischer Rahmen entwickelt, welcher die Erarbeitung, Sicherung und Anwendung auf ein passendes SSI beinhaltet und die Förderung von Bewertungskompetenz fokussiert (MZ 4).

#### 4.3. Mesozyklus 3

➔ **Wahl eines geeigneten Kontexts, der eine Anwendung von Prüfkriterien ermöglicht (Ziel 1)**

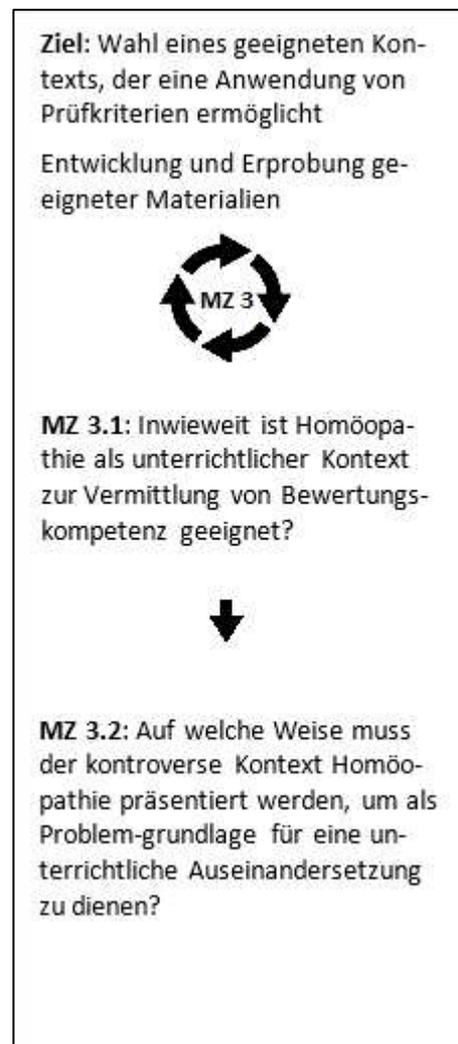
➔ **Entwicklung und Erprobung geeigneter Materialien (Ziel 2)**

Dieser Mesozyklus verfolgt *zwei* Ziele. Da beide direkt mit dem untersuchten Kontext (Homöopathie) in Verbindung stehen, erfolgt die Darstellung innerhalb eines Mesozyklus.

Der erste Durchlauf dieses Mesozyklus besteht vor allem aus vielen unterschiedlichen theoretischen Aspekten. Die Darstellung erfolgt daher nicht in einer zyklischen Form, sondern in Form von Abschnitten. MZ 3.1 stellt damit im DBR-Sinn hauptsächlich das dar, was in den Phasen *Vorbereitung* und *Analyse/Reflexion* zu finden ist (3.2). Damit wird, wie auch schon in MZ 2, der eigentliche Design- und Erprobungs-Teil in einen weiteren Durchlauf des Mesozyklus 2 (MZ 3.2) ausgelagert.

Im zweiten Durchlauf (MZ 3.2) erfolgt eine konkrete Entwicklung von Materialien, die den Kontext Homöopathie präsentieren. Dabei liegt der Fokus auf denjenigen Aspekten, welche sich als geeignet erweisen, um eine Problemgrundlage für eine spätere Auseinandersetzung zu schaffen. Inwieweit die Materialien geeignet sind, wird in MZ 3.2 erprobt und analysiert.

Während MZ 3.1 vor allem zur Erreichung von Ziel 1 durchgeführt wird, werden erst in MZ 3.2 Materialien entwickelt und erprobt (Ziel 2). Da es allerdings Überschneidungen gibt, werden am Ende des Kapitels beide Ziele zusammen diskutiert<sup>156</sup>.



<sup>156</sup> nicht am Ende der einzelnen Durchläufe des Mesozyklus

#### **4.3.1. MZ 3.1 – Inwieweit ist Homöopathie als unterrichtlicher Kontext zur Vermittlung von Bewertungskompetenz geeignet?**

In diesem Durchlauf des Mesozyklus wird Homöopathie als unterrichtlicher Kontext geprüft. Dabei werden vor allem die Eigenschaften untersucht, die eine spätere Bewertung mithilfe der in MZ 2 beschriebenen Prüfkriterien ermöglichen könnten.

#### **Inhalt:**

### **1. Vorbereitung**

#### **1.1. Was ist Homöopathie?**

#### **1.2. Prinzipien der Homöopathie**

#### **1.3. Stand der Forschung**

### **2. Erfüllt die Homöopathie die Kriterien von Kontexten zur Vermittlung von Bewertungskompetenz?**

#### **2.1. Relevanz**

#### **2.2. Authentizität**

#### **2.3. Multidimensionalität**

#### **2.4. Fragestellung mit Bezug zum Fach Chemie**

#### **2.5. Komplexität**

#### **2.6. Anschlussfähigkeit**

### **3. Homöopathie in der Schule**

### **4. Analyse/Reflexion**

## 1. Vorbereitung

### 1.1 Was ist Homöopathie?

*"Wenn wir glauben, dass das Schütteln von Hochpotenzen uns heilt, wenn wir an die mystischen Kräfte und diesen ganzen Käse glauben, wenn die Menschen beginnen, wissenschaftliches Denken abzulehnen und der medizinische Aberglaube zurückkehrt, dann kappen wir unsere besten Traditionen, dann sind wir auf dem Weg zurück ins Mittelalter."*

**Edzard Ernst in einem Interview mit Spiegel Online (2010)** (SPIEGEL Online, 2010)

Diese drastischen Worte des emeritierten Professors für Alternativmedizin zeichnen ein düstres Bild der Homöopathie. Ernst sieht wissenschaftliches Denken in klarer Opposition zu diesem alternativmedizinischen Dogma, welches eine ebenso klare Demarkation erforderlich macht (vgl. 2.1.5). Denn die Homöopathie ist eine pseudowissenschaftliche Behandlungsmethode (Stanford Encyclopedia of Philosophy, 2008, Ladyman, 2013<sup>157</sup>; Baran et al., 2014). Sie wurde von Samuel Hahnemann entwickelt und in seinem Buch „Organon der Heilkunst“ erstmalig 1810<sup>158</sup> beschrieben (Hahnemann, 1833). Im Wesentlichen beruht sie auf zwei, von ihm beschriebenen, Dogmen, dem *Simile-Prinzip* und der *Potenzierung*, welche im folgenden Abschnitt beschrieben werden. Eine Therapie erfolgt in Form einer homöopathischen Anamnese<sup>159</sup> sowie der Gabe von homöopathischen Arzneimitteln.

Homöopathie wird in Deutschland seit mehreren Jahren stetig beliebter (Bundesverband der Arzneimittel-Hersteller e. V., 2014). In einer bevölkerungsrepräsentativen Umfrage aus dem Jahr 2014 gaben 94% der Befragten an, bereits von Homöopathie gehört zu haben (nur 76% im Jahr 1975) (de Sombre, 2009). Über die Hälfte hatten bereits selbst homöopathische Arzneimittel genommen (de Sombre, 2009). Dabei kamen die Anwender in zwei Drittel der Fälle über Empfehlungen von Freunden und Bekannten oder durch den Heilpraktiker zur Homöopathie. Ca. 50% geben an, dass ihnen die Mittel geholfen haben, ca. 40% immerhin, dass die Mittel „nicht immer geholfen“<sup>160</sup> hätten (de Sombre, 2009). Nur ein sehr kleiner Teil (12%) der Befragten schließt generell aus, homöopathische Mittel zu nehmen. Die üblichen Anwendungsgebiete sind Erkältungen, grippale Infekte und Stärkung des Immunsystems<sup>161</sup>.

### 1.2 Prinzipien der Homöopathie

Das *Simile-Prinzip* (oder *Ähnlichkeitsprinzip*) beruht auf der (falschen) Annahme, dass ein Mittel, welches bei Gesunden ein bestimmtes Symptom auslöst, genau dieses bei einem Kranken

---

<sup>157</sup> „Yet homeopathy is a paradigmatic example of pseudoscience. It is neither simply bad science nor science fraud, but rather profoundly departs from scientific method and theories while being described as scientific by some of its adherents (often sincerely). (S. 48)“

<sup>158</sup> Zu dieser Zeit war die Medizin noch sehr brutal – Brech- und Abführkuren sowie Aderlässe waren an der Tagesordnung. Viele Patienten starben an diesen brachialen Methoden. Hahnemann suchte nach sanfteren Heilmethoden.

<sup>159</sup> Hahnemann beschreibt, dass mit der Anamnese versucht wird, die „Verstimmung der Lebenskraft“, welche nicht näher definiert wird, zu erfassen (Gawlik, 2001).

<sup>160</sup> aber teilweise

<sup>161</sup> Erkrankungen mit unspezifischen Symptomen



100 Studien zur Homöopathie statistisch ausgewertete<sup>166</sup> (Shang et al., 2005). Zum gleichen Ergebnis gelangen auch Untersuchungen, die von der britischen und australischen Regierung beauftragt wurden (House of Commons - Technology & Science, 2009; National Health and Medical Research Council, 2015). Auffällig ist bei allen Übersichtsarbeiten, dass die Ergebnisse der einzelnen Forschungsarbeiten umso stärker für eine Wirksamkeit über den Placebo-Effekt hinaus sprechen, umso weniger wissenschaftliche Standards eingehalten werden (Stanford Encyclopedia of Philosophy, 2008), Ladyman, 2013; Baran et al., 2014). Das bedeutet, dass die Einhaltung der Kriterien des Goldstandards wissenschaftlicher Untersuchungen (vgl. 4.2.1) dazu führte, dass sich die Wirksamkeiten der jeweils untersuchten homöopathischen Präparate nicht von denen von Placebo-Präparaten unterscheiden ließen. Randomisierte, doppelblinde Studien unter kontrollierten Bedingungen mit einer angemessenen Anzahl an Probanden offenbarten dies stets (Shang et al., 2005). Die Schlussfolgerung liegt nahe, dass eine Reihe kognitiver Verzerrungen bei der Beurteilung von Daten und Studienergebnissen eine Rolle spielen (z. B. Confirmation Bias) (vgl. 2.3.2.2). Auch ein Verwechseln von Kausalität und Korrelation bezüglich der spezifischen Wirksamkeit eingenommener Präparate kann immer wieder beobachtet werden. So werden gesunde Patienten und die Gabe homöopathischer Arzneimittel kausal in Beziehung gebracht, obwohl möglicherweise nur eine Scheinkorrelation<sup>167</sup> vorliegt (vgl. 4.2.1; 4.2.4). Neben der Fehleinschätzung bezüglich der wahrgenommenen Wirksamkeit der Mittel ist auch ein tatsächlicher Effekt, der Placebo-Effekt, ein Faktor, der für eine echte Verbesserung der Gesundheit von Bedeutung ist. So kann dieser, u. a. bei einer positiven Erwartungshaltung, messbar zu positiven physiologischen und psychologischen Veränderungen, sogar bei Tieren<sup>168</sup>, führen (Bundesärztekammer, 2010). Der Placebo-Effekt kann zudem als Überbegriff für eine „Beschreibung aller Einflussgrößen“ bzw. „kontextabhängige Veränderungen“ (Windeler, 2006) betrachtet werden:

- statistische Phänomene wie die Regression zur Mitte
- Spontanheilungen
- Versuchsleiter-Effekte (vgl. 2.3.2.2)
- begleitende Maßnahmen wie Bettruhe oder andere Therapien
- Effekte, die auftreten, weil der Patient weiß, dass er an einer Studie teilnimmt

Die Betrachtung des Forschungsstands zur Homöopathie macht deutlich, dass Aspekte aus drei unterschiedlichen Bereichen relevant sind, um die Wirksamkeit von Homöopathie zu beurteilen.

---

<sup>166</sup> Seit der Veröffentlichung wird die Studie viel diskutiert hinsichtlich ihrer Methodik kritisiert. So wurden letztlich nur wenige Studien zur Bewertung ausgewählt, der Rest wurde aufgrund von Mängeln ausgeschlossen. Diese Auswahl bleibt undurchsichtig. Norbert Aust hat in einer umfangreichen Analyse sämtliche ausgewählten (und nicht ausgewählten) Studien auf Mängel oder methodische Fehler untersucht und kommt zu dem Schluss, dass die Metaanalyse zwar Recht hat, „das heißt, sie entspricht der skeptischen Erwartungshaltung – aber nicht unbedingt der Methodik (Aust, 2014). Ferner schreibt er: „Eine Betrachtung der zugrundeliegenden Einzelstudien und eine Bewertung der internen Validität zeigt allerdings, dass die Ergebnisse selbst der allermeisten hochwertigen und großen Studien höchstwahrscheinlich nicht auf die Wirkung der homöopathischen ‚Arzneimittel‘ zurückgeführt werden können.“ (Aust, 2014).

<sup>167</sup> Der eigentliche Grund für eine Verbesserung der Symptome muss ursächlich überhaupt nicht mit der Gabe eines Arzneimittels zusammenhängen.

<sup>168</sup> „Thus, it is plausible that human-animal contact might play an important role in the observed responses to therapeutic interventions.“ (Ramey, 2008)

1. **Wissenschaftliche Kriterien** müssen in ihrer Anwendung und Bedeutung verstanden werden. Damit kann die Studienlage zur Homöopathie beurteilt werden. Außerdem wird erst dann ersichtlich, wieso Studien, welche etwa die Kriterien des Goldstandards wissenschaftlicher Untersuchungen erfüllen, eine wesentlich größere Bedeutung haben, als jene, die dies nicht tun.
2. Ein **einheitliches, wissenschaftliches Weltbild** ist nötig, um die Erkenntnisse wissenschaftlicher Studien gemeinsam zu reflektieren. Erst bei einer solchen gleichen Ausgangslage können diese rational diskutiert werden. Erst in der Reflexion kann sich eine Relevanz für die eigene Lebensrealität offenbaren.
3. Ein **präzises und reflektiertes Verständnis von kognitiven Verzerrungen** ist nötig, da die Homöopathie ein sehr beliebter und emotionaler Kontext ist (vgl. 2.3.2; 2.3.2.3). Dies begünstigt Fehlinterpretationen und -einschätzungen bezüglich der Wirksamkeit (vgl. 4.2.4).

## 2. Erfüllt die Homöopathie die Kriterien von Kontexten zur Vermittlung von Bewertungskompetenz?

Nachfolgend wird geprüft, inwieweit die Homöopathie die unter 2.4.1 beschriebenen Kriterien von Kontexten zur Vermittlung von Bewertungskompetenz erfüllt. *Relevanz*, *Multidimensionalität*, *Bezug zur Chemie* und *Komplexität* können allgemein bewertet werden. *Authentizität* ist abhängig von der jeweiligen unterrichtlichen Präsentation.

### 2.1 Relevanz

Inwieweit Homöopathie als relevanter Kontext bewertet werden kann, muss geklärt werden, indem sowohl die *individuelle* als auch die *gesellschaftliche Relevanz* betrachtet wird.

#### Individuelle Relevanz

Um zu erheben, inwieweit Homöopathie für Schüler von individueller Relevanz ist, wurden Erkenntnisse aus leitfadengestützten Interviews gewonnen. Diese wurden bereits unter 0 beschrieben. Es zeigte sich dort, dass Homöopathie den Interviewten bekannt war. Außerdem empfanden sie den Kontext als interessant und erkannten die Relevanz für die eigene Lebenswelt:

(S6: 28:15): „Also ich finde das total interessant, sowas über Medikamente generell, sowas, was man im Alltag, was einfach zum Alltag gehört, wenn man krank ist braucht man ja Medikamente. Find ich interessanter als jetzt zum Beispiel so. Ich finde so über Medikamente und so, ich finde das total interessant, wenn man jetzt wirklich mal weiß, was das jetzt eigentlich alles ist. Was man selber so benutzt finde ich eigentlich total interessant. Also interessanter als manche andere Themen, die wir schon hatten.“

Alle Interviewten hatten bereits homöopathische Arzneimittel genommen oder waren sogar in homöopathischer Behandlung.

Die große Beliebtheit der Homöopathie in Deutschland ist zudem ein Indikator dafür, dass vermutlich ein Großteil aller Schüler bereits mit Homöopathie in Kontakt gekommen ist und seine ganz eigenen Erfahrungen gemacht hat.

### Gesellschaftliche Relevanz

*„Ich bin überzeugt davon, dass es wirkt, und dass es [die Homöopathie] individuell in vielen Fällen einfach das beste Mittel ist oder beste Weg ist, um die Selbstheilung der Menschen zu aktivieren.“*

Barbara Steffens (ehem. Ministerin<sup>169</sup> für Gesundheit, Emanzipation, Pflege und Alter des Landes Nordrhein-Westfalen)

Nichtbeachtung wissenschaftlicher Erkenntnisse oder Wissenschaftsleugnung können dazu führen, dass Entscheidungsträger ihre persönlichen und irrationalen Überzeugungen als Legitimation für z. B. politische Entscheidungen nutzen. Gesellschaftlich relevant ist Homöopathie, da auf der einen Seite die wissenschaftliche Studienlage sehr eindeutig ist und auf der anderen Seite die Beliebtheit wächst (siehe oben). Damit ist ein irrationales Ungleichgewicht bezüglich der Beurteilung der Wirksamkeit homöopathischer Mittel entstanden. In Deutschland liegt zudem eine besondere Gesetzeslage vor. Homöopathie zählt zu den *besonderen Therapierichtungen* (Knöss et al., 2008). Eine Erstattung durch gesetzliche Krankenkassen ist nach AMG nicht zulässig. Das Sozialgesetzbuch hingegen erlaubt diese, weshalb die allermeisten Kassen davon auch Gebrauch machen und zum Teil sogar dafür werben. Zudem sind homöopathische Arzneimittel apothekenpflichtig, was bedeutet, dass das Bundesamt für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) darüber entscheidet, ob ein solches Mittel zugelassen wird oder nicht. Für homöopathische Arzneimittel ist allerdings, im Gegensatz zu nicht-homöopathischen Medikamenten, kein Wirksamkeitsnachweis erforderlich<sup>170</sup>. Dadurch werden positive Einstellungen und die Akzeptanz der homöopathischen Mittel möglicherweise gesteigert, da eine Kostenerstattung durch die Krankenkassen sowie eine Apothekenpflicht suggerieren, dass es sich um geprüfte, wirksame Mittel handle.

Damit direkt einher gehen von homöopathischen Mitteln Gefahren aus:

- Impfskepsis (Zutavern et al., 2007)
- Überschätzung des Placebo-Effekts
- Verzögerung von wirksamen Therapien, weil man „es erstmal homöopathisch probiert“ (Altunç et al., 2007; Malik & Gopalan, 2003)
- Unterlassung von wirksamen Therapien zugunsten alternativmedizinischer Behandlung<sup>171 172</sup> (Ernst & White, 1995)

---

<sup>169</sup> Das Zitat stammt aus der Zeit, als Steffens Ministerin war.

<sup>170</sup> Bisher wurden auf diese Weise 7336 Mittel ohne Wirksamkeitsnachweis in Deutschland zugelassen (Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte, 2020)

<sup>171</sup> *“Wer sich mit einer Krebserkrankung einer konventionellen Therapie unterzieht, wird mit hoher Wahrscheinlichkeit länger leben als wenn er sich alternativmedizinisch behandeln lässt.“* (INH bezugnehmend auf Johnson et al., 2018)

<sup>172</sup> Anthroposophische Gruppen, die der Homöopathie sehr nahestehen, stehen zum Beispiel Schutzimpfungen überproportional kritisch gegenüber (vgl. 2.3.2.5; 2.3.5 – 12).

- Verursachung von physischem Leid, wo Medizin nichts oder wenig ausrichten kann oder welches zu teuer und aufwendig wäre
- Nocebo-Effekt bei herkömmlichen Therapien<sup>173</sup>
- „Leichtgläubigkeit“ auch anderen alternativmedizinischen Behandlungsmethoden gegenüber, welche weitere Gefahren mit sich bringen

### Relevanz der naturwissenschaftlichen Auseinandersetzung

Neben der individuellen und der gesellschaftlichen Relevanz ist auch eine andere Sichtweise auf dieses Kriterium möglich: Die Relevanz der naturwissenschaftlichen Auseinandersetzung. Die Homöopathie hat sich seit ihrer Entstehung nur geringfügig bis gar nicht verändert, da sie im Gegensatz zur evidenzbasierten Medizin auf Dogmen basiert. Zu Lebzeiten Hahnemanns, während der Epoche der romantischen Naturphilosophie, waren viele, heute selbstverständlichen, wissenschaftlichen Sachverhalte in weiter Ferne. Insbesondere die sogenannte Kontinuums-Vorstellung (vgl. 2.2.2) war vorherrschend, da man schlicht keine konkreten Modelle für kleinste Teilchen in konkreter Anzahl hatte. Hahnemann erklärte sich die Potenzierung als „Erwecken schlafend gelegener Kräfte“ (Hahnemann, 1833). Er verglich „geistartige Kräfte“, die den Substanzen innewohnten, mit dem Mond, der sich durch „heimliche, unsichtbare Kraft“ um die Erde drehe und auf wundersame Weise für Ebbe und Flut verantwortlich sei<sup>174</sup>. Lambeck bezeichnet die Homöopathie Hahnemanns daher als eine Kombination aus romantischer Naturphilosophie und Falschphysik (Lambeck, 2014). Es ergibt sich eine dringende Notwendigkeit, die alten Dogmen nach heutigem Stand der Wissenschaft zu beurteilen. Damit wird die Homöopathie relevant als Gegenstand rationaler Beurteilung. Denn mit der Akzeptanz dieser pseudowissenschaftlichen Methode geht unter Umständen eine Ablehnung evidenzbasierter Medizin einher, sowie ein Misstrauen gegenüber Wissenschaftlern und Wissenschaft „als Institution“.

Zusammenfassend kann der Kontext Homöopathie als *individuell*, *gesellschaftlich* und hinsichtlich der *Notwendigkeit einer naturwissenschaftlichen Auseinandersetzung* relevant für Lernende beschrieben werden. Nach Sander kann *Relevanz* allerdings nicht direkt als objektives Merkmal gelten (Sander, 2010), da Inhalte in ihrer Bedeutsamkeit subjektiv sehr unterschiedlich wahrgenommen werden. Daher sollte auch bei der Präsentation des Kontextes darauf geachtet werden, dass emotionsauslösende Gestaltungsmerkmale in der Planung umgesetzt werden (Schwab, 2015). Diese können als Anzeiger für Relevanz dienen (vgl. 2.4.1.2.).

## **2.2 Authentizität**

---

<sup>173</sup> Der Nocebo-Effekt beschreibt einen negativen Effekt aufgrund einer negativen Erwartungshaltung (Barsky et al., 2013). Dabei kann dieser bereits durch das Lesen eines Beipackzettels ausgelöst werden (Barsky et al., 2013). Besonders Homöopathie und alternative Medizin definieren sich oft in Abgrenzung zur sogenannten Schulmedizin, weshalb ihre Anwender herkömmlichen Therapien überdurchschnittlich häufig herkömmliche Therapien und Arzneimittel ablehnen bzw. diesen negativ gegenüberstehen. Dies kann unter Umständen bereits zu Nocebo-Effekten führen, wenn „nicht-homöopathische“ Arzneimittel eingenommen werden (müssen).

<sup>174</sup> Die Entstehung der Gezeiten durch eine Kombination aus Zentrifugalkraft der Erde und Gravitation war zu Hahnemanns Zeiten bereits bekannt.

Wie authentisch ein Kontext ist, hängt vor allem von der Präsentation ab. Es ist von größter Bedeutung, die Homöopathie so real wie möglich darzustellen. Das bedeutet, dass sämtliche Materialien auf echten Inhalten basieren sollten. Dies wird im zweiten Durchlauf dieses Mesozyklus jeweils näher erläutert (MZ 3.2).

### 2.3 Multidimensionalität

Homöopathie ist nicht, wie man vielleicht annehmen könnte, aufgrund seiner zwei Wirkprinzipien ein Kontext, bei dem es mehrere legitime Perspektiven geben kann. Die Studienlage kann zu diesem Thema durchaus als eindeutig bezeichnet werden: Die Wirkung homöopathischer Mittel geht nicht über einen Placebo-Effekt hinaus (siehe oben). Daher kann die Frage, ob Homöopathie wirkt, mit nein beantwortet werden. Was wirkt, ist nicht das homöopathische Mittel, sondern der Placebo-Effekt, Zuwendungseffekte etc. Die konkreten Belege und Fakten sprechen eine klare Sprache und diese Eindeutigkeit sollte auch nicht relativiert werden – schon gar nicht in der Schule.

Mehrdimensional ist dieser Kontext dennoch, denn trotz eindeutiger wissenschaftlicher Befunde spielen Emotionen weiterhin eine große Rolle bei der eigenen Bewertung bzw. Positionierung (siehe Kapitel mit Entscheidungspsychologie). So sind weder chemisches Fachwissen noch ein reflektiertes (Meta-)Verständnis von wissenschaftlichen Kriterien ein Garant für ein „Ablehnen“ der Homöopathie als unwirksame medizinische Lehre. Persönliche Erfahrungen, Emotionen und Bauchgefühl spielen bei der Beurteilung von Kontexten wie diesem eine zu dominante Rolle und überwiegen rationale Kriterien. Das ist nicht schlecht, sondern zutiefst menschlich (2.3).

Kurz: Die Frage, ob Homöopathie eine wirksame Heilmethode ist, ist nicht Kern der Kontroverse. Florian Freistetter schreibt, sie verzerre sogar die Realität (...dass Homöopathie eben nicht wirke und dies hinreichend belegt sei) (Freistetter, 2018). So liege die Wahrheit eben nicht irgendwo in der Mitte. Es gäbe Dinge, die einfach richtig oder falsch seien und „*Themen, bei denen man problemlos eindeutige Aussagen treffen kann*“ (Freistetter, 2018).

Allerdings ist Homöopathie, wie zuvor beschrieben, überaus beliebt. Krankenkassen finanzieren häufig homöopathische Behandlungen. Über 7000 Ärzte haben homöopathische Zusatzweiterbildungen absolviert (Bundesärztekammer, 2016). Die Homöopathie hat ein überwiegend positives Image und wird häufig als sanfte Alternative zur Schulmedizin beworben und betrachtet. Dies gilt es kritisch und auf mehreren Ebenen zu diskutieren.

Multidimensional ist die persönliche Entscheidung, ob man sich nun doch dafür oder dagegen entscheidet. Es geht demnach vielmehr um eine reflektierte und begründete Entscheidung, die die (zweifelsfrei eindeutige) wissenschaftliche Faktenlage akzeptiert und in Argumenten anerkennt, aber eben auch persönlich, individuell und frei ist (z.B. „*mir ist bewusst, dass Homöopathie nicht wirkt/wirken kann, aber sie gibt mir irgendwie dennoch ein gutes Gefühl*“). Ein so emotionaler und beliebter Kontext sollte, neben der wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Beurteilung, eine individuelle Bewertung, welche auf persönlichen Vorlieben und Bauchgefühl basiert, erlauben. Damit ist nicht gemeint, dass die Wissenschaft keine Rolle spielen sollte. Der Kontext Homöopathie erfordert eben jene multidimensionale Betrachtung und Beurteilung, wie sie unter 2.4.1.3 beschrieben wird<sup>175</sup>.

---

<sup>175</sup> u. a. Diskussionsfähigkeit und Berücksichtigung ökologischer, ökonomischer und soziokultureller Einflüsse

Das bedeutet, dass bei aller Sympathie, positivem Gefühl und guten Erfahrungen, die mit Homöopathie verbunden sind, die wissenschaftliche und rationale Bewertung klar und eindeutig sein muss. Aus einer weiteren Perspektive muss allerdings auch Spielraum gegeben werden, um persönliche Vorlieben und Empfindungen auszudrücken. Diese sollten nicht als negativ oder unvernünftig angesehen werden<sup>176</sup>.

Der Anspruch, einen Kontext multidimensional zu diskutieren und zu bewerten ist auch in den Bildungsstandards formuliert. In den zu erwerbenden Teilkompetenzen wird einerseits gefordert, fachwissenschaftliche Erkenntnisse der Chemie zur Beantwortung aktueller, lebensweltlicher Fragestellungen zu nutzen<sup>177</sup> (Kultusministerkonferenz, 2004, S. 9; vgl. 2.2.2.2). Andererseits sollen auch „gesellschaftsrelevante Aussagen aus unterschiedlichen Perspektiven“ diskutiert und bewertet werden<sup>178</sup>.

## 2.4 Fragestellung mit Bezug zum Fach Chemie<sup>179</sup>

Eine fachinhaltliche Anbindung der Homöopathie an das Fach Chemie ist an mehreren Stellen denkbar. Dazu gehören folgende, im KLP NRW formulierten Aspekte (Kernlehrplan für die Sekundarstufe I Gymnasium in Nordrhein-Westfalen - Chemie, 2019):

### Basiskonzept Struktur der Materie:

Die Homöopathie widerspricht mit ihren Prinzipien genau den zentralen Aspekten des Basiskonzepts. So soll Lernenden vermittelt werden, dass Eigenschaften und Stoff untrennbar miteinander verbunden sind. Diese sollen Eigenschaften von Stoffen vorhersagen können, indem sie die kleinsten, die Materie aufbauenden, Teilchen, sowie die Wechselwirkungen zwischen diesen, als Grundlage nutzen. Die Homöopathie nutzt eigene Deutungsmuster. Geistartige, schlafend gelegene Kräfte sollen durch das Potenzieren entstanden sein (Hahnemann, 1833) Nicht näher definierte Informationen würden von der Urtinktur auf das Wasser übertragen werden. Neuere Erklärungsversuche benennen die Speicherung von Wirkinformationen in Wasserclustern<sup>180</sup>. Die durch Wasserstoffbrückenbindung ausgebildeten Untereinheiten sollen für die Informationsspeicherung verantwortlich sein (Luu et al., 1982).. Die tatsächlich existierenden Wassercluster bestehen allerdings nur für ca. 0.000000000000005 Sekunden (Cowan et al., 2005). Die Speicherung von „Informationen“ kann damit ausgeschlossen werden.

Die Avogadro-Konstante<sup>181</sup> stellt ein zentrales Element des Basiskonzepts dar. Geht man etwa davon aus, dass eine zu potenzierende Urtinktur ein Mol Teilchen enthält, so kann klar benannt werden, ab welchem Schritt kein einziges Teilchen im Präparat mehr enthalten ist. Bereits im Anfangsunterricht Chemie werden Stoffeigenschaften (Dichte, Wärmeleitfähigkeit, Siedetemperatur, Viskosität, etc.) und Stoff als zusammenhängende Einheit vermittelt. Die Wechselwirkungen zwischen den Teilchen bestimmen diese maßgeblich. Die Homöopathie stellt dieses

---

<sup>176</sup> Mögliche Schüleraussage: „Mir ist bewusst, dass in den Mitteln nichts drin ist und dies wissenschaftlich belegt ist, aber es schadet mir ja nicht und fühlt sich irgendwie gut an. Ich habe mich daran gewöhnt und mag es.“ Diese Aussage beinhaltet eine eindeutige wissenschaftliche Bewertung. Dennoch wird hier auch eine persönliche Sympathie formuliert, die bei einer Beurteilung des Gesagten hinsichtlich der Korrektheit allerdings keine Rolle spielen darf.

<sup>177</sup> Teilkompetenz B4

<sup>178</sup> Teilkompetenz B5

<sup>179</sup> oder an die Fächer *Naturwissenschaften, Physik* und *Technik*

<sup>180</sup> Die Behauptung hat Bestand, obwohl sie bereits mehrfach widerlegt werden konnte (Aabel et al., 2001)

<sup>181</sup>  $6.02214076 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Prinzip auf den Kopf, indem mit dem Prinzip der Potenzierung nicht nur die Existenz von Stoffeigenschaften ohne Stoff behauptet wird, sondern sogar eine Verstärkung. Wichtige Kompetenzen des Lehrplans<sup>182</sup> wären mit einem homöopathiekonformen Verständnis von Stoffeigenschaften nicht vermittelbar.

### Inhaltsfeld *Stoffe und Stoffveränderungen*

Im Anfangsunterricht Chemie wird intensiv vermittelt, auf welche Weise Stoff und Stoffeigenschaft miteinander verbunden sind. Auch eine erste Teilchenvorstellung wird thematisiert. Homöopathie stellt hier ein Konzept dar, welches nicht mit den Aspekten dieses Inhaltsfeldes in Einklang zu bringen ist. Die Lernenden könnten mit ihrem Wissen über Teilchen und Stoffeigenschaften bereits das Prinzip der Potenzierung als widerlegt bewerten.

### Inhaltsfeld *Luft und Wasser*

Bei experimentellen Untersuchungen von Wasserproben werden Inhaltsstoffe bestimmt. An dieser Stelle kann deutlich gemacht werden, dass auch winzigste Spuren mit den richtigen Messwerkzeugen nachweisbar sind. Wirkstoffe in homöopathischen Präparaten sind es nicht, da sie in den meisten homöopathischen Arzneimitteln gar nicht mehr enthalten sind.

### Inhaltsfeld *Ionenbindung und Ionenkristalle*

Üblicherweise in der 9. Klasse lernen Schüler, dass Wasser mehr ist als ein einfaches Lösemittel. Chemische Bindungen und Wechselwirkungen werden thematisiert. Damit liegt ein tieferes Verständnis von Wassermolekülen und ihren Eigenschaften, insbesondere beim Lösen von Stoffen, vor. Auch energetische Betrachtungen werden vorgenommen. Diese können genutzt werden, um Behauptungen der Homöopathie hinsichtlich geistartiger Kräfte, Informationen, Energien etc. zu untersuchen und zu entkräften. Mit den zuvor beschriebenen Inhaltsfeldern stehen den Lernenden genügend Werkzeuge zur Verfügung, um Behauptungen und Aussagen mithilfe der Chemie zu bewerten (Zum Beispiel, ob der Beitrag über eingekochtes Wasser fachlich korrekt dargestellt ist - Abbildung 47).

Dieses Inhaltsfeld eignet sich sehr gut, um die Homöopathie als Kontext zu wählen<sup>183</sup>.



Abbildung 47: Artikel aus der Zeitschrift "Bild der Frau"

<sup>182</sup> „Einfache Modelle zur Beschreibung von Stoffeigenschaften nutzen“, „Lösevorgänge und Stoffgemische auf der Ebene einer einfachen Teilchenvorstellung beschreiben“, „den Zusammenhang zwischen Stoffeigenschaften und Bindungsverhältnissen (Ionenbindung, Elektronenpaarbindung und Metallbindung) erklären“ (Kultusministerkonferenz, 2004, S. 29)

<sup>183</sup> Einige Bundesländer haben die Kontexte Medikamente oder Arzneimittel bereits mehr oder weniger ausführlich in die Lehrpläne integriert. Es existieren bereits Unterrichtseinheiten (Krischer, 2014, S. 88).

Damit lassen sich mit dem Kontext Homöopathie Bezüge zu...

- Fachinhalten,
- naturwissenschaftlicher Grundbildung,
- und Elementen der Bewertungskompetenz

herstellen, welche teilweise über das Fach Chemie hinausgehen können.

## **2.5 Komplexität**

Das Thema Homöopathie kann in seiner Komplexität sehr variabel behandelt werden. Es ist sowohl denkbar, lediglich die Konzentrationen der Wirkstoffe homöopathischer Arzneimittel im Zuge der Vermittlung der Avogadro-Konstante zu betrachten. Dies entspräche einer rein innerfachlichen Auseinandersetzung. Es ist aber auch möglich, verschiedene gesellschaftliche Aspekte zu diskutieren und die fachwissenschaftlichen Betrachtungen als Grundlage einer Bewertung zu nutzen. Vor allem Aussagen aus Kontroversen rund um die Homöopathie könnten unterrichtlich aufgearbeitet werden. Damit kann Lernenden ermöglicht werden, fachinhaltliches Wissen lebenspraktisch zu nutzen, was aus Schülersicht oft „zu kurz“ kommt (vgl. 2.2.2) Problematisch ist in diesem Zusammenhang ein psychologischer Effekt. Urteilsheuristiken und emotionale, non-kompensatorische Strategien können unter bestimmten Bedingungen bessere Ergebnisse liefern als das Anwenden komplexer, kompensatorischer Entscheidungsfindungen (Susanne Bögeholz et al., 2018b). Dadurch wird eine Bewertung doppelt erschwert, wenn der Grad der Komplexität steigt. Einerseits müssen mehr Informationen verarbeitet und in Beziehung gesetzt werden, andererseits werden schnelle und intuitive Urteile und Heuristiken automatisch aktiv.

Damit ist der Kontext Homöopathie beliebig komplex, wenn der Fokus auf der Vermittlung der prozessbezogenen Kompetenz Bewerten liegt.

## **2.6 Anschlussfähigkeit**

Wie unter 2.4 bereits beschrieben, lässt sich der Kontext Homöopathie mühelos und an mehreren Stellen in den Lehrplan integrieren, da er eine Reihe von Aspekten aufweist, die als Inhalte relevant sein können. Die Anschlussfähigkeit sollte sich allerdings hauptsächlich auf die Bewertungskompetenz beziehen (vgl. 2.4.1.5). Um zu ermöglichen, dass Teilkompetenzen so erlernt werden, dass diese auch auf andere Kontexte angewendet werden können, muss eine nachhaltige Vermittlung angestrebt werden. Die Werkzeuge, die die Lernenden zur Beurteilung der individuellen und gesellschaftlichen Aspekte nutzen, müssen vielfältig einsetzbar sein. Die Prüfkriterien, welche in MZ 3 ausführlich beschrieben und erprobt wurden, können dies möglicherweise gewährleisten (vgl. MZ 2.9). Zudem könnte eine erfolgreiche Anwendung positive Erinnerungen auslösen. Wenn innerhalb eines anderen Kontextes erneut Prüfkriterien nutzbar wären, so würden diese, ähnlich einem kognitiven Konflikt, einfacher angewandt werden, wenn sie sich als nützlich und fruchtbar bewährt hätten. Dies gilt sowohl für die Kriterien des Gold-

standards wissenschaftlicher Untersuchungen, als auch für jene, die eher übergeordnete Prinzipien darstellen. Sie alle sind auf eine Vielzahl von Kontexten, naturwissenschaftlichen Kontroversen oder SSI<sup>184</sup> anwendbar, da sie generelle Gültigkeit besitzen.

### 3. Homöopathie in der Schule

Es gibt bisher kaum Unterrichtseinheiten/-stunden, die sich dem Kontext Homöopathie gewidmet haben. Dirk Weber beschreibt mit „Der Lehrer, der Domestos trinkt“ einen Selbstversuch, indem er verdünnten WC-Reiniger trinkt (Weber, 2008). Dieser ist nach dem homöopathischen Prinzip der Potenzierung präpariert. Weber resümiert im Hinblick auf die Bekanntheit des Kontextes bei den Lernenden: „So traten häufig Staunen und Überraschung darüber auf, wie wenig man von der Homöopathie, die fast jeder doch zu kennen glaubte, eigentlich wusste“ (Weber, 2008, S. 5).

Die häufigsten Thematisierungen von Medizin und Arzneimitteln finden im Rahmen des Inhalts Aspirin statt, gehen aber selten über die fachlichen Aspekte (Struktur, Synthese, etc.) hinaus. Dabei sollten Schüler im naturwissenschaftlichen Unterricht lernen, *„fachliche Sachverhalte in verschiedenen Kontexten [zu] erkennen, [zu] beurteilen und [zu] bewerten“* (Kernlehrplan für die Sekundarstufe I Gymnasium in Nordrhein-Westfalen - Chemie, 2019), was den Kontext Homöopathie durchaus legitimieren würde.

### 4. Analyse/Reflexion

Homöopathie ist ein flexibler und geeigneter Kontext, um die Vermittlung von Bewertungskompetenz zu ermöglichen. Die kontroversen und emotionalen Einstellungen auf der einen Seite und die wissenschaftlichen Aspekte auf der anderen Seite lassen unterschiedlichste unterrichtliche Interventionen zu. Dabei sind multiperspektivische lebensweltnahe Betrachtungen denkbar. Die Kriterien für gute Kontexte werden hinreichend erfüllt. Eine Anbindung an Lehrplaninhalte ist ebenso gut umsetzbar.

Die wissenschaftlichen Prinzipien und Methoden (bzw. PK) aus MZ 2 können geeignete Werkzeuge darstellen, um den Kontext Homöopathie rational und kriteriengeleitet zu bewerten. Zu entwickelnde Materialien sollten unbedingt authentische Inhalte beinhalten. Die Komplexität muss den Zielen der unterrichtlichen Intervention angepasst werden. Zur Vermittlung von Teilkompetenzen der Bewertungskompetenz sind gesellschaftliche, ökonomische und soziokulturelle Aspekte zu thematisieren. Auch individuelle Einstellungen müssen, über eine reine rationale Beurteilung hinweg, Gehör finden, falls diese geäußert werden<sup>185</sup>.

---

<sup>184</sup> Diese drei können und müssen nicht trennscharf abgegrenzt werden.

<sup>185</sup> Der Kontext ist u. U. zu emotional, um subjektive Vorlieben als „nicht richtig“ abzutun.

#### 4.3.2. MZ 3.2 – Auf welche Weise muss der kontroverse Kontext Homöopathie präsentiert werden, um als Problemgrundlage für eine unterrichtliche Auseinandersetzung zu dienen?

Dieser Durchlauf des Mesozyklus 3 gliedert sich in mehrere Abschnitte.

In einer **Vorbereitungsphase** werden die Ergebnisse aus Teil 1 des Fragebogens aus Mesozyklus 1 (Voruntersuchung) kurz präsentiert und analysiert, um Implikationen für die Materialentwicklung abzuleiten.

Das **Design** bezieht sich auf die Entwicklung verschiedener Lerninhalte (1. – 3.) zum Kontext Homöopathie.

- In einer **Erprobung** wurde die Eignung der Materialien (nur 1.) in Kleingruppen geprüft.
- Die **Ergebnisse** der Kleingruppenerprobungen werden dargestellt.
- In einer **Analyse** werden vor allem Implikationen für ein weiteres Vorgehen thematisiert.

In einer **Analyse** wird ausgewertet und reflektiert, inwieweit sich die Materialien eignen, um eine unterrichtliche Auseinandersetzung im Sinne der Bewertungskompetenz zu ermöglichen.

#### Vorbereitungsphase

Zur Entwicklung von Materialien wurde eine Vorerhebung in Form des Fragebogens aus Mesozyklus 1 durchgeführt. An dieser Stelle findet eine sehr kurze Auswertung statt, die lediglich direkt relevante Aspekte darstellt.

#### **Voruntersuchung – Homöopathie und Gesundheit**

Die Items des Fragebogens zu Homöopathie und Gesundheit wurden unter der übergeordneten Fragestellung „Ist die Homöopathie ein geeigneter Kontext für den Chemieunterricht?“ konzipiert.

Die Struktur umfasst folgende Punkte:

1. Allgemeine Einstellungen und Vorstellungen bzgl. Medikamenten und ihrer Wirkung<sup>186</sup>
2. Vertrauen bezüglich der Wirksamkeit von Medikamenten
3. Vorwissen und Einstellungen bzgl. Homöopathie
4. Einordnungen und eigenes Verständnis alternativ- und „schulmedizinischer“ Therapien

Sämtliche multiple-choice-Fragen wurden mit einer vierstufigen Likert-Skala versehen (von „trifft gar nicht zu“ bis „trifft voll zu“)

---

<sup>186</sup> Teilweise entnommen oder angelehnt an „Fragebogen zur Arzneimittelanwendung und zur Nutzung von Medikamentenplänen“ vom Aktionsbündnis sichere Arzneimittelanwendung Rhein-Neckar-Kreis Heidelberg 2014 (Kuchenbuch, 2015)

*Hinweis: Die einzelnen Items werden in der Arbeit von Kuchenbuch ausführlich erläutert (Kuchenbuch, 2015). Daher wird an dieser Stelle auf eine detaillierte Beschreibung verzichtet.*

Die wichtigsten Ergebnisse werden im Folgenden stichpunktartig dargestellt:

- 42% der Befragten nehmen mindestens 1-3 Medikamente regelmäßig ein (Anhang A4 – 1.1)

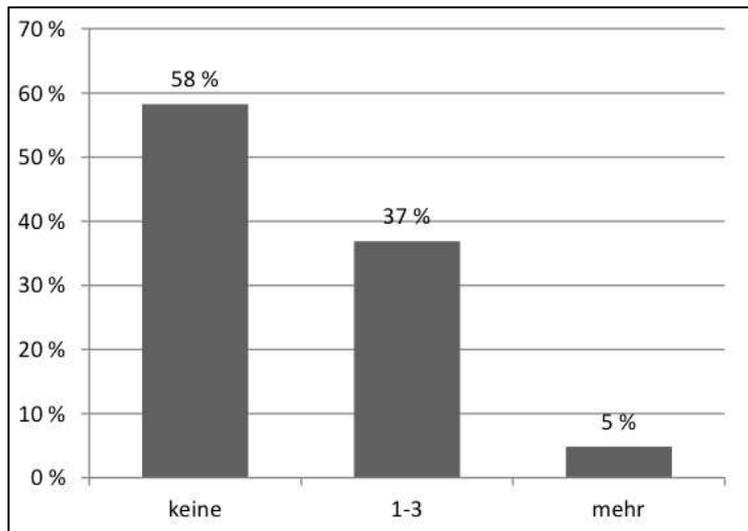


Abbildung 48: 1.1 Wie viele unterschiedliche Arzneimittel wendest Du regelmäßig an?

- Fast alle Befragten haben eine rudimentäre Vorstellung bezüglich der Wirkung von Tabletten im Körper, welche an Wirkstoffe gebunden ist (Anhang A4 – 1.2)

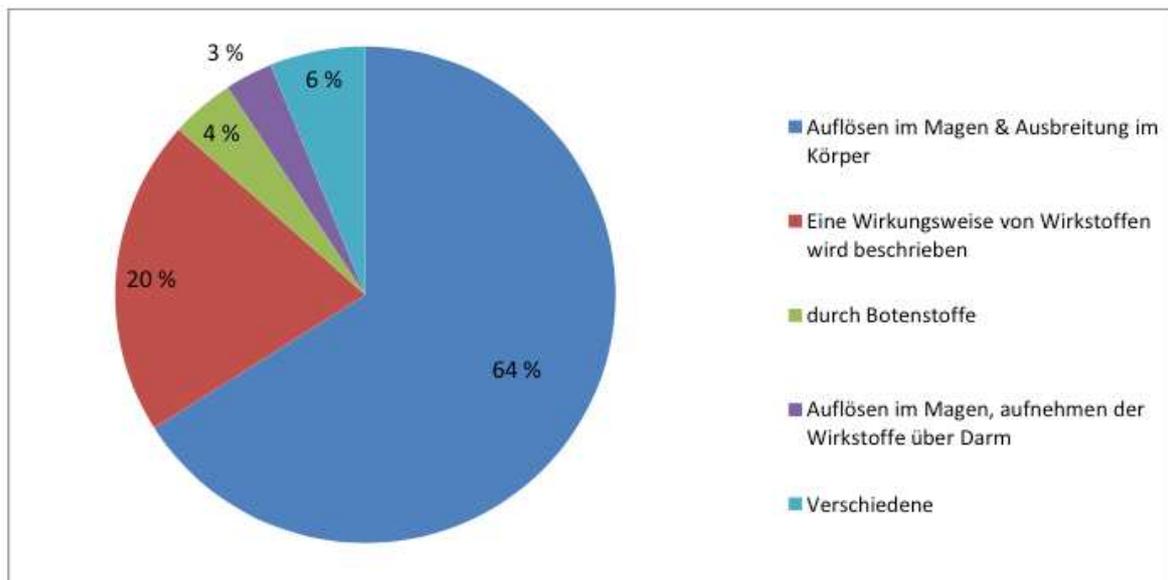


Abbildung 49: 1.2 Wie funktionieren Deiner Meinung nach Tabletten im Körper?

- Die höchste Zustimmung erhält die Aussage „Medikamente helfen sehr vielen Menschen, ein besseres Leben zu führen.“ und „In der Zukunft werden Medikamente zur Heilung der meisten Erkrankungen entwickelt werden.“. 10% bzw. 15% der Befragten stimmen den Aussagen „Die meisten Medikamente sind giftig.“ und „Medikamente schaden mehr als sie nützen.“ zu. (Anhang A4 – 1.3)
- Extrem hohe Werte bezüglich der Sicherheit, dass es sich um wirksame Medikamente handelt, erhält die Aussage „Das Medikament gibt es nur auf Rezept beim Arzt“ (94%). Auch die Apothekenpflicht gilt als relativ sicheres Indiz (Item 1.4.1: 79%). Empfehlungen von Freunden oder Familie sind nicht hoch angesehen (Item 1.4.1: 33%). Unabhängig wissenschaftlich geprüfte Medikamente gelten als wirksam (Item 1.4.10: 86%) (Anhang A4 – 1.5)
- Rund zwei Dritteln der Befragten war Homöopathie bekannt (Anhang A4 – 1.5)
- Fast die Hälfte der Befragten verwechselt Homöopathie mit pflanzlichen bzw. natürlichen Heilmitteln „ohne Chemie“. Nur ein Bruchteil kann Detailwissen äußern (7%). Dabei werden teilweise auffällige Antworten gegeben, zum Beispiel:  
 „Wenn man einem Patienten einen Schluck Wasser gibt und sagt, es handle sich um Heilwasser und anschließend geht es ihm wirklich besser, handelt es sich um Homöopathie“ (Anhang A4 – 1.6)

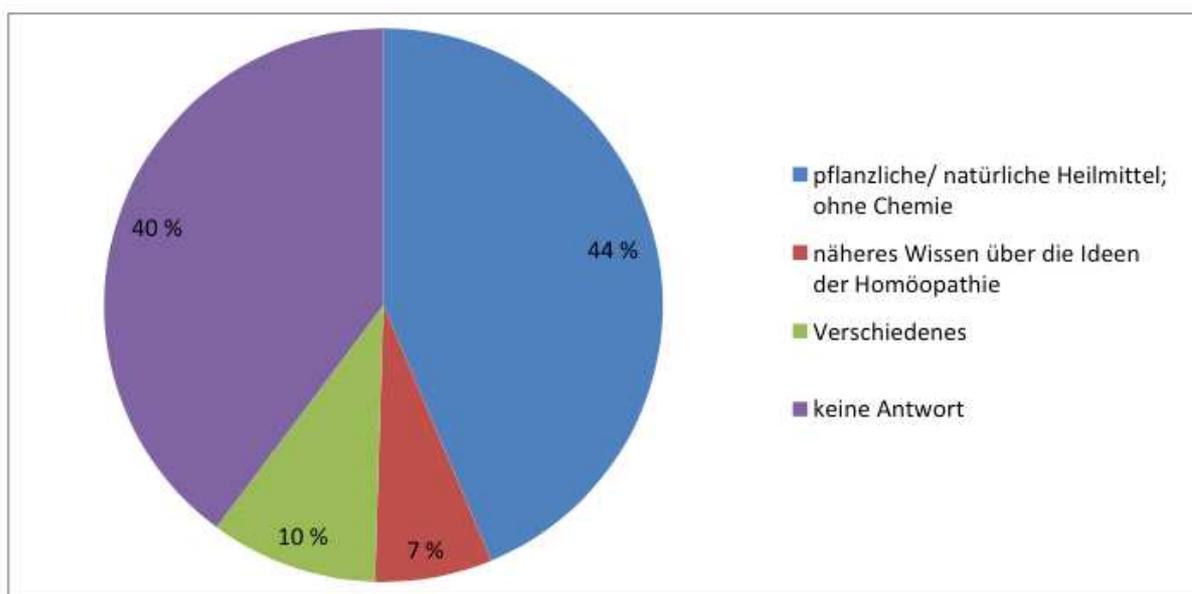


Abbildung 50: 1.6 Wenn ja, was weißt Du darüber (Homöopathie)?

- Ca. zwei Drittel gaben an, bereits homöopathische Mittel genommen zu haben (Anhang A4 – 1.7)
- Über 40% gaben an, mehrmals pro Jahr oder Monat homöopathische Mittel einzunehmen, 14% wussten es nicht (Anhang A4 – 1.8)

- Bezüglich der Unterscheidung homöopathischer und herkömmlicher Arzneimittel gaben die Befragten sehr unterschiedliche Antworten. Die häufigste Vorstellung ist, dass Homöopathie pflanzlich und herkömmliche Arzneimittel chemisch/synthetisch/künstlich seien (32%). Lediglich ein Bruchteil der Befragten (5%) formulierte Kritik: „Homöopathie hilft nicht, Placebo-Effekt“, „homöopathische Mittel helfen nur, wenn man dran glaubt. Es ist Kopfsache, mehr geistlich“ oder „bei herkömmlichen Mitteln ist eine Wirkung so gut wie garantiert, bei homöopathischen Mitteln ist es abhängig vom Glauben an die Wirkung“. (Anhang A4 – 1.9)

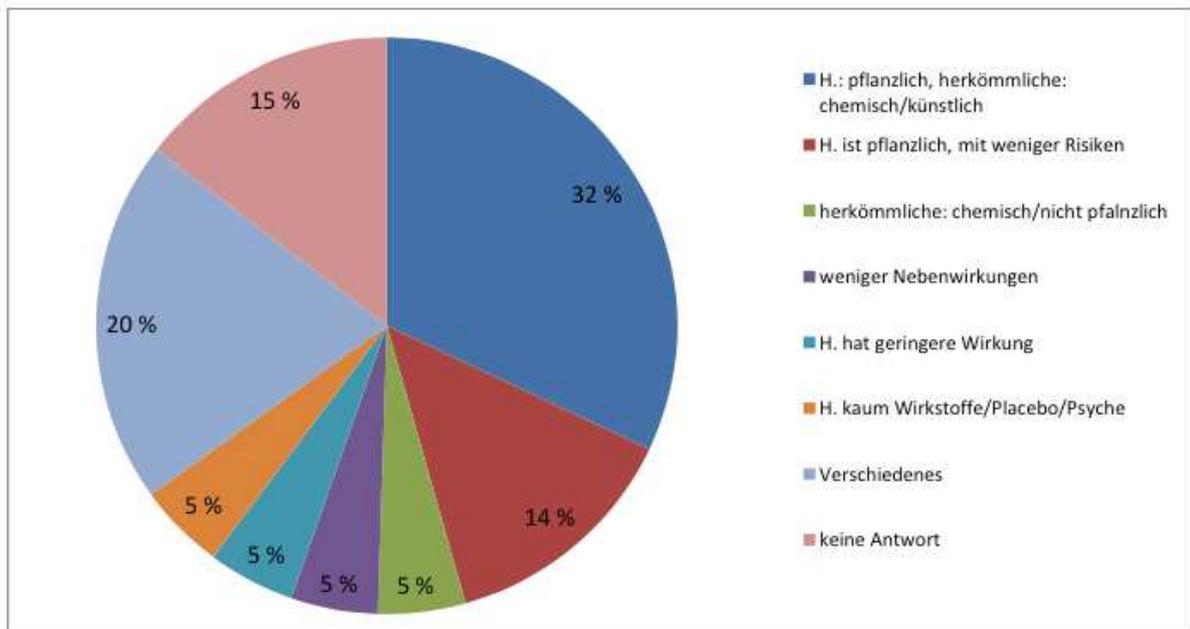


Abbildung 51: 1.9 Unterscheiden sich homöopathische und herkömmliche Arzneimittel voneinander oder sind sie ein und dasselbe? Bitte begründe.

- Im vorletzten Frageblock wurde den Aussagen „Homöopathie ist Naturheilkunde“ (75%) und „Homöopathie ist eine sinnvolle Alternative zur herkömmlichen Medizin“ (76%) am häufigsten zugestimmt. 63% lehnen die Aussage „Homöopathische Arzneimittel sind herkömmlichen Arzneimitteln überlegen“ ab. (Anhang A4 – 1.10)
- Punkt 1.11 im Fragebogen hat an dieser Stelle keine Bedeutung. (Anhang A4 – 1.11)

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Befragten rudimentäre Vorstellungen von Medikamenten und deren Wirkung im Körper haben. Diese gehen vor allem vom Wirkstoff selbst aus. Zudem scheinen die Einstellungen bezüglich evidenzbasierter Medizin relativ positiv zu sein. Das Vertrauen in Ärzte und Apotheken ist groß. Dies gilt auch für wissenschaftliche Untersuchungen. Homöopathie ist zwei Dritteln bekannt und wird von einer ähnlichen Zahl angewendet. Viele positive Aspekte werden mit ihr assoziiert („sanft“, „natürlich“, „nebenwirkungsfrei“, etc.). Neben diesen, teilweise falschen, Vorstellungen, kann davon ausgegangen werden, dass die Befragten so gut wie kein Wissen bezüglich der homöopathischen Wirkprinzipien besitzen. Die Zahlen verdeutlichen, dass von einer individuellen Bedeutsamkeit des Kontextes Homöopathie ausgegangen werden kann. Dies kann eine Auseinandersetzung mit zugehörigen Lerninhalten anregen (2.4.5– 4.).

Geschlechterspezifische Unterschiede belaufen sich vor allem auf die Häufigkeit der Einnahme von Medikamenten (50% der Mädchen und 31% der Jungen nehmen diese regelmäßig ein)<sup>187</sup>. Ansonsten vertrauten Mädchen stärker Eltern oder Freunden, falls diese ihnen Arzneimittel empfehlen.

## **Design**

*Hinweis: Die an dieser Stelle dargestellten Materialentwicklungen dienen dem Einsatz innerhalb der, in MZ 4 entwickelten, Unterrichtskonzeption. Inhaltlich gründen Sie jedoch auf den Erkenntnissen von MZ 3.1, weshalb sie an dieser Stelle beschrieben werden sollen. Es erfolgt daher hier keine genaue Verortung innerhalb einer Unterrichtsintervention.*

Die Entwicklung von Materialien zur Vermittlung von Bewertungskompetenz mit Hilfe der in MZ 2 entwickelten Prüfkriterien zum Kontext Homöopathie erfolgt in Form von drei Lerneinheiten:

- 1. Fachspezifischer Problemaufriss**
- 2. Informationen zum Placebo-Effekt**
- 3. Illustration des unwissenschaftlichen Prinzips der Potenzierung**

Diese sind, wie im Hinweis erwähnt, nicht eingebettet in eine unterrichtliche Intervention<sup>188</sup>.

### **1. Fachspezifischer Problemaufriss - Entwicklung**

Eine erste Begegnung mit Homöopathie als Lerninhalt erfolgt in neutraler Form. Später soll ein *fairer Vergleich*<sup>189</sup> zwischen ihr und evidenzbasierter Medizin erfolgen, ohne dass dieser durch polarisierende Elemente im Material beeinflusst wird. Der Kontext Homöopathie muss nicht erst mittels emotionaler Aspekte aufbereitet werden. Bei den Lernenden liegen bereits viele positive Assoziationen und persönliche Erfahrungen vor (vgl. 4.3.1). Fokussiert wird vor allem eine (teilweise offene) Diskutierbarkeit, welche die Komplexität der präsentierten Informationen erhöht (vgl. 2.4.5 – 10.). Neutral meint, dass im Material weder Sach- noch Werturteil zu den präsentierten Inhalten gegeben, angedeutet oder gefordert werden. Es geht lediglich um eine Erkundung und Schaffung eines Problemgrunds zur späteren Auseinandersetzung mit dem Kontext Homöopathie. Die Materialien setzen keinerlei Vorwissen voraus, da die Ergebnisse der Voruntersuchungen zeigten, dass Homöopathie zwar bekannt, ihre Prinzipien jedoch nicht geläufig sind. Zudem liegt eine Reihe falscher Vorstellungen vor (Verwechslung mit Naturheilkunde, pflanzlich, spezifisch wirksam, etc.).

Das Material besteht aus mehreren Teilen:

---

<sup>187</sup> Eine mögliche Ursache ist die regelmäßige Einnahme von Hormonpräparaten zur Verhütung, welche evtl. diese Statistik etwas verfälschen (Schaufler & Telschow, 2015).

<sup>188</sup> Dies erfolgt in MZ 4.

<sup>189</sup> Dies fordern auch Evans und Thornton in ihrem Buch „Wo ist der Beweis“ (Evans et al., 2011).

- a. Aufgabenblatt
- b. Infoblatt
- c. Liste homöopathischer Grundstoffe
- d. Anleitung zur Herstellung homöopathischer C30-Potenzen

Die Bearbeitung, Diskussion und Reflexion der Materialien füllen etwa eine Doppelstunde. Dabei liegt der Fokus auf der experimentellen Herstellung des homöopathischen Arzneimittels zur Behandlung von ADHS<sup>190</sup>. Die Ziele der Intervention sind:

- Neutrales Kennenlernen der Prinzipien der Homöopathie
- Korrekte Herstellung eines homöopathischen Arzneimittels nach Anleitung
- Schaffung einer Diskussions- und Reflexionsgrundlage
- Erkennen, dass das „Potenzieren“ einem Verdünnen entspricht und der Vorgang nicht zielführend ist, wenn ein wirksames Medikament hergestellt werden soll

#### a. Aufgabenblatt

Johanna ist 10 Jahre alt und leidet an ADHS. Diese Abkürzung steht für **Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung**. Johanna kann sich nur schlecht konzentrieren und ist häufig unruhig und hibbelig. Sie ist manchmal sehr aufbrausend und sogar aggressiv.



**Kann Johanna mit Homöopathie geholfen werden?**

**Aufgaben:**

1. Lest das **Infoblatt**.
2. Stellt für Johanna ein **homöopathisches Arzneimittel** her. Befolgt dabei die **zwei Regeln (Ähnliches heilt Ähnliches & Potenzierung)**.
  - a) Sucht aus der **Liste ausgewählter homöopathischer Grundstoffe** ein Mittel, das für Johannas Symptome am ehesten geeignet ist. Holt euch dieses Mittel bei eurem Lehrer ab.
  - b) Stellt aus dem Mittel ein homöopathisches Arzneimittel her. Nutzt dazu die **Anleitung zur Herstellung homöopathischer C30-Potenzen** und alle dazugehörigen Materialien.

Abbildung 52: a. Aufgabenblatt

Auf dem Aufgabenblatt erfolgt eine Kontextualisierung in Form der, an ADHS leidenden, Johanna (Abbildung 52). Ihre Symptome werden in Textform beschrieben. Danach wird die Frage

<sup>190</sup> Kaffee wird tatsächlich von Homöopathen zur Behandlung von ADHS eingesetzt (Wiesener, 2018, S. 126). Selbst „übermäßig aktive“ und Katzen werden mit damit „behandelt“ (Zuske, 2012).

gestellt, ob Johanna mit Homöopathie geholfen werden kann. Die Problemstellung ist so gewählt, dass sich die Lernenden die vorliegende Situation gut vorstellen können, da ADHS eine bekannte Erkrankung<sup>191</sup> ist. Damit wird eine authentische Situation beschrieben, die für die Lernenden von Relevanz ist. Der Einsatz emotionsauslösender Gestaltungsmerkmale erfolgt nur in geringem Maße (Bild eines weinenden Mädchens). Obwohl diese ein Anzeiger für Relevanz sind, wird aus Gründen der neutralen Präsentation darauf verzichtet.

Die Aufgaben leiten durch die Materialien b. – d.: Nach dem Lesen des Infoblatts (Aufgabe 1) zur Homöopathie soll ein geeigneter Stoff ausgewählt werden (Aufgabe 2a), der Johanna helfen könnte. Dieser wird dann zu einem homöopathischen Arzneimittel verarbeitet (Aufgabe 2b). Dabei wird der Begriff Homöopathie sowie die Materialien b. – d. in grün geschrieben, um die Zugehörigkeit zu unterstreichen. Sämtliche Materialien beruhen auf gängigen Vorstellungen und Anweisungen praktizierender Homöopathen<sup>192</sup>.

In Aufgabe 2 werden die Lernenden aufgefordert, selbst ein echtes homöopathisches Arzneimittel herzustellen, welches Johanna bei ihrer Erkrankung helfen soll.

## **b. Infoblatt**

In diesem Material sind die Informationen über die Wirkprinzipien der Homöopathie beschrieben (Abbildung 52). Dabei werden diese „Regeln“ genannt und mit Beispielen illustriert<sup>193</sup>. Begonnen werden die Erläuterungen mit „Homöopathen gehen davon aus...“. Damit erfolgt eine neutrale Darstellung. Neben den beiden Regeln werden bekannte homöopathische Arzneimittel aufgelistet, um den Lernenden als „Lebenswelt-Anker“ zu dienen, falls ihnen der Begriff „Homöopathie“ nicht bekannt ist<sup>194</sup>. Das Blatt endet mit allgemeinen Informationen zur Verbreitung und Akzeptanz sowie der Erwähnung, dass die Mittel apothekenpflichtig sind. Dies dient einer ersten Sensibilisierung für die gesellschaftliche Relevanz.

---

<sup>191</sup> Falls ADHS unbekannt sein sollte, sind die Symptome geläufig.

<sup>192</sup> Hahnemanns Organon der Heilkunst hat für diese noch heute Gültigkeit, was zeigt, dass es sich um eine dogmatische Lehre handelt (Hahnemann, 1833).

<sup>193</sup> falls der Begriff „Prinzip“ den Lernenden nicht klar ist

<sup>194</sup> Die genannten homöopathischen Mittel sind jene, die sich aus vorangegangenen Gesprächen, Interviews und Erprobungen als, den Lernenden, bekannt herausstellten.

## Infoblatt

### Was ist Homöopathie?

Die Homöopathie ist eine **besondere Behandlungsmethode**, bei der Medikamente nach **zwei speziellen Regeln** hergestellt werden. Homöopathen gehen davon aus, dass die Mittel dadurch besonders wirksam sind.



Bekannte homöopathische Arzneimittel sind zum Beispiel:

- Schüßler-Salze, Meditonsin, Bachblüten, Arnica-, Belladonna- und Pulsatilla-Globuli

### 1. Regel: Ähnliches heilt Ähnliches

#### Homöopathen gehen davon aus:

Wenn ein gesunder Mensch ein Mittel einnimmt und daraufhin an bestimmten Symptomen leidet, dann kann genau dieses Mittel einen kranken Menschen heilen, der an den gleichen Symptomen leidet.



#### Beispiel:

Zwiebeln reizen bei einem gesunden Menschen die Augen und die Schleimhäute (daher muss man beim Zwiebelschneiden weinen). Bei geröteten oder tränenden Augen sind Zwiebeln also das passende homöopathische Medikament.

### 2. Regel: Potenzierung

#### Homöopathen gehen davon aus:

Die Wirkung aller homöopathischer Mittel kann in einem besonderen Verfahren verstärkt werden, welches **Potenzierung** genannt wird. Dabei wird schrittweise mit Wasser verdünnt und geschüttelt. Auf diese Weise werden Eigenschaften von dem Mittel auf das Wasser übertragen.



#### Beispiel:

**C30** ist eine häufige homöopathische Potenz. Das bedeutet, dass ein Mittel genau 30 mal im Verhältnis 1:100 verdünnt und geschüttelt wird.



- Jährlich werden in Deutschland ca. 500 Millionen Euro damit umgesetzt.
- Jeder Zweite hat schon einmal homöopathische Arzneimittel genommen.
- Homöopathische Medikamente sind apothekenpflichtig. Das heißt, dass sie nur dort verkauft werden dürfen.

Abbildung 53: b. Infoblatt

### c. Liste homöopathischer Grundstoffe

Die Lernenden wurden in Aufgabe 2 aufgefordert, ein homöopathisches Arzneimittel für Johanna herzustellen. Hierzu benötigen sie einen geeigneten Grundstoff. Sie müssen die „1. Regel: Ähnliches heilt Ähnliches“ aus dem Infoblatt anwenden und den passenden (Kaffeebohnen) aus der „Liste ausgewählter homöopathischer Grundstoffe“ auswählen (Abbildung 54). Die vier beschriebenen Stoffe entstammen dem homöopathischen Arzneibuch (Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte, 2020). Es wurde bewusst eine Auswahl getroffen, die bei einer späteren Diskussion das Argument entkräften kann, dass es sich bei Homöopathie um reine Naturheilkunde handle.

#### Liste ausgewählter homöopathischer Grundstoffe nach dem Homöopathischen Arzneibuch 2015



##### **Nickel (Niccolum metallicum)**

Nickel ist häufig in Modeschmuck enthalten. Viele Menschen sind dagegen allergisch. Bei Kontakt mit der Haut bekommen sie Ausschlag mit starkem Juckreiz. Es bilden sich Schwellungen, Bläschen und sogar Wunden.



##### **Faules Ochsenfleisch (Pyrogenium)**

Wenn Fleisch verrottet, bilden sich viele ansteckende Bakterien. Diese können schwere Infektionen auslösen und beim Verzehr zur Lebensmittelvergiftung führen. Betroffene leiden an Übelkeit, Brechdurchfall, Fieber und Bauchkrämpfen.



##### **Kaffeebohnen (Coffea Arabica)**

Kaffee wirkt harntreibend und regt die Verdauung an. Zu viel davon führt zu Herzerasen, Unruhe und Nervosität. Betroffene haben einen erhöhten Puls und leiden an Schlafstörungen und Konzentrationsschwäche.



##### **Blausäure (Acidum Hydrocyanicum)**

Blausäure ist ein hochgefährliches Gift. 1-2 mg wirken bereits tödlich. Kleinere Mengen verursachen Atemnot, Schwindel und Krämpfe bis hin zur Bewusstlosigkeit und zum Herzstillstand.

Abbildung 54: c. Liste homöopathischer Grundstoffe

#### d. Anleitung zur Herstellung homöopathischer C30-Potenzen

Haben die Lernenden den passenden Stoff ausgewählt, erhalten sie 5g Kaffeebohnen<sup>195</sup> um daraus ein Arzneimittel für Johanna zu präparieren. Diese werden nach Anleitung gemörsert und gelöst. Die Anleitung illustriert die schrittweise „Potenzierung“ des Grundstoffs zur Herstellung einer homöopathischen „C30-Potenz“ (Abbildung 55). Das Material wird in Form eines DinA5-Hefts verteilt (Abbildung 57; Abbildung 56; Abbildung 59; Abbildung 58). Die Anleitung führt durch den gesamten Prozess der Potenzierung und illustriert diesen mit Fotos und Cliparts. Dabei wurden an mehreren Stellen Gestaltungsmerkmale genutzt, um eine leichte Lesbarkeit zu ermöglichen:



Abbildung 55: Urtinktur, C1, C2 (von links nach rechts)

- Die wichtigsten Angaben fett gedruckt
- Begriffe, die mit Homöopathie assoziiert sind (*Anleitung zur Herstellung von..., Potenzierung, C30-Potenz*), in grün
- Pfeile zur Abfolge der einzelnen Schritte
- Cliparts zur Darstellung von Materialien und Gefäßen

Die benötigten Materialien werden in Kisten bereitgestellt und werden selbstständig von den Lernenden verwendet. Während des Experimentierens müssen die genutzten Erlenmeyerkolben immer wieder gespült werden. Dies kann arbeitsteilig innerhalb der Gruppen erfolgen<sup>196</sup>.

---

<sup>195</sup> Koffein wird tatsächlich vermehrt auch als Stimulanz bei ADHS-Patienten eingesetzt. Der Einsatz ist allerdings umstritten. Einige Studien stellen eine Wirksamkeit koffeinhaltiger Getränke bei ADHS-Patienten fest (Liu et al., 2011). Dabei wird allerdings ein Vorhandensein von Wirkstoff vorausgesetzt.

<sup>196</sup> während der Erprobungen erledigte dies eine Lehrkraft

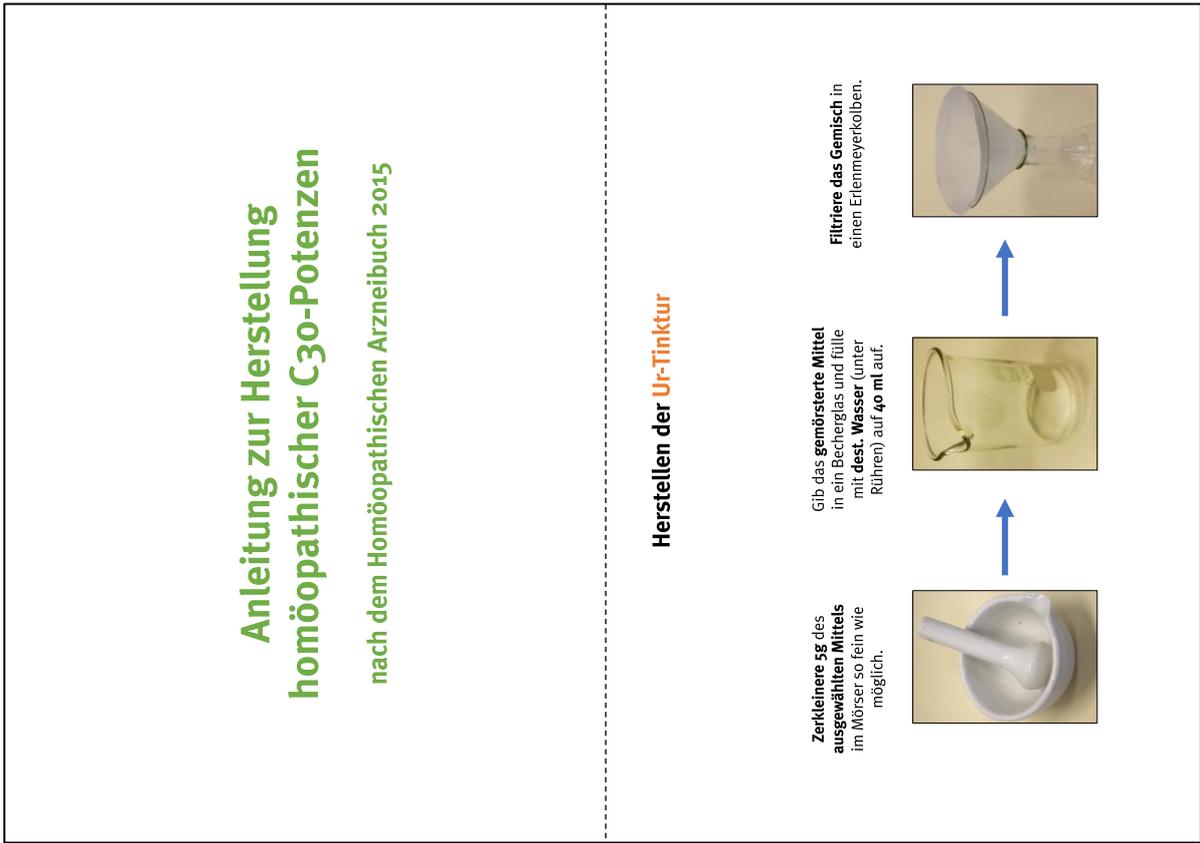


Abbildung 57: Anleitung zur Herstellung homöopathischer C30-Potenzen (1/4)

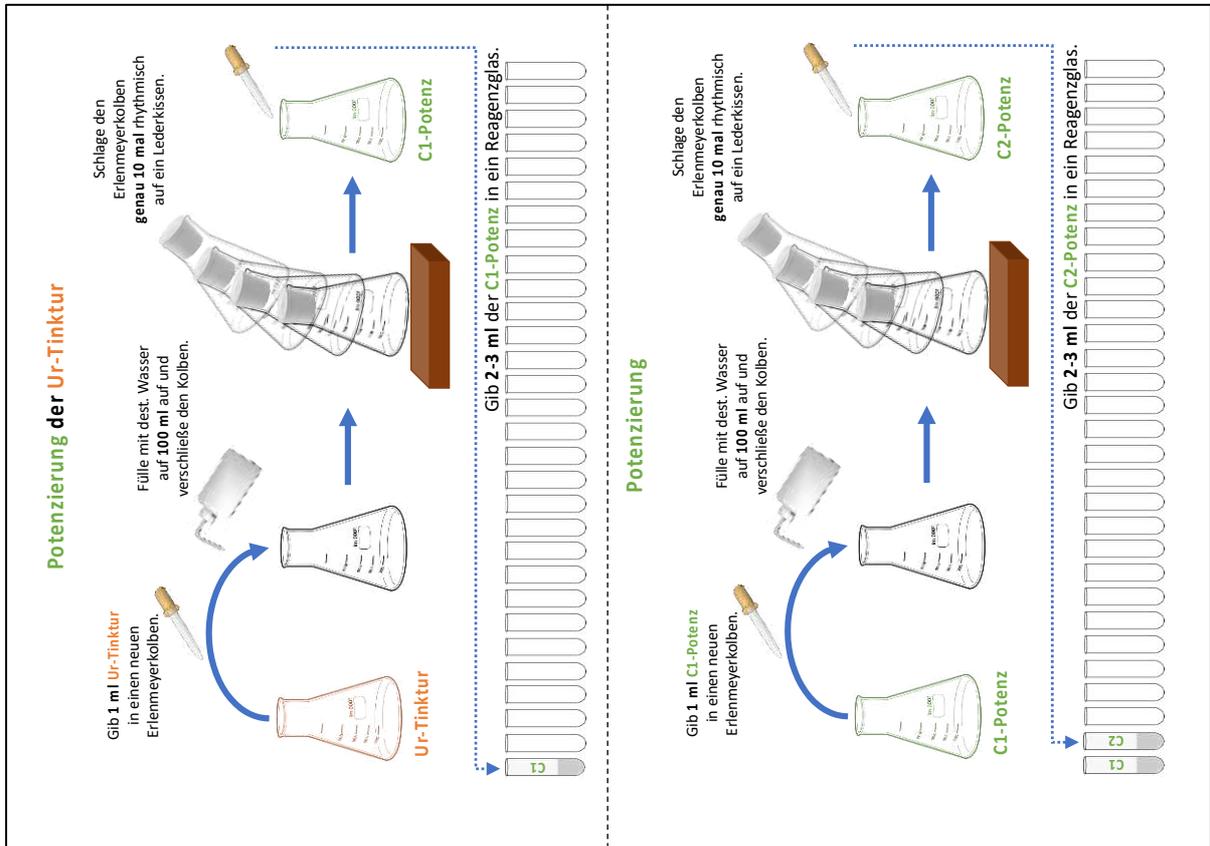


Abbildung 56: Anleitung zur Herstellung homöopathischer C30-Potenzen (2/4)

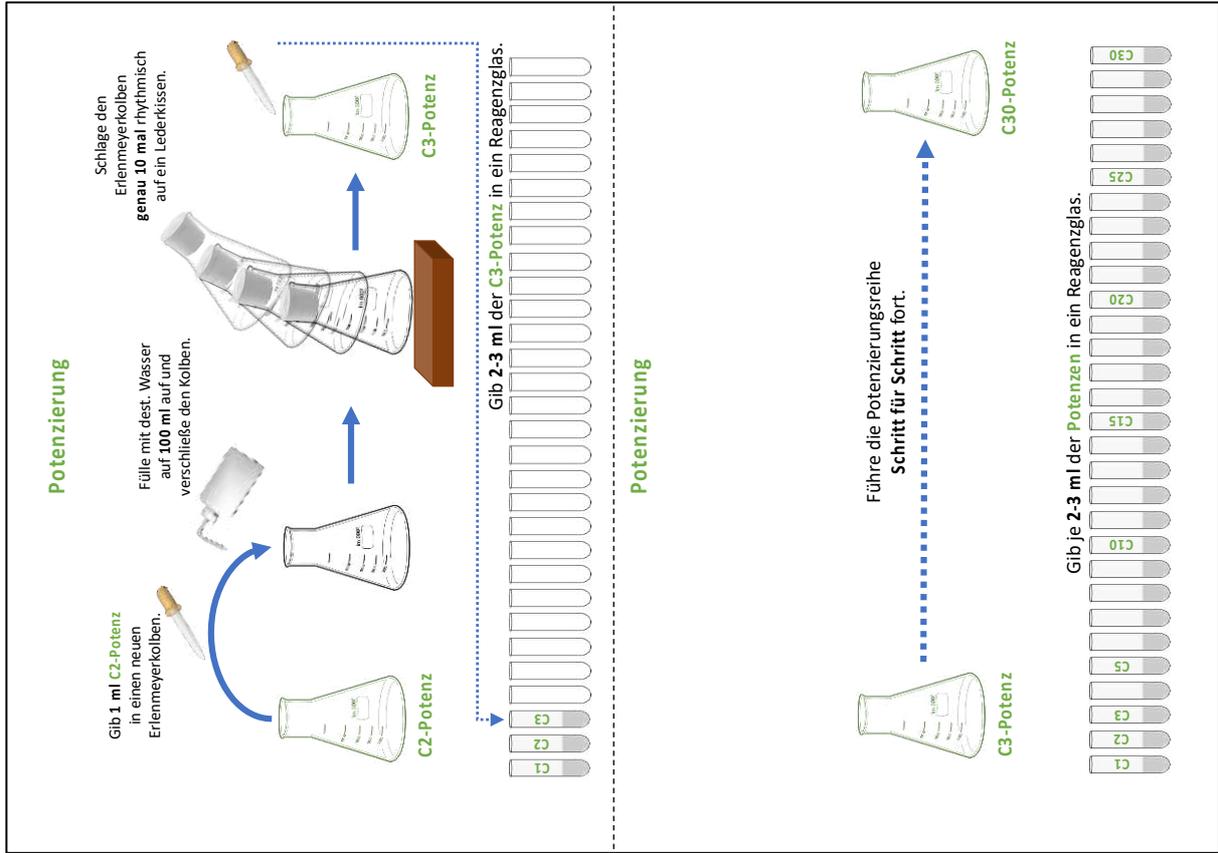


Abbildung 59: Anleitung zur Herstellung homöopathischer C30-Potenzen (3/4)

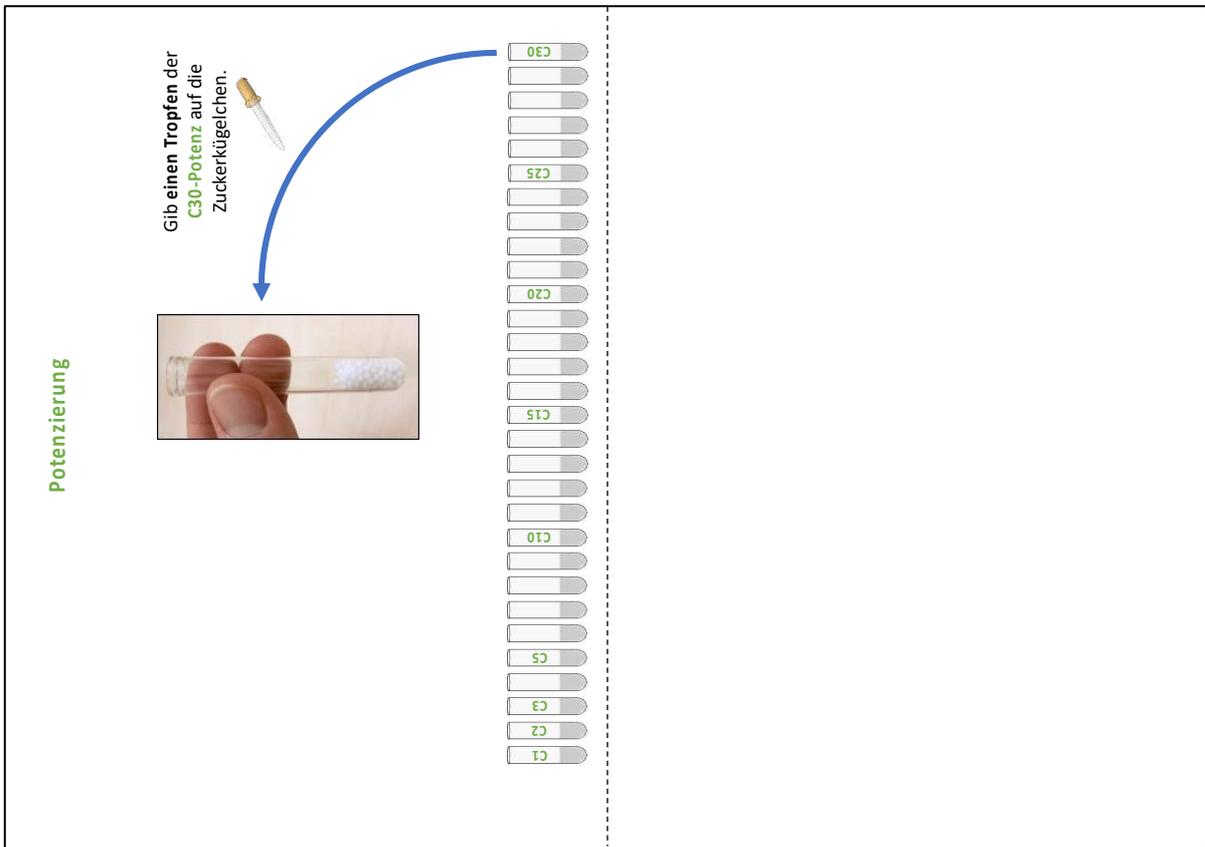


Abbildung 58: Anleitung zur Herstellung homöopathischer C30-Potenzen (4/4)

## 1. Fachspezifischer Problemaufriss – Erprobung<sup>197</sup>

Im Rahmen einer Vorerprobung wurden die Materialien zum „fachspezifischen Problemaufriss“ mit Schülern eines Münsteraner Gymnasiums in vier Dreiergruppen getestet. Es wurden Diktiergeräte verwendet um die Gespräche innerhalb der Gruppen sowie die anschließenden gemeinsamen Diskussionen aufzuzeichnen. Zudem wurden zwei kurze Fragebögen entwickelt, welche das Vorwissen und die Einstellungen zur Homöopathie und ihren Prinzipien vor und nach der Unterrichtsintervention erheben sollten (Anhang H2 & H3). Jeder Schüler generierte eigenständig einen individuellen Code (z. B. SVMü10AN) gemäß der Anleitung auf dem Fragebogen (Anhang A4, S.1). Auf die Bearbeitung des Arbeitsmaterials folgte eine Plenumsphase, in der der Kontext Homöopathie diskutiert und das Erlebte reflektiert wurde.

## 1. Fachspezifischer Problemaufriss - Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse so dargestellt, wie sie chronologisch erhoben wurden. Vor dem Beginn der Intervention wurde ein Fragebogen ausgefüllt. Darauf folgte die experimentelle Arbeit, welche in den Gruppen mit Tonbandgeräten aufgezeichnet wurde. Im direkten Anschluss erfolgten ein Austausch und eine Diskussion im Plenum. Am Ende der Doppelstunde wurde ein weiterer kurzer Fragebogen ausgeteilt und von den Lernenden ausgefüllt. Die dargestellten Zitate sind lediglich eine Auswahl, die exemplarisch als *Ankerbeispiele* für weitere ähnliche Antworten steht.

### Fragebogen vor Intervention (Anhang H6):

Neun von zwölf Schülern hatten bereits von Homöopathie gehört, wussten allerdings nur sehr wenig darüber.

(STEM11GU): „*Ich habe nur den Namen gehört, ich weiß aber nicht was das ist*“

(DOEM23MA): „*Ich glaube, dass es irgendetwas mit Natur zu tun hat.*“

Teilweise wird sie irrtümlicherweise mit pflanzlichen Mitteln in Verbindung gebracht.

(MAHÄ11WO): „*Pflanzliche Mittel? Greift Körper nicht an*“

(SVMü10AN): „*Nichts, aber das sind glaube ich pflanzliche Mittel.*“

Sieben Schüler geben an, bereits homöopathische Mittel genommen zu haben, fünf wissen es nicht (keiner gibt an, dies nicht getan zu haben). Den drei gängigen Behauptungen über Homöopathie in Frage 3 stimmen die Schüler generell eher zu. Auf die Frage, ob man homöopathische Mittel nehmen würde, wurde fünfmal mit ja geantwortet.

### *Begründungen:*

(BAMÜ19JO): „*Bei harmlosen Krankheiten stärkt es das Immunsystem, wenn man keine starken Medikamente nimmt. Bei starken Krankheiten würde ich mich nicht auf Homöopathie verlassen*“

(SVMü10AN): „*Alle schlimmeren, anderen Krankheiten können dadurch nicht geheilt werden*“

---

<sup>197</sup> Die entwickelten Materialien zu „Informationen zum Placebo-Effekt“ und „Illustration des unwissenschaftlichen Prinzips der Potenzierung“ werden in MZ 4 im Rahmen der dort beschriebenen Unterrichtskonzeption erprobt.

(MAHÄ11WO): „*Sie können nicht schaden, sondern helfen meistens. Sie sind rein pflanzlich und greifen den Körper nicht an*“

Drei Schüler antworteten mit nein

*Begründungen:*

(VeAl23Ra): „*Ich nehme allgemein seit mehreren Jahren kein Medizin (nur Spritzen)*“

(NERE27IN): „*Weil ich nicht wie, was das ist :)*“

Tonaufnahmen während der experimentellen Arbeit innerhalb der Gruppen (Anhang H4):

Drei Gruppen äußerten an mehreren Stellen Zweifel an den Prinzipien der Homöopathie:

Zum Ähnlichkeits-Prinzip:

Gruppe 1:

(06:00):

„*Als ob das was bringt?! Wenn man eh schon mega aufgereggt ist, dann kann man doch nicht [...]*“

„*Aber wenn du ja schon so bist und dann nochmal Kaffee trinkst [...]*“

„*Ich glaube nicht, dass das was bringt.*“ (...)

„*Wenn ich aufgedreht bin, dann hilft mir doch nicht, wenn ich Kaffee trinke?!*“

Gruppe 2:

(02:40):

„*Ich glaube, wenn du normalerweise Zwiebeln schneidest, dann brennen ja die Augen und du fängst an zu weinen, weil es ja die Augen reizt. So und jetzt gehen die davon aus, wenn du normalerweise ohne irgendwas zu machen immer gerötete und gereizte Augen hast und so, dass dann genau Zwiebeln helfen.*“

„*Hä das ist doch sinnlos. Das macht sie doch noch roter.*“

„*Ja das ist eben die Frage. Die gehen davon aus, dass das hilft.*“

„*Ne, ich nicht.*“

Zur Potenzierung:

Gruppe 1:

(51:00):

„*Einfach rein logisch her würde es ja weniger bringen, weil ja einfach kaum noch was drin ist.*“

„*Aber warum macht man es, wenn es nichts bringt.*“ (...)

*„Es macht einfach rein logisch überhaupt keinen Sinn.“*

*„Keine Ahnung, es ist irgendwie ein bisschen Einbildung.“*

### Gruppe 2:

(18:00):

*„Die Farbe verändert sich immer, da es immer weniger Kaffee wird.“*

(37:40):

*„Ich würde gerne probieren ob es noch nach Kaffee schmeckt. Kann ja eigentlich nicht.“*

*„Sehr wenig.“*

*„Ich bezweifle es. So viel Wasser wie da darauf gekommen ist.“*

(50:30):

*„Aber generell verstehe ich bei dem System generell nicht son bisschen. Es ist soooo wenig von noch von dem Kaffee drin.“*

*„Ja aber Einbildung ist auch ne Bildung.“*

### Gruppe 3:

(27:08)

*„Ja wir brauchen jetzt nur noch eine. Das ist so verdünnt, ich glaube das macht jetzt auch keinen Unterschied mehr.“*

(51:00):

*„Aber ich finde das unlogisch. Man verdünnt es doch nur immer weiter. Wieso sollte es dann wirksamer sein?“*

*„Es wird weniger. Es wird einfach weniger.“*

*„Es ist nur unlogisch warum C30 wirksamer sein sollte.“*

*„Ich stell mir das immer so vor: Je fester das Pferd tritt, desto mehr tut es weh. Je weniger stark das Pferd tritt, desto weniger tut es weh.“*

### Plenum (Anhang H5):

Nach dem Experiment wird im Plenum mit allen vier Gruppen gemeinsam diskutiert, ob homöopathische Arzneimittel und die Prinzipien bei ihrer Herstellung sinnvoll sind. Dabei wird deutlich, dass viele Unsicherheiten bestehen und die Lernenden sich oft „hin und her gerissen“ fühlen.

### Gruppe 1:

*„Eigentlich finden wir, dass das keinen Sinn macht, weil da ja halt immer mehr verdünnt wird. Und dann am Ende tut man ja nur einen Tropfen darauf und da ist ja kaum was drin und das ist so ein bisschen Einbildung, dass das so funktioniert. Also dass das wirkt. Aber gleichzeitig: Warum macht man es dann, wenn es weniger wirkt? Da muss ja irgendwie was hinter stecken.“*

#### Gruppe 4:

*„Also ich finde es klingt schon logisch mit diesem Gegenteil, aber [...]“*

*„Irgendwie ist es jetzt auch ein bisschen komisch.“*

*„Logisch unlogisch.“*

Die Schüler vergleichen homöopathische Mittel mit Bekanntem:

*„Vielleicht ist es auch so, dass der Körper sich daran gewöhnt und deswegen das ist auch in so kleinen Mengen und deswegen kann er selbst darauf reagieren. Ich kriege ja Hypo wegen Asthma und da wird mir das gespritzt wogegen ich allergisch bin und das wirkt echt, also das wirkt auch wirklich.“*

*„Das ist das gleiche.“*

*„ja.“*

*„Hypodesensibilisierung.“*

In der Diskussion wird thematisiert, was nötig wäre, um die Wirksamkeit nachzuweisen:

Lehrkraft: *„Wie könnte man aber testen, dass es wirkt?“*

*„Oder man muss ne Person fragen, ob sie generell irgendwann mal dazu einverstanden wäre, dass sie irgendwann mal diese Globulis nehmen oder irgendeine Medizin und dann muss man es unauffällig machen, wenn sie nicht wissen, dass sie es nehmen.“*

*„Ja oder man könnte es auch so machen, dass man den Personen erzählt, sie würden es immer einnehmen mit ihrer Mahlzeit, aber in Wahrheit nehmen sie es gar nicht und dann gucken was passiert.“*

Informationen über den Placebo-Effekt, welche von Lehrkraft gegeben werden, intensivieren die Diskussion um einen Nachweis:

*„Jetzt wirkt es bei uns nie mehr.“*

*„Das heißt, wenn meine kleine Schwester von der Treppe fällt und meine Mutter ihr dann Globuli gibt und meine kleine Schwester dann denkt, dass es hilft, dann hilft es auch und sonst nicht.“*

*„Ich glaube mit diesem Placebo Effekt, dass man dann so zwei Flüssigkeiten dem Patienten so hinstellt und die wissen nicht welche von denen, bei welchen von denen ist es drin und dann nehmen die halt irgendeins und dann muss man gucken welches die genommen haben.“*

Am Ende der Diskussion würde die Mehrheit Johanna homöopathische Arzneimittel geben.

#### Fragebogen nach Intervention (Anhang H7):

Im Anschluss an die Diskussion füllen die Lernenden einen weiteren kurzen Fragebogen aus. Dabei wird das 1. Prinzip der Homöopathie überwiegend positiv beurteilt (Zwei Drittel „sinnvoll“/„sehr sinnvoll“). Begründet wird dies damit, dass es logisch sei.

(BiMü30Eb): „Umkehrung --> logisch“

(BAMÜ19JO): „Logisch“

Auch bereits Bekanntes aus dem Chemieunterricht wird mit dem offenbar intuitiv klingenden Simile-Prinzip fälschlicherweise in Verbindung gebracht

(BINI26PE): „Gleiches löst sich in Gleichem, also heilt Ähnliches auch Ähnliches.“

Vier der Befragten äußern Kritik.

(VeAl23Ra): „..., weil ich es dumm finde etwas mit einer Sache zu bekämpfen, wenn dies eigentlich durch diese Sache ausgelöst wird“, (LUSP16AL): „am Beispiel von Zwiebeln: wenn man durch Zwiebeln rote Augen bekommt, bekommt man doch nur noch schlimmere Augen“

Das Potenzierungs-Prinzip wird negativer (bzw. weniger sinnvoll) erachtet. Nur ein Viertel betrachtet es als sinnvoll. Dabei verwenden die Schüler die Begründungen der Homöopathen, die sie aus dem Material kennen

(NERE27IN): „Um die Wirkung zu verstärken finde ich alles ganz sinnvoll.“

(DOEM23MA): „Da so nur noch wenig des eigentlichen Produkts vorhanden ist und so die negativen Ergebnisse weniger werden könnten.“

(MAHÄ11WO): „Da bei dem Schütteln die Stoffe freigesetzt werden. Doch die Dosierung ist sehr gering.“

Die ablehnenden Positionen begründen ihre Bewertung mit den, im homöopathischen Mittel, fehlenden/geringen Wirkstoff.

(BiMü30Eb): „nur verdünnen --> weniger Wirkung --> unlogisch“

(BAMÜ19JO): „Man verringert den Anteil immer weiter. Logisch wäre für mich auch eine Verringerung der Wirkkraft.“

Die letzte Frage ist eine Wiederholung. Sie wurde bereits vor der Intervention im ersten Fragebogen gestellt. Lediglich ein Schüler lehnt es ab, in Zukunft homöopathische Mittel zu nehmen.

(VeAl23Ra): „ich nehme allgemein keine Medikamente außer Spritzen.“

Doppelt so viele (acht) Schüler, im Vergleich zum ersten Fragebogen, würden nun bei harmlosen Krankheiten entsprechende Präparate wählen. Drei Schüler würden dies sogar bei allen Krankheiten tun.

(NERE27IN): „Wenn es hilft wieder gesund zu werden macht man doch alles. Und es kann ja nicht wirklich schädlich sein, das du nimmst, was man ja schon eh hat.“

Die Vorstellung, Homöopathie ist pflanzlich, wird nur noch von einem Schüler formuliert.

## 1. Fachspezifischer Problemaufriss – Analyse

Die Ergebnisse bezüglich der Bekanntheit und Nutzung von Homöopathie decken sich weitestgehend mit denen aus Mesozyklus 1 (4.1.2). Interessant ist vor allem, dass die neutrale Begegnung des Kontexts und das Herstellen eines Mittels die positive Einstellung eher noch verstärkt haben. Die Lernenden haben nur in wenigen Fällen Bewertungen vorgenommen, die sich aus einer rein wissenschaftlichen Betrachtung zwangsläufig ergeben müssten, nämlich, dass homöopathische C30-Potenzen keinen Wirkstoff enthalten und keine spezifische Wirksamkeit besitzen.

Die Prinzipien der Homöopathie scheinen von den Lernenden gut verstanden worden zu sein. Allerdings fällt ihnen eine Beurteilung des Simile-Prinzips schwer. Dieses wirkt offenbar intuitiv als sinnvoll, obwohl alle Gruppen sehr verunsichert sind und viele mehrfach äußern, dass dies eigentlich unlogisch sei. Die Potenzierung wird eher als nicht sinnvoll erachtet. Viele Lernende begründen dies damit, dass kein Wirkstoff mehr enthalten sei. Auch die Ergebnisse aus Mesozyklus 1 weisen darauf hin, dass eine Wirksamkeit nur denkbar wäre, wenn tatsächlich etwas im Mittel enthalten ist, was wirkt<sup>198</sup>. Ungewöhnlich war dennoch, dass die experimentelle Vorgehensweise kaum hinterfragt wurde. Die Methode schien für die Schüler durch die Behauptungen der Homöopathen legitimiert („*Warum macht man es dann, wenn es weniger wirkt? Da muss ja irgendwie was hinter stecken.*“ (Anhang H5), „*Aber warum macht man es, wenn es nichts bringt.*“ (Anhang H4)).

Problematisch sind die Materialien zur Durchführung der Potenzierung, da sich die Lernenden nicht vorstellen können, wie viele Wirkstoffmoleküle tatsächlich bei einer C30-Potenz noch enthalten sind<sup>199</sup>. So hätten alle Gruppen, trotz anfänglicher Verunsicherung, die Verdünnung über C30 hinaus ohne Beanstandung fortgesetzt. Eine konkrete Information bezüglich der enthaltenen Teilchenzahl, etwas mit Bezugnahme auf den Molbegriff, wäre hier sinnvoll und zielführender.

Die großen Verunsicherungen der Schüler sind in allen Phasen der Unterrichtsintervention erkennbar. Die neutrale Präsentation hat damit eine Problemgrundlage geschaffen, die zu einer eingehenden Auseinandersetzung mit dem Kontext Homöopathie anregt. In der Plenumsdiskussion wurde bereits thematisiert, was nun nötig sei, um eine Wirksamkeit der hergestellten Arzneimittel zu belegen. Dabei äußerten die Schüler viele kluge und kreative Ideen, die bereits wissenschaftliche Kriterien beinhalten. So werden verblindete Tests beschrieben („...*muss man es unauffällig machen...*“) und bereits kontrollierte Bedingungen beschrieben („...*dass man dann so zwei Flüssigkeiten dem Patienten so hinstellt und die wissen nicht welche...*“). Dies deckt sich mit den Erkenntnissen aus Mesozyklus 2. Auch in den dort beschriebenen Erprobungen beschreiben und nutzen die Lernenden intuitive eine Reihe von wissenschaftlichen Kriterien zur Prüfung von Behauptungen und zur Entwicklung von Experimenten<sup>200</sup>.

Die Erläuterungen zum Placebo-Effekt waren eine wichtige Information zur Beurteilung der tatsächlichen Wirksamkeit homöopathischer Arzneimittel. Die Schüler verwendeten diese direkt und implementierten sie in ihre Bewertungen. Dies ist ein Indiz dafür, dass ihre natürlich auftretenden und intuitiven Verunsicherungen mithilfe zusätzlicher Informationen schrittweise ausgeräumt werden können, wenn passgenau zusätzliche Materialien gegeben werden.

Die entwickelten Materialien stellen damit insgesamt eine geeignete und umfassende Problemgrundlage zum Einstieg in den kontroversen Kontext Homöopathie dar. Eine darauffolgende Auseinandersetzung mittels Prüfkriterien zur Bewertung ist denkbar, da selbst innerhalb dieses neutralen Einstiegs bereits intuitiv wissenschaftliche Überprüfungen von den Lernenden beschrieben werden konnten. Schwierigkeiten zeigten sich, als die Wirkstoffkonzentrationen quantitativ beurteilt werden sollten. Die Lernenden waren nicht in der Lage zu erkennen, dass die sukzessive Verdünnung dazu führt, dass die Menge an Ausgangsstoff mit der Zeit verschwindend gering ist oder gar ganz verschwindet. Auch weiterführende Informationen bezüglich des Placebo-Effekts sind nötig, um eine alternative Erklärung für gesundheitliche Verbesserungen bei Einnahme homöopathischer Arzneimittel zu haben.

---

<sup>198</sup> Geistartige Kräfte werden generell abgelehnt und Wasser als unwirksam gesehen.

<sup>199</sup> keine

<sup>200</sup> Prüfkriterien

## 2. Informationen zum Placebo-Effekt

Aus der Erprobung des „fachspezifische Problemaufrisses“ ergab sich die Konsequenz, Materialien zu Informationen über den Placebo-Effekt zu entwickeln. Dies erfolgte in Form eines informierenden Textes (Abbildung 60). Im Sinne der *Conceptual Change-Theorie* muss es immer eine Theorie geben, die das bisherige Konzept ablöst (Duit & Treagust, 2003). Im Falle der Homöopathie kann dies der Placebo-Effekt sein. Einfach nur die Nichtwirksamkeit zu akzeptieren wäre nicht nur falsch, sondern auch unwahrscheinlich, da viele Schüler ja positive Erfahrungen gemacht haben. Die Erklärung einer Wirksamkeit der homöopathischen Mittel durch den Placebo-Effekt könnte als neue Vorstellung übernommen werden.



### Der Placebo-Effekt

**Was ist ein Placebo-Effekt?**

Unter einem Placebo-Effekt versteht man die Wirkung eines Medikaments oder einer Behandlung, die nicht direkt mit dem Wirkstoff zusammenhängt. Auch Tabletten ohne Wirkstoff können einen Placebo-Effekt auslösen.

*Beispiel:*

*Wenn Kinder im Ferienlager Heimweh haben, wird Ihnen oft eine sogenannte „Heimwehpille“ gegeben. Das ist meistens nur ein Traubenzuckerbonbon ohne irgendeinen Wirkstoff. Den Kindern wird allerdings gesagt, es sei ein sehr wirksames Medikament. Der Placebo-Effekt bewirkt, dass das Heimweh der Kinder verschwindet.*

**Was kann den Placebo-Effekt verstärken?**

- Wenn man vom Medikament erwartet, dass es hilft
- Größe, Farbe, Form und Kosten von Medikamenten
- Häufigkeit der Medikamenten-Einnahme
- Langes Gespräch mit einem Arzt
- Vertrauen in den behandelnden Arzt

**Was ist ein Nocebo-Effekt?**

Wenn man große Angst vor einem Medikament hat oder schlimme Nebenwirkungen erwartet, kann es vorkommen, dass die Wirkung tatsächlich schädlich ist.

*Beispiel:*

*In einem Experiment wurde mehreren Krebspatienten ein Mittel gegeben, was nur aus Zucker bestand (ohne Wirkstoff). Man erzählte ihnen, es sei ein extrem wirksames Mittel, welches allerdings auch große Nebenwirkungen habe. Weil die Patienten so große Angst vor den schlimmen Nebenwirkungen hatten, bekamen sie Zahnfleischbluten und die Haare sind ihnen ausgefallen.*

Abbildung 60: Infoblatt "Der Placebo-Effekt"

Die darin enthaltenen Informationen illustrieren, dass der Placebo-Effekt steuerbar und relativ mächtig ist. Auch der *Nocebo-Effekt* wird beschrieben. Beide werden anhand von Beispielen begleitet. Die Informationen umfassen folgende Aspekte:

- Auswirkungen einer positiven Erwartungshaltung bei Medikamenten (auch, dass Spritzen wirkungsvoller sind als Tabletten) (Craen et al., 2000; Bundesärztekammer, 2010)
- Größe und Form der Tabletten (Hussain, 1972; (Blackwell et al., 1972)
- Häufigkeit der Einnahme von Medikamenten (Moerman & Jonas, 2002)
- Farbe der Tabletten (Craen et al., 1996)
- Kosten (Waber, 2008; Journal, 1970)
- Nocebo-Effekt (Lj et al., 2008; Barsky et al., 2013; Wu & Li, 2009)
- Kommunikation mit dem Arzt (Böker, 2003)
- Vertrauen in Arzt (Rosenthal & Fode, 1996)

Die Informationen werden, nachdem die Lernenden in Einzelarbeit alles gelesen haben, im Plenum diskutiert und Fragen werden beantwortet. Zur Sicherung des Wissens wurde ein browserbasiertes kahoot-Quiz<sup>201</sup> konzipiert. Lernende können daran mit ihren eigenen digitalen Endgeräten teilnehmen. Die Fragen des Quiz lauten:

1. *Wirkt der Placebo-Effekt auch bei Tieren?*
2. *Wirkt der Placebo-Effekt auch bei Babys und Kindern?*
3. *Wirkt der Placebo-Effekt auch, wenn man weiß, dass man ein Placebo-Medikament bekommen hat?*
4. *Kann allein das Gespräch mit einem Arzt schon heilen?*
5. *Wirken Medikamente besser, wenn sie mehr kosten?*
6. *Wirkt der Placebo-Effekt nur bei Homöopathie?*
7. *Kann der Placebo-Effekt auch schaden?*

In Mesozyklus 4 wird das Material (Infoblatt & Quiz) im Rahmen der dort entwickelten Unterrichtskonzeption erprobt.

### **3. Illustration des unwissenschaftlichen Prinzips der Potenzierung**

Aus der Erprobung des „fachspezifische Problemaufrisses“ ergab sich die Konsequenz, Materialien konzipieren, die bildhaft illustrieren, welcher Verdünnungsgrad bei einer C-Potenz vorliegt. Es ist notwendig, diese Verdünnungsgrade so darzustellen, dass die Lernenden Bezüge

---

<sup>201</sup> [www.kahoot.it](http://www.kahoot.it) bzw. [create.kahoot.it](http://create.kahoot.it)

zur Lebenswelt herstellen können. Mit dieser Zielsetzung wurde ein Arbeitsblatt entwickelt, welches dies leistet und die Beurteilung der Potenzierung fordert (Abbildung 61).

Im Material wird erneut der Ausgangsstoff Kaffee mit seinem Wirkstoff Koffein thematisiert. Als Orientierung findet sich eine Angabe zur Stoffmenge in einer Tasse Kaffee (ca. 100.000.000.000.000.000.000.000 Moleküle). Die Liste mit der Angabe zu den enthaltenen Molekülen in verschiedenen C-Potenzen dient einer ersten Einschätzung. Dort wird ersichtlich, dass keine Moleküle der Ausgangssubstanz mehr enthalten sind, wenn über C10 hinaus verdünnt wird. Um zu verstehen, was eine solche Anzahl an Molekülen bedeutet, kann ein weiteres Blatt von der Rückseite umgeklappt werden (Abbildung 62). Dort finden sich Beispiele, wieviel C-Potenz man trinken müsste, um so viel Koffein aufzunehmen, wie in einer Tasse Kaffee enthalten sind. Schnell kann festgestellt werden, dass bereits die Urtinktur wesentlich weniger Wirkstoff enthält, als eine Tasse Kaffee.

Die Lernenden werden aufgefordert, die Aussage eines Homöopathen zu beurteilen:

*„Durch die homöopathische Potenzierung wird die Wirkung des Wirkstoffs (Koffein) sogar noch verstärkt. Je höher die Potenz, desto wirksamer ist das homöopathische Mittel.“*

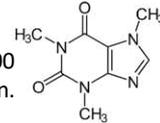
In Mesozyklus 4 wird das Material im Rahmen der dort entwickelten Unterrichtskonzeption erprobt.

## Wieviel Wirkstoff ist in unserem homöopathischen Mittel?



Um unsere **homöopathischen Mittel** herzustellen, haben wir gerösteten Kaffee benutzt. Im Kaffee ist der **Wirkstoff Koffein** enthalten. Zuviel davon sorgt für Unruhe, Nervosität und Konzentrationsschwäche.

In einer **Tasse Kaffee** sind ca. 100.000.000.000.000.000.000 (100 Trillionen) **Koffein-Moleküle** enthalten.



### Aufgabe:

1. Schaut in der Liste nach, wie viele Koffein-Moleküle in eurem homöopathischen Mittel enthalten sind.



enthält ca. 1.000.000.000.000.000.000 (1 Trillionen) Koffein-Moleküle



enthält ca. 10.000.000.000.000.000 Koffein-Moleküle



enthält ca. 100.000.000.000.000 Koffein-Moleküle



enthält ca. 1.000.000.000.000 Koffein-Moleküle



enthält ca. 10.000.000.000 Koffein-Moleküle



enthält ca. 100.000.000 Koffein-Moleküle



enthält ca. 1.000.000 Koffein-Moleküle



enthält ca. 10.000 Koffein-Moleküle



enthält ca. 100 Koffein-Moleküle



enthält ca. 1 Koffein-Molekül



enthält keine Koffein-Moleküle mehr

Extra-Blatt  
erst umklappen  
bei Aufgabe 2

2. Klappt das **Extra-Blatt** um und **beurteilt** kritisch in eurer Gruppe folgende Aussage eines Homöopathen:

„Durch die homöopathische Potenzierung wird die Wirkung des Wirkstoffs (Koffein) sogar noch verstärkt. Je höher die Potenz, desto wirksamer ist das homöopathische Mittel.“

Abbildung 61: Wieviel Wirkstoff ist in unserem homöopathischen Mittel?

Ein Eimer voll Ur-Tinktur entspricht einer Tasse Kaffee

10 Badewannen C1-Potenz entsprechen einer Tasse Kaffee

5 Tanklaster C2-Potenz entsprechen einer Tasse Kaffee

ein Schwimmbad C3-Potenz entspricht einer Tasse Kaffee

der Aasee voll mit C4-Potenz entspricht einer Tasse Kaffee

2 mal der Bodensee voll mit C5-Potenz entspricht einer Tasse Kaffee

die Nordsee voller C6-Potenz entspricht einer Tasse Kaffee

das Mittelmeer voller C7-Potenz entspricht einer Tasse Kaffee

alle Meere der Welt aus C8-Potenz enthalten **nicht so viel** Koffein wie eine Tasse Kaffee

alle Meere der Welt aus C9-Potenz enthalten **nicht so viel** Koffein wie eine Tasse Kaffee

alle Meere der Welt aus C10-Potenz enthalten **nicht so viel** Koffein wie eine Tasse Kaffee

Abbildung 62: Extra-Blatt zur Potenzierung (zum Umklappen)

## Analyse

*Hinweis: An dieser Stelle erfolgt die abschließende Analyse des gesamten Mesozyklus. Es werden die in den beiden Durchläufen formulierten Fragen beantwortet und diskutiert, inwieweit die zu Beginn formulierten Ziele erreicht werden konnten.*

Durch die individuelle Bedeutsamkeit für Schüler kann Homöopathie als *real-world issue* angesehen werden (Kolstø, 2006, S. 4). Im Gegensatz zu *semi-real-world issues* gilt bei einem solchen, dass alle Entscheidungen und Bewertungen eine direkte und persönliche Konsequenz mit sich bringen<sup>202</sup> (Kolstø, 2006, S. 4). Viele heute gängigen Kontexte im Chemieunterricht scheinen eine direkte Bedeutung für die Lebenswelt der Schüler zu haben. Die tatsächliche Bedeutsamkeit ist aber häufig gering, wenn das neu erlernte Wissen nur wenig unmittelbare Relevanz hat. So kann ein Schüler verstehen, dass die Emission von Treibhausgasen den anthropogenen Klimawandel beschleunigt. Er kann damit verbundene Entscheidungen treffen, wie z. B., dass Kohlekraftwerke abgeschaltet werden sollten. Eine unmittelbare Konsequenz haben diese jedoch nicht, denn Schüler entscheiden nicht darüber. Ob sie homöopathische Arzneimittel nehmen, liegt im Gegensatz sehr wohl in ihrem Ermessen. Kolsto beschreibt in diesem Zusammenhang normative Modelle aus der Psychologie, in denen Entscheidungen so charakterisiert werden, dass sie die Maximierung von Nützlichkeit sind (Kolstø, 2006). Dies ist offensichtlich für *real-world issues* viel eher gegeben, als für *semi-real-world issues*.

Kontexte wie die Homöopathie ermöglichen es daher, „*to develop students' open mindedness, thirst for more information, and ability to identify bias and reflect critically*“ (Kolstø, 2006, S. 23). Die Lernenden zeigten bereits an vielen Stellen, dass sie mehr Informationen benötigen

<sup>202</sup> Weitere *real-world issues* sind zum Beispiel „Sind gentechnisch veränderte Lebensmittel ungesund?“.

Weitere *semi-real-world issues* sind zum Beispiel „Welchen Einfluss auf den Klimawandel hat CO<sub>2</sub>?“ oder „Biologisch abbaubare Kunststoffe“.

und auch einfordern. Es gilt jetzt, auch kognitive Verzerrungen in den Blick zu nehmen und kritisch zu reflektieren. Damit bietet der Kontext Homöopathie eine Grundlage zur Anwendung wissenschaftlicher Prüfkriterien und zur Vermittlung einer Scientific Awareness (Roberts & Gott, 2010). All dies ist von größter Bedeutung, um einen wirksamen Schutz vor pseudowissenschaftlichen Dogmen und Behauptungen zu entwickeln. Die Deutungshoheit der Wissenschaft muss gewährleistet werden um letztere früh genug zu erkennen und nachhaltig zu widerlegen. Die Sprache der Wissenschaft ist notwendig, um pseudowissenschaftliche Formulierungen zu entlarven und zu entkräften. Diese legitimieren sich sehr häufig mit wissenschaftlich klingenden Aussagen und sind oft nur schwer zu erkennen. Ladyman benennt diesen Zusammenhang:

*“Pseudoscientific words often combine genuine scientific and non-scientific terms”* (Ladyman, 2013, S. 55)

Auffällig ist, dass die Lernenden bei der Bewertung des Kontexts Homöopathie ihr Wissen über diese nicht anwenden. So konnten sie teilweise relativ präzise beschreiben und erklären, wie sinnvoll die Prinzipien sind (Fachspezifischer Problemaufriss). Wird eine Bewertung verlangt, greifen sie jedoch auf Vorwissen und Bauchgefühl zurück. Fleming beschreibt dieses Phänomen bereits 1986, indem er feststellt:

*“Students used their knowledge of the social-world when analyzing socio-scientific issues and only rarely used their knowledge of the physical world”* (Fleming, 1986). Auch Solomon analysierte Diskussionen Jugendlicher über SSI und findet dort beinahe keine wissenschaftlichen, rationalen Argumente (Solomon, 1992).

Die Ergebnisse aus MZ 1 decken sich mit diesen Erkenntnissen. So entscheiden Schüler eher emotional. Sie akzeptieren rationale Argumente, wenden diese in eigenen Bewertungsprozessen allerdings kaum oder gar nicht an. Was den Kontext Homöopathie als möglichen Kontext für den Chemieunterricht betrifft, so zeigte sich, dass seitens der Schüler großes Interesse besteht.

Der Kontext lässt zudem (bis zu einem gewissen Grad) zu, dass persönliche Entscheidungen immer noch frei sind. Das bedeutet, entscheidet sich ein Schüler am Ende für Homöopathie, so ist dies vollkommen legitim, so lange seine Begründung nicht mit wissenschaftlichen Argumenten geschieht (etwa „ich weiß, dass das nur Placebos sind, aber ich finde das trotzdem gut, weil sich das irgendwie für mich gut anfühlt“). Mehr noch, als dies als Lehrperson nur zu akzeptieren, sollte hier sogar eine deutliche Wertschätzung durch Bestärken des Schülers in seiner Position stattfinden. Denn das Ziel ist das Treffen einer „begründeten“ Entscheidung. Eigene Emotionen spielen (bis zu einem gewissen Grad) eine große Rolle und sollten nicht „unter den Tisch gekehrt“ werden. Der Lehrer sollte mit seiner expliziten Wertschätzung deutlich machen, dass es nicht darum geht, sich gegen Homöopathie zu positionieren, sondern eben eine solche begründete Entscheidung zu treffen.

Zur adäquaten Bewertung eines so kontroversen Kontexts ist ein hohes Maß an Ambiguitätstoleranz, sowohl seitens der Schüler als auch den Lehrer, notwendig (vgl. 2.3.2.6). Diese befähigt, zwischen unterschiedlichen Sichtweisen zu differenzieren und andere Meinungen zuzulassen. Dabei sollte, wie zuvor beschrieben wurde, bei allen Aussagen klar differenziert werden, ob es sich um Sach- oder Werturteile handelt (vgl. 2.2.2.3) und ob diese jeweils zulässig sind<sup>203</sup>.

---

<sup>203</sup> So sollte eine positive Einstellung zulässig sein, wenn diese die wissenschaftlichen Fakten nicht relativiert: Zulässig: „Ich mag Homöopathie, weil ich damit gute Erfahrung gemacht habe – auch, wenn dies nur der Placebo-Effekt war.“

Nicht zulässig: „Ich mag Homöopathie, weil sie wirkt. Bei der Potenzierung wird das Wasser energetisiert/verändert/dynamisiert und man merkt ja, dass das funktioniert.“

Abschließend können folgende Erkenntnisse aus Mesozyklus 3 gewonnen werden:

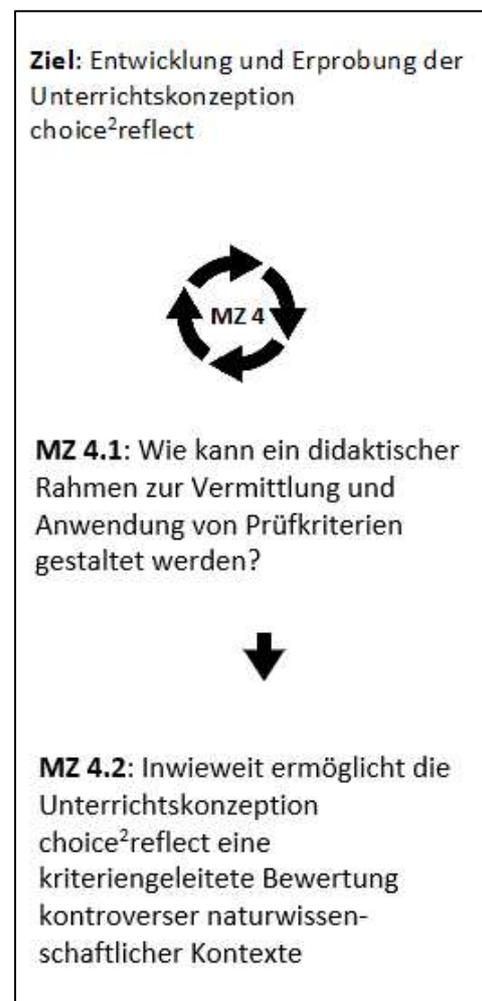
Die Homöopathie erfüllt alle Kriterien eines Kontexts, der die Anwendung von Prüfkriterien ermöglicht und mit deren Hilfe bewertet werden kann (**Ziel 1**). Eine schrittweise Rationalisierung der Diskussionen und Reflexionen in Form eines Cluster Approach erfolgt in Mesozyklus 4. Die Materialien, welche entwickelt und teilweise erprobt wurden, sind dazu geeignet (**Ziel 2**). Die Präsentation sollte dabei auf neutrale Art erfolgen. Besonderer Stellenwert muss auf der zusätzlichen Gabe von Informationen<sup>204</sup> liegen, die eine Bewertung unterstützen und teilweise erst ermöglichen. Wird Homöopathie so präsentiert, bleibt den Lernenden viel Spielraum, um ihre eigenen Einstellungen zu überdenken und zu formulieren.

#### 4.4. Mesozyklus 4

##### ➔ **Entwicklung und Erprobung der Unterrichtskonzeption choice<sup>2</sup>reflect**

Dieser Mesozyklus beinhaltet die systematische Implementierung der zuvor entwickelten (und teilweise erprobten) Materialien, sowie der in Kapitel 2 formulierten Essenzen in eine didaktische Rahmung zur Vermittlung von Bewertungskompetenz. Ziel ist die Entwicklung einer Unterrichtskonzeption, welche eine kriteriengeleitete und rationale Reflexion kontroverser naturwissenschaftlicher Kontexte ermöglichen soll. Im ersten Durchlauf dieses Mesozyklus (MZ 4.1) werden die dafür relevanten Aspekte dargestellt. Es folgt das Design von *choice<sup>2</sup>reflect*, einer Unterrichtskonzeption, in welche die Prüfkriterien aus MZ 2 eingegliedert werden können. Dieser didaktische Rahmen benötigt weitere Elemente, die dort ebenfalls beschrieben werden. In einer kurzen Analyse wird reflektiert, welche Aspekte aus den Essenzen der theoretischen Rahmung sowie den Erkenntnissen der zuvor beschriebenen Mesozyklen in der Unterrichtskonzeption umgesetzt werden konnten und welche nicht. Die Synthese thematisiert die Punkte, die besonders wichtig bei einer Erprobung sein sollten und diejenigen, die zu vernachlässigen sind.

In einem weiteren Durchlauf mit veränderter Fragestellung (MZ 4.2) wird die Konzeption erprobt. Die Vorbereitung beschreibt, welche allgemeinen Punkte aus MZ 4.1 konkretisiert und designt werden müssen, um sie praktisch umzusetzen. Daraufhin werden die Erprobung und deren Ergebnisse beschrieben. Am Ende folgt eine Analyse, mit der der empirische Teil der vorliegenden Arbeit abgeschlossen ist.



<sup>204</sup> z. B. über den Placebo-Effekt oder die Potenzierung

#### 4.4.1. MZ 4.1 Wie kann ein didaktischer Rahmen zur Vermittlung und Anwendung von Prüfkriterien gestaltet werden?

##### Vorbereitung

Im zweiten Mesozyklus wurde ausführlich beschrieben, welche Eigenschaften die Prüfkriterien besitzen müssen, wenn sie zur Vermittlung von Bewertungskompetenz und Scientific Awareness<sup>205</sup> im Unterricht eingesetzt werden sollen (4.2). Von zentraler Bedeutung war dabei, dass diese den Lernenden als Werkzeuge präsentiert werden, welche direkten praktischen Nutzen haben. Eine Wahl von *real-world issues* (vgl. 4.3.2) als Kontext sollte Voraussetzung sein. Je größer die (empfundene) individuelle Bedeutung ist, desto eher ermöglicht dies eine rationale Urteilsbildung und eine Anwendung kriteriengeleiteter Entscheidungsstrategien 2.3.5 – 1.).

Nach welchen Mustern kontroverse SSI von Schülern bewertet werden, ist in mehreren Studien untersucht worden. So basieren Entscheidungen, die Kontexte betreffend, sowohl auf wissenschaftlichem, als auch auf nicht-wissenschaftlichem Wissen (Kolstø, 2006). Betrachtet man die Präferenzen der genutzten Informationen, so lassen sich drei Gruppen von Lernenden bilden: *wissenschaftlich orientiert*, *sozial orientiert* und *gleichermaßen geneigt* (vgl. Yang & Anderson, 2003<sup>206</sup>). Diese Erkenntnis ist wichtig, denn sie zeigt, dass die Vermittlung von Fachwissen kein Garant für dessen Nutzung bei der Urteilsbildung bedeutet. Lernende greifen darauf nicht unbedingt zurück. Dies deckt sich auch mit den Erkenntnissen aus den, in Mesozyklus 1, beschriebenen Untersuchungen (vgl. 0). Auch Sadler und Zeidler beschreiben drei Muster, nach denen Lernende innerhalb SSI Entscheidungen treffen (Sadler & Zeidler, 2005):

1. Rationale Entscheider, die ihre Urteile auf den gegebenen Informationen und ihrem fachlichen Vorwissen bilden
2. Empathische Entscheider, bei denen das Wohl aller bzw. Mitgefühl die Urteilsgrundlage bildet
3. Intuitive Entscheider, die nur ihrem Bauchgefühl und ihren Emotionen vertrauen

Konzepte zur Vermittlung einer rationalen Urteilsbildung sollten an diesen Erkenntnissen anknüpfen. Allerdings genügt es ebenfalls nicht, die Entscheidungsfindung der Lernenden „verbessern“ zu wollen. Oulton sieht vielmehr ein Verständnis für die Natur kontroverser Themen, sowie Offenheit und Informationsdurst (Oulton et al., 2004).

Je emotional aufgeladener ein Kontext dabei ist bzw. präsentiert wird, desto geringer ist die Bereitschaft der Lernenden, diesen rational zu beurteilen (Sadler & Zeidler, 2005; 2.2.2.3; 2.3.2.2 – Emotionales Schlussfolgern; 2.3.2.3; 2.3.2.4). Bei der Entwicklung einer Unterrichtskonzeption, die eine rationale Urteilsbildung bei SSI ermöglichen soll, bedarf es einer Lösung für dieses Problem. So sind die zu wählenden Kontexte einerseits zwingend auch emotional (vgl. 0), andererseits gilt es, dennoch möglichst kriteriengeleitet und rational zu bewerten. Kolsto sieht dringenden Bedarf, naturwissenschaftlichen Unterricht so zu gestalten, dass dieser eine bedeutsame und fundierte Urteilsbildung zum Ziel hat (Kolstø & Ratcliffe, 2007). Die

---

<sup>205</sup> zu verstehen als Erweiterung naturwissenschaftlicher Grundbildung

<sup>206</sup> Yang beschreibt *“three types of different groups of students based on their information preference: Scientifically oriented, socially oriented and equally disposed”*.

Fähigkeit, durchdachte Entscheidungen zu treffen, müsse Kern der Vermittlung von Wissen (anhand kontroverser SSI) werden (ebd.).

Nicht nur Lernende stehen vor besondere Herausforderungen, wenn kontroverse Kontexte im Unterricht genutzt werden, um rationale Urteilsbildung, naturwissenschaftliche Grundbildung und/oder NOS-Aspekte zu vermitteln. Hartmann-Mrochen untersuchte in einer Interviewstudie Einstellungen und Vorstellungen von Lehrkräften zum Kompetenzbereich Bewertung (Hartmann-Mrochen, 2011). Daraus resultierten vier unterschiedliche Typen, die sich allesamt recht deutlich unterscheiden<sup>207</sup>:

*Typ 1: Sachwissen ist das A und O*

*Typ 2: Bewerten ist alles*

*Typ 3: Die Anspruchsvollen*

*Typ 4: Aufs Kerngeschäft beschränken (dieser Typ wird im weiteren Verlauf der Arbeit nicht mehr beachtet, da er sich eher selten an Gymnasien findet (vgl. Hartmann-Mrochen, 2011, S. 218).)*

Die Berücksichtigung der unterschiedlichen Typen ist wichtig, weil Trainings<sup>208</sup> von Lehrkräften zeigten, dass sich ihre Sicht im Hinblick auf kontroverse pseudowissenschaftliche Inhalte<sup>209</sup> nicht geändert hatte (Nehm & Sam, 2007). Das bedeutet, dass die Typen relativ robuste, wenig veränderliche Eigenschaften beschreiben. Daher gelten folgende Leitgedanken bei der konkreten Entwicklung der Unterrichtskonzeption:

- Anpassung der Anforderungen an die Lehrkräfte an die unterschiedlichen Lehrkraft-Typen
- Direkter und intuitiver Zugang für möglichst alle unterschiedlichen Lehrkraft-Typen

Wird im Unterricht ein kontroverses Thema behandelt, so kann das Verhalten der Lehrkraft von besonderer Bedeutung sein. Je nachdem, inwieweit sie die Rolle des Experten einnimmt, kann dies einen Einfluss darauf haben, wie Schüler Standpunkte und Argumente wählen. So konnte beobachtet werden, dass sich gewisse „*kognitive Nebenwirkungen*“ zeigen, wenn ein Austausch zwischen Laien (Lernende) und Experte (Lehrender) stattfindet. „*Bereits die Erwartung einer Kommunikation mit einem Experten kann offenbar dazu führen, dass wir aus nicht eindeutig interpretierbaren wissenschaftlichen Ergebnissen eine eindeutige These entwickeln*“ (Kienhus, D. ; Bromme, 2015 S.13). Es darf vermutet werden, dass sich Schüler mit einem klaren Standpunkt positionieren „*um den Eindruck zu vermeiden, einem unübersichtlichen Durcheinander von wissenschaftlichen Details ausgeliefert zu sein*“ (Kienhus, D. ; Bromme, 2015 ebd.). Je nachdem, ob eine solche Positionierung im Unterricht erwünscht wird, kann der Lehrende diese Rolle bewusst einnehmen und sich als Experte darstellen. Wird hingegen mehr Wert auf eine sehr kontroverse „Landschaft“ von Argumenten intendiert, so sollte diese vermieden werden. In diesem Fall wäre es ratsam als Lehrkraft eine eher gleichgestellte Rolle mit

---

<sup>207</sup> Hartmann-Mrochen beschreibt auch Implikationen für zukünftige Lehrerfortbildungen zur Förderung von Bewertungskompetenz (Hartmann-Mrochen, 2011).

<sup>208</sup> Die mehrmonatigen Trainings fokussierten auf die Vermittlung von NOS-Aspekten (Nehm & Sam, 2007).

<sup>209</sup> damit auch vieler SSI

den Schülern im Sinne des gemeinsamen Suchens nach Informationen und Erkenntnissen einzunehmen.

Die didaktische Rahmung muss es zudem ermöglichen, eine klare Demarkation zwischen wissenschaftlichen und pseudowissenschaftlichen Aussagen und Behauptungen herauszuarbeiten (2.1.5; 4.3.2). So sollten Lernende dazu ermutigt werden, ihre Aussagen so zu reflektieren, dass die darin enthaltenen Entscheidungen auf Kriterien zurückzuführen sind und diese offengelegt werden (2.3.5 – 6.). Dies ist auch deswegen so wichtig, damit die Attribute, die zu einer entsprechenden Wahl geführt haben, nicht falsch erinnert werden (vgl. 2.3.2.2 - *nachträgliche Begründungstendenz*) Sie sollen selbst erkennen, ob etwa naturwissenschaftliche Güte- bzw. Prüfkriterien oder Emotionen bzw. Bauchgefühle bei der Urteilsbildung die treibende Kraft waren. Dabei sind positive Einstellungen zu unwissenschaftlichen Praktiken, Behauptungen o. Ä. nicht per se problematisch. Persönliche Vorlieben haben in jedem Fall eine gewisse Berechtigung (vgl. 0).

Die beschriebenen Prüfkriterien können als NOS-Aspekte gesehen werden<sup>210</sup> (vgl. 4.2.1; 4.2.2). Erkenntnisse der NOS-Forschung können und sollten somit Beachtung finden. Es ist hochrelevant, dass die PK so zu explizieren sind, dass sie als Element wissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweise kennengelernt und verstanden werden. Dazu gehört auch ein Verständnis für den Zusammenhang zwischen Erkenntnissen und den Wegen (bzw. Test-Designs, vgl. Roberts & Gott, 2010), wie diese gewonnen wurden (vgl. Carey & Smith, 1993; Kuhn et al., 1988). Die Prüfkriterien aus MZ 2 sind zudem unabhängig vom Kontext vermittelbar und nicht fachspezifisch (vgl. 4.2).

## Design

*Hinweis: Die Entwicklung geeigneter Aufgaben und Materialien in Form einer didaktischen Rahmung der Unterrichtskonzeption zur Vermittlung von Bewertungskompetenz sollte sich idealerweise an einem bestehenden Kompetenzstrukturmodell ausrichten (vgl. 2.2.2). Unter 2.2.2.4 wurden verschiedene solcher Modelle beschrieben. Ob diese auch für die in den Bildungsstandards vorgegeben (Teil-)Kompetenzen des Bereichs Bewertung geeignet sind, kann nicht abschließend beantwortet werden (vgl. 2.2.4). Daher wurde bei der Entwicklung des Materials keine Einstufung bzgl. Komplexität oder kognitiver Prozesse vorgenommen (vgl. 2.2.2.4, 2.2.5 – 1.).*

Im Folgenden wird die Entwicklung der Unterrichtskonzeption *choice<sup>2</sup>reflect* beschrieben. Der Name ist angelehnt an *choice<sup>2</sup>learn*. Dabei handelt es sich um eine Konzeption zur Exploration und Veränderung von Lernervorstellungen im naturwissenschaftlichen Unterricht (Annette Marohn, 2008). Wie diese verläuft auch die hier beschriebene Unterrichtskonzeption in fünf Phasen (Abbildung 63). Dabei bezieht sich die Namensgebung auf die mehrfache Positionierung bzw. Entscheidung („*choice*“) sowie auf die Reflexion dieser („*reflect*“).

---

<sup>210</sup> bzw. ihre Erarbeitung, Anwendung und Reflexion stellen Konkretisierungen gewisser NOS-Aspekte dar



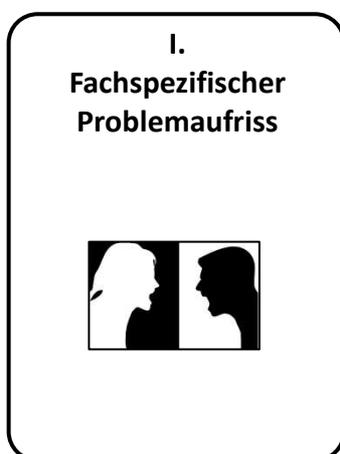
Abbildung 63: Phasen der Unterrichtskonzeption choice<sup>2</sup>reflect

Die in der Vorbereitungsphase beschriebenen Aspekte sollen nachfolgend didaktisch umgesetzt werden. Die Zielsetzung von choice<sup>2</sup>reflect lautet:

*Die Vermittlung und Anwendung wissenschaftlicher Prüfkriterien, um naturwissenschaftliche Kontroversen reflektieren zu können und rationale Entscheidungen zu treffen*

Die einzelnen Phasen der Unterrichtskonzeption beinhalten weitestgehend „flexible Elemente“, die an den zu behandelnden Kontext angepasst werden können. Die folgenden Erläuterungen zu den fünf Phasen von choice<sup>2</sup>reflect beschreiben den allgemeinen Ablauf:

### I. Fachspezifischer Problemaufriss



Der fachspezifische Problemaufriss stellt die erste Begegnung mit einer naturwissenschaftlichen Kontroverse dar. In möglichst neutraler Form wird der gewählte Kontext realitätsnah präsentiert (vgl. 2.4.1; 0) Damit wird die Grundlage einer fairen Auseinandersetzung geschaffen, die von der Lehrkraft möglichst wenig gesteuert werden sollte (Evans et al., 2013). Der Problemaufriss erfolgt indirekt. Das bedeutet, dass keine Fragen aufgeworfen werden, sondern diese von den Lernenden selbst gestellt werden sollten. Hierbei ist insbesondere darauf zu achten, dass die Expertenrolle vermieden wird. Präsentiert sich die Lehrkraft in dieser, so kann dies zu voreiligen Positionierungen und Entscheidungen führen (siehe oben). Die Phase endet stets mit einer Diskussion und einer ersten Formulierung von Vorstellungen seitens der Lernenden<sup>211</sup>.

<sup>211</sup> Dies ist auch aus diagnostischer Sicht für die Lehrkraft interessant.

## II. Positionierung



In Form von Leitfragen und Bewertungen, die den kontroversen Kontext betreffen, wird eine erste deutliche Positionierung angeregt. Diese sollte möglichst nur auf der neutralen Auseinandersetzung mit dem unter I. präsentierten Problemaufriss erfolgen. Dabei werden die Fragen teilweise so formuliert sein, dass sie eine persönliche Entscheidung mit individuellen Konsequenzen erfordern (vgl. 2.2.5 – 1.; Nowosadek, 2015; Rost, 2002). Auch an dieser Stelle agiert die Lehrkraft nicht in der Rolle als Experte, um eine (material-)geleitete und vergleichbare Positionierung nicht zu kompromittieren<sup>212</sup>. Zur Bewertung eines kontroversen Kontexts ist das kriteriengeleitete Einnehmen und Vertreten eines Standpunktes eine Voraussetzung (vgl. 2.4.2; Maier & Richter, 2014). Für den weiteren Verlauf der Unterrichtskonzeption ist dies ebenfalls entscheidend, da das Einnehmen eines Standpunktes, vor allem bei kontroversen Kontexten, eine Orientierung bieten kann und Unsicherheit verringert (2.4.5 – 6.).

Durch die konkreten Entscheidungen und Positionierungen ergeben sich für die Lernenden eine Reihe von Unsicherheiten und Fragen. Dies verstärkt die Notwendigkeit einer genaueren Untersuchung, welche im unterrichtlichen Kontext ohnehin erwartet wird. Die Lehrkraft muss an dieser entscheidenden Stelle unmissverständlich kommunizieren, dass adäquate Werkzeuge und Informationen benötigt werden, um zu klären, ob die getroffenen Entscheidungen sinnvoll waren oder revidiert werden müssen. Choice<sup>2</sup>reflect zielt darauf ab, dass die Lernenden durch den neutralen Problemaufriss und die forcierte Positionierung diesen Bedarf möglichst eigenständig äußern.

## III. Gewinnung wissenschaftlicher Prüfkriterien



Diese Phase ist die umfangreichste und damit zeitintensivste in der Unterrichtskonzeption choice<sup>2</sup>reflect. Die zentrale Idee besteht darin, diejenigen Werkzeuge an Lernende zu vermitteln, die für eine rationale und adäquate Bewertung des kontroversen Kontexts von Bedeutung sind. Die Lehrkraft wählt dabei selbst jene Prüfkriterien (vgl. 4.2), die relevant sind. Die Vermittlung bzw. Erarbeitung erfolgt, wie in Mesozyklus 2 beschrieben (ebd.).

Die Phase ist trotz ihres Umfangs als Exkurs zu verstehen, da die einzelnen Prüfkriterien fach- und kontextunabhängig sind. Wurden sie bereits erarbeitet, muss dies nicht wiederholt werden. Damit

stellen die Prüfkriterien eine Art Pool dar, aus welchem sich die Lehrkraft je nach Bedarf bedient. Dann werden diese schrittweise erarbeitet (vgl. 4.2.2– 4.2.8). Die Prüfkarten bieten zudem ein weiteres flexibles Element. Neben den obligatorischen Karten zur Sicherung enthalten

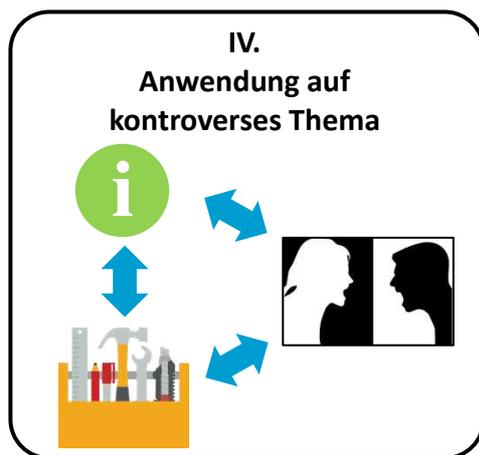
<sup>212</sup> Alternativ ist das genaue Gegenteil denkbar: Die Lehrkraft präsentiert sich als Experte und provoziert auf diese Art eine Positionierung der Lernenden – trotz nicht eindeutiger oder ambivalenter Informationen (vgl. Echterhoff, 2015). Materialbasierte Leitfragen wären so überflüssig. Das Einnehmen einer Expertenrolle bedarf allerdings einer umfangreichen Auseinandersetzung mit der Thematik sowie ein weit überdurchschnittliches Faktenwissen, welches bei kontroversen Kontexten häufig nur schwierig zu erreichen ist.

sie bereits Anwendungsaufgaben. Auch diese können von der Lehrkraft je nach Passung, Relevanz und Zeit frei gewählt werden.

Die Prüfkriterien werden symbolisch als Werkzeuge eines Werkzeugkastens dargestellt. Dies spiegelt das zugrunde liegende methodische Verständnis von Wissenschaft wider. Dieser Cluster Approach ermöglicht eine schrittweise Demarkation zu pseudowissenschaftlichen Inhalten (vgl. 2.1.5). Außerdem wird Lernenden damit in Teilen ein einheitliches Weltbild vermittelt, da die Prüfkriterien universell gültig sind und nicht beschränkt auf den behandelten Inhalt (vgl. 4.2). Um dies im Material widerzuspiegeln, werden die Prüfkarten von den Lernenden behalten und es wird verdeutlicht, dass es sich um Prinzipien handelt, die für viele Bereiche bedeutsam sein können (vgl. 4.2.1.1).

Wie in der Vorbereitung benannt, ist für eine Beurteilung bzw. Bewertung der mit dem Kontext verbundenen Fragestellungen und Standpunkte von zentraler Bedeutung, dass die Wege nachvollzogen werden, die zu den unter I. dargestellten Erkenntnissen und Behauptungen geführt haben. Dies muss auch den Lernenden klar sein. Der Bedarf an geeigneten Werkzeugen muss sich durch den Problemaufriss und die Positionierung von selbst ergeben, um damit verbundene Fragen beantworten und Entscheidungen begründet treffen zu können.

#### IV. Anwendung auf kontroverses Thema



In dieser Phase werden die zuvor erarbeiteten Prüfkriterien auf kontroverse oder widersprüchliche Inhalte angewendet, die aus dem Kontext aus Phase I stammen oder daran anknüpfen. Diese Anwendung erfolgt, indem die zuvor erworbenen Prüfkarten zur Prüfung und Bewertung eingesetzt werden. Zusätzlich erhalten die Lernenden auch themenspezifische Zusatzinformationen, welche neutral formuliert sein sollten, aber den kontroversen Kontext aus einer anderen Perspektive beleuchten. Deren Präsentation sollte so erfolgen, dass eine Anwendung der Prüfkriterien auf diese direkt möglich ist. Die Zusatzinformationen können auch als Vermittler genutzt werden. Das bedeutet, dass mit ihrer

Kenntnis eine (prüf-)kriteriengeleitete Auseinandersetzung mit dem kontroversen Kontext ermöglicht wird. Während der Anwendung sollten die genutzten Prüfkriterien bereits explizit<sup>213</sup> benannt werden (vgl. 4.2.1). In dieser Phase sollen nicht nur die präsentierten Informationen nachvollzogen werden, sondern auch der Weg auf welchem diese gewonnen wurden (vgl. Carey & Smith, 1993; Kuhn et al., 1988).

Am Ende stehen den Lernenden eine Reihe von Kriterien und Informationen zur Verfügung. Dabei werden auch Daten präsentiert, die sich widersprechen bzw. diametral verschiedene Positionen darstellen. Chinn beschreibt dies als „*key step to precipitate theory change*“ (Chinn et al., 1993, S.3). Lernende müssten sich zwingend mit anomalen Daten auseinandersetzen, um eine echte Änderung ihrer Ansichten, Standpunkte und Denkmuster zu initiieren. Sie sollen befähigt werden, die Beziehung zwischen Daten und Ergebnissen, sowie Tests und Schlussfolgerungen zu erkennen.

<sup>213</sup> Das einheitliche Design, die Namen und die Symbole auf den Prüfkarten verstärken den expliziten Charakter der Prüfkriterien (vgl. 4.2.9.).

Chinn et al. formulieren eine Reihe von instruktionalen Strategien zur Herbeiführung einer echten Änderung der eigenen epistemischen Urteils- und Entscheidungsheuristiken (Chinn et al., 1993). Diese decken sich allesamt mit den Gestaltungsmerkmalen der vorliegenden Unterrichtskonzeption:

#### Influencing prior knowledge

1. Reduce the entrenchment of the students' prior theories
2. Help students construct appropriate ontological categories
3. Foster appropriate epistemological commitments
4. Help students construct needed background knowledge

#### Introducing the alternative theory

1. Introduce a plausible alternative theory
2. Make sure that the alternative theory is of high quality
3. Make sure that the alternative theory is intelligible

#### Introducing anomalous data

1. Make the anomalous data credible
2. Avoid ambiguous data
3. Use multiple lines of data when necessary

#### Influencing processing strategies

1. Encourage deep processing

### **V. Kriteriengeleitete Reflexion**



Eine umfangreiche abschließende Diskussion über den kontroversen Kontext und dessen individuelle und gesellschaftliche Bedeutung, erfolgt in der letzten Phase. Die kriteriengeleitete Bewertung, inwieweit es sich um wissenschaftliche oder pseudowissenschaftliche Inhalte handelt, stellt dabei die Grundlage dieser rationalen Urteilsbildung dar.

Leitfragen und Bewertungen stützen die begründete Entscheidung und erfordern eine erneute Positionierung. Dabei wird ein Teil der Fragen aus Phase II wiederholt eingesetzt und die Antworten miteinander verglichen, um mögliche Änderungen anschaulich zu illustrieren. Dies stellt für die Lernenden eine Kontrolle hinsichtlich ihrer persönlichen Einstellungen dar. Sie erkennen, ob sich ihre Position zum kontroversen Kontext geändert hat,

ob sie diesem nun positiver oder negativer gegenüberstehen und ob sich ihr Wissen gesteigert hat.

Ebenso wie in den vorangegangenen Phasen sollte sich hier die Lehrkraft nicht als Experte präsentieren, sondern moderierend agieren. Ziel dieser Vorgehensweise ist die Entwicklung einer kontroversen „Landschaft“ aus Argumenten (Kienhus, D. ; Bromme, 2015). Der Fokus der Lehrkraft sollte unbedingt darauf liegen, dass, wenn etwas mit wissenschaftlichen Kriterien beurteilt werden kann, dies auch geschieht. Individuelle bzw. subjektive Entscheidungen sind nur dann zulässig, wenn diese nicht wissenschaftlichen Erkenntnissen widersprechen. Zudem sollte die Lehrkraft anregen, dass es legitim ist, sich umzuentcheiden. Schließlich hat sich auch der Informationsstand der Lernenden geändert. Damit kann einer möglichen Status-Quo-Verzerrung entgegengewirkt werden (2.3.2.2 – Status-Quo-Verzerrung). Damit nimmt die Lehrkraft insgesamt einerseits eine moderierende, rücksichtsvolle und wertschätzende Rolle ein. Andererseits ist eine gewisse „Strenge“ bzw. Deutlichkeit nötig, wenn die Lernenden wissenschaftliche bzw. pseudowissenschaftliche Erkenntnisse beurteilen. In diesen Fällen gelten die zuvor erarbeiteten Prüfkriterien als Werkzeug und Grundlage einer Urteilsbildung.

Ziel dieser Phase ist es, die verschiedenen Standpunkte miteinander zu vergleichen und die Kriterien, auf deren Grundlage sie eingenommen wurden, zu reflektieren. Dabei ist eine gewisse Ambiguitätstoleranz notwendig, welche als Abschluss dieser Phase und somit der gesamten Unterrichtskonzeption von der Lehrkraft beschrieben und angeregt werden sollte (vgl. 2.3.2.6). Auch die „Typen von Entscheidern“ (*rational, empathisch, intuitiv*) können in dieser Phase benannt werden, um den Lernenden eine Orientierung zu geben und Hemmungen bei der eigenen Entscheidungsfindung zu nehmen (Sadler & Zeidler, 2005).

### **Erprobung**

Die Erprobung der Konzeption wird im zweiten Durchlauf dieses Mesozyklus ausführlich beschrieben (4.4.2).

### **Analyse**

An dieser Stelle kann keine Analyse empirisch erhobener Daten erfolgen, da die Unterrichtskonzeption nur theoretisch entwickelt wurde. Daher werden in diesem Abschnitt Aspekte benannt, deren Umsetzung problematisch war und die im praktischen Einsatz zu Schwierigkeiten führen könnten. Abschließend findet eine Einordnung statt, wie das Konzept an Lehrplaninhalte bzw. Vorgaben aus den Bildungsstandards angebunden ist.

#### - Real-world issue als Kontext

Lebensweltlich relevante Kontexte zu finden ist nicht einfach. Sollen diese zudem noch so beschaffen sein, dass Entscheidungen reale Auswirkungen auf Lernende haben, so ist die Auswahl unter Umständen überschaubar. Die Passung entsprechender Kontexte ist nur mit hohem Planungsaufwand zu erreichen.

#### - Typen von Entscheidern

Inwieweit empathische und intuitive Entscheider in der Lage sind, in emotionalen und komplexen Kontexten überhaupt rational zu entscheiden, bleibt zu klären. Möglicherweise werden diese Typen von Lernenden vor ungleich anspruchsvollere Aufgaben gestellt wie die rationalen Entscheider.

- Emotional vs. Rationale Bewertung

Der Anspruch der Unterrichtskonzeption ist, sehr emotionale Kontexte rational zu bewerten. Den Erkenntnissen der Wissenschaft nach steigt allerdings, wie oben beschrieben, die Tendenz irrationaler Urteile bei wachsender Emotionalität. Ein entsprechender Mittelweg erfordert intensive Planung.

- Die Rolle der Lehrkraft

Für eine elaborierte Bewerten-Vorstellung ist bei Typ 1 (Sachwissen) und 2 (Bewerten ist alles) besonders wichtig, „dass Bewertung sich auch auf *überfachliche Kontexte* beziehen kann und von *ethischen Implikationen* gekennzeichnet ist“ (Hartmann-Mrochen, 2011, S. 217). So muss in der Konzeption und im Material deutlich werden, dass die vermittelten Prüfkriterien und Kompetenzen im Bereich Bewertung diese Bedingungen erfüllen. Kontexte sollten komplex genug sein, um diesen Anspruch zu erfüllen. Bei den Prüfkriterien ist Überfachlichkeit bereits gegeben. Die drei Anwendungsbereiche (*Chemie, Forschung, Alltag*) auf den Prüfkarten, die in Phase III vermittelt werden, verdeutlichen dies auf transparente Weise. Zudem ist die Lehrkraft aufgefordert die Prüfkriterien UND die Anwendungsbereiche auszuwählen, die für die zu unterrichtenden Kontexte relevant sind. Dadurch wird sie direkt mit der vorliegenden Überfachlichkeit konfrontiert. Phase IV ermöglicht zudem die Beachtung von Material, welches sowohl fachspezifisch als auch fachunabhängig ist. Besonders Typ 3 (Die Anspruchsvollen) profitiert laut Hartmann-Mrochen von der expliziten Fachanbindung, welche sowohl in Phase 3 (siehe *Prüfkarten: Anwendungsbereich Chemie*) als auch in Phase 4 (fachspezifische Zusatzinformationen) gegeben ist. Gleichzeitig hat dieser Typ aufgrund einer starken inhaltlichen Bindung aber auch Probleme mit der „Offenheit für Urteile, die anderen normativen Erwartungen entsprechen“ (Hartmann-Mrochen, 2011, S.217). Daher sollten die Instruktionen für die Lehrkraft (z. B. Moderieren statt Einnehmen der Expertenrolle, wertschätzendes Verhalten, Berücksichtigung der „Schüler-Typen“) unbedingt befolgt werden.

Den *ethischen Implikationen* beim Bewerten wird ebenfalls Rechnung getragen. Die persönliche Positionierung zur Bewusstmachung der eigenen Einstellungen/Vorstellungen jedes einzelnen Schülers wird der Tatsache gerecht, dass Entscheidungen und Bewertungen von weit mehr Faktoren abhängen als nur fachlichen (siehe *Phase II: Positionierung & Phase V: Kriteriengeleitete Reflexion*). Die Ergebnisoffenheit in Bezug auf die endgültige Positionierung lässt den nötigen Spielraum für Werturteile (vgl. 2.2.2.3). Es kommt am Ende nicht darauf an wie sich die Schüler entscheiden, solange sie an den Stellen, an denen die Anwendung von PK erforderlich und angebracht ist, diese auch einsetzen. Der Fokus liegt vielmehr auf der Art der Begründung bzw. Legitimation für ihre Entscheidung, den genutzten Kriterien bzw. Argumenten und der klaren Trennung zwischen Sach- und Werturteilen. Dadurch, dass Positionierung und Reflexion zwei ganze/eigene Phasen einnehmen, wird dessen Bedeutung für Lehrkräfte bereits auf den ersten Blick deutlich.

Die Unterrichtskonzeption *choice<sup>2</sup>reflect* knüpft durch Verwendung der bisher beschriebenen Materialien (vgl. 4.2; 0) an vielen Stellen an den Lehrplan an. Wie unter 4.2.1 erläutert, sind diese nicht nur in den Teilkompetenzen des Bereichs Bewerten zu finden. Viele Aspekte der

fokussieren vor allem die naturwissenschaftliche Grundbildung<sup>214</sup> sowie allgemeine Formulierungen zur Bewertungskompetenz<sup>215</sup>, was ebenfalls bereits ausführlich beschrieben wurde. Die Unterrichtskonzeption soll es Lernenden darüber hinaus ermöglichen, für sie persönlich relevante Fragestellungen mithilfe von Werkzeugen in Form von Prüfkriterien, zu beantworten. Auf diese Weise erschließen sie sich lebenspraktisch bedeutsame Zusammenhänge, was Teilkompetenz B3<sup>216</sup> entspricht. Lernende sollen zudem an mehreren Stellen aufgefordert und unterstützt werden, aktuelle lebensweltbezogene Fragen zu entwickeln. Zur Beantwortung sollen selbst erarbeitete Fähigkeiten, Denk- und Arbeitsweisen dienen, welche als Mediator fungieren, um fachwissenschaftliche Erkenntnisse überhaupt erst nutzbar zu machen, was Teilkompetenz B4 entspricht<sup>217</sup>. Die Idee ist, dass Fachkenntnisse dadurch als tatsächlich nützlich erkannt werden<sup>218</sup>.

Die Unterrichtskonzeption choice<sup>2</sup>reflect stellt damit einen didaktischen Rahmen dar, in dem wissenschaftliche Prüfkriterien erarbeitet und auf kontroverse Kontexte angewendet werden, um diese rational zu bewerten. Die Erkenntnisse und Materialien aus den vorangegangenen Mesozyklen konnten integriert werden. Dabei bilden die Erarbeitung und Anwendung der Prüfkriterien das Herz der Unterrichtskonzeption. Die in Mesozyklus 2 beschriebenen Prinzipien wissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen lassen sich ohne weitere Anpassungen einfügen.

### **Synthese**

Eine erste Erprobung der hier entwickelten Unterrichtskonzeption soll im folgenden Durchlauf dieses Mesozyklus (MZ 4.2) erfolgen. Die Rolle der Lehrkraft ist hier, wie zuvor beschrieben, von besonderer Bedeutung. Allerdings kann und soll diese nur eine untergeordnete Rolle hinsichtlich der Analyse der erprobten Materialien spielen<sup>219</sup>. Im Fokus stehen die Entscheidungen und Begründungen der Schüler in Bezug auf den kontroversen Kontext.

Entscheidend für die erfolgreiche Durchführung der Unterrichtskonzeption ist die Wahl eines geeigneten Kontexts. Dieser muss so aufbereitet sein, dass die daraus entwickelten Materialien diesen stets neutral und „echt“ repräsentieren. Es gilt, dass sich stets Emotionalität und Rationalität die Waage halten.

---

<sup>214</sup> bzw. Scientific Awareness (vgl. 2.2.4)

<sup>215</sup> das Erkennen von „Vernetzungen der Chemie in Lebenswelt, Alltag, Umwelt und Wissenschaft / dass Problemlösungen von Wertentscheidungen abhängig sind / Multiperspektivität bei der Betrachtung gesellschaftsrelevanter Themen

<sup>216</sup> „Schülerinnen und Schüler nutzen fachtypische und vernetzte Kenntnisse und Fertigkeiten, um lebenspraktisch bedeutsame Zusammenhänge zu erschließen.“

<sup>217</sup> „Schülerinnen und Schüler entwickeln aktuelle, lebensweltbezogene Fragestellungen, die unter Nutzung fachwissenschaftlicher Erkenntnisse der Chemie beantwortet werden können.“

<sup>218</sup> Viele Lernende sehen Chemie als lebenspraktisch unbedeutend an (vgl. 0).

<sup>219</sup> Sie eignet sich nicht für eine Erprobung.

#### 4.4.2. MZ 4.2 – Inwieweit ermöglicht die Unterrichtskonzeption choice<sup>2</sup>reflect eine kriteriengeleitete Reflexion kontroverser naturwissenschaftlicher Kontexte?

##### Vorbereitung

Der Kontext Homöopathie erwies sich in Mesozyklus 3 als geeignet, um zur Vermittlung von Bewertungskompetenz eingesetzt zu werden (4.3.1). Er erfüllt sämtliche Kriterien<sup>220</sup>, welche dafür als relevant angesehen werden können (ebd.). Dabei gilt, dass die Authentizität abhängig von der Art der Präsentation ist und die Komplexität beliebig gewählt<sup>221</sup> werden kann. Die bisherigen Erkenntnisse lassen darauf schließen, dass es sich bei Homöopathie sowohl um ein SSI (vgl. 2.4) als auch um ein real-world issue handelt. Die Ergebnisse aus MZ 4.2 lassen darauf schließen, dass der Kontext für Lernende von Bedeutung ist und viele bereits Erfahrungen mit ihr gemacht haben. Dies stellt einen Anknüpfungspunkt für die Unterrichtskonzeption und den fachspezifischen Problemaufriss dar, welcher dort entwickelt und erprobt wurde (vgl. 4.3.2, Abbildung 52 - Abbildung 58). Die Kontextualisierung („Johanna hat ADHS“) stellt den emotionalen Anker im Material dar. Damit wird die Bedingung erfüllt, das SSI über ein bloßes Bereitstellen von Informationen hinausgehen sollte (vgl. 2.4.5 – 2.). Es wird eine individuelle Bedeutsamkeit bzw. Betroffenheit („Emotionalisieren“) erreicht, was eine umfassende Auseinandersetzung mit dem Lerninhalt anregt (vgl. 2.4.5 – 4.). Die übrigen Informationen des fachspezifischen Problemaufrisses sind authentische („echte“) Inhalte, welche weitestgehend neutral präsentiert werden. Erweitert werden könnten diese durch selbstständige Recherchen der Schüler. Da die Unterrichtskonzeption aus mehreren Stunden besteht, ist es möglich, zwischen den Stunden (etwa in Form von Hausaufgaben oder Arbeitsaufträgen) anzuregen, nach Homöopathie im Alltag zu suchen (Apotheken, Medikamente zu Hause, Werbung, Freunde und Bekannte befragen, etc.). Damit können sowohl Relevanz als auch Authentizität des Kontexts weiter erhöht werden. Die Voruntersuchungen zeigten, dass die Lernenden weitestgehend ohne zu hinterfragen (Beispielzitat: „*die haben sich da schon was bei gedacht*“), die Potenzierung durchführten (vgl. 4.3.2). Bei der folgenden Erprobung sollte die Lehrkraft daher verstärkt anregen, die Prinzipien der Homöopathie und die Arbeitsanweisung zur Herstellung der Arzneimittel nicht hinzunehmen, sondern kritisch zu betrachten.

Um die Komplexität zu erhöhen und um die gesellschaftliche Bedeutsamkeit des Kontexts Homöopathie (zumindest in Ansätzen) darzustellen, wird weiteres Material entwickelt<sup>222</sup>. Dieses stellt Zusatzinformationen dar, die in Phase IV zur abschließenden und kriteriengeleiteten Bewertung benötigt werden. Dabei bedarf es eines zentralen Elements, welches die direkte Anwendung von Prüfkriterien erfordert. Ziel dieses Materials ist es, die Bedeutsamkeit der Prüfkriterien zu verstärken und ihre Relevanz bei der Beurteilung von Homöopathie zu verdeutlichen. Dazu geeignet sind vor allem Studien, die sich mit dieser alternativmedizinischen Methode beschäftigt haben. Diese illustrieren sehr deutlich, dass die Nutzung vieler wissenschaftlicher Kriterien und Prinzipien bei der Durchführung von Experimenten und Tests zu Ergebnissen führt, welche einen höheren Wert haben, als jene Studien, die ohne diese ausgeführt wurden (vgl. 4.3.1). Gelingt es, diesen Sachverhalt darzustellen, so können Lernende selbstständig erkennen, dass die Kenntnis wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen in Form von

---

<sup>220</sup> Relevanz, Authentizität, Multidimensionalität, Fragestellung mit Bezug zum Fach Chemie, Komplexität, Anschlussfähigkeit

<sup>221</sup> Der Kontext Homöopathie ist sehr komplex, lässt sich aber auch sehr reduziert darstellen. Er ist dann immer noch umfassend bewertbar.

<sup>222</sup> Die Entwicklung wird unter Design beschrieben.

Prüfkriterien ihnen helfen kann, den Kontext Homöopathie zu bewerten. Damit könnten intuitive und emotionale Urteilsheuristiken zugunsten rationaler und kriteriengeleiteter aufgegeben werden<sup>223</sup>.

Phase II dient der individuellen Positionierung zum Kontext Homöopathie. Die Leitfragen und Beurteilungen sollten auf eine persönliche Bedeutsamkeit für die Lernenden fokussieren. Gleiches gilt auch für Phase V. Dort können allerdings zusätzlich gesellschaftliche relevante Aspekte mitbewertet werden, da nun mehr Wissen und Kriterien zur Verfügung stehen, um diese adäquat zu beurteilen.

Die Auswahl relevanter Prüfkriterien für den Kontext Homöopathie orientiert sich an Argumenten, die typischerweise von deren Fürsprechern genannt werden. Eine umfangreiche Liste mit entsprechenden Aussagen und Behauptungen findet sich unter Anhang H8. Ebenfalls beschrieben sind dort relevante Aspekte zur Beurteilung. Es wird ersichtlich, dass das Wissen über wissenschaftliche Denk- & Arbeitsweisen, wie sie die Prüfkriterien darstellen, an vielen Stellen benötigt wird. Zudem bedarf es auch eines ausgeprägten Verständnisses für die eigenen kognitiven Verzerrungen und logischen Fehlschlüsse, sowie einer Reihe zusätzlicher Informationen für eine rationale Urteilsbildung. Für die Erprobung wurden aus Zeitgründen zwei PKs ausgewählt, die als besonders relevant für eine kriteriengeleitete Bewertung angesehen werden können (Abbildung 64).



Abbildung 64: für die Gesamterprobung ausgewählte PK

Kontrollierte Bedingungen in Tests sind das zentrale Element in wissenschaftlichen Untersuchungen, wie sie in der evidenzbasierten Medizin durchgeführt werden (vgl. 4.2.3). Die Verblindung (vgl. 4.2.6) wird und wurde in vielen Studien zur Homöopathie nicht eingesetzt, weshalb diese oft zu positiven Ergebnissen gelangen (vgl. 4.3.1). Verblindete Studien hingegen zeigen deutlich: Homöopathie wirkt nicht über den Placebo-Effekt hinaus.

Um flüssige Übergänge zwischen den einzelnen Phasen herzustellen und so für die Lernenden einen erkennbaren roten Faden zu schaffen, wird eine Rahmung benötigt. Diese wird im folgenden Abschnitt ebenfalls designt.

---

<sup>223</sup> wenn sich diese als nützlich und fruchtbar erweisen

## **Design**

An dieser Stelle wird die Entwicklung folgender Inhalte beschrieben:

1. Phase IV: Material zur Anwendung von Prüfkriterien
  2. Phase IV: Zusatzinformationen
  3. Phase II und Phase V: Leitfragen zur Positionierung
  4. Übergänge zwischen den Phasen
- 
1. Phase IV: Material zur Anwendung von Prüfkriterien

Das zentrale Element der Phase IV stellt eine echte Studie dar (Frei et al., 2005), die in didaktisch reduzierte Weise und in einfache Sprache umformuliert wurde (Abbildung 65).

## Homöopathische Behandlung von hyperaktiven Kindern: Ergebnisse einer verblindeten Placebo-Studie unter kontrollierten Bedingungen



Autoren:

**Heiner Frei** (Schweizerische Ärztegesellschaft für Homöopathie (SAHP), Luzern)

**Regula Everts** (Abteilung für Neuropädiatrie, Universitätskinderklinik, Inselspital, Bern)

**Klaus von Ammon und André Thurneysen** (Kollegiale Instanz für Komplementärmedizin (KIKOM), Universität Bern)

Aus: *Zeitschrift für klassische Homöopathie* (2006)

### ---Vereinfachte Darstellung einer echten Studie zur Homöopathie---

#### **Zusammenfassung:**

ADHS (Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung) ist eine Verhaltensstörung. Betroffene haben Probleme mit der Aufmerksamkeit und sind extrem unruhig.

Kinder mit ADHS bekommen häufig Medikamente (z. B. Ritalin), welche ihre Hyperaktivität mindern. **In dieser Studie wurde untersucht, ob homöopathische Arzneimittel zur Behandlung von ADHS geeignet sind.**

#### **Untersuchung:**

##### **a) Vorstudie:**

83 Kinder und Jugendliche im Alter zwischen 6 und 16 Jahren, bei denen man ADHS feststellte, nahmen an der Vorstudie teil. Ärzte gaben allen Teilnehmern Mittel, welche nach den Regeln der Homöopathie hergestellt wurden. **Dabei wussten Eltern, Ärzte und Kinder, was verabreicht wurde.** Nebenbei wurden einige der Kinder auch psychologisch behandelt. Ihre Eltern und Lehrer füllten immer wieder Fragebögen aus, in denen sie deren Verhalten beschreiben sollten. Nach dieser Zeit hatte sich **das Verhalten von 63 Kindern deutlich gebessert.** Sie waren nicht mehr so unruhig und konnten sich viel besser konzentrieren.

##### **b) Hauptstudie:**

In die **Hauptstudie** wurden nur die 63 Kinder aufgenommen, bei denen sich das Verhalten bereits deutlich gebessert hatte.

Die 63 Kinder wurden zufällig in zwei Gruppen aufgeteilt. Eine Gruppe erhielt das homöopathische Mittel, die andere Gruppe bekam ein Placebo-Mittel, was genau gleich aussah und schmeckte. **Ärzte, Eltern, Lehrer und Kinder wussten dabei nicht, welches Mittel gerade verabreicht wurde.** Das homöopathische Mittel zeigte nach 12 Wochen gegenüber dem Placebo-Mittel keine bessere Wirkung.

#### **Ergebnis:**

**Eine Wirkung der Homöopathie bei Kindern mit ADHS konnte eindeutig nachgewiesen werden.** Die Verbesserungen im Verhalten der Kinder können **eindeutig auf die homöopathischen Arzneimittel zurückgeführt werden.** Damit ist die Homöopathie eine wissenschaftlich geprüfte Methode zur Behandlung von ADHS.

Abbildung 65: "echte Studie" - didaktisch und inhaltlich reduzierte Variante

Mit Hilfe der Prüfkriterien (*kontrollierte Bedingungen, Verblindung*) sowie den *Informationen zum Placebo-Effekt* soll eine rationale und adäquate Beurteilung erfolgen (Abbildung 66).



## Wir untersuchen eine echte Studie

Du hast jetzt alle nötigen Werkzeuge, um eine echte wissenschaftliche Studie über Homöopathie zu lesen und zu verstehen.

Dazu gehören:

1. Informationen über den **Placebo-Effekt**
2. Die Prüfkarten **kontrollierte Bedingungen** und **Verblindung**

**Aufgaben**

1. **Lies die Studie ganz genau durch.**

--- WICHTIG ---

Wissenschaftliche Studien sind **ganz anders zu lesen** als ein Schulbuch oder ein Roman.  
Die Formulierungen sind **sehr präzise** und alles Unwichtige wird weggelassen.  
Es ist daher **ganz wichtig, dass Du jeden Satz konzentriert liest.**  
Sonst gehen wichtige Informationen verloren.

2. *Haben die Autoren der Studie richtig **verblindet**, auf **kontrollierte Bedingungen** geachtet und den **Placebo-Effekt** beachtet?*

<b>verblindet?</b>	<b>Kontrollierte Bedingungen?</b>	<b>Placebo-Effekt?</b>
--------------------	-----------------------------------	------------------------

3. *Stimmst Du dem **Ergebnis** der Autoren zu?*  
**Begründe Deine Entscheidung:**

Abbildung 66: Wir untersuchen eine Echte Studie - Aufgabenblatt

Eine echte Studie wurde gewählt und im Material explizit erwähnt, um die Authentizität für die Lernenden transparent zu machen. Zu diesem Zweck wurden auch Überschrift, Institution und Co-Autoren in voller Länge ausgeschrieben und ein Symbol zur Kennzeichnung verwendet.

Eine echte Studie zu verwenden birgt auch Risiken. So haben Lernende große Schwierigkeiten, präsentierte wissenschaftliche Daten adäquat zu beschreiben. Sadler et al beschreiben dieses Problem und sehen als Ursache, dass Erwartungen und Meinungen häufig mit Daten und Fakten verwechselt werden (Sadler et al., 2004). Zudem beschreiben Sie einen starken Confirmation Bias (vgl. 2.3.2.2 – Bestätigungsfehler). Selbst wenn Schüler erkennen, dass ein Argument einen höheren wissenschaftlichen Wert besitzt, als ein anderes, so urteilen sie nicht dementsprechend (Sadler et al., 2004). Das lässt vermuten, „that students may not incorporate scientific information into their decision-making process, dichotomizing their personal beliefs and scientific evidence“ (ebd.). Bei Urteilsprozessen und Entscheidungsfindungen sollten Lehrende die Lernenden daher unbedingt anregen, wissenschaftliche Erkenntnisse zu berücksichtigen (ebd.). Daher werden im Material explizit die zu verwendenden Prüfkriterien genannt (Abbildung 66). Die Lernenden sollen die Studie untersuchen und beurteilen, indem sie diese nutzen. Dieser Fokus soll eine rationale Bewertung initiieren.

Ziel der präsentierten Studie ist die Erkenntnis, dass Untersuchungen keine Aussagekraft haben, wenn grundlegende Prinzipien der wissenschaftlichen Arbeitsweisen verletzt bzw. missachtet werden. Frei et al. habe in ihrer Arbeit etwa die Voruntersuchung unverblindet durchgeführt. Das Material wurde dahingehend didaktisch reduziert, dass das Crossover-Design der Hauptstudie lediglich als verblindeter Test unter kontrollierten Bedingungen beschrieben wird. Dies ändert aber nichts am unwissenschaftlichen Gesamtergebnis (Frei et al. führen gesundheitliche Verbesserungen bei den Probanden auf ein verabreichtes Mittel zurück. Dabei zeigte sich in der Hauptstudie kein signifikanter Unterschied bei Kontroll- und Verumgruppe).

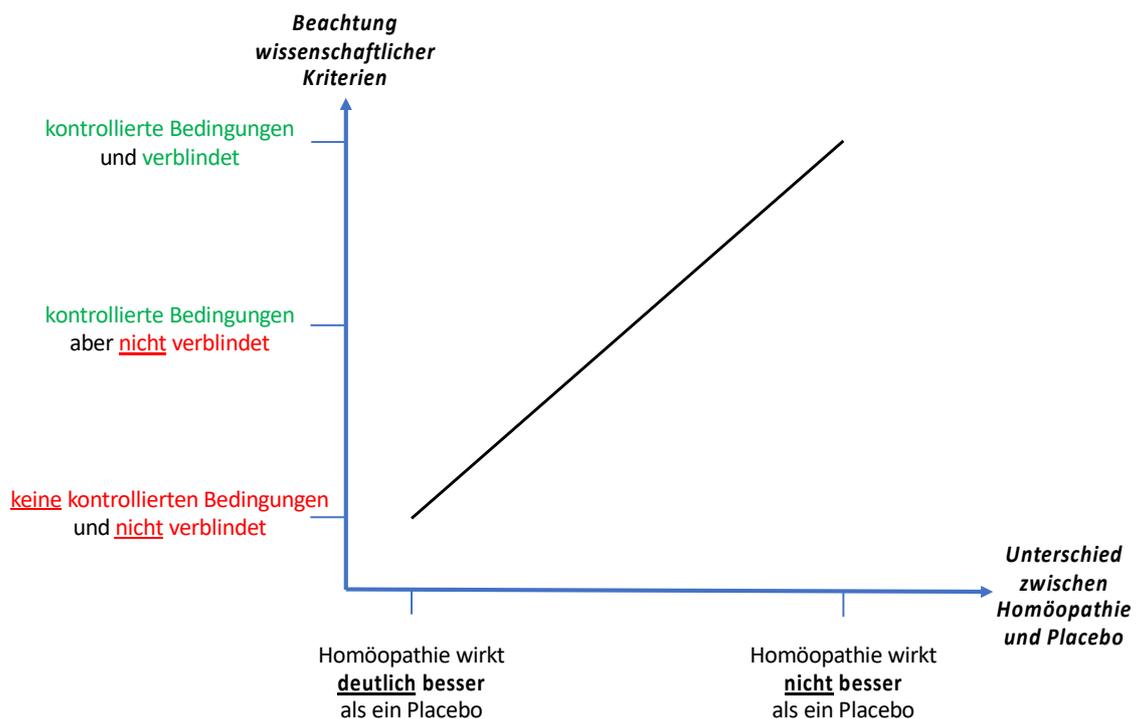
## 2. Phase IV: Zusatzinformationen

Für eine faire Beurteilung stellt der „Überblick der Studien zur Homöopathie“ eine relevante Zusatzinformation dar (Abbildung 67). Im Anschluss an die Auseinandersetzung mit der „echten“ Studie (Abbildung 65) erfolgt ein Blick auf die aktuelle Studienlage (vgl. 4.3.1– 1.3.). Dabei wird (grob vereinfacht) dargestellt, dass qualitativ hochwertige Untersuchungen zum Ergebnis kommen, dass Homöopathie nicht besser wirkt als ein Placebo. Studien, die nicht verblindet wurden und/oder ohne kontrollierte Bedingungen durchgeführt wurden, kommen zu gegenteiligen Ergebnissen. Das Material verdeutlicht die wissenschaftliche Faktenlage und ist konform zur Annahme, dass die Prinzipien der Homöopathie keine Grundlage für wirksame Medikamente darstellen.

## Überblick der Studien zur Homöopathie



Es gibt mittlerweile über 1000 Studien zur Homöopathie. Diese kommen zu **sehr unterschiedlichen Ergebnissen!** Einige Studien kommen zu dem Schluss, dass Homöopathie sehr wirksam ist – und zwar mehr als ein Placebo. Andere wiederum können keinen Unterschied feststellen zwischen homöopathischen Mitteln und Placebos. Nicht immer wird dabei auf **kontrollierte Bedingungen** und **Verblindung** geachtet.



### Aufgabe

**Diskutiert und interpretiert den Graphen innerhalb eurer Gruppe.**

**Fasst das Ergebnis in ein oder zwei Sätzen zusammen.**

Abbildung 67: Überblick der Studien zur Homöopathie

### 3. Phase II und Phase V: Leitfragen zur Positionierung

Die Positionierung in Phase II erfolgt im direkten Anschluss an die Diskussion nach der neutralen Begegnung mit dem Kontext im fachspezifischen Problemaufriss. Höchstwahrscheinlich befinden sich die Lernenden in einer Situation der Unsicherheit und Unklarheit (vgl. 4.4.1). Die

Dein persönlicher Code:

**1. Die 1. Regel der Homöopathie (Ähnliches heilt Ähnliches) ist...**

Kreuze an:

<i>sehr sinnvoll</i>	<i>sinnvoll</i>	<i>weniger sinnvoll</i>	<i>gar nicht sinnvoll</i>	<i>weiß nicht</i>

Begründe:

**2. Die 2. Regel der Homöopathie (Potenzierung) ist...**

Kreuze an:

<i>sehr sinnvoll</i>	<i>sinnvoll</i>	<i>weniger sinnvoll</i>	<i>gar nicht sinnvoll</i>	<i>weiß nicht</i>

Begründe:

**3. Welchen der folgenden Aussagen über Homöopathie stimmst Du zu?**

	<i>trifft gar nicht zu</i>			<i>trifft voll zu</i>
Homöopathische Arzneimittel sind rein pflanzlich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Homöopathie ist sanfte Medizin.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Homöopathie aktiviert die Selbstheilungskräfte.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**4. Hast Du schon einmal homöopathische Arzneimittel genommen?**

Nein  
Ja, aber das ist schon länger her  
Ja, ich nehme sie immer noch  
weiß nicht

Abbildung 68: erste Positionierung (1/2)

eingeforderte Positionierung erfolgt in Form von Bewertungen und Leitfragen (Abbildung 68 & Abbildung 69).

**5. Würdest Du selbst **homöopathische Medikamente** nehmen?**

- Ja, ich nehme immer erst homöopathische Mittel.
- Ja, aber nur bei harmlosen Krankheiten (z.B. Erkältung).
- Ich würde homöopathische Mittel nicht nehmen.
- Keine Ahnung.

**Begründe:**

**6. **Homöopathische Medikamente** gelten in Deutschland (im Gegensatz zu anderen Ländern) als *besondere Arzneimittel*. Sie dürfen daher nur in Apotheken verkauft werden. Hältst Du das für sinnvoll?**

- Ja.
- Nein, dadurch sieht es so aus, als wären es richtige Medikamente. Das sind sie aber nicht.
- Mir egal

**Begründe:**

**7. Sollen Krankenkassen die Kosten für **homöopathische Behandlungen** übernehmen?**

- Ja, es sind ganz normale Medikamente.
- Nein, dadurch sieht es so aus, als wären es richtige Medikamente. Das sind sie aber nicht.
- Ich würde homöopathische Mittel nicht nehmen.

**Begründe:**

Abbildung 69:erste Positionierung (2/2)

Die von den Lernenden geforderten Bewertungen und Antworten zielen darauf ab, eine erste Einschätzung zum Kontext vorzunehmen. Zu Beginn werden die beiden Prinzipien der Homöopathie beurteilt (inkl. Begründung). Die Auswahloptionen sind gestuft. Darauf folgend (3. – 5.) wird die individuelle Relevanz in Form der persönlichen Bedeutsamkeit erhoben. Die Lernenden geben dazu an, inwieweit die alternativen Arzneimittel in ihrem Leben eine Rolle spielen. Punkte 6. und 7. illustrieren bereits eine gesellschaftliche Komponente und Relevanz. Damit wird verdeutlicht, dass Entscheidungen bezüglich Homöopathie nicht nur individuell von Bedeutung sind, sondern unter Umständen weitreichende Implikationen haben können.

Die Punkte 5. – 7. knüpfen an lebensnahe Situationen an. Die individuelle und subjektive Positionierung dient zudem der Lehrkraft als Orientierung und Überblick über Vorstellungen und Meinungen.

In Phase V wird erneut ein Fragebogen ausgefüllt (Abbildung 70 & Abbildung 71). Die Punkte 1., 2., 5., 6. und 7. aus Phase II finden sich dort noch einmal. Zudem wird die Frage gestellt, ob und inwieweit sich die Einstellung zum Thema Homöopathie verändert hat (3.). Die Lernenden erkennen mögliche Einstellungsänderungen eigenständig, was die Grundlage für eine umfangreiche Reflexion bietet. So sind auch geringfügige Änderungen von Entscheidungen zum kontroversen Kontext erkennbar.

**1. Die 1. Regel der Homöopathie (Ähnliches heilt Ähnliches) ist...**

Kreuze an:

<i>sehr sinnvoll</i>	<i>sinnvoll</i>	<i>weniger sinnvoll</i>	<i>gar nicht sinnvoll</i>	<i>weiß nicht</i>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Begründe:

**2. Die 2. Regel der Homöopathie (Potenzierung) ist...**

Kreuze an:

<i>sehr sinnvoll</i>	<i>sinnvoll</i>	<i>weniger sinnvoll</i>	<i>gar nicht sinnvoll</i>	<i>weiß nicht</i>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Begründe:

**3. Hat sich an Deiner Einstellung zum Thema Homöopathie heute etwas verändert?**

Begründe:

Abbildung 70: abschließende Positionierung (1/2)

**4. Würdest Du selbst homöopathische Medikamente nehmen?**

Ja, ich nehme immer erst homöopathische Mittel.  
Ja, aber nur bei harmlosen Krankheiten (z.B. Erkältung).  
Ich würde homöopathische Mittel nicht nehmen.  
Keine Ahnung.

**Begründe:**

**5. Homöopathische Medikamente gelten in Deutschland (im Gegensatz zu anderen Ländern) als besondere Arzneimittel. Sie dürfen daher nur in Apotheken verkauft werden. Hältst Du das für sinnvoll?**

Ja.  
Nein, dadurch sieht es so aus, als wären es richtige Medikamente. Das sind sie aber nicht.  
Mir egal

**Begründe:**

**6. Sollen Krankenkassen die Kosten für homöopathische Behandlungen übernehmen?**

Ja, es sind ganz normale Medikamente.  
Nein, dadurch sieht es so aus, als wären es richtige Medikamente. Das sind sie aber nicht.  
Ich würde homöopathische Mittel nicht nehmen.

**Begründe:**

Abbildung 71: abschließende Positionierung (2/2)

#### 4. Übergänge zwischen den Phasen

Eine Rahmung für die Lernenden wird in Form einer PowerPoint-Präsentation gegeben (Anhang C1). Diese leitet durch das Material und verbindet die einzelnen Phasen miteinander. Nach Phase 1 beginnt die Präsentation mit der Frage (falls nicht bereits von den Lernenden selbst formuliert), ob Johanna mit dem selbst hergestellten homöopathischen Mittel geholfen werden kann. Es gilt zu klären, auf welche Weise dies herausgefunden werden kann. Daraufhin wird die Relevanz wissenschaftlicher Tests bzw. Untersuchungen thematisiert und vermittelt, dass in dieser Unterrichtseinheit die Werkzeuge erlernt werden, mit denen alle Unklarheiten beim Thema Homöopathie geklärt werden können. Die Lehrkraft betont, dass alle guten Wissenschaftler nach dem „heiligen Gral der wissenschaftlichen Werkzeuge“ streben, da ihre Ergebnisse nur so wirklich stichhaltig und vertrauenswürdig sind (Abbildung 72). Nach der Erarbeitung der Prüfkriterien in Phase III und den Zusatzinformationen in Phase IV wird dies in den Übergängen bildhaft dargestellt (Abbildung 73). Dabei werden die Symbole verwendet, die auch auf den Prüfkarten bzw. auf den übrigen Materialien abgebildet sind. Die Lernenden erkennen, dass alle Prüfkriterien und Informationen für eine Auseinandersetzung mit der echten Studie relevant sind. Erst dann können die übergeordneten Fragen beantwortet und in Phase 5 abschließend diskutiert werden.



Abbildung 72: der "heilige Gral" der Wissenschaft - symbolische Darstellung relevanter PK

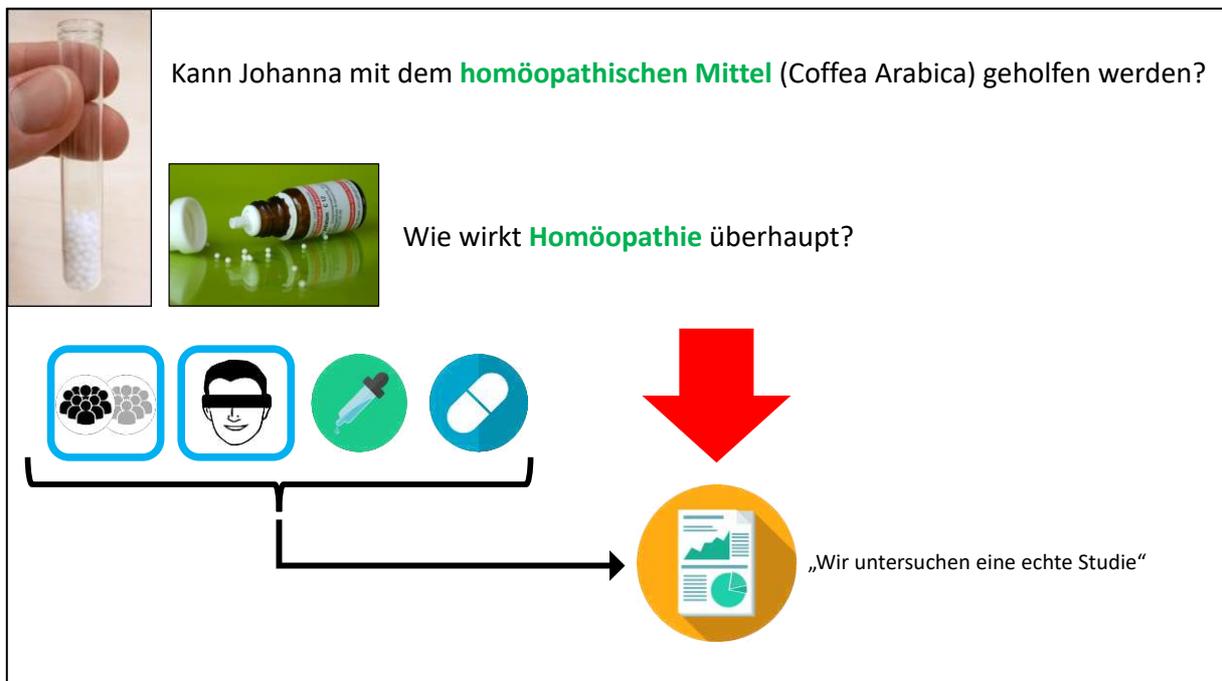


Abbildung 73: Fragestellungen und "Werkzeuge" für Lernende innerhalb der Gesamterprobung

## Erprobung

Die Erprobung erfolgte in Räumlichkeiten der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster. Die Dauer betrug ca. sechs Stunden. Die Lehrkraft der Klasse beschrieb diese folgendermaßen: *„Der Wahlpflichtkurs Biologie und Chemie ist aus 26 SuS drei verschiedener 8. Klassen zusammengesetzt. Die SuS des Kurses sind heterogen hinsichtlich ihres Verhaltens, ihrer Leistungsfähigkeit und ihrer Experimentieroutine. Insgesamt herrscht ein gutes Kursklima. Vorerfahrungen sind, soweit mir bekannt, nicht vorhanden.“* Am Tag der Erprobung erschienen 21 Schüler, welche in sieben Dreiergruppen aufgeteilt wurden. Jede einzelne Gruppe wurde über den gesamten Zeitraum videografiert. Zusätzlich wurden Kameras installiert und Grenzflächenmikrofone genutzt, mit denen die Diskussionen aufgezeichnet wurden.

Der Ablauf erfolgte nach den zuvor beschriebenen Phasen (vgl. Abbildung 63). Dabei werden folgende Materialien genutzt<sup>224</sup>:

**Phase I:** fachspezifischer Problemaufriss (vgl. 4.3.2. – Design – 1.)

**Phase II:** Positionierung (vgl. Design – 3.)

**Phase III:** PK *kontrollierte Bedingungen* (vgl. 4.2.3 – Design)

PK *Verblindung* (vgl. 4.2.6 - Design)

**Phase IV:** „Wir untersuchen eine echte Studie“ (vgl. Design – 1.)

„Placebo-Effekt“ (vgl. 4.3.2 – Design - 2.)

„Wieviel Wirkstoff ist in unserem hom. Mittel?“ (vgl. 4.3.2 – Design - 3.)

„Überblick der Studien zur Homöopathie“ (vgl. Design – 2.)

**Phase V:** abschließende Positionierung (vgl. Design – 3.)

## Ergebnisse

Die erhobenen Daten dienen in erster Linie der Beantwortung der übergeordneten Fragestellung des zweiten Durchlaufs dieses Mesozyklus:

*Inwieweit ermöglicht die Unterrichtskonzeption choice<sup>2</sup>reflect eine kriteriengeleitete Reflexion kontroverser naturwissenschaftlicher Kontexte?*

Dazu wurde folgende Subfrage formuliert:

---

<sup>224</sup> Die Übergänge wurden gemäß Design – 4. gestaltet.

*In welcher Weise verändern Schülerinnen und Schüler ihre Bewertungen in Bezug auf das Thema Homöopathie?*

Die Videografien aller sieben Gruppen sowie der Plenumsdiskussionen werden auf auffällige Stellen hin durchgesehen und analysiert (Wilhelm & Hopf, 2014). Eine Volltranskription erfolgt nicht, da sie in diesem Fall nicht notwendig ist. Dabei übernehmen Experten<sup>225</sup> die Durchsicht (Bredel & Maaß, 2016). Dadurch können relevante Stellen sowie Codierungen adäquat bestimmt und dokumentiert werden.

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt schrittweise. Dabei folgt die Chronologie nicht den Phasen der Durchführung (Tabelle 23).

*Tabelle 23: schrittweise Darstellung der Ergebnisse der Gesamterprobung*

Schritt	Ergebnisse	Phase
1	Prüfkriterien ( <i>kontrollierte Bedingungen und Verblindung</i> )	III
2	Placebo-Effekt	IV
3	Wieviel Wirkstoff ist in unserem homöopathischen Mittel?	IV
4	Echte Studie	IV
5	Fragebögen und Einstellungen zur Homöopathie	II & V
6	Einstellungen der Lernenden zum Kontext Homöopathie	I-V

In einem ersten Schritt werden die Ergebnisse der Erarbeitungen der Prüfkriterien (Phase III) dargestellt<sup>226</sup>. Die Auswertung erfolgte bereits in Mesozyklus 2 (4.2.3; 4.2.6). Zusätzlich werden an dieser Stelle die Videografien verwendet, um zu untersuchen, inwieweit die Lernenden wichtige Aspekte der Prüfkriterien innerhalb der Gruppen diskutieren.

Darauf folgt die Auswertung der Materialien zum Placebo-Effekt (Phase IV), welche bereits in MZ 3 beschrieben sind (Schritt 2). Im Anschluss daran werden die beiden Materialien, welche ebenfalls für Phase IV in diesem Durchlauf des Mesozyklus 4 designt wurden („Wieviel Wirkstoff ist...“, Abbildung 61 & „Wir untersuchen eine echte Studie“, Abbildung 65; Abbildung 66), ausgewertet (Schritt 3 & 4). Dazu werden sowohl die Videografien als auch die ausgefüllten Arbeitsblätter verwendet.

In einem fünften Schritt werden die Fragebögen aus den Phasen II (Abbildung 68 & Abbildung 69) und V (Abbildung 70 & Abbildung 71) gemeinsam ausgewertet. Auf diese Weise können die Änderungen der Vor- und Einstellungen der Lernenden beschrieben werden. Dazu werden die ausgefüllten Bögen verwendet<sup>227</sup>. Dieser und der nächste Teil dienen in besonderem Maße der Beantwortung der Subfrage (s. o.).

Als sechster und letzter Schritt werden die Videografien hinsichtlich der Einstellungen der Lernenden zur Homöopathie ausgewertet. Hier werden sowohl die Mitschnitte der Gruppen als

<sup>225</sup> Alle Personen, die die Videos durchsahen, waren intensiv mit der Unterrichtskonzeption, den zugrundeliegenden Theorien und dem Kontext Homöopathie vertraut.

<sup>226</sup> Die Auswertung des fachspezifischen Problemaufrisses bzw. der entwickelten Materialien dafür erfolgte bereits in MZ 3

<sup>227</sup> Die Fragebögen wurden in Einzelarbeit ausgefüllt. Die Nutzung der Videografien hat an dieser Stelle keinen Mehrwert.

auch der Frontkamera genutzt, um die Diskussionen innerhalb der Gruppe und im Plenum darzustellen.

### 1. Prüfkriterien (Phase III)

Die Auswertung der Daten erfolgte im Programm MAXQDA2018<sup>228</sup>. Es wurden Kategorien gebildet, mit denen die relevantesten Aspekte der Prüfkriterien *kontrollierte Bedingungen* und *Verblindung* beschrieben werden können:

#### *Kontrollierte Bedingungen*

- viele Variable beeinflussen den Ausgang eines Experiments
- nur eine Variable darf variiert werden (die anderen müssen konstant gehalten werden)
- Schwierigkeiten mit dem Material

#### *Verblindung*

- Vorurteile beeinflussen das Urteilsvermögen
- Verblindung hilft, den Einfluss von Vorurteilen zu beseitigen
- Schwierigkeiten mit dem Material

Diese Auswahl reduziert die Komplexität, was angesichts der forschungsgeleiteten Perspektive notwendig ist. Der klassifizierende Charakter ermöglicht eine Beurteilung, inwieweit die Lernenden essentielle Aspekte der Prüfkriterien erkennen und diskutieren. Die Kategorien sind dabei thematischer Art. Die Häufigkeit ihres Auftretens wird an dieser Stelle vorerst nur quantitativ erfasst.

Alle sieben videografierten Gruppen wurden mit Blick auf diese Punkte hin analysiert. Dabei wurde jeweils der Zeitabschnitt codiert, in dem die Lernenden innerhalb der Gruppen den entsprechenden Aspekt des Prüfkriteriums thematisieren oder diskutieren.

#### *Kontrollierte Bedingungen*

Der Aspekt, dass viele verschiedene Variablen bei der Durchführung eines Experiments eine Rolle spielen (können), wurde häufig direkt oder indirekt benannt. Fünf der sieben Gruppen diskutierten immer wieder über Einflussfaktoren und deren Relevanz (Anhang X2). Auch in den übrigen zwei Gruppen fand dieser Aspekt immerhin Erwähnung.

In allen Gruppen (bis auf eine) tauschten sich die Lernenden, hinsichtlich der Konstanthaltung der Variablen (bis auf die zu untersuchende) bei mehreren Testdurchläufen, aus. Dabei wurde dieser Aspekt etwas seltener benannt als der Vorherige (Anhang X2).

Sechs der sieben Gruppen hatten darüber hinaus an einigen Stellen Schwierigkeiten mit dem Material. Diese waren allerdings eher zu vernachlässigen<sup>229</sup>.

---

<sup>228</sup> teilweise auch MAXQDA 2020

<sup>229</sup> z. B. die Schwierigkeit, Kategorien für Einflussfaktoren zu bilden, sowie Probleme mit der offenen Lernumgebung und Experimentiersituation beim Herstellen des Milchschaums (vgl. 4.2.3)

### Verblindung

In sechs der sieben Gruppen thematisierten die Lernenden den Aspekt, dass Vorurteile das Ergebnis eines Tests beeinflussen können (Anhang X3). Alle Gruppen nutzten (meist mehrfach) Beispiele und Erfahrungen aus ihrem eigenen Leben. Dabei bezogen sie sich auf Erlebnisse, wo sie selbst Vorurteile hatten, sowie Beiträge aus dem Fernsehen, in denen verblindete Experimente durchgeführt wurden (vgl. 4.2.6).

Relativ selten artikulierten die Lernenden, dass Verblindung einen Nutzen gegen den Einfluss von Vorurteilen hat.

### Unsicherheit

Ein weiterer Beobachtungsaspekt ist, inwieweit die Lernenden unsicher, unzufrieden, verwundert oder skeptisch sind. Diese Zustände stellen wichtige Funktionen hinsichtlich der Übernahme einer alternativen Theorie zu Erklärung eines Sachverhalts dar. Um zudem eine Vorstellung zu bekommen, inwieweit Lernende ihre eigenen Erfahrungen (etwa in Form von persönlichen Erlebnissen) mit einbringen, wurden auch diese Stellen in den Videografien codiert.

Sowohl bei der Erarbeitung des PKs *kontrollierte Bedingungen* als auch der *Verblindung* zeigten Lernende deutliche Zeichen der Unsicherheit, Unzufriedenheit, Verwunderung oder Skepsis. Diese fanden sich vor allem beim offenen Experimentieren. Die Milchschaum-Herstellung und die nachträgliche Benennung von Einflussfaktoren wurden in den Gruppen kritisch diskutiert. Vor allem bei der Jogurt-Verkostung äußerten die Lernenden Skepsis und Unsicherheiten. Unter Anhang X4 zeigen 24 Codierungen entsprechende Gesprächssituationen innerhalb der Gruppen. Nur in zwei Gruppen konnten keine solchen Momente codiert werden.

## 2. Placebo-Effekt (Phase IV)

Die Lernenden zeigten großes Interesse und ein außerordentlich überschwängliches Verhalten in Erwartung des Quiz. Der Wettbewerbscharakter motivierte stark.

Viele Informationen waren, trotz Lesens des Placebo-Infoblattes, für die Schüler überraschend und führten daher dazu, dass eine Reihe falscher Antworten gegeben wurde (Anhang X6). An vielen Stellen zeigten sich die Lernenden überrascht und irritiert. Die Fragen Q2, Q4 und Q7 wurden am schlechtesten beantwortet (richtige Antwort Q2: 23,5%, Q4: 47,4%, Q7: 36,8%). Die häufigsten richtigen Antworten wurden bei Q3 und Q5 gegeben (richtige Antwort Q3: 89,5%, Q5: 84,2%). Insgesamt konnten 64,2% der Fragen richtig beantwortet werden.

## 3. Wieviel Wirkstoff ist in unserem homöopathischen Mittel? (Phase IV)

Das Arbeitsblatt wurde pro Gruppe einmal verteilt. Die Antworten spiegeln demnach die Ansicht aller drei Mitglieder wider<sup>230</sup>. Sechs der sieben Gruppen geben an, dass homöopathische Mittel keinen oder einen zu geringen Wirkstoffanteil enthielten. Dabei wird von zwei Gruppen der Placebo-Effekt als alternative Erklärung benannt. Zwei andere Gruppen benennen zudem das Simile-Prinzip. Dieses wird in beiden Fällen als plausibel angesehen. Inwieweit die Erkenntnisse aus diesem Material genutzt werden, wird indirekt erst in den nächsten Punkten erkennbar.

---

<sup>230</sup> oder zumindest der Mehrheit

#### 4. Echte Studie (Phase IV) und Anwendung der Prüfkriterien

Nach sorgfältigem<sup>231</sup> Lesen der echten Studie nutzen die Schüler die drei Werkzeuge *Placebo-Effekt*, *kontrollierte Bedingungen* und *Verblindung* um die Vorgehensweise der Autoren kritisch zu überprüfen. Anschließend soll eine Stellungnahme bezüglich der getroffenen Aussage am Ende erfolgen. Exemplarische Formulierungen<sup>232</sup> der Schüler sind jeweils in Klammern hinter den Ergebnissen benannt<sup>233</sup>. Dabei impliziert ein Zitat das Vorhandensein mehrerer ähnlicher Niederschriften bzw. Aussagen. Im Folgenden wird ein knapper Erwartungshorizont skizziert, der hier erwartet wird.

##### *Erwartungshorizont*

→ *echte Studie*:

1. *Alle Kinder bekommen ein homöopathisches Mittel und wissen dies; Manche Kinder werden dabei zusätzlich psychologisch betreut → Vorstudie nur um die Teilnehmer für die Hauptstudie zu selektieren; Teilnehmer für Hauptstudie werden homogenisiert, jedoch wird dabei nicht berücksichtigt, dass es während der Vorstudie zum Teil zu zwei unterschiedlichen Therapien kam.*
2. *Teilnehmende Kinder bekommen entweder Placebomittel oder homöopathisches Mittel. Keiner der Teilnehmenden oder anderweitig Beteiligten weiß, welches der beiden Mittel jeweils verabreicht wird → Zwei Reihen/Gruppen, nur eine Eigenschaft wird verändert (kontrollierte Bedingungen); Teilnehmer wissen nicht, welcher Gruppe sie angehören (Verblindung)*
3. *Ergebnis: Wirksamkeit beider verabreichten Mittel ist identisch → homöopathisches Mittel wirkt nicht mehr oder weniger als ein reines Placebo-Mittel, die Wirkung der homöopathischen Mittel muss also auf den Placeboeffekt zurückgeführt werden*
4. *Fazit: „Wirkung ist auf homöopathisches Mittel zurückzuführen“ → falsch, in Anbetracht des Ergebnisses*

Das PK *kontrollierte Bedingungen* wird von einigen Schülern in diesem Zusammenhang in Gesprächen innerhalb der Gruppe, in Form von Teilaspekten, genutzt (Anhang X7):

- *Nennung von Kriterium für Kontrollierte Bedingung (Änderung nur einer Eigenschaft)*
- *Möglichst vergleichbar machen (Homogenisierung der Teilnehmer)*

Dabei verwechselten einige Schüler den Begriff *kontrollierte Bedingungen* mit Kontrolle, welche von diesen allerdings nicht näher spezifiziert oder erläutert wurde (E: „*Ja, es gab kontrollierte Bedingungen, weil die Eltern, Lehrer usw. immer wieder Fragebögen ausfüllten.*“). Einige Schüler antworteten zwar richtig, allerdings nicht detailliert genug (L: *Nein. Es wurde nicht immer unter kontrollierten Bedingungen gearbeitet!*“)

---

<sup>231</sup> Im Material wird explizit darauf hingewiesen, sehr sorgfältig jeden einzelnen Satz zu lesen.

<sup>232</sup> Rechtschreibfehler und Grammatik wurden nicht korrigiert.

<sup>233</sup> Ist keine Zeitmarke angegeben, so handelt es sich um einen Eintrag ins Arbeitsmaterial bzw. Aufgabenblatt.

Die Anwendung des Prüfkriteriums kontrollierte Bedingung auf die echte Studie führte zu vielen unterschiedlichen Beschreibungen. Zur Kategorisierung wurden vier unterschiedliche Beurteilungen beschrieben, die als korrekt angesehen werden (in Klammern dahinter ist die Anzahl der Schüler, die dies in ihrer Antwort formuliert haben) (Anhang X8).

*Die Lernenden ...*

- *Stellen fest, dass kontrollierte Bedingungen insgesamt nicht vorhanden sind. (9/19<sup>234</sup>)*
- *Vorstudie und Hauptstudie sich in der Nutzung von PK unterscheiden. (6/19)*
- *Vorstudie nicht unter kontrollierten Bedingungen durchgeführt wurde. (5/19)*
- *beziehen Veränderung eines Einflussfaktors als Kriterium mit ein. (6/10<sup>235</sup>)*

Die Mehrheit der Schüler war nicht in der Lage, adäquate Beschreibungen hinsichtlich kontrollierter Bedingungen zu formulieren (N: *„Sie haben dieselben Kinder genommen und das Mittel geprüft“*).

Das PK Verblindung wird auf ähnliche Weise ausgewertet. Einige Lernende benennen das Kriterium in den Diskussionen, beziehen es aber vermehrt auf die Gestalt der Medikamente, die hier nicht relevant ist.

Die Anwendung des Prüfkriteriums Verblindung<sup>236</sup> auf die echte Studie gelang 10/21 Lernenden (Anhang X9). Zur Kategorisierung wurden zwei unterschiedliche Beurteilungen beschrieben, die als korrekt angesehen werden (in Klammern dahinter ist die Anzahl der Schüler, die dies in ihrer Antwort formuliert haben) (Anhang X10).

*Die Lernenden ...*

- *unterscheiden zwischen Vor- und Hauptstudie. (10/21)*
- *erkennen, dass die Vorstudie (im Gegensatz zur Hauptstudie) nicht verblindet war. (10/21)*

Alle Schüler, die den ersten Aspekt nannten, formulierten auch den zweiten (B: *„Sie haben bei der Vorstudie den Testpersonen mitgeteilt welche Medikamente sie nehmen bei Hauptstudie jedoch nicht ob sie das placebo Medikament oder das Homöopathischen nehmen. Sie haben Kinder ähnlichen alters die gleichen Medikamente einnehmen lassen, jedoch wurden einige von ihnen psychologisch“*, P: *„Die Verblindung wurde bei der Vorstudie nicht bedacht, stattdesse wussten sowohl Kinder/Jugendliche als auch ihre Eltern was sie/ihre Kinder einnehmen mussten. Wohin gegen in der Hauptstudie weder Kinder, noch Eltern wussten was einzunehmen war.“*). Die meisten Schüler, die keine Unterscheidung vornahmen, bezogen ihre Beurteilung lediglich auf die Hauptstudie, welche ja korrekt verblindet durchgeführt wurde (Q: *„Ja, die*

---

<sup>234</sup> Schüler H und I haben die Aufgabe nicht beantwortet.

<sup>235</sup> 9 Schüler konnten nicht beurteilt werden.

<sup>236</sup> in formulierter Form

*Autoren haben richtig verblindet. Sie haben zwei Gruppen von Kindern, ohne ihres Wissens was was ist, ein Placebo und ein Homöopathisches Mittel verabreicht.“, R: „Hauptstudie: wussten nicht, was sie bekamen → richtig verblindet“).*

Inwieweit die Wirkung des homöopathischen Mittels in der Studie vom Placebo-Effekt abhängt, sollte ebenfalls in Aufgabe 2 beurteilt werden. Die Lernenden sollten formulieren, inwieweit die Autoren darauf Rücksicht genommen hatten. Da die Antworten sehr vielfältig sind, können diese nicht wie die Formulierungen zu den Prüfkriterien kategorisiert werden (Anhang X11):

*B: „Sie haben am Ende manchen das Homöopathische mittel verabreicht und manchen das placebo Medikament. Alles hatte die gleiche Wirkung.“*

*G: „Ja, weil das homöopathische Mittel keine bessere Wirkung gezeigt hat:“*

*H: „Nach 12 Wochen testen zeigte das Placebo-Mittel keine bessere Wirkung gegenüber dem Homöopathischen Mitteln.“*

*L: „Ja sie haben den Placebo effekt beachtet allerdings zeigte er den Gleichen Effekt wie die anderen Mittel“*

Diese Schülerantworten zeigen exemplarisch, dass viele Informationen des Info-Blattes bzw. des Placebo-Quiz genutzt wurden und auf den vorliegenden Sachverhalt bezogen wurden.

Dabei formulieren viele der Lernenden bereits Aspekte kontrollierter Bedingungen und nennen das Vorhandensein und gleichzeitige Testen eines anderen Mittels (z. B. B, (G), H, L).

Im letzten Schritt (Aufgabe 3) sollte formuliert werden, ob dem Ergebnis der Autoren zugestimmt wird<sup>237</sup>. Die Antworten der Lernenden sind erneut sehr vielfältig. Es wurden zwei Kategorien in Form von Fragen gebildet, welche die erwarteten Kernaspekte abbilden:

- *Wurde den Autoren zugestimmt?*
- *Wirkt Homöopathie über den Placebo-Effekt hinaus?*

Von den 21 Schülern lassen sich 10 der Kategorie „nein“ (stimmen den Autoren nicht zu) zuordnen<sup>238</sup> (Anhang X13). Acht Schüler stimmen den Autoren zu („die homöopathischen Mittel

---

<sup>237</sup> Das Ergebnis der Autoren ist nicht richtig. Die Wirksamkeit wird auf das homöopathische Mittel zurückgeführt. Dies ist nicht zulässig, da es keine bessere Wirksamkeit in der Hauptuntersuchung zeigte. Die Vorstudie fand unverblindet statt, wurde aber im Ergebnis mit einbezogen (Erwartungshorizont 4.).

<sup>238</sup> zwei Schüler antworten nicht – eine Schülerantwort lässt sich nicht kategorisieren

sind wirksamer als das Placebo-Mittel“). Dennoch antworten lediglich zwei Schüler, dass Homöopathie über den Placebo-Effekt hinaus wirksam sei<sup>239</sup> (das Ergebnis sagt dies implizit eigentlich aus). Dieser Widerspruch wird in der Analyse thematisiert.

### 5. Fragebögen<sup>240</sup> (Phase II und V) und Einstellungen zur Homöopathie

Die Fragebögen aus Phase II und V werden im direkten Vergleich ausgewertet. Wie zuvor beschrieben, sind eine Reihe von Items identisch, und können so miteinander in Beziehung gesetzt werden. In einem ersten Schritt wurden die Auswahlmöglichkeiten zu den einzelnen Fragen bzw. Beurteilungen dargestellt und die jeweilige Codierung dargelegt und beschrieben. Im Anschluss werden die Veränderungen in den Bewertungen und Einstellungen der Lernenden zusammengefasst.

Mit den Werkzeugen (PKs aus Phase II) und Informationen (Materialien aus Phase IV), welche den Lernenden vermittelt wurden, sollten diese die pseudowissenschaftliche (vgl. 4.3.1) Homöopathie, sowie die Einnahme homöopathischer Arzneimittel kritisch sehen. Die Prinzipien der Homöopathie sind erwiesenermaßen unwissenschaftlich und daher als nicht sinnvoll zu erachten (vgl. 4.3.1).

Die Beurteilungen und Fragen werden codiert (Tabelle 24).

Tabelle 24: Codierungen der Schülerantworten in Phase II & V

Item in II	Item in V	negativ	positiv	neutral
II – 1.	V – 1.	<i>sehr sinnvoll &amp; eher sinnvoll</i>	<i>nicht sinnvoll &amp; eher nicht sinnvoll (&amp; weiß nicht<sup>241</sup>)</i>	
II – 2.	V – 2.	<i>sehr sinnvoll &amp; eher sinnvoll</i>	<i>nicht sinnvoll &amp; eher nicht sinnvoll (&amp; weiß nicht)</i>	
II – 5.	V – 4.	<i>ja, immer &amp; ja, wenn harmlos<sup>242</sup></i>	<i>nein &amp; keine Ahnung<sup>243</sup></i>	
II – 6.	V – 5.	<i>ja</i>	<i>nein</i>	<i>egal</i>
II – 7.	V – 6.	<i>ja</i>	<i>nein</i>	<i>nicht nehmen<sup>244</sup></i>

<sup>239</sup> Zehn Schüler verneinen dies – zwei Schüler antworten nicht - sieben Schüler lassen sich nicht kategorisieren

<sup>240</sup> Positionierung (Phase II) und abschließende Beurteilung (vor Diskussion in Phase V)

<sup>241</sup> Skepsis und Unsicherheit werden als positiv betrachtet, da diese Denkprozesse initiieren können (vgl. 4.2.1). Die anderen beiden Antworten in dem Feld sind jedoch positiver. Eine Veränderung von „weiß nicht“ zu „... sinnvoll“ wird als positiv erachtet.

<sup>242</sup> Negativ, aber positiver als „ja, immer“ (eine Veränderung von „ja, immer“ zu „ja, wenn harmlos“ wird als positiv erachtet)

<sup>243</sup> (siehe Fußnote 241)

<sup>244</sup> Fehler im Material – wird nicht mit ausgewertet

In Anhang X14 ist dargestellt, wie die Schüler entschieden bzw. geurteilt haben. Dabei wurden alle sieben Gruppen zusätzlich farblich kenntlich gemacht. Anhang X15 illustriert, wie viele Schüler der Lerngruppe zwischen Phase II und Phase V ihre Meinung änderten. Dabei wurden fünf Fälle unterschieden (Tabelle 25).

*Tabelle 25: Codierung der Meinungsänderungen*

Meinungsänderung	Symbol
Deutlich kritischer gegenüber Homöopathie	+
Etwas kritischer gegenüber Homöopathie	0+
(weitestgehend) unverändert	0
Etwas positiver gegenüber Homöopathie	0-
Deutlich positiver gegenüber Homöopathie	-

Im Folgenden werden die einzelnen Items des Fragebogens Schritt für Schritt ausgewertet. Dabei wird jeweils begonnen mit der Multiple-Choice-Auswahl. Darauffolgend werden exemplarische Begründungen, die die Schüler frei formuliert haben, zitiert. Jede Frage aus Phase II, die ein Äquivalent in Phase V hat, wird zusätzlich hinsichtlich vorliegender Veränderungen ausgewertet.

*Hinweis: Die eingescannten Fragebögen befinden sich im digitalen Anhang.*

II – 1. → V – 1.

Im ersten Fragebogen, welcher direkt nach der Diskussion im Anschluss an Phase I (fachspezifischer Problemaufriss) bearbeitet wurde, war das Abstimmungsverhalten sehr heterogen.

Eine sehr deutliche Verschiebung in Richtung (nicht sinnvoll) ist zu verzeichnen, wie auch Tabelle 26 zeigt.

*Tabelle 26: Die erste Regel der Homöopathie ist... (Beurteilungen der Lernenden)*

	Phase II	Phase V
(eher) sinnvoll	11	4
(eher) nicht sinnvoll	6	15
weiß nicht	4	2

Dabei haben alle Schüler, die am Ende der Intervention der Homöopathie positiv gegenüberstehen, ihre Meinung erst im Verlauf des Tages geändert<sup>245</sup> (Tabelle 27).

Tabelle 27: Die erste Regel der Homöopathie ist... (Veränderungen der Beurteilungen)

+	0+	0	0-	-
14	2	1	0	4

Die Begründungen in Phase II sind sehr vielfältig. Häufig werden emotionale Argumente benutzt (z. B. A: „*Da ich selber Erfahrungen damit gemacht habe. Die ist aber eingeschränkt sinnvoll, da manche Dinge nicht heilen. (z.B. Säure).*“, Q: „*da es ja auch jetzt heißt, dass Gegensätze sich anziehen. Hier ist es aber so, dass das Ähnliche heilt. Man könnte sagen es ist so wie - \* - = + ist. Das Plus ist dann die Heilung.*“). Die Schüler nutzen ihr Bauchgefühl und emotionale Begründungen, um das Simile-Prinzip zu erklären.

Am Ende der Erprobung werden teilweise präzise Begründungen gegeben, wieso eine solche „Regel“ nicht sinnvoll sei (z. B. C: „*weil man tränenden Augen nicht mit Zwiebeln helfen kann, außerdem ist von dem Mittel (wie bei uns Kaffee) ja sowieso nichts mehr enthalten*“, L: „*Da es meiner Meinung nach die Krankheit nur verschlimmert und nicht verbessert.*“). Viele Schüler nutzen das Beispiel mit der Zwiebel für die tränenden Augen. Häufig wird korrekterweise eine Verschlimmerung erwartet, wenn man ein Mittel gibt, das ähnliche Symptome auslöst.

## II – 2. → V – 2.

Lediglich ein Schüler erachtete die Potenzierung nach dem Herstellen eines homöopathischen Arzneimittels als nicht sinnvoll (Tabelle 28). Alle anderen entschieden sich zu fast gleichen Anteilen für (eher) sinnvoll (11) oder wussten es nicht (8).

Tabelle 28: Die zweite Regel der Homöopathie ist... (Beurteilungen der Lernenden)

	Phase II	Phase V
<b>(eher) sinnvoll</b>	11	2
<b>(eher) nicht sinnvoll</b>	1	16
<b>weiß nicht</b>	8	3
<b>Enthaltung</b>	1	0

Gegen Ende der Intervention war eine extreme Verschiebung in Richtung (eher) nicht sinnvoll<sup>246</sup> zu beobachten (Tabelle 29).

Tabelle 29: Die zweite Regel der Homöopathie ist... (Veränderungen der Beurteilungen)

+	0+	0	0-	-
15	1	4	0-	1

<sup>245</sup> Wurden noch positiver / schwenkten von negativ zu positiv um / wechselten von „weiß nicht“ zu „(eher) sinnvoll“

<sup>246</sup> 11 von 16 stimmen sogar deutlich mit „nicht sinnvoll“ ab.

Die Begründungen in Phase II thematisieren vor allem, dass eine Verdünnung sinnvoll sei, da der Ausgangsstoff giftig ist (z. B. B: „*Da der Stoff unverdünnt teilweise noch giftig ist*“). Einige vermuten eine bessere Wirksamkeit (z. B. K: „*da durch das vermischen die Stärke des Mittels gelindert wird und es so vielleicht besser hilft*.“). Ebenfalls benannt wird ein Vertrauen in die Regeln der Homöopathie (z. B. P: „*Da die Homöopathie sinnvoll denkt würde ich damit rechnen, dass sie sich schon etwas dabei gedacht haben, habe aber keine andere Begründung, weshalb ich mir unsicher bin*.“).

Am Ende artikulieren fast alle Lernenden eindeutig, dass eine Verdünnung einer Abschwächung der Wirkung gleichkommt bzw. der Ausgangsstoff gar nicht mehr vorhanden ist. (z. B. A: „*wenn man etwas verdünnt wirkt es schwächer nicht stärker*“, B: „*Da die Wirkstoffe so stark verdünnt werden das keine mehr vorhanden sind*“, J: „*Nein, denn es wird so viel verdünnt, dass gar keine Moleküle mehr da sind, die helfen können*.“).

### II – 3. & II - 4.

Sämtliche Items unter 3. und 4. finden sich ausschließlich in Phase II. Der Aussage, Homöopathie sei pflanzlich, stimmt gut die Hälfte der Schüler zu (Tabelle 30). Aussagen II – 2. und II – 3. Werden überwiegend als zutreffend angesehen.

Tabelle 30: Zustimmung zu Vorurteilen über Homöopathie

Homöopathie...	... ist pflanzlich.	... ist eine sanfte Alternative zur Schulmedizin.	... aktiviert Selbstheilungskräfte.
<b>trifft (eher) nicht zu</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>4</b>
<b>trifft (eher) zu</b>	<b>9</b>	<b>15</b>	<b>15</b>
<b>Enthaltung</b>	1	1	2

Die 21 befragten Schüler waren zudem sehr vertraut mit Homöopathie. 16 von ihnen hatten bereits homöopathische Mittel genommen oder nahmen diese aktuell ein (Tabelle 31). Kein einziger gab an, diese nicht zu nehmen<sup>247</sup>.

Tabelle 31: Aktuelle Anwendung homöopathischer Mittel

	Schüler
<b>nein</b>	<b>0</b>
<b>ja, länger her</b>	<b>8</b>
<b>ja, immer noch</b>	8
<b>weiß nicht</b>	5

<sup>247</sup> Fünf Schüler wussten nicht, ob sie homöopathische Mittel bereits genommen haben.

II – 5. → V – 4.

Die Frage, ob die Lernenden selber homöopathische Mittel nehmen würden, wurde zu Beginn überwiegend mit ja beantwortet (4+12 / 21) (Tabelle 32). Kein einziger Schüler antwortete mit „nein“. Dies ändert sich am Ende, wo immerhin fünf auf diese Weise abstimmen. Insgesamt ändert sich das Abstimmungsverhalten nur geringfügig (Tabelle 33).

Tabelle 32: Geplante Anwendung homöopathischer Nutzung

	Phase II	Phase V
<b>Ja, immer</b>	4	5
<b>ja, aber nur bei harmlosen Erkrankungen</b>	12	8
<b>Nein, nie</b>	0	5
<b>Keine Ahnung</b>	4	1
<b>Enthaltung</b>	1	2

Tabelle 33: Geplante Anwendung homöopathischer Mittel (Veränderung)

+	0+	0	0-	-
6	0	11	1	3

In den Begründungen in Phase II schildern viele Lernende eigene (gute) Erfahrungen mit Homöopathie (z. B. D: *„Weil Mama viele Kügelchen hat und mir die gibt. Außerdem helfen sie, deshalb nehme ich die. Bei schlimmeren Erkrankungen gehe ich zum Arzt.“*). Auch negative Wirkungen und Befürchtungen bei herkömmlicher Medizin werden von einigen thematisiert (z. B. B: *„Da ich der Meinung bin, das man nicht direkt antibiotische Medikamente nehmen muss, da diese teilweise noch andere Krankheiten hervorrufen.“*).

In Phase V erklären viele Lernende ihre Entscheidungen, Homöopathie anwenden zu wollen, mit dem Placebo-Effekt. Dabei wird dieser als instrumentalisierbar interpretiert (z. B. R: *„Es hilft eigentlich nicht, aber der Placebo-Effekt ist natürlich hilfreich, aber wahrscheinlich werde ich mir demnächst Schokolade mit Tee mischen und so tun, als würde er mich heilen ;D.“*). Häufig werden Bezüge und Informationen aus der Unterrichtsintervention genutzt, um zu erklären, wieso eine Anwendung nicht sinnvoll ist (z. B. K: *„Da man bei leichten Verletzung auch einfach normale Globuli<sup>248</sup> nehmen kann anstatt welche aus der Apotheke die genau die gleiche Wirkung haben.“*).

<sup>248</sup> Damit sind die wirkstofflosen Globuli gemeint, die zur Herstellung von homöopathischen Arzneimittel verwendet werden, welche während Phase I verwendet und erklärt wurden.

## II – 6. → V – 5.

Diese Frage („Sollten homöopathische Mittel apothekenpflichtig sein?“<sup>249</sup>) und die nächste Frage beziehen sich auf gesellschaftliche Aspekte, welche nicht direkt in der Unterrichtskonzeption thematisiert wurden. Die Auswertung der Items soll Rückschlüsse zulassen, inwieweit die Inhalte eine Bewertung dennoch beeinflussen können.

Tabelle 34: Beurteilungen zur Apothekenpflicht homöopathischer Mittel

	Phase II	Phase V
<b>Ja</b>	<b>11</b>	<b>7</b>
<b>nein</b>	<b>3</b>	<b>7</b>
<b>Egal</b>	6	5
<b>Enthaltung</b>	1	2

Die Abstimmung fällt zu Beginn deutlich „negativ“ aus (Tabelle 34). Das bedeutet, dass elf Schüler entgegen der erwünschten Antwort dafür (drei dagegen) stimmen, dass homöopathische Mittel arzneimittelpflichtig sind. Nur ein einziger Schüler, der zu Beginn „nein“ ankreuzte, entschied sich am Ende für „ja“. Am Ende ist das Bild ausgeglichen. Jeweils sieben Schüler befürworteten eine Apothekenpflicht und ebenso viele lehnen diese ab. Dabei zeigen sich leicht positive Tendenzen in den Veränderungen der Beurteilungen (Tabelle 35).

Tabelle 35: Beurteilungen zur Apothekenpflicht homöopathischer Mittel (Veränderungen)

+	0+	0	0-	-
<b>7</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>4</b>

In den Begründungen dafür, dass homöopathische Mittel in Apotheken verkauft werden sollten, wird in Phase II unter anderem der Vorsichtsaspekt genannt (z. B. A: „*Ich denke man sollte generell vorsichtiger sein bei dem Verkauf von Arzneien.*“). Auch das Wissen über das Simile-Prinzip wird angewandt (z. B. E: „*Ja, weil wenn Menschen die nicht krank sind homöopathische Medikamente nehmen, das bekommen, wogegen das Medikament eig. ist.*“). Häufig wird benannt, dass es sich um „echte“ Medikamente handle (z. B. K: „*Ich kenne mich nicht so damit aus, aber es sind ja auch Richtige Medikamente von daher...*“).

In Phase V sind Pro- und Kontrapositionen ausgeglichen. Befürwortungen werden damit begründet, dass sie schließlich auch wie herkömmliche Medikamente eingesetzt werden (z. B. L: „*(...), da sie auch als Richtige Medikamente eingesetzt werden.*“, P: „*sind ja nur Placebo-Medikamente. Somit auch keine richtigen, helfenden Medikamente.*“, Q: „*Ich denke jetzt nicht mehr wie vorher, da es ja keine richtige Medikamente sind. Sie haben kaum Wirkstoff.*“). Bei Ablehnung wird auf den fehlenden Wirkstoff oder die fehlende Wirksamkeit verwiesen (J: „*Weil sie keine Medikamente sind weil sie keinen Wirkstoff haben*“).

<sup>249</sup> Da homöopathische Mittel nicht über den Placebo-Effekt hinaus wirken und aufgrund des Binnenkonsens keinen Wirksamkeitsnachweis benötigen (vgl. 4.3.1), wird „nein“ als erwartete/erwünschte Antwort gewertet.

## II – 7. → V – 6.

Die Bezahlung durch gesetzliche Krankenkassen<sup>250</sup> ist eine sehr komplexe Thematik. Ob die Schüler überhaupt eine Vorstellung davon haben, was sie bedeutet, kann an dieser Stelle nicht erhoben werden. Die Ergebnisse sollen nur einen Hinweis geben, inwieweit solche komplexen gesellschaftlichen Themen überhaupt erfasst werden können.

Tabelle 36: Zustimmung zu Kostenübernahme der Krankenkassen bei homöopathischen Behandlungen

	Phase II	Phase V
<b>Ja</b>	<b>15</b>	<b>10</b>
<b>nein</b>	<b>5</b>	<b>7</b>
<b>Enthaltung</b>	1	4

15 von 21 (5 dagegen) Schüler sind zu Beginn für eine Erstattung der Kosten für homöopathische Mittel durch die Krankenkassen (Tabelle 36). Am Ende der Intervention sind die Zahlen etwas ausgeglichener (10 dafür, 7 dagegen). Dabei entschieden sich acht der Lernenden, ihre Meinung in Richtung „Ablehnung“ anzupassen (Tabelle 37).

Tabelle 37: Zustimmung zu Kostenübernahme der Krankenkassen bei homöopathischen Behandlungen (Veränderungen)

+	0+	0	0-	-
<b>6</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>3</b>

Eine Befürwortung der Kostenübernahme wird in Phase II damit begründet, dass es sich schließlich um herkömmliche Medikamente handle (z. B. Q: *„Wenn die Krankenkasse alle anderen Medikamente bezahlt, sollte sie auch diese finanzieren, da es für mich einfach normale Medikamente sind.“*). Teilweise wird die Apothekenpflicht angeführt (z. B. L: *„da sie in der Apotheke verkauft werden und auch den gleichen Preis haben sollen die Krankenkassen dafür aufkommen.“*). Diejenigen, die dies ablehnen, argumentieren damit, dass diese belanglos sind (z. B. X: *„Es sind keine Medikamente, die der Körper unbedingt braucht.“*).

In Phase V wird die Befürwortung einer Kostenübernahme hauptsächlich mit der „psychologischen“ Heilwirkung begründet (z. B. P: *„Ja, es ist wie eine Psychologische Behandlung, da im Unterbewusstsein die Wirkung vorgestellt wird. Da diese Psychologischen Behandlungen auch übernommen werden.“*). Mehrmals wird auch benannt, dass Heilerfolge ja erzielt würden und dies die Erstattung rechtfertige (z. B. D: *„Dadurch geht es einigen Menschen besser, obwohl sie keine echten Medikamente nehmen, das gewünschte Ergebnis damit auch da.“*). Lernende, die dies ablehnen, erwähnen den Placebo-Effekt oder das Fehlen von Wirkstoff (z. B. J: *„weil nur er Placebo-effect wirkt und nicht der wirkstoff weil dieser nicht vorhanden ist soll man es selbst zahlen wenn man es möchte.“*, E: *„Nein, weil in ihnen kein echter Wirkstoff ist.“*).

## V – 3.

<sup>250</sup> Ähnlich der vorherigen Frage gilt auch hier, dass eine Erstattung der Kosten homöopathischer Arzneimittelbehandlungen aus verschiedenen Gründen (4.3.1) nicht von Krankenkassen finanziert werden sollte.

Die Frage, ob sich die Einstellung zum Thema Homöopathie geändert hat, kann von den Schülern frei formuliert werden. Die Ausführungen finden sich in Anhang X16. Eine Kategorisierung wurde nicht vorgenommen, da sich die Lernenden auf sehr unterschiedliche Aspekte beziehen. Fast alle beschreiben eine Änderung in ihrer Einstellung, was sich auch mit den oben beschriebenen Ergebnissen deckt. So wird unter anderem der Placebo-Effekt als alternative Erklärung einer (wahrgenommenen) Wirksamkeit genannt (B: „Ja vorher dachte ich Homöopathie wäre Medizin die wirklich körperlich heilt. Jetzt weiß ich das es sich um den Placebo-Effekt handelte.“, P: „Ja, da ich weiß das es pure Abzocke ist. Jedoch möchte ich weiter daran glaube, dass es wirkt, damit der Placebo-Effekt vorhanden bleibt.“). Viele Schüler, wie P (siehe oben), nennen auch persönliche Vorlieben und Hoffnungen (Q: „Ich hatte vorher nicht wirklich eine Einstellung dazu. Ich möchte aber trotzdem an die Heilung glauben, da ich wenn ich mal krank bin, eine positive Einstellung zur Heilung habe.“ R: „Ja, ziemlich. Erst dachte ich es bewirkt etwas, zwar weniger als „normale“ Medizin, aber jetzt hoffe ich auf den Placebo-Effekt, und dass dieser dann meinem Körper bei der Genesung hilft.“). Eine Reihe von Aussagen zeigt, dass sich die Einstellungen so verändert haben, dass Homöopathie nun positiver gesehen wird als vorher (X: „Ja, früher habe ich homöopathische Mittel eher probiert aus dem Weg zu gehen aber Heute habe ich eine andere Sichtweise da es nicht wirklich schädlich sein kann.“).

### Gesamtauswertung der Veränderungen von Phase II zu Phase V

Die Veränderungen der einzelnen Schüler bei den fünf Fragen, die sich vom einen zum anderen Fragebogen wiederholten, werden zusammenfassend dargestellt (Tabelle 38 & Tabelle 39). Dazu wurden die Meinungsänderungen, wie oben beschrieben, codiert. Zusätzlich wird der „Ist-Zustand“ der Beurteilungen und Antworten erfasst.

*Bsp.: Schüler D*

Die erste Zeile beschreibt die Meinungsänderungen des Schülers. Ein „+“ steht für eine Änderung von neutral oder negativ zu positiv oder neutral (also jeweils in „positive Richtung“)<sup>251</sup>. Die zweite Zeile beschreibt den „Ist-Zustand“. Die untere Zeile gibt an, ob es sich insgesamt um eine positive Entwicklung handelt (+ grün), keine nennenswerte Änderung stattgefunden hat (0 gelb), oder die Einstellungen und Beurteilungen der Homöopathie positiver sind als zu Beginn (- rot).

+/+/+/+/0
+/+/0/+/+
+

Tabelle 38: Übersicht über Bewertungen und Antworten beider Fragebögen (1/2)

	GRUPPE 1			GRUPPE 2			GRUPPE 3		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
VERÄNDERUNG	+/+/+/+/+	+/+/0/0/+	+/0/0/0/0	+/+/+/+/0	+/+/+/0/0+	+/+/0/0/0	+/+/0/0/-	0/0/0/-/-	+/+/0/0/0
Ist-Zustand	+/+/+/+/+	+/+/-/-/+	+/0/-/0/-	+/+/0/+/+	+/+/0/-/0	+/+/0/0/0	+/+/0/0/-	0/0/0/-/-	+/+/0/+/+
Gesamt-Tendenz	+	0	-	+	+	+	+	-	+

<sup>251</sup> „Positiv“ beschreibt das erwartete bzw. erhoffte Urteil - „negativ“ beschreibt das, mit der wissenschaftlichen Sichtweise nicht in Einklang zu bringende, Betrachtung.

Tabelle 39: Übersicht über Bewertungen und Antworten beider Fragebögen (2/2)

	GRUPPE 4			GRUPPE 5			GRUPPE 6			GRUPPE 7		
	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	V	X	Y
VERÄNDERUNG	+/+ / +/+ / +/+	+/+ / +/+ / +/+	0+ / +/0 / -/0	+ / 0 / 0- / + / 0	- / 0 / - / - / 0	0+ / + / 0 / - / +	+ / + / + / + / 0	+ / + / + / + / 0	+ / + / 0 / 0+ / +	- / 0+ / - / 0 / 0	- / - / - / 0 / -	- / + / 0 / 0 / 0+ / +
Ist-Zustand	+ / + / + / + / +	+ / + / + / + / +	+ / + / 0 / - / -	+ / + / 0 / + / +	- / - / - / - / -	+ / + / 0 / - / +	+ / + / + / + / -	+ / + / + / + / -	+ / + / 0 / 0 / +	- / 0 / - / - / -	- / - / - / - / -	- / + / 0 / 0 / 0
Gesamt-Tendenz	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	0

In Summe lassen sich deutliche Veränderungen in den Einstellungen und Urteilen der Schüler feststellen. 14 von ihnen tendierten am Ende dazu, die Homöopathie im Schnitt (teilweise deutlich) kritischer zu beurteilen als zu Beginn der Intervention. Die Gesamtübersicht aller Items und Schüler findet sich unter Anhang X14 und X15.

Neben den einzelnen Schülern wurden auch alle sieben Gruppen separat ausgewertet. Gruppe 2, 4 und 6 entwickelten geschlossen eine kritischere Sichtweise. Gruppen 3 und 5 hatten jeweils einen „Ausreißer“, welcher gegen Ende der Intervention der Homöopathie positiver gegenüberstand. Die Schüler aus den Gruppen 1 und 7 unterscheiden sich untereinander stark, tendieren aber ebenfalls zu einer positiveren Beurteilung. Eine Charakterisierung der Gruppen erfolgt in der Analyse.

### 6. Einstellungen der Lernenden<sup>252</sup> zum Kontext Homöopathie<sup>253</sup>

Während des Einstiegs in den Kontext wird deutlich, dass die Lernenden über unterschiedliches Vorwissen verfügen. Vielen ist Homöopathie bereits bekannt.

(L 01:06:10): „Arnica hat jeder schon mal genommen.“

Viele Lernende verbinden persönliche Ereignisse oder Begebenheiten mit Homöopathie.

(A 00:09:40): „Ich hab tatsächlich schon mal Bachblüten-Dings gegessen.“

(C 00:09:42): „Ich war immer beim homöopathischen Arzt.“

(D 00:04:40): „Mama hat zuhause einen ganzen Schrank voll solcher Kügelchen.“

(P 00:39:50): „Aber ist das nicht total unnötig? Weil am Ende ist das doch eh nur noch Wasser!?“

Dabei ist offenbar nicht immer klar, worum es sich dabei genau handelt.

<sup>252</sup> Die Zitate werden hier teilweise nicht einzelnen Schülern, sondern Gruppen zugeordnet, wenn die Sichtweisen direkt im Anschluss an die Gruppenarbeiten und die internen Diskussionen stellvertretend geäußert wurden. Diskussionen innerhalb der Gruppe werden ebenfalls so begonnen. Die Einzelzitate werden dann den jeweiligen Schülern zugeordnet.

<sup>253</sup> Die Teiltranskripte befinden sich im digitalen Anhang.

(J 00:21:30): „Das ist irgendwie so Hexerei und Chemie.“

(R 01:14:00): „Es sind normale Medikamente würde ich sagen.“

(DEF 00:10:22): D: „In homöopathischer (?) da war mein Bruder (...) der hat komische Sachen gemacht.“ E: „Was denn für Sachen?“ D: „Der hat die Hand auf <Name des Bruders> Kopf gelegt und hat dann irgendwas herausgefunden was <Name des Bruders> ist.“ E: „(lacht)“

Auch ADHS ist nicht unbekannt.

(ABC 00:06:31): C: „Johanna leidet an ADHS“ A: „Daran leidet <Name eines Schülers> doch auch, oder?“

In mehreren Gruppen freuen sich Lernende über die Beschäftigung mit dem lebensnahen Kontext.

(C: 00:07:17): „Ey das find ich voll cool.“

(DEF 00:26:46): E: "Ich finde das voll cool, dass wir das machen, so, dass das am Ende dann n kranker nehmen könnte und dass ihm das dann hilft. Das find ich voll cool." D: "Ich glaube nicht, dass die das von uns benutzen." E: "Ja nein... Aber die könnten (...) und dann würde es der halt besser gehen, das finde ich voll cool."

Neben den Äußerungen innerhalb der Gruppen, welche bereits in den entsprechenden Auswertungen der Materialien erfolgten, wurden Diskussionen über Homöopathie im Plenum geführt. Nach dem *fachspezifischen Problemaufriss* (Phase I) erfolgte eine erste Annäherung, inwieweit das selbst hergestellte Mittel Johanna helfen könne. Mehrere Schüler äußerten ambivalente Standpunkte. Extreme Positionen, wie etwa, dass Homöopathie nicht wirksam ist oder, dass sie auch bei schweren Krankheiten hilft, werden vermieden.

(GHI 01:43:12): „so schwere Krankheiten wie oder psychische Krankheiten wie ADHS würd' ich nicht sagen, dass es hilft weil sonst hätte es ja, sonst gäbe es ja schon viele Leute die das gemacht hätten. Ich habe mal irgendwie gehört, jeder 10te hat ADHS und ehm dann müsste man ja eigentlich nur ne Tasse Kaffee geben und dann wäre das gegessen die Sache aber so ist es ja nicht. Und da schätze ich dann, dass es nicht hilft. Für einfach Krankheiten ja.“

(ABC 01:44:10): „Also ich würd' sagen es hilft nicht wirklich aber vielleicht so minimal gegen Konzentrationsschwäche oder irgendwie so was, aber eher nicht.“

Nach der Erarbeitung der Prüfkriterien (Phase III) wird die Problemfrage, ob Johanna mit Homöopathie geholfen werden kann erneut aufgeworfen. Danach werden die Arbeitsblätter „Wieviel Wirkstoff ist in unserem homöopathischen Mittel?“ und „Wir untersuchen eine echte Studie“ bearbeitet und im Plenum diskutiert. Die Lernenden können nun teilweise präzisere Aussagen tätigen und die Wirkung homöopathischer Mittel auf den Placebo-Effekt zurückführen.“

(L: 03:31:00): „*Alle Arnica, die wir nehmen, sind eigentlich total wirkungslos, weil nur Zucker enthalten ist.*“

(ABC: 03:45:21): C: „*Dann enthält unsere Dings ja gar keine Wirkung mehr, kein Koffein, und hat eigentlich keine Wirkung, das ist ja nur Zucker, und Wasser.*“ L: „*Genau*“ B: „*Hä und wieso wirkt das dann?*“ A: „*Placebo-Effekt! Ha! Ich hab's heraus gefunden. Placebo-Effekt.*“

In vielen Schülern regt sich Unzufriedenheit bzw. Unsicherheit die Homöopathie betreffend.

(J: 03:14:00): „*Aber dann kann's doch gar nicht mehr wirken wenn kein Molekül mehr enthalten ist?*“

(ABC: 03:46:55): C: „*Aber ich bin mir ganz sicher, dass homöopathisch was, ne Wirkung hat. Weil ich hab immer homöopathische Mittel genommen und das hat geholfen.*“ A: „*Ja, weil Du es glaubst.*“ C: „*Nein!*“ A: „*Doch!*“ C: „*Ich wusste doch nicht was ich da nehme.*“ A: „*Ja aber Du glaubst daran*“ C: „*Immer so: Ja das sind leckere Kügelchen - ja ok - ja mir gehts gut.*“ (...) B: „*...was richtig dumm ist: Jetzt wissen wir ja, dass es falsch ist.*“

(GHI 03:44:40): H: „*Ich versteh das nicht wieso nimmt man denn Kaffee wenn bei C30 sowieso gar nichts mehr drin ist? Wofür braucht man das dann überhaupt?*“ I: „*Da ist nur Wasser drin.*“

Die Diskussion in Phase V greift ein letztes mal abschließend die (mögliche) Heilung von Johanna, welche unter ADHS leidet, auf. Dabei werden in den meisten Fällen starke Zweifel an der Wirksamkeit homöopathischer Mittel geäußert.

(ABC: 05:22:01): B: „*Ey Leute, Ähnliches heilt Ähnliches stimmt nicht, weil...*“ C: „*Doch stimmt.*“ B: „*Ja?*“ C: „*Ja, stimmt!*“ B: „*Stimmt doch nicht weil ja sowieso nichts drin ist.*“ C: „*Ja stimmt alles eigentlich gar nicht.*“ A: „*Ist halt gar nicht sinnvoll, ne? Weil wenn ich Kopfschmerzen habe hilft mit ja kein Mittel was mir noch mehr Kopfschmerzen macht. (...) wenn Du tot bist hilft Dir ja auch kein Mittel was Dich tötet. (...) Wenn Du ne Verbrennung hast hilft Dir da jetzt auch keine Säure drauf.*“ (...) B: „*Ne ich glaub nicht, weil da ja sowieso am Ende nichts drin ist. Oder?*“ C: „*Doch.*“ B (zu Lehrkraft): „*Das ist ja jetzt eigentlich nicht sinnvoll weil da sowieso nichts drin ist, weil das ist ja jetzt dieser Placebo-Effekt.*“

(PQR: 04:47:45): R: „Da haben die doch eigentlich nur den Placebo-Effekt nachgewiesen oder und nicht die Wirkung der Homöopathie?“ Q: „Oder halt, dass beides wirkt?“ R: „Aber das Homöopathie kann ja nur deshalb wirken, weil sie denken, dass es wirkt.“

*Hinweis:* Das Material „Überblick der Studien zur Homöopathie“ (Abbildung 67) wurde zum Zeitpunkt der Veröffentlichung noch nicht erprobt.

### **Analyse**

Beobachtungsschwerpunkte der Analyse sind die Aspekte, die zur Beantwortung der übergeordneten Fragestellung relevant sind.

*Inwieweit ermöglicht die Unterrichtskonzeption choice<sup>2</sup>reflect eine kriteriengeleitete Reflexion kontroverser naturwissenschaftlicher Kontexte?*

Damit verbunden ist die Zielsetzung der Unterrichtskonzeption choice<sup>2</sup>reflect:

*Die Vermittlung und Anwendung wissenschaftlicher Prüfkriterien, um naturwissenschaftliche Kontroversen reflektieren zu können und rationale Entscheidungen zu treffen*

Auch die Subfrage wird beantwortet:

*In welcher Weise verändern Schülerinnen und Schüler ihre Bewertungen in Bezug auf das Thema Homöopathie?*

Die Auswertung erfolgt in mehreren Schritten (Tabelle 40). Die ersten sechs orientieren sich an den zuvor dargestellten Ergebnissen. Darauf folgen Charakterisierungen der sieben Gruppen, in welchen die Einstellungsveränderungen zusammengefasst wurden (Schritt 7). Abschließend werden die Fragestellungen beantwortet und es erfolgt eine Überprüfung, inwieweit die Zielsetzung der Unterrichtskonzeption erreicht werden konnte (Schritt 8).

*Tabelle 40: Analyseschritte*

<b>Schritt</b>	<b>Fokus auf Ergebnisse</b>	<b>Phase</b>
<b>1</b>	Prüfkriterien ( <i>kontrollierte Bedingungen und Verblindung</i> )	<b>III</b>
<b>2</b>	Placebo-Effekt	<b>IV</b>
<b>3</b>	Wieviel Wirkstoff ist in unserem homöopathischen Mittel?	<b>IV</b>

4	Echte Studie	IV
5	Fragebögen und Einstellungen zur Homöopathie	II & V
6	Einstellungen der Lernenden zum Kontext Homöopathie	I-V
7	Zusammenfassende Charakterisierungen der Gruppen	I-V
8	Abschließende Beantwortung der Fragestellungen	I-V

### 1. Prüfkriterien (kontrollierte Bedingungen und Verblindung)

Die Erarbeitung der Prüfkriterien (Phase II) ist losgelöst von den übrigen Phasen und findet als eine Art Exkurs statt. Die Ergebnisse zum PK *kontrollierte Bedingungen* ähneln daher, wie erwartet, stark denen der Kleingruppenerprobungen (vgl. 4.2.3). Ein ähnliches Bild zeigt sich auch für das PK *Verblindung* (vgl. 4.2.6). Die Nennung vieler eigener Erfahrungen und Beispiele zeigt, dass die Logik bzw. das Prinzip hinter diesen Aspekten naturwissenschaftlichen Arbeitens bereits bekannt sind. Viele Lernende zeigten Momente der Unsicherheit bzw. Skepsis. Es ist wahrscheinlich, dass ihnen dies bei der Übernahme der präsentierten wissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen half, da diese sichere und allgemeingültige Werkzeuge darstellen. Dadurch könnten Unsicherheiten und Zweifel ausgeräumt werden. Ohne eine vorangegangene Verunsicherung wäre eine Übernahme alternativer bzw. neuer Konzepte möglicherweise weniger notwendig gewesen. Dadurch motivierten diese ambivalenten Gefühle und die Skepsis eine intensivere Auseinandersetzung vermutlich erst.

### 2. Placebo-Effekt

Die Ergebnisse im Quiz deuten darauf hin, dass das Info-Blatt weitestgehend verstanden wurde, aber einer Reihe ungewöhnlicher Besonderheiten bei den Schülern nicht verinnerlicht wurde. Die Erklärungen zum Placebo-Effekt überraschten und verwunderten an mehreren Stellen, was ihn möglicherweise als mächtiger erscheinen ließ, als beabsichtigt. Dabei fiel auf, dass Formulierungen im Konjunktiv dazu führten, dass die entsprechenden Aussagen als immer gültig angesehen wurden. Eine Veränderung der Materialien ist daher notwendig. Die tatsächlichen Einflüsse des Placebo-Effekts mögen zwar beeindruckend und überraschend sein, eine echte pharmakologische Wirksamkeit geht aber in der Regel darüber hinaus.

### 3. Wieviel Wirkstoff ist in unserem homöopathischen Mittel?

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Lernenden die Wirksamkeit eines Medikaments direkt an die Menge eines enthaltenen Wirkstoffs knüpfen. Damit sind sie nicht empfänglich für die pseudowissenschaftliche und widerlegte Behauptung, dass bei der Potenzierung eine Wirkverstärkung durch Übertragung spezifischer Informationen stattfindet (vgl. 4.3.1). Dies deckt sich mit den Erkenntnissen aus den Einzelinterviews (vgl. 4.1.1). Auch in der Erprobung des fachspezifischen Problemaufrisses (vgl. 4.3.2) zeigten sich ähnliche Effekte. Dort wurde ebenfalls geäußert, dass Mittel im Körper wirkten bzw. Medikamente bestimmte Prozesse anregten. Damit wird deutlich, dass getroffene Urteile und Entscheidungen innerhalb des Kontexts Homöopathie in der Regel auf der Basis eines naturalistischen Weltbildes erfolgen. Es ist jedoch

auffällig, dass die Lernenden große Schwierigkeiten haben, Teilchenzahlen und Wirksamkeit in ein realistisches Verhältnis zu setzen<sup>254</sup>. So könnten auch winzige Mengen eine Wirkung entfalten<sup>255</sup>.

#### 4. Echte Studie

Die Beurteilung der Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigt, dass eine Anwendung der zuvor erarbeiteten Prüfkriterien mit Schwierigkeiten verbunden ist. Etwa die Hälfte der Lernenden ist dazu in der Lage, die Einhaltung der wissenschaftlichen Methodik adäquat zu prüfen, die andere Hälfte hat damit allerdings teils große Probleme. Möglicherweise ist die Auswahl bzw. Aufbereitung der Studie ungeeignet, um einen solchen Prozess anzustoßen. Denkbar ist, dass eine Studie, welche nach den Prinzipien der evidenzbasierten Medizin (Goldstandard naturwissenschaftlichen Arbeitens) eher geeignet wäre<sup>256</sup>. Durch die, im vorliegenden Material, erfolgte Einteilung in Vor- und Hauptstudie ist der Schwierigkeitsgrad unnötig erhöht. So stimmen eine Reihe von Schülern fälschlicherweise dem Ergebnis der Autoren zu, verbinden dies allerdings mit der allgemeinen Wirksamkeit des homöopathischen Mittels (z. B. O: „*Ja, weil dadurch nachgewiesen/bewiesen wurde, dass Homöopathie eine wichtige Rolle spielte.*“). Eine Abgrenzung zum Placebo-Mittel der Kontrollgruppe findet nicht statt. Ursächlich könnte hier die Konfusion zwischen Vor- und Hauptstudie sein. Ebenfalls denkbar ist, dass das formulierte Ergebnis missverstanden wird. Der erste Satz kann als korrekt (fehl-)interpretiert werden („Eine Wirkung der Homöopathie bei Kindern mit ADHS konnte eindeutig nachgewiesen werden.“). Eine falsche Behauptung und damit der Grund, dem Ergebnis der Autoren der Studie nicht zuzustimmen, findet sich erst in der Formulierung, dass die Verbesserungen im Verhalten der Kinder „eindeutig auf die homöopathischen Arzneimittel zurückgeführt werden“ könnten. Damit ist die eigentliche Problematik etwas versteckt und für die Lernenden nur schwer erkennbar gewesen. Dennoch zeigt sich, dass selbst hochkomplexe methodisch nicht triviale Sachverhalte verstanden werden können und korrekt interpretierbar sind. Einigen Lernenden gelingt auf unterschiedliche Weise die korrekte Anwendung der Prüfkriterien und damit eine adäquate Beurteilung der vorliegenden Studie. In den meisten Fällen wurde die Methodik der Studie nachvollzogen, so dass nur zwei Schüler in ihren Begründungen fälschlicherweise formulieren, dass die Wirksamkeit der homöopathischen Mittel über einen Placebo-Effekt hinausgehe. Damit konnte offenbar der Weg, auf dem die Autoren zu ihrem Ergebnis gelangten, von der Mehrheit nachvollzogen werden. Dessen Ablehnung erfolgte, indem die Lernenden mit methodischen Mängeln und nicht angewendeten Test-Prinzipien (z. B. Verblindung) argumentierten. Damit ist eine Voraussetzung zum nachhaltigen Erinnern, sowie zum Erkennen der Nützlichkeit der verwendeten Werkzeuge in Form der beiden Prüfkriterien, geschaffen (vgl. Roberts & Gott, 2010). Aufschlussreich ist, dass einige Lernende sowohl explizit als auch implizit Prüfkriterien in ihre Argumentation einbauen (z. B. Q: „*Ich stimme der Entscheidung der Autoren nicht zu, da mir in dieser Studie erstens nicht klargeworden ist, ob die Kinder vorher wussten, dass eine Gruppe ein Placebo bekommt und die andere ein homöopathisches Mittel; das hätte sie beeinflussen können. Außerdem ist diese Studie etwas ungenau, da man nicht genau erfahren hat, ob*

---

<sup>254</sup> Die Verhältnisse sind allerdings auch nicht intuitiv. So enthält eine Kopfschmerztablette etwa 200 Trilliarden Wirkmoleküle. Weniger als 10 Trilliarden wären bereits bei Kleinkindern unwirksam, da der Wirkstoff zu gering dosiert ist.

<sup>255</sup> Hinzu kommt, dass Lernende häufig keine konkreten Teilchenvorstellungen besitzen, obwohl diese im Unterricht längst thematisiert wurden, sondern immer noch ein Kontinuum imaginieren, in welchem Stoffmengen „unendlich klein“ werden können. Somit würde eine unendliche Potenzierung immer noch eine, wenn auch verschwindend geringe, Menge an Wirksubstanz besitzen. Einigen Lernenden reicht das, um in homöopathischen Mitteln immer noch eine Wirksamkeit zu vermuten.

<sup>256</sup> Die Hauptstudie erfüllt die Kriterien, die Vorstudie allerdings nicht.

*das homöopathische Mittel genauso gewirkt hat wie das Placebo (...).“; K: „Nein, ich stimme den Autoren nicht zu, da in der Hauptstudie ein homöopathisches und ein Placebomittel verabreicht wurde und beide die gleichen Auswirkungen hatten. Also macht es keinen Unterschied. Beides hilft.“). Dadurch wird ersichtlich, dass tatsächlich eine Bewertung auf Grundlage wissenschaftlicher Kriterien erfolgt.*

## 5. Fragebögen

Mit Hilfe der Positionierungen in Form von Fragen und Beurteilungen in Phase II und V konnte erhoben werden, inwieweit die Lernenden ihre Einstellungen bezüglich der Prinzipien der Homöopathie sowie der persönlichen Relevanz homöopathischer Arzneimittel verändert haben. Dabei zeigte sich ein signifikanter Wandel. Die, zu Beginn, als weitestgehend sinnvoll erachteten Prinzipien (*Simile-Prinzip & Potenzierung*) wurden am Ende der Unterrichtskonzeption größtenteils als nicht sinnvoll angesehen. Dabei wurde bereits intensiv auf persönliche Erfahrungen und Erlebnisse zurückgegriffen. Der fachspezifische Problemaufriss konnte offenbar, trotz Neutralität in der Präsentation, für eine Anknüpfung an die Lebenswelt der Schüler sorgen. Dies gelang vermutlich nicht zuletzt dadurch, dass fast alle bereits mit dem Kontext vertraut waren. Entweder befanden sie sich in homöopathischer Behandlung oder hatten bereits selbst homöopathische Mittel genommen. Die Bekanntheit bzw. Vertrautheit zeigt sich auch in den Zustimmungen zu klassischen, nicht falsifizierbaren Behauptungen wie „Homöopathie aktiviert Selbstheilungskräfte“. Das erzeugte ein Maß an Emotionalität, das ausreichte, um die Argumentation und Beurteilung der Lernenden zu beeinflussen. Gegen Ende der Konzeption konnte rational bewertet werden, dass die Prinzipien der Homöopathie nicht sinnvoll seien. Dabei nutzten die Lernenden teilweise immer noch Formulierungen wie „meiner Meinung nach“, obwohl es sich bereits um objektive, adäquate Beschreibungen der Realität handelte<sup>257</sup>.

Die Bewertungen der gesellschaftlichen Aspekte von Homöopathie<sup>258</sup> wurden in den Fragebögen nur am Rande thematisiert. Dabei zeigten sich bereits geringe Veränderungen bei den Beurteilungen, obwohl die entsprechenden Bereiche gar nicht explizit im Verlauf der Unterrichtskonzeption thematisiert wurden. Die Diskussion in Phase V könnte und sollte diese Aspekte stärker in den Fokus nehmen. Die Anlagen, um sich intensiv mit der gesellschaftlichen Relevanz des Kontexts zu beschäftigen, sind hinreichend gegeben, was bereits einige der rationalen Begründungen zeigt.

## 6. Einstellungen der Lernenden zum Kontext Homöopathie

Das Vorwissen der Lernenden zeigt, dass sie zwar mit Homöopathie vertraut sind, eigentlich aber nicht wissen, worum es sich dabei genau handelt (z. B. (J 00:21:30): „*Das ist irgendwie so Hexerei und Chemie.*“.). Es fällt ihnen zudem schwer, die neu erlernten Prinzipien der Homöopathie einzuordnen. So werden diese zwar verstanden und können reproduziert werden. Was dies für die Wirksamkeit von homöopathischen Arzneimitteln bedeutet, kann allerdings nicht, oder nur unzureichend beurteilt werden. Es fehlt offenbar an Informationen (welche erst in Phase IV gegeben werden). Nach der Erarbeitung der Materialien zum Placebo-Effekt und der Potenzierung werden die Inhalte bei den Bewertungen der Homöopathie verwendet. Das spricht dafür, dass trotz hoher Emotionalität eine Bereitschaft vorhanden ist, rational und faktenbasiert

---

<sup>257</sup> Damit sind die Begründungen objektiv und nicht subjektiv.

<sup>258</sup> etwa, ob Krankenkassen homöopathische Behandlungen bezahlen oder Apotheken homöopathische Mittel verkaufen sollten

zu argumentieren. Genauere Betrachtungen der Einstellungen der Lernenden zur Homöopathie erfolgen in Punkt 7.

## 7. Zusammenfassende Charakterisierungen der Gruppen

Wie unter Punkt 5 und 6 bereits dargestellt, haben sich die Einstellungen der Lernenden zum Kontext Homöopathie deutlich verändert. Dabei zeigt sich, dass diese in Phase V kritischer und ablehnender urteilen, als in Phase II. Um genauer zu analysieren, inwieweit dies in den Gruppen genau ablief, wurden Einzelbetrachtungen der Gruppen vorgenommen. Beschrieben werden die Unterpunkte *Prüfkriterien (1. Kontrollierte Bedingungen, 2. Verblindung) und Homöopathie*. Am Ende erfolgt jeweils ein Versuch der *Charakterisierung*, basierend auf den in der Vorbereitung beschriebenen Theorien (4.4.1).

Die Beschreibungen der Gruppen beinhalten auch die Darstellung der Einstellungsveränderungen bzw. der Einstellungen in Phase V (vgl. 4.4.2 – Ergebnisse – Fragebögen – Gesamtauswertung der Veränderungen von Phase II zu Phase V):

- **Veränderung** beschreibt, in welche Richtung sich die Einstellung von Phase II zu Phase ändert
- **Status am Ende** beschreibt die Einstellung in Phase V
- **Tendenz** ist das grob überschlagene Gesamtergebnis aus Veränderung & Status am Ende

+ = “Verbesserung“ bzw. contra Homöopathie, d.h. Schüler beschreiben Prinzipien der Hom. als **nicht sinnvoll** und positionieren sich eher **dagegen** (z. B. *selber nicht nehmen, nicht in Apotheken, nicht gezahlt von Krankenkassen*)

- = “Verschlechterung“ bzw. pro Homöopathie, d.h. Schüler beschreiben Prinzipien der Hom. als **sinnvoll** und positionieren sich eher **dafür** (z. B. *selber nehmen, in Apotheken, gezahlt von Krankenkassen*)

0 = keine Veränderung

Es werden erneut Zitate genutzt, die in den Videografien von Schülern der jeweiligen Gruppen geäußert wurden.

## Gruppe ABC

Tabelle 41: Vergleich der Positionierungsbögen Anfang & Ende (Gruppe ABC)

	A	B	C
Veränderung	+/+/+/+/+	+/+/0/0/+	+/0/0/0/0
Status am Ende	+/+/+/+/+	+/+/-/-/+	+/0/-/0/-
Tendenz	+	0	-

### Prüfkriterien

#### 1. Kontrollierte Bedingungen

Die Mitglieder nutzen unaufgefordert verschiedene Geräte und Gefäße zur Herstellung von Milchschaum. Sie diskutieren zudem sehr lange über mögliche Einflussfaktoren sowie deren Reihenfolge. Diese Beobachtungen lassen vermuten, dass ihnen einerseits bewusst zu sein scheint, dass viele verschiedene Faktoren einen Einfluss haben können. Andererseits zeigen die Diskussionen auch an mehreren Stellen, dass Uneinigkeiten herrschen (z.B. bei der Reihenfolge) woraus sich ein Handlungsbedarf ergibt.

Die Anwendung des Prüfkriteriums innerhalb der Prüfkarten zeigt, dass den Mitgliedern nicht nur bewusst geworden ist, dass viele Merkmale eine Rolle spielen können, sondern auch, dass nur eine Variable variiert werden darf um eindeutig zu schlussfolgern wie der entsprechende Einfluss aussieht.

In der Beurteilung der *echten Studie* am Ende sind alle drei Mitglieder in der Lage festzustellen, dass insgesamt keine kontrollierten Bedingungen vorlagen. Sie beziehen alle die Veränderung von (nur) einer Eigenschaft als Notwendigkeit kontrollierter Bedingungen mit ein.

#### 2. Verblindung

Die Schülerinnen beeinflussen sich gegenseitig stark (Bsp.: Nach der Geschmacksprobe und dem Kommentar eines Mitglieds, es schmecke nach gar nichts, sagt ein anderes Mitglied der Geschmack sei Erdbeere. Daraufhin setzen beide ihr Kreuzchen bei Erdbeere.). Alle Schülerinnen lassen sich hinters Licht führen und kreuzen nach dem Schmecken vier verschiedene Geschmäcker an. Sie tun dies, obwohl an einigen Stellen erhebliche Skepsis besteht (A: „*ja die haben da Farbstoffe reingemacht ihr Dummbatzen*“). Sogar ein Mitglied einer anderen Gruppe kommt und sagt, dass es alles Naturjoghurt sei. Sie identifizieren sogar winzige Farbpartikel des Lebensmittelfarbstoffs sowie „*weiße Stippen*“ und stellen fest, dass übliche andere Inhaltsstoffe von Fruchtjoghurt fehlen. Trotz der Unsicherheit/Unzufriedenheit bleiben sie bei der Wahl ihrer Geschmäcker.

Die Gruppe erwähnt an keiner Stelle, dass oder inwieweit eine „Verblindung“ helfen könnte, um den Einfluss der Vorurteile zu minimieren. Erst bei der Nachbesprechung nennt ein Mitglied den Begriff Placebo-Effekt und beschreibt ihn auch akkurat. Die anderen zwei Mitglieder kennen den Effekt ebenfalls.

Alle drei Mitglieder sind in der Lage, sowohl zu differenzieren zwischen Vor- und Hauptstudie, als auch zu benennen, dass nur letztere verblindet ist.

## Homöopathie

In dieser Gruppe gibt es sehr viele Diskussionen. Zu Beginn zeigt die Gruppe eine sehr positive Einstellung das Thema Homöopathie betreffend (C: *"ey das find ich voll cool"*). Sie haben zudem bereits persönliche Erfahrungen gemacht (A: *"Ich hab tatsächlich schon mal Bachblüten-Dings gegessen."*, C: *"Ich war immer beim homöopathischen Arzt."*).

Alle drei Mitglieder scheinen an mehreren Stellen verwirrt und nachdenklich zu sein, ob und wie Homöopathie denn funktioniert (z. B. C: *"<Name>, ich ärger mich voll, weil ich hab immer an homöopathische Mittel geglaubt und ich glaub auch eigentlich immer noch dran aber ich verstehe es nicht weil es war halt nicht so dass Mama gesagt habt 'guck mal das hilft gegen Dein Fieber'. Sieh hat es mir einfach gegeben und ich habe nicht gedacht 'oh ja das hilft mir jetzt'. Dann kann es ja eigentlich nicht der Placebo-Effekt sein. Ich bin der Meinung das hilft - auch ohne Placebo-Effekt. Und das werde ich beweisen wenn ich Wissenschaftler werde. Und weil ich keine Lust habe das zu beweisen werde ich halt einfach kein Wissenschaftler. Und weil ich kein Wissenschaftler werden muss werde ich das auch nicht beweisen."*)

Die Mitglieder sind später in der Lage die Wirkung homöopathischer Mittel mit dem Placebo-Effekt zu erklären (*Wieviel Wirkstoff ist in meinem hom. Mittel?*). Sie formulieren zu dritt sogar, dass eine Wirkung auch dann schon unwahrscheinlich ist, wenn das Mittel lediglich sehr wenig Wirkstoff hat. Die Beschreibung des Placebo-Effekts bei der echten Studie ist sehr unterschiedlich und die Vorstellungen der Mitglieder dazu finden sich, wie bereits beschrieben, an anderen Stellen wieder.

Alle drei Schüler haben starke Tendenzen dahingehend, den Placebo-Effekt zu überschätzen sowie die herkömmliche Medizin als schädlich zu sehen (z.B.: B: *„Ich bin dafür erstmal Homöopathische Mittel zu nehmen und nicht direkt antibiotische die auch andere Krankheiten hervorrufen können.“*)

Die Ergebnisse der Mitglieder aus dem Vergleich der Fragebögen sind sehr unterschiedlich, was im Vergleich mit den anderen Gruppen ungewöhnlich ist (A = starke Verbesserung in allen Bereichen, B = teils/teils, C = geringe Verschlechterung). Dies ist insofern ungewöhnlich, als dass sich die drei Gruppenmitglieder eigentlich sehr einig in vielen Punkten waren und sich sogar immer wieder gegenseitig beeinflusst hatten (z.B. beim Schmecken der Jogurtproben).

## Charakterisierung

Die Gruppe zeigt an vielen Stellen, dass Intuitionen und Gefühle eine große Rolle bei ihren Entscheidungen und Urteilen spielen. Die Untersuchungen (Milchschaum, Jogurt) erfolgen teilweise sehr akribisch und Diskussionen um einzelne Aspekte werden intensiv geführt. Der „Glaube“ an die Wirksamkeit homöopathischer Mittel hält sich allerdings hartnäckig und die eigenen Meinungen entscheiden das finale Abstimmungsverhalten von B und C. Vor allem C argumentiert mit der Mutter, die immer Globuli gegeben hat und ja richtig liegen müsse – obwohl die Prinzipien der Homöopathie als klar nicht sinnvoll erachtet werden. A hingegen zieht aus den unwissenschaftlichen Dogmen den Schluss, dass die ganze pseudowissenschaftliche Lehre abzulehnen ist und sieht damit sogar Apothekenpflicht und Kostenübernahme der Kassen als nicht sinnvoll an. B begründet die Wirksamkeit ebenfalls mit den neu gewonnen Erkenntnisse (ausschließlich durch Placebo-Effekt), würde entsprechende Mittel dennoch weiterhin nehmen<sup>259</sup>. Damit lassen sich A und B recht klar als rationale Entscheider charakterisieren, während C eher intuitiv bzw. teilweise sozial orientiert urteilt und begründet.

---

<sup>259</sup> allerdings, weil Antibiotika nicht „direkt“ genommen werden wollen

## Gruppe DEF<sup>260</sup>

Tabelle 42: Vergleich der Positionierungsbögen Anfang & Ende (Gruppe DEF)

	D	E	F
<b>Veränderung</b>	+ / + / + / + / 0	+ / + / + / 0 / 0 +	+ / + / 0 / 0 / 0
<b>Status am Ende</b>	+ / + / 0 / + / -	+ / + / 0 / - / 0	+ / + / 0 / 0 / 0
<b>Tendenz</b>	+	+	+

### Prüfkriterien

#### 1. Kontrollierte Bedingungen

Die Mitglieder der Gruppe erwähnen an verschiedenen Stellen die Existenz mehrerer unterschiedlicher Variablen. Sie diskutieren ausführlich über die Relevanz und den Einfluss dieser Variablen.

Außerdem diskutieren sie ebenfalls an mehreren Stellen darüber, dass in verschiedenen Experimentier-Durchläufen immer nur eine Variable geändert werden darf. Es herrscht dabei auch eine gewisse Unzufriedenheit, welche evtl. den Bedarf nach kontrollierten Bedingungen im Experiment konstituiert. D erklärt E ausführlich, wieso Tims Versuchsreihe im Gegensatz zu Annas unbrauchbar ist und wieso nur Annas Lösung eine Aussage über den Einfluss zulässt. Sie erklärt dies auch der gesamten Klasse am Ende wieso man es nicht „wie Tim“ machen sollte (*„weil man kann das ja auch dann gar nicht vergleichen (...) also weiß man gar nicht warum das besser war (...) ob das an der Art oder an der Temperatur lag. (...) Tim verändert ja immer beides und dadurch kann man gar nicht wissen ob das jetzt an der Milch oder an der Temperatur lag.“*).

Bei der Besprechung nach der Joghurt-Einheit werden erneut Medikamente thematisiert. D wundert sich, wieso Kontrollgruppen und Vorurteile bei Medikamenten überhaupt relevant sind. Nach einer kurzen Erläuterung ergänzt D dann sogar selbst *„also müssen dann die beiden Gruppen auch diese Krankheit haben“*.

Nur D ist in der Lage die echte Studie auf kontrollierte Bedingungen zu prüfen. Sehr differenziert werden die Vorstudie und die Hauptstudie miteinander verglichen und sogar der Einfluss der psychologischen Behandlung wird thematisiert. E und F denken, kontrollierte Bedingungen würden die Kontrolle durch Fragebögen bedeuten.

---

<sup>260</sup> F kam verspätet zur Gruppe hinzu.

## 2. Verblindung

Die Gruppe diskutiert bereits beim Joghurt-Probieren über Verblindung. Es herrscht Einigkeit beim „Sehen“. Beim „Schmecken“ wechseln D und E alle Kreuzchen zu Naturjoghurt. D betont mehrmals bei der Besprechung, dass sie bereits während des Probierens verblindet hätten. Anschließend beschreibt sie auch ein mögliches verblindetes Experiment um zu prüfen, ob die Joghurts wirklich alle gleich schmecken oder nicht („*alle Joghurts zur Auswahl hinstellen und dann von jedem abwechselnd was geben ohne dass die wissen was das jetzt ist*“).

Bei der Besprechung des Energie-Armbands formuliert D neben der Notwendigkeit mehrerer Versuchspersonen bereits die Notwendigkeit der Verblindung beim Experiment.

Die Teilnehmer dürften nicht wissen in welcher Gruppe sie seien („*Ich glaub ich würd einer Gruppe auch noch das Armband geben und nicht sagen was das kann*“).

Die Beurteilung, ob die „echte Studie“ verblindet war, fällt etwas besser aus als zu den kontrollierten Bedingungen. D differenziert wieder korrekt Vor- und Hauptstudien-Design. E und F unterscheiden nicht, sehen aber dennoch korrekt eine Verblindung (welche bei der Hauptstudie auch vorliegt).

## Homöopathie

Homöopathie ist mindestens einem Gruppenmitglied bekannt (D: „*meine Mama hat einen ganzen Schrank voll solcher Kügelchen*“, D: „*In homöopathischer (?) da war mein Bruder (...) der hat komische Sachen gemacht*.“ E: „*Was denn für Sachen?*“ D: „*Der hat die Hand auf <Name des Bruders> Kopf gelegt und hat dann irgendwas herausgefunden was <Name des Bruders> ist*.“ E: „*(lacht)*“). E äußert, dass ihr der lebensweltliche Kontext viel Spaß macht (E: „*Ich finde das voll cool, dass wir das machen, so, dass das am Ende dann n kranker nehmen könnte und dass ihm das dann hilft. Das find ich voll cool*.“ D: „*Ich glaube nicht, dass die das von uns benutzen*.“ E: „*Ja nein... Aber die könnten (...) und dann würde es der halt besser gehen, das finde ich voll cool*.“). F kommt erst später in die Gruppe ist aber ebenfalls sehr interessiert am Thema („*Ich wills trotzdem wissen!*“).

F, der zwar motiviert war, aber eher still, sagt am Ende „*also ich glaube ich werde meinen Kindern auch diese Fake-Globuli kaufen und weil es geht ja um den Gedanken. Ich find das krass, dass so viel durch den Placebo-Effekt beeinflusst wird*“.

D folgert eindeutig, dass „*nicht die Wirkstoffe des Homöopathischen Medikaments, sondern das Wissen, das Medikamente genommen wurden (...) eine Besserung hervorgerufen*“ haben. Außerdem wird benannt, dass homöopathisches Mittel und Placebo genau gleich gewirkt haben. Dies wird auch von E beschrieben. E führt außerdem aus, dass eine Besserung im Verhalten der Kinder viel eher auf die Behandlung durch die wissenden Lehrer/Ärzte zurückzuführen sei, also dem Placebo-Effekt zuzuschreiben seien. Selbst F sagt, dass in beiden Mitteln „*nichts drin ist*“ und den Autoren der Studie daher nicht zugestimmt werden könne.

Alle drei Mitglieder erachten jeweils beide Prinzipien der Hom. am Ende als nicht sinnvoll. Das ist die eindeutigste Positionierung aller Gruppen.

Der Placebo-Effekt ist teilweise von den Gruppenmitgliedern nicht richtig verstanden worden. Dennoch nennen alle drei interessante Aspekte, die damit zu tun haben. D erwähnt, dass Lehrer, Eltern und Ärzte „eingeweiht“ waren und dies problematisch sei. E beschreibt, dass sich das „*Bewusstsein der Eltern über die Tabletten auf die Kinder aus(...)wirkt*“. Damit ist gemeint, dass das Wissen des Behandlers durchaus Einfluss auf den zu Behandelnden haben kann, was im Placebo-Quiz und im Placebo-Infoblatt erwähnt wurde und offenbar von E behalten und nun

angewendet werden konnte. F erläutert, dass eine Tablette mit und eine ohne Wirkstoff war und sich dennoch alle gebessert hätten. Auch die Beobachtung ist korrekt und greift zuvor thematisierte Aspekte auf.

Die Positionierung am Schluss fällt recht einheitlich gegen Homöopathie aus. Die Prinzipien werden als nicht sinnvoll erachtet. Allerdings sind persönliche Einstellung und Beurteilung von Hom. in Apotheken und bei Krankenkassen immer noch eher positiv.

## Charakterisierung

D zeigt, trotz vieler persönlicher Erfahrungen mit Homöopathie, eine sehr wissenschaftliche Denkweise bei den Prüfkriterien und bei der Beurteilung der Studie und erklärt und erläutert an vielen Stellen den Nutzen. Die Kriterien werden korrekt angewandt und Aspekte sogar bereits benannt, bevor danach gefragt wurde<sup>261</sup>. E und F sind stark beeinflusst von den neuen Erkenntnissen über den Placebo-Effekt und nutzen diese, um die Wirksamkeit der homöopathischen Mittel zu erklären. Wie bei Gruppe ABC werden Ideen skizziert, wie sich das neue Wissen in der eigenen Lebenswelt nutzbar machen lässt. Alle drei Gruppenmitglieder urteilen am Ende rational und wissenschaftlich, obwohl bei der Anwendung der PK einige Schwierigkeiten aufgetreten sind<sup>262</sup>. Die neuen Informationen überwiegen die persönlichen Erfahrungen mit Homöopathie (die alle haben) und sind Grundlage der Ablehnung. Teilweise zeigen sich intuitive Sichtweisen, diese werden jedoch stets den wissenschaftlichen Erkenntnissen untergeordnet.

## Gruppe GHI

Tabelle 43: Vergleich der Positionierungsbögen Anfang & Ende (Gruppe GHI)

	G	H	I
Veränderung	+/+/0/0/-	0/0/0/-/-	+/+/0/0/0
Status am Ende	+/+/0/0/-	0/0/0/-/-	+/+/0/+/+
Tendenz	+	-	+

## Prüfkriterien

### 1. Kontrollierte Bedingungen

Bevor die Gruppe startet betont H mehrmals, dass erst Ideen entwickelt werden müssten und hindert die anderen Mitglieder sogar daran einfach „drauf los“ zu experimentieren. Beim Beurteilen der beiden möglichen Versuchsanordnungen (Tim und Anna) kommt die Gruppe nicht zum richtigen Schluss. I vermutet, dass „mehr“ Experimente besser sein als weniger. Das sei

<sup>261</sup> D entwickelte Ideen zur verblindeten Überprüfung des Joghurts.

<sup>262</sup> So wird indirekt begründet, dass nicht kontrollierte Bedingungen zur Verfälschung des Ergebnisses der „echten Studie“ führten.

dann „*halt genauer*“. Selbst nach ausführlicher Erläuterung versteht keines der Gruppenmitglieder wieso Annas Ansatz besser ist als Tims. Zurückzuführen ist dies sicher auch darauf, dass das Material nur halbherzig bearbeitet wurde.

Bei der Antwort auf dem Arbeitsblatt erwähnen zwar alle Mitglieder, dass Annas Versuchsreihe „genauer“ sei, was nicht relevant ist, aber sie formulieren auch alle treffend, dass bei Annas Versuchsanordnung immer nur ein Faktor geändert wird.

Beim Beispiel mit dem Nudeln kochen bringt H seine persönliche Erfahrung mit ein: „*Da kommt kein Öl ins Wasser. Das Öl schwimmt doch oben.*“

Bei der Untersuchung der echten Studie beschreibt nur G, ob kontrollierte Bedingungen beachtet wurden. Es werden allerdings lediglich allgemeine Eigenschaften der Studie beschrieben ohne wirklich auf die kontrollierten Bedingungen einzugehen.

## 2. Verblindung

Alle Mitglieder der Gruppe probieren die Joghurts mehrfach und sind sich ihrer Geschmackserlebnisse alle sehr sicher („*Boah Alter, das ist so hart Kirsche*“ oder „*Das (!) schmeckt so rüudig*“ (mehrmals)). Später gibt G zu bedenken, dass es sein könne, dass alles nur eingefärbter Naturjoghurt sei und dann „*denkt das Gehirn ach das ist das und dann schmeckt man das auch*“. Beim Besprechen des Aufgabenblatts unterhalten sich G und H darüber, dass es ja wirklich sein könne, dass die Joghurts lediglich eingefärbt seien. Alle Mitglieder der Gruppe entscheiden sich beim Schmecken für einen anderen Geschmack als beim „Sehen“ (außer bei der blauen Probe – diese wird vorher und nachher als Blaubeere eingeschätzt).

Später stimmt sogar I dem zu. Alle verfolgen aufmerksam den Blindtest. H betont mehrfach, selber gerne daran teilnehmen zu wollen.

G beschreibt treffend, dass die Vorstudie im Gegensatz zur Hauptstudie nicht verblindet durchgeführt wurde. H und I betonen zudem, dass die Mittel in Form und Aussehen gleich seien, was für eine Verblindung spricht. Allerdings unterscheiden diese beiden nicht zwischen den beiden unterschiedlichen Studien.

## Homöopathie

I formuliert (Wieviel Wirkstoff...), es mache keinen Sinn zu potenzieren: „*ja weil man das verdünnt (...) ja weil wenn man das verdünnt mit destilliertem Wasser, dann kommt da ja noch mehr destilliertes Wasser rein.*“ Dies wird auch von der Gruppe gemeinsam formuliert auf dem Arbeitsblatt: „*Es macht keinen Sinn, da durch die Potenzierungen immer weniger Koffeinmoleküle enthalten sind. Ab C10 enthält die Probe gar keine Koffeinmoleküle mehr.*“

I kann am Ende (letzter Fragebogen) deutlich benennen, dass die Potenzierung nicht sinnvoll ist und erinnert sich auch daran, dass aber einer gewissen Verdünnung kein Wirkstoff mehr enthalten ist.

Zur Begründung, ob sich an ihren Einstellungen etwas geändert hätte, geben die drei Mitglieder uneindeutige Begründungen an. Kurz vor der Beantwortung tun alle ihren Unmut über die Arbeit kund und haben augenscheinlich keine Lust zu antworten. Ob die Antwort daher „brauchbar“ ist, ist fragwürdig.

Das Wort „Placebo-Effekt“ war keinem der drei Mitglieder bekannt.

Bei der Beurteilung der echten Studie beschreiben alle drei, dass die Wirkung des homöopathischen Präparats auf den Placebo-Effekt zurückzuführen ist. Alle beschreiben, dass die Wirkung des homöopathischen ADHS-Mittels gegenüber dem Placebo keine bessere Wirkung hat.

Allen Mitgliedern der Gruppe waren die Prinzipien der Homöopathie gänzlich unbekannt. Im zweiten Fragebogen entscheiden sich zwei von dreien die Prinzipien als nicht sinnvoll zu beurteilen.

Insgesamt fokussiert die gesamte Gruppe in verschiedenen Situationen stark auf den Placebo-Effekt bzw. etwas genauer darauf, dass Vorurteile Entscheidungen beeinflussen können.

## Charakterisierung

Zu Beginn geht vor allem H sehr strukturiert vor, was einer sehr wissenschaftlichen Arbeitsweise entspricht. Alle Gruppenmitglieder erarbeiten konzentriert und zielgerichtet die beiden PK sowie die Informationen zum Placebo-Effekt<sup>263</sup>. Vor allem die Verblindung führt nachhaltig zu Diskussionen über den negativen Einfluss von Vorurteilen im Verlauf der Erprobung. Die Studie wird allerdings nur mit mäßiger Aufmerksamkeit bearbeitet, was eine endgültige Charakterisierung erschwert. Die Wirksamkeit der Homöopathie wird am Ende vor allem mit dem Placebo-Effekt und Vorurteilen begründet, was darauf schließen lässt, dass sich alle Schüler bei ihren Entscheidungen durchaus am Erlernten orientieren und ihre persönlichen Überzeugungen bzw. ihre intuitiven Urteile nur untergeordnete Rollen spielen.

## Gruppe JKL

Tabelle 44: Vergleich der Positionierungsbögen Anfang & Ende (Gruppe JKL)

	J	K	L
<b>Veränderung</b>	+ / + / + / + / +	+ / + / + / + / +	0 + / + / 0 / - / 0
<b>Status am Ende</b>	+ / + / + / + / +	+ / + / + / + / +	+ / + / 0 / - / -
<b>Tendenz</b>	+	+	+

## Prüfkriterien

### 1. Kontrollierte Bedingungen

Die Gruppe nutzt vor allem verschiedene Gefäße zur Herstellung von Milchschaum. J vermutet „, wenn das über 40 Grad warm ist dann wird die Milch hart“. Die Gruppe überlegt ausführlich zusammen welche Faktoren einen Einfluss auf die Bildung von Milchschaum haben könnten. Alle Mitglieder beteiligen sich aktiv beim Experimentieren und auch an den anschließenden Diskussionen darüber, welcher Einflussfaktor am wichtigsten ist.

<sup>263</sup> Dieser war allen drei Schülern gänzlich unbekannt.

Auf dem Arbeitsblatt beschreiben alle richtigerweise, dass Annas Versuchsreihe besser geeignet ist. Sie bleiben in ihren Erläuterungen etwas vage (z. B. J: „*man kann sie besser miteinander vergleichen*“ K: „*man [kann] es besser überprüfen*“ L: „*mehr mit Temperatur und dem Fettanteil variiert hat.*“) und nennen nicht das Wort „Einflussfaktor“ oder „Faktor“.

Die Ausführungen zur „echten Studie“ fallen sehr unterschiedlich aus. Nur K differenziert Vor- und Hauptstudie und beschreibt, dass in der Hauptstudie kontrollierte Bedingungen herrschten.

## 2. Verblindung

Beim Schmecken des ersten Joghurts vermuten alle Mitglieder der Gruppe direkt gesüßten Naturjoghurt. Direkt danach schmeckt ein Mitglied Banane und „überzeugt“ direkt die anderen beiden. Beim weiteren Probieren vermutet L, dass alle Joghurts gleich schmecken. Daraufhin hält er sich die Augen zu und lässt sich von K füttern. Direkt im Anschluss wechseln die Rollen. Beide schlussfolgern, dass kein Unterschied zu schmecken sei und folgern, dass alle Proben gesüßter Naturjoghurt seien (L: „*Nein, es ist alles das gleiche (...) Es ist alles gesüßter Naturjoghurt. Probier mal alles drei gleichzeitig. Du merkst keinen Unterschied. Wirklich keinen. Es gibt doch öfter so Tests, dass man guckt.*“ K: „*Stimmt!*“ L: „*Das musst Du dir mal reinziehen, das ist alles das gleiche.*“ J: „*Doch, einen ganz kleinen.*“ L: „*Ja aber das ist weil du siehst! Mach mal die Augen zu.*“ K: „*mach mir mal jetzt mal einen Löffel fertig. Dann mach mir einen zweiten und einen dritten fertig.*“ K: „*Das ist schon komisch <L> zu füttern (lacht).*“) Die Gruppe entscheidet sich dann beim Arbeitsblatt geschlossen für gesüßten Naturjoghurt.

Auf die Frage hin, wieso „wir das gemacht“ haben, meldet sich L und antwortet „*Auch viele Leute zum Beispiel also man hat den Test mit 10-jährigen gemacht, dass man in zwei Klassen die gleiche Limonade reingefüllt hat. Die eine hat man aber ein teures Design genommen in der anderen einfach nur Papier draufgeklebt wo jemand was draufgemalt hatte. Und die haben gesagt, die teurere schmeckt besser (...) obwohl es halt zwei mal die gleiche war. Und bei Schokolade war es halt genauso*“. L ist offenbar das Prinzip der Verblindung bekannt und er kann persönliche Bezüge aus ihm bereits bekannten Experimenten herstellen.

Alle drei Mitglieder der Gruppe sind in der Lage zwischen Vor- und Hauptstudie zu unterscheiden. Alle beschreiben auch, dass die Vorstudie nicht verblindet war, die Hauptstudie aber schon.

## Homöopathie

Den Mitgliedern der Gruppe ist Homöopathie ein Begriff, aber sie wissen nicht worum es sich handelt (J: „*Das ist irgendwie so Hexerei und Chemie.*“ K: „*Das sind Globuli kein Zucker*“)

Beim Arbeitsblatt „Wieviel Wirkstoff“ wird in der Gruppe relativ viel diskutiert. Alle Mitglieder sind sehr skeptisch und offenbar etwas verwirrt. J merkt an „*aber wenn keine mehr enthalten ist dann hilft es ja nicht*“ und etwas später erneut „*Ja aber dann kanns ja gar nicht mehr wirken wenn gar kein Molekül mehr enthalten ist!*“ Nach dem Einwand von L, dass schon noch ein Molekül drin sein wird, reagiert J erneut mit „*Ja aber wie will ein einziges Molekül irgendwas bewirken? (...) Das heißt es kann ja gar nicht wirken, weil gar kein Molekül mehr vorhanden ist.*“

Ferner stellt L fest: „*Das bringt doch gar nichts mehr. Wenn da kein Koffein mehr drin ist dann bringt doch eigentlich nichts mehr*“ Lehrperson: „*Warum gibt es denn dann so viele die das machen?*“ K: „*Weil die nicht wissen, dass da kein Koffein mehr drin ist. (...) Das ist wieder dieses wie heißt das nochmal? Das man so denkt dass da noch was drin ist.*“ Auch J merkt an:

„Manchmal ist es ja so, wenn die Leute das ganz doll glauben, dass sie dann geheilt werden. Und das versuchen die dann.“ Die Gruppe formuliert auf dem Arbeitsblatt, dass „die Leute denken, dass da noch Koffein drin ist, also geht es ihnen besser“.

Am Ende des Tages nehmen die drei Mitglieder Neutral-Globulis zu sich und unterhalten sich scherzhaft darüber (J: „Schaut mal, ich nehme jetzt Placebos!“). J sagt zudem „Alle meine Meinungen dagegen, ich hasse die jetzt. Ich habe mich entschieden die zu hassen!“.

Bei allen drei Mitgliedern hat sich im Laufe des Tages die Einstellung zum Thema Homöopathie geändert. J argumentiert, indem er treffend beschreibt, dass die beiden Prinzipien der Homöopathie „keinen Sinn [ergeben]“. K bezieht sich vor allem darauf, dass der Placebo-Effekt für eine Wirkung verantwortlich ist. L beschreibt, dass er nun den Placebo-Effekt kennengelernt hat und „dass man durch diesen Effekt geheilt werden kann“.

J beschreibt, dass der Placebo-Effekt für die Heilung verantwortlich war. K beschreibt dies ebenfalls und differenziert zwischen den beiden unterschiedlichen Studien. Auch L beschreibt, dass das Placebo-Mittel in seiner Wirksamkeit identisch mit dem homöopathischen Mittel war.

Keines der Mitglieder stimmt dem Ergebnis der Autoren der „echten Studie“ zu. K und L beschreiben vollkommen richtig, dass die Hauptstudie keinen Unterschied zwischen Placebo und homöopathischem Mittel aufgezeigt hatte. Auch J beschreibt dies, wenn auch etwas unklar.

Am Ende der Erprobung entscheiden alle Mitglieder der Gruppe folgerichtig, dass die Prinzipien der Homöopathie nicht bzw. eher nicht sinnvoll sind. J und K lehnen auch bei allen anderen Fragen die Homöopathie ab (als einzige der gesamten Klasse).

## **Charakterisierung**

Gruppe JKL beschäftigt sich sehr strukturiert mit dem PK kontrollierte Bedingungen und kommt gemeinsam zum korrekten Ergebnis. Lediglich K differenziert allerdings Vor- und Hauptstudie bezieht es darauf. Die Verblindung wird ebenfalls geschickt erarbeitet, indem bei der Jogurtverkostung bereits Aspekte davon angewendet werden. L abstrahiert und nennt bereits Alltagserlebnisse, in denen dieser PK ebenfalls genutzt wurde.

J erkennt, dass Homöopathie nicht auf wissenschaftlichen Erkenntnissen beruht und lehnt diese daher ab. Die gesamte Gruppe ist irritiert von den Prinzipien der Homöopathie und lehnt diese als nicht sinnvoll ab. Dabei wird in den Diskussionen vor allem auf chemisches Fachwissen zurückgegriffen. Auch der Placebo-Effekt wird in Argumenten genutzt. Insgesamt ist die Gruppe JKL geschlossen ablehnend gegenüber Homöopathie, erachtet ihre Prinzipien, die Apothekenpflicht sowie eine Kostenübernahme der Krankenkassen als nicht sinnvoll. Die sehr rationalen Entscheidungen lassen erkennen, dass zwar intuitive Ansätze und emotionale Aspekte enthalten sind, diese aber keinen Einfluss bei den endgültigen Urteilen spielen.

## Gruppe MNO

Table 45: Vergleich der Positionierungsbögen Anfang & Ende (Gruppe MNO)

	M	N	O
<b>Veränderung</b>	+/0/0-/+/0	-/0/-/-/0	0+/+/0/-/+
<b>Status am Ende</b>	+/+/0/+/+	-/-/-/-/-	+/+/0/-/+
<b>Tendenz</b>	+	-	+

### Prüfkriterien

#### 1. Kontrollierte Bedingungen

M entscheidet sich für mehrere verschiedene Milchsorten. Die Gruppe unterhält sich über eine mögliche Vorgehensweise beim Milchaufschäumen. Es werden an unterschiedlichen Stellen verschiedene Ideen formuliert (z.B. M: „Warte, wir brauchen warme Milch“ oder N: „Man muss das Ding so schräg halten. Dann kriegt man richtig guten Milchschaum hin.“). M formuliert, wie man überprüfen kann, ob die Qualität des Milchschaums am Fettgehalt lag: „Hm, also erstmal gucken was passiert, wenn man mehr Fett hat und was passiert, wenn man weniger Fett hat“. Nachdem die Gruppe den Versuch mit der fettärmeren Milch durchführt beurteilt M: [01:50:33] „Guck mal, man sieht ja jetzt schon den Unterschied. Das ist nicht mehr so fluffig wie das andere, wegen Fett“. Die Gruppe vergleicht daraufhin die beiden unterschiedlichen Ergebnisse, bei denen sich nur der Fettgehalt der Milch unterschieden hat [01:52:32].

In der Diskussion um Einflussfaktoren wird differenziert beratschlagt. Alle Mitglieder beteiligen sich daran. Auch in der später folgenden Aufgabe die Einflussfaktoren in eine Reihenfolge zu bringen sind alle Mitglieder aktiv beteiligt [02:10:30].

Zwei von dreien beurteilen Annas Versuchsreihe als besser geeignet, können jedoch nicht klar den Grund dafür benennen (z.B. O: „(...) da sie die Versuchsreihen direkt vergleicht.“).

Die echte Studie beurteilen M, N, O in Bezug auf kontrollierte Bedingungen ebenfalls recht unkonkret. Lediglich M erwähnt zudem, dass „manche Kinder psychologisch behandelt“ wurden.

#### 2. Verblindung

O vermutet schon bevor er die Joghurts sieht, dass Vorurteile einen Einfluss haben können bei der Geschmackszuordnung (O: „Wenn Du siehst dann guckst Du wenn Du dann grün siehst, dann denkst Du aha, das ist Apfel“). Bei „Sehen“ entscheiden sich die Mitglieder der Gruppe mehrere (bis zu vier) verschiedene Geschmacksrichtungen. Vor dem ersten Schmecken beharrt N mehrmals darauf, dass die anderen Mitglieder ihre Auswahl noch nicht verraten (N: [02:54:14] „Aber noch nichts sagen wenn Du probiert hast, ja? Noch nichts sagen.“). Sie sind sich in ihren Entscheidungen sehr einig (N: [02:54:42] „Vanille. Vanille.“ O: „Hundertprozentig.“ N: „Hundert pro. So schmeckt Vanille.“ M: „Ne, für mich ist Vanille was anderes.“ N: „Na, aber so schmeckt Vanillejoghurt. Nein, so schmeckt Vanillejoghurt. So schmeckt Vanillejoghurt!“). Später kommt Skepsis auf (M: [02:55:33] „Hä ich finde die schmecken sogar fast alle gleich.“), was jedoch nicht dazu führt, dass dies Einfluss auf die Entscheidung hatte. Alle

Mitglieder der Gruppe entscheiden sich für bestimmte Geschmäcker und keines für gesüßten Naturjoghurt.

Bei der Diskussion der Anwendungs-Aufgabe (Energie-Armband) erläutert M ausführlich, wieso ein verblindetes Experiment auch mit nur einer Person möglich wäre (M: [03:20:20] *„Also man würde halt sozusagen, keine Ahnung, für ne Woche so n Armband geben und dann halt die exakte Kopie geben wieder und dann (...) am Ende halt erstmal abfragen was er denkt, was richtig ist, also das echte, und dann halt auflösen sozusagen was es halt ist.“* Damit ist er in der Lage das Prinzip der Verblindung im Zusammenhang mit kontrollierten Bedingungen zu beschreiben und anzuwenden.

N und O nennen implizit die Aufteilung in zwei Gruppen und dass ab dieser verblindet wurde. Insgesamt bleibt die Beschreibung aber ebenso undifferenziert wie die der kontrollierten Bedingungen.

## Homöopathie

N nimmt homöopathische Mittel, M und O wissen nicht, was Homöopathie ist. Die Mitglieder der Gruppe geben im Fragebogen-Vergleich ungewöhnliche Antworten (O: Frage 6.: Erst nein, dann ja – Frage 7.: Erst ja, dann nein<sup>264</sup>).

Zu Beginn der Einheit antwortet N auf die Frage, ob homöopathische Mittel bekannt seien, mit *„Globuli hab ich schonmal was von gehört (...). Das sind diese Kügelchen“*.

In der Übergangsphase hin zum AB „Wieviel Wirkstoff“ reagiert O auf die Aussage der Lehrperson (Lehrperson: [03:37:56] *„(...) und schauen uns zusätzlich nochmal an (...) wie viel Wirkstoff denn überhaupt in den Mitteln drin ist.“* O: *„0,000001 Milliliter“*). Ihm ist zu diesem Zeitpunkt demnach bereits bewusst, dass es sich um eine starke Verdünnung handelt, auch wenn Wirkstoffkonzentration in Wahrheit sogar noch wesentlich geringer ausfällt. Die Gruppe hat große Probleme bei der Bearbeitung des Arbeitsblattes, beantwortet mit einiger Hilfe die Aufgabe jedoch korrekt (*„Wir sind nicht der Meinung des Homöopathen, denn je höher die Potenz, desto weniger Koffein-Moleküle sind enthalten.“*). Bei der Besprechung scheint zumindest M jedoch das Prinzip der Potenzierung als Verdünnung zu verstehen (M: [03:59:04] *„Also es ist halt jetzt so, dass desto weniger potenziert wird desto mehr Koffein halt enthalten ist. Koffein also Kaffee allgemein ist ja eher dazu da um sie wach zu halten und halt energiegeladener zu sein und dadurch wird halt nichts besser eigentlich.“*).

Den Begriff Placebo-Effekt hatte keines der Gruppenmitglieder bereits gehört.

Bei der Beurteilung der echten Studie nennen alle, dass der Placebo-Effekt „genutzt“ wurde. M und N erwähnen, dass die *„Kinder [nichts davon] wussten“*.

Bei der Frage, ob sie dem Ergebnis der Autoren zustimmten, antworten alle drei Mitglieder der Gruppe mit „ja“, obwohl sie konfligierende Begründungen liefern (N: *„Daher zeigte das Homöopathische Mittel selbst nach 12 Wochen keine bessere Wirkung.“*). Dies spricht eher dafür, dass sie nicht in der Lage sind die Erkenntnisse aus der Einheit zu den kontrollierten Bedingungen adäquat anzuwenden.

Die Gruppe ist insgesamt in ihrem Verhalten etwas ungewöhnlich. Vor allem M und teilweise auch O zeigen an mehreren Stellen, dass sie sowohl die Prinzipien der Homöopathie als auch

---

<sup>264</sup> M genau umgekehrt

weite Teile der Prüfkriterien verstanden haben und anwenden können. Im Verlauf der Unterrichtseinheit lassen alle drei jedoch stark nach, langweilen sich und sind unkonzentriert. Sie füllen Teile der Arbeitsmaterialien und Fragebögen gar nicht erst oder nur halbherzig aus.

## Charakterisierung

M ist anfangs sehr engagiert und gibt den Ton an bei der Planung von Versuchsreihen und Vorgehensweisen. Die Ergebnisse der Durchführungen werden gemeinsam in der Gruppe verglichen. Insgesamt sind eher rational bzw. wissenschaftlich geprägte Denk- und Arbeitsweisen vorherrschend. Bei der Jogurtverkostung antizipiert O bereits einen Einfluss von Vorurteilen und N formuliert eine alternative Durchführung, um diesen Aspekt zu berücksichtigen. Im Verlauf der Erarbeitung beider PK agiert die Gruppe zunehmend unkonzentrierter und urteilt bzw. entscheidet eher intuitiv<sup>265</sup>. Lediglich M beschreibt ausführlich die Planung eines Experiments unter wissenschaftlichen Kriterien („Energie-Armband“) und ist damit in der Lage, die zuvor erarbeiteten methodischen Kriterien anzuwenden.

Die Gruppe hat Schwierigkeiten, die fachliche Betrachtung der Stoffmenge zu verstehen und zu nutzen. Lediglich M kann die Zusammenhänge schrittweise beschreiben. Die Studieninterpretation fällt ebenfalls allen schwer. Zu diesem Zeitpunkt werden die Inhalte bereits kaum noch bearbeitet. Die endgültigen Positionierungen erfolgen wenig strukturiert und eher intuitiv. Das anfängliche methodisch planerische Vorgehen weicht lustlosem Bauchgefühl. Dennoch stellen in den wenigen Momenten, in denen Inhalte beurteilt werden, zuvor erlernte Informationen, Methoden oder wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen (PK) die Grundlage der Entscheidungen dar. Zudem finden sich an keiner Stelle Formulierungen, die eigene Erfahrungen beinhalten. Auch wenn die Urteile teilweise intuitiv sind, lässt sich dies daher auf mangelnde Motivation zurückführen.

## Gruppe PQR

Tabelle 46: Vergleich der Positionierungsbögen Anfang & Ende (Gruppe PQR)

	P	Q	R
<b>Veränderung</b>	+ / + / + / + / 0	+ / + / + / + / 0	+ / + / 0 / 0 / + / +
<b>Status am Ende</b>	+ / + / + / + / -	+ / + / + / + / -	+ / + / 0 / 0 / +
<b>Tendenz</b>	+	+	+

## Prüfkriterien

### 1. Kontrollierte Bedingungen

Alle drei Gruppenmitglieder können detailliert beschreiben, wieso eine Durchführung unter kontrollierten Bedingungen sinnvoll und zielführend ist (vgl. 4.2.3). Dabei werden Entscheidungen stets begründet und ausführlich dargelegt, inwieweit eine Durchführung von Tests unter kontrollierten Bedingungen geeignet ist, um Aussagen über Einflussfaktoren zu treffen (z. B.

<sup>265</sup> Dies scheint eher motivations- als verständnisbedingt.

„Also ich hab halt aufgeschrieben, dass das von Anna geeigneter also dass ich das für geeigneter halte weil in den ersten drei Versuchen halt die Temperatur gleich bleibt und man halt besonders darauf achten kann wie sich das mit der Milch dann verändert. Und in den letzten drei bleibt ja die Prozentzahl der Milch gleich und da kann man sich halt besser auf die Temperatur konzentrieren.“).

Lediglich P erkennt, dass in der Vorstudie keine kontrollierten Bedingungen vorlagen, da „manche Kinder psychologische „Hilfe“ bekamen, andere wiederum bekamen diese Unterstützung nicht“ (Anhang X7).

## 2. Verblindung

Die Gruppe lag beim Geschmackstest mit ihren Einschätzungen falsch. Daraufhin erklärte sie sich freiwillig, die Verkostung erneut verblindet vor dem Rest der Klasse zu wiederholen. Damit konnten sie direkt erleben, dass eine Verblindung aufgrund Sinnestäuschungen nötig und zielführend ist (P: „Die Verblindung wurde bei der Vorstudie nicht bedacht, stattdessen wussten sowohl Kinder/Jugendliche als auch ihre Eltern was sie/ihre Kinder einnehmen mussten. Wohin gegen in der Hauptstudie weder Kinder, noch Eltern wussten was einzunehmen war.“). Die Gruppe kann infolge dieser Erfahrung präzise beschreiben, inwieweit die erlernten PK eine Rolle spielen, wenn Medikamente getestet werden müssen ((PQR: 03:24:03): „Also man hat zwei/ einmal zum Beispiel ein Medikament das halt auch mit Wirkstoff ist und dann gibt es noch eins, wo halt kein Wirkstoff drin ist. Dann hatten wir halt zwei Gruppen von Patienten die wissen aber nicht, dass es ein Medikament gibt, das kein Wirkstoff hat. Und dann gibt man das den beiden Gruppen halt und dann schaut man was passiert. (...) Ob wenn man etwas sieht oder nicht sieht, ob das beeinflusst was man denkt. Oder quasi Vorurteile.“).

Im weiteren Verlauf waren alle drei Schüler in der Lage, die korrekte Verblindung in der zu untersuchenden Hauptstudie zu erkennen und zu beschreiben (z. B. Q: „Ja, die Autoren haben richtig verblindet. Sie haben zwei Gruppen von Kindern, ohne ihres Wissens was was ist, ein Placebo und ein Homöopathisches Mittel verabreicht.“, R: „Hauptstudie: wussten nicht, was sie bekamen → richtig verblindet“). Dabei differenzierten zusätzlich alle zwischen dieser und der unverblindeten Vorstudie.

## Homöopathie

Die Gruppenmitglieder sind zu Beginn sehr positiv gegenüber Homöopathie eingestellt (z. B. (R 01:14:00): „Es sind normale Medikamente würde ich sagen.“). Alle drei nehmen oder nahmen regelmäßig homöopathische Arzneimittel zu sich. Das Simile-Prinzip wird von allen als sinnvoll erachtet und es wird teilweise mit Inhalten der Materialien aus der Konzeption begründet (z. B. Q: „da es ja auch jetzt heißt, dass Gegensätze sich anziehen. Hier ist es aber so, dass das Ähnliche heilt. Man könnte sagen es ist so wie - \* - = + ist. Das Plus ist dann die Heilung.“). Beim Potenzierungsprinzip sind sich P und R nicht sicher (z. B. . (P 00:39:50): „Aber ist das nicht total unnötig? Weil am Ende ist das doch eh nur noch Wasser!?“). Da beide aber denken, dass sich die Homöopathen dabei „schon etwas bei gedacht haben“, wird es als vermutlich sinnvoll erachtet. Allerdings formulieren sowohl P als auch R Skepsis bzw. Unsicherheit und erhoffen sich eine Erklärung (z. B. P: „Da die Homöopathie sinnvoll denkt würde ich damit rechnen, dass sie sich schon etwas dabei gedacht haben, habe aber keine andere Begründung, weshalb ich mir unsicher bin.“). Alle drei Schüler würden Homöopathie immer (P und Q) bzw. bei harmlosen Erkrankungen (R) anwenden. Ebenso werden die Apothekenpflicht und die Kostenübernahme der Krankenkassen als richtig erachtet.

Die Studie bzw. das Ergebnis der Autoren wird sehr kritisch bewertet ((PQR: 04:47:45): R: *„Da haben die doch eigentlich nur den Placebo-Effekt nachgewiesen oder und nicht die Wirkung der Homöopathie?“* Q: *„Oder halt, dass beides wirkt?“* R: *„Aber das Homöopathie kann ja nur deshalb wirken, weil sie denken, dass es wirkt.“*). Dabei nutzten die Lernenden vor allem das Argument der Verblindung<sup>266</sup>.

Die zweite Positionierung in Phase V zeigt, dass alle Schüler nun das Simile-Prinzip als weniger sinnvoll und das Potenzierungs-Prinzip als gar nicht sinnvoll erachten. Dabei sind sie in der Lage, alternative Erklärungen für eine Wirksamkeit zu liefern (*„Glaubenskraft“* (P), *„Placebo-Effekt“* (alle drei)). Die Ablehnung des Potenzierungs-Prinzips wird damit begründet, dass kein Wirkstoff mehr enthalten ist (*alle drei*) (z. B. P: *„Ja, es ist wie eine Psychologische Behandlung, da im Unterbewusstsein die Wirkung vorgestellt wird. Da diese Psychologischen Behandlungen auch übernommen werden.“*).

In der Gruppe wird sehr viel darüber diskutiert, inwieweit ein Mittel noch wirken kann, wenn dieses keinen Wirkstoff mehr enthält. Dabei schwanken die Schüler zwischen *„gar nicht mehr“* und *„nur durch den Placebo-Effekt“*. Die Schüler urteilen alle gemeinsam, dass homöopathische Arzneimittel im Grunde wirkungslos sind, aber der Placebo-Effekt einen mächtigen Effekt habe, welcher individuell instrumentalisiert werden sollte (R: *„Es hilft eigentlich nicht, aber der Placebo-Effekt ist natürlich hilfreich, aber wahrscheinlich werde ich mir demnächst Schokolade mit Tee mischen und so tun, als würde er mich heilen ;D.“*). Das Zunutze machen des Erlernten spiegelt sich auch in der Antwort auf die Frage wieder, ob sie Homöopathie in Zukunft nehmen würden (*„Also ich glaub ich wird' mir jetzt nicht mehr oder meine Eltern werden mir jetzt nicht mehr sowas kaufen und ich überleg dann ob ich nicht lieber mehrere Teesorten zusammenmischen kann und dann so tun kann als würde das helfen und dann ist ja im Endeffekt der selbe Effekt, wenn ich selber davon überzeugt bin.“*).

Alle drei Schüler erkennen, dass es sich bei Homöopathie um eine abzulehnende und unwissenschaftliche Form der Arzneimittellehre und erklären die Änderungen ihrer Sichtweise mittels logischer Argumente (P: *„Ja, da ich weiß das es pure Abzocke ist. Jedoch möchte ich weiter daran glaube, dass es wirkt, damit der Placebo-Effekt vorhanden bleibt.“*, Q: *„Ich hatte vorher nicht wirklich eine Einstellung dazu. Ich möchte aber trotzdem an die Heilung glauben, da ich wenn ich mal krank bin, eine positive Einstellung zur Heilung habe.“*, R: *„Ja, ziemlich. Erst dachte ich es bewirkt etwas, zwar weniger als „normale“ Medizin, aber jetzt hoffe ich auf den Placebo-Effekt, und dass dieser dann meinem Körper bei der Genesung hilft.“*)

## Charakterisierung

Die Schüler der Gruppe PQR nutzen präzise Formulierungen beim Beschreiben wissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen. Die PK werden angewendet, um komplexe Versuchsreihen zur Prüfung von Wirksamkeiten zu entwickeln. Vor allem Hinblick darauf, dass bei den Schülern dieser Gruppe viele persönliche und positive Erfahrungen mit dem Kontext vorliegen, finden Begründungen stets ausführlich und rational statt. Beinahe alle Materialien werden strukturiert bearbeitet. Teilweise bauen die Schüler eigene Erfahrungen ein, gewichten die wissenschaftlichen Erkenntnisse aus der Unterrichtskonzeption allerdings schwerer und somit ausschlaggebender für entsprechende Entscheidungen. Autoritäten<sup>267</sup> werden teilweise überhöht eingeschätzt (vgl. Hinnosaar & Hinnosaar, 2012). Die Schüler nutzen zudem mehrmals bei ihrer Beurteilung der Wirksamkeit die erarbeiteten PK. Der Placebo-Effekt wird ebenfalls bei

---

<sup>266</sup> bzw, der unverblindeten Vorstudie

<sup>267</sup> z. B. Krankenkassen

Entscheidungen angeführt. Insgesamt argumentieren alle Schüler der Gruppe PQR sehr rational. Es ist auffallend, dass die eigenen Erfahrungen zwar ebenfalls ihre Urteile beeinflussen, die PK sowie die Informationen zu Placebo-Effekt etc. aber wesentlich mehr Gewicht haben.

## Gruppe VXY

Tabelle 47: Vergleich der Positionierungsbögen Anfang & Ende (Gruppe VXY)

	V	X	Y
<b>Veränderung</b>	-/0+/-/0/0	-/-/-/0/-	-/+/0/0/0+
<b>Status am Ende</b>	-/0/-/-/-	-/-/-/-/-	-/+/0/0/0
<b>Tendenz</b>	-	-	0

Gruppe VXY war während der Gesamterprobung zwar anwesend, beteiligte sich jedoch beinahe ausnahmslos nicht daran. Innerhalb der Gruppe wurde weitestgehend über andere, den Kontext nicht betreffende, Dinge geredet. Die Aufgaben wurden zwar bearbeitet, allerdings erfolgten beinahe keine Aufzeichnungen. Die Gruppe beteiligte sich zudem nicht an den Plenumsdiskussionen. Die Einstellungen zur Homöopathie sind, sowohl zu Beginn als auch am Ende, sehr positiv, obwohl die Begründungen, die punktuell erfolgen, den Eindruck vermitteln, als würden die einzelnen Lernenden durchaus verstehen, wie und warum homöopathische Mittel wirken<sup>268</sup> (z. B. X (Kommentar, ob die Autoren der Studie korrekt verblindet haben): „Ja Sie haben richtig verblindet, da die Test-Personen nicht wussten, dass sie z. B. das homöopathische Mittel hatten, sie dachten alle sie hätten die Medizin, daher hat es auch irgendwie gewirkt.“).

Eine genauere Betrachtung der einzelnen Bereiche erfolgt wegen fehlender/mangelnder Beteiligung der Gruppe VXY nicht. Insgesamt können die Mitglieder der Gruppe als intuitive Entscheider betrachtet werden, was eher in mangelnder Sorgfalt und fehlender Motivation begründet ist.

## 8. Abschließende Beantwortung der Fragestellungen

Ähnlich wie bei Kolsto (Kolstø & Ratcliffe, 2007) und Yang (Yang & Anderson, 2003) stellen auch Höhle und Menthe den Prozess der Entscheidungsfindung als Kontinuum zwischen zwei Polen dar (vgl. Abbildung 9; Höttecke et al., 2013, S. 55). Sadler et al differenzieren drei Gruppen (*rational*, *empathisch* und *intuitiv*) (Sadler & Zeidler, 2005). Es zeigte sich, dass die Entscheidungssituationen innerhalb der vorliegenden Unterrichtskonzeption durch nur zwei Strategien bzw. Typen hinreichend beschrieben werden kann. Die 21 charakterisierten<sup>269</sup> Schüler lassen sich bezüglich der Art und Weise, wie sie Entscheidungen begründen, Urteile erklären und Vorgehensweisen planen in ein Kontinuum einordnen (Tabelle 48). Die beiden Pole stellen dabei systematisches Entscheiden auf der einen, sowie intuitives Entscheiden auf der anderen

<sup>268</sup> bzw. nicht wirken

<sup>269</sup> Die letzte Gruppe (VXY) wurde nur teilweise charakterisiert, da sie zu weiten Teilen untätig war und dementsprechend nicht bewertet werden konnten.

Seite dar. Die Farbe entspricht der Bewertung der Homöopathie, wie sie auch unter Punkt 7 genutzt wurde<sup>270</sup>.

Die Ergebnisse zeigen, dass ein Großteil der Schüler in der Lage ist, (weitestgehend) rationale Entscheidungen zu treffen. Die Schüler, die am Ende (Phase V) eine sehr befürwortende und unkritische Einstellung zur Homöopathie haben (*rot*), argumentieren eher intuitiv und unstrukturiert. Es zeigte sich, dass auch diejenigen Schüler, die eigene (positive) Erfahrungen mit homöopathischen Arzneimitteln und Behandlungen gemacht hatten, durchaus wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen nutzen, um ihre Einstellungen zu hinterfragen und zu ändern. Dies deutet darauf hin, dass der offenbar bedeutsame (weil lebensnahe) Kontext eine rationale Urteilsbildung ermöglicht. Wäre die Homöopathie<sup>271</sup> für die Lernenden als unwichtig empfunden worden, wären vermutlich vermehrt intuitive Urteilsheuristiken abgelaufen (vgl. 2.3.5– 1.).

Tabelle 48: Form der Entscheidung (Kontinuum) - Einstellung zur Homöopathie

Schüler	rational/strukturiert/wissenschaftlich	←→	intuitiv/emotional/unwissenschaftlich
A	●		
B	●		
C			●
D	●		
E			●
F			●
G			●
H			●
I			●
J	●		
K			●
L			●
M			●
N			●
O			●
P	●		
Q	●		
R	●		
V			●

<sup>270</sup> grün = "Verbesserung" bzw. contra Homöopathie, d.h. Schüler beschreiben Prinzipien der Hom. als nicht sinnvoll und positionieren sich eher dagegen

rot = "Verschlechterung" bzw. pro Homöopathie, d.h. Schüler beschreiben Prinzipien der Hom. als sinnvoll und positionieren sich eher dafür (z. B. selber nehmen, in Apotheken, gezahlt von Krankenkassen)

gelb = keine Veränderungen der Einstellungen / Positionen

<sup>271</sup> bzw. die Art, wie diese durch die Unterrichtskonzeption präsentiert wurde

X	●
Y	●

Damit kann die übergeordnete Fragestellung dieses Durchlaufs des Mesozyklus 4<sup>272</sup> beantwortet werden. Die Unterrichtskonzeption choice<sup>2</sup>reflect ermöglicht Lernenden eine angemessene Reflektion des Kontexts Homöopathie. Ihnen stehen sowohl Kriterien zur Beurteilung der Wissenschaftlichkeit einer Studie zur Verfügung, als auch umfangreiche Informationen, welche eine alternative (plausiblere) Erklärung der (wahrgenommenen) Wirksamkeit homöopathischer Mittel erlauben.

Die Vermittlung der PK erfolgte analog zu den in 4.2 beschriebenen Erprobungen. Die Anwendung war teilweise mit Schwierigkeiten verbunden. Während viele Schüler in Phase III ohne Schwierigkeiten die Materialien bearbeiten und fast alle zu korrekten Ergebnissen gelangen, sieht dies in Phase IV anders aus. Die Anwendung auf die echte Studie erweist sich als kompliziert. Mehrere Schüler sind nicht in der Lage, das Erlernte konkret zu übertragen (z. B. F: „Die Eltern und Lehrer haben immer wieder Fragebögen beantwortet“, M: „Sie wurden gut kontrolliert (...).“). Es bedarf vermutlich umfangreicherer und ausführlicherer Anwendungs- und Reflexionsphasen, um neu erlernte Denk- und Arbeitsweisen auf komplexe oder (bislang) unbekannte Kontexte zu übertragen. Es gelang den Lernenden jedoch, an vielen Stellen implizit oder explizit wissenschaftlich, strukturiert und rational zu bewerten. Dabei spielten persönliche Erfahrungen und Gewohnheiten beinahe keine Rolle. Selbst diejenigen unter ihnen, die regelmäßig homöopathische Mittel zu sich nahmen, entschieden dies am Ende nicht mehr zu tun<sup>273</sup>. Sadler beschreibt, dass der Grad an Emotionalität mit der Bereitschaft einer rationalen Auseinandersetzung korreliert (Sadler & Zeidler, 2005). Dies konnte in der vorliegenden Erprobung nicht direkt beobachtet werden. Auch wenn nicht erhoben wurde, wie emotional das Thema Homöopathie für die Lernenden ist, kann davon ausgegangen werden, dass eine persönliche Bedeutung dafür ausschlaggebend ist. Das bedeutet, dass die Schüler, die regelmäßig Homöopathie anwenden und diese als etwas Positives sehen, in der Regel emotionaler auf die Inhalte reagieren.

Das Ziel der Unterrichtskonzeption<sup>274</sup> konnte weitestgehend erreicht werden. Die Auswahl eines real-world issues förderte, wie antizipiert, die rationale Urteilsbildung sowie die Anwendung kriteriengeleiteter Entscheidungsstrategien (vgl. 4.4.1). Die Anpassung von Materialien wird nötig sein, war an dieser Stelle aber nicht im Fokus der Untersuchung<sup>275</sup>.

Die Subfrage, in welcher Weise Bewertungen in Bezug auf das Thema Homöopathie geändert werden, wurde innerhalb der Charakterisierungen der einzelnen Gruppen bereits beantwortet. Insgesamt zeigten sich starke Veränderungen bzgl. der zwei dogmatischen Wirkprinzipien. Diese werden am Ende von der großen Mehrheit als nicht sinnvoll erachtet. Viele Lernende würde allerdings immer noch oder sogar jetzt erst recht homöopathische Mittel nehmen. Dies wird vor allem in dem als sehr mächtig erachteten Placebo-Effekt begründet. Dennoch: Die

<sup>272</sup> Inwieweit ermöglicht die Unterrichtskonzeption choice<sup>2</sup>reflect eine kriteriengeleitete Reflexion kontroverser naturwissenschaftlicher Kontexte?

<sup>273</sup> Einige entschieden, nur deshalb weiterhin homöopathische Mittel zu nehmen, da sie den Placebo-Effekt weiterhin nutzen wollten. In mehreren Fällen erdachten sich Lernende „selbstgemachte“ Placebos, wie z. B. Tee oder Schokolade.

<sup>274</sup> Die Vermittlung und Anwendung wissenschaftlicher Prüfkriterien, um naturwissenschaftliche Kontroversen reflektieren zu können und rationale Entscheidungen zu treffen

<sup>275</sup> Die Veränderung der Unterrichtsmaterialien wird in Kapitel 5 diskutiert.

Argumentationen sind verändert. Während anfangs die Einnahme homöopathischer Mittel unkritisch erfolgte, wird diese nun hinterfragt.

Die designten Materialien erweckten Neugier und motivierten zu einer kontroversen Auseinandersetzung, wie die Wortbeiträge der Lernenden belegen. Es ist möglich, dass dies die von Kahan beschriebene „Science Curiosity“ darstellt, die einer voreingenommenen Informationsaufnahme entgegenläuft (Kahan et al., 2017). Dies würde erklären, weshalb einige Lernende, trotz positiver Erfahrungen mit der Homöopathie, intensiv wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen nutzten. Dies würde Neugier als eine wertvolle Voraussetzung zur erfolgreichen, unvoreingenommenen und von Weltanschauungen unabhängigen Auseinandersetzung mit kontroversen Kontexten machen (Aronson et al., 2008).

In vielen Situationen zeigten die Lernenden Skepsis, Unsicherheit und Verwirrung. Dies ist weder vermeidbar, noch hat es negative Auswirkungen auf die Entwicklung rationaler Urteilsbildung. Es bildet vielmehr eine Grundlage zur Auseinandersetzung mit den alternativen Erklärungsansätzen, Denk- und Arbeitsweisen. Je stärker die Lernenden nach weiteren Informationen („Informationsdurst“) und Methoden verlangen, um sich kontroverse Sachverhalte erklären zu können und je offener ihre Haltung, desto eher begünstigt dies eine Verbesserung bei der Entscheidungsfindung (Oulton et al., 2004).

Schwierigkeiten lagen in erster Linie im Umfang der Unterrichtskonzeption. So wurden auf der einen Seite lediglich zwei Prüfkriterien erarbeitet und angewendet (alle anderen PK wären auch geeignet, um eine rationale Auseinandersetzung mit Homöopathie zu begünstigen). Auch wurde verzichtet auf ein Arbeitsblatt, welches die Studienlage zur Homöopathie thematisiert hätte (vgl. Abbildung 67).

Die Lehrperson leitete, wie intendiert, die fünf Phasen der Konzeption und nutzte die vorbereiteten Übergänge (vgl. 4.4.1 – Design – 4.). Ein Einbringen der eigenen Meinung erfolgte nicht. Es wurden an mehreren Stellen Informationen auf Nachfrage gegeben. Dabei wurde darauf geachtet, dass stets eine Motivation geschaffen wird, die die Lernenden dazu bringt, selber zu forschen<sup>276</sup>. Wie in der Vorbereitung beschrieben, fokussierte sich die Lehrkraft auf rationale Aspekte bzw. Bewertung. Die Möglichkeit, den Positionierungsdruck zu intensivieren, wäre zu überlegen. So könnte die Lehrperson sich deutlicher als Experte präsentieren (etwa durch ein Rollenspiel o. Ä.). Dies könnte damit verbunden werden, dass umfangreichere Begründungen der Positionen eingefordert werden (etwa, indem Schüler ihre Standpunkte verteidigen müssen). Damit würden auch bei nicht eindeutig interpretierbaren wissenschaftlichen Ergebnissen eindeutige Thesen gebildet werden, die sich dann einfacher und motivierter diskutieren ließen (Kienhus, D. ; Bromme, 2015, S. 13). Ohne eine solche Expertenrolle ist es hingegen wahrscheinlicher, eine „Landschaft“ aus Argumenten zu bilden (vor allem, wenn erstmal weder implizit noch explizit eine Wertung erfolgt) (ebd.). Eine solche wurde auch in der vorliegenden Erprobung erreicht. Die Lernenden formulierten unterschiedlichste Einstellungen, Beurteilungen und Perspektiven. Lediglich eine strikte Trennung zwischen fachlicher Korrektheit und unwissenschaftlichen Argumenten erfolgte. Wurde rational argumentiert und geurteilt, wurden in der Diskussion in Phase V entsprechende Positionen der Lernenden ernst genommen und akzeptiert, auch wenn diese der Homöopathie (immer noch) sehr positiv gegenüberstanden. Dadurch kann Autonomie und Mündigkeit, aber auch Verantwortung und Bewusstsein erfahren werden, welche notwendig sind, um gesellschaftliche Teilhabe zu ermöglichen.<sup>277</sup>

---

<sup>276</sup> z. B. durch Fragen wie „Kann Koffein Johanna nun helfen?“, „Wie unterscheiden sich herkömmliche Arzneimittel und Mittel, die nach den Prinzipien der Homöopathie hergestellt wurden?“ oder „Wie sollte ein homöopathisches Mittel getestet werden?“

<sup>277</sup> Teile der Unterrichtskonzeption wurden an einem Hessener Gymnasium im Rahmen einer Projektwoche zum Thema „Forschung“ eingesetzt. Dort zeigten sich weitestgehend ähnliche Ergebnisse:

## C: Re-Framing

Im Rahmen des Design-Based Research-Ansatzes der vorliegenden Arbeit beinhaltet das Re-Framing eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Mesozyklen (5.), sowie eine abschließende Betrachtung der Aspekte, die sich als förderlich für eine stabile Intervention abgezeichnet haben und die damit verbundene Beantwortung der übergeordneten Fragestellung (6.1 – *What works?*). Der letzte Abschnitt des Re-Framings stellt eine tiefere Auseinandersetzung dar (6.2 – *How does it work?*).

- 
- Die Potenzierung wird von Schülern „durchgezogen“, ohne die Sinnhaftigkeit zu hinterfragen
  - Eine umfassende Beurteilung des Kontexts trauen sich die Lernenden anfangs nicht zu, am Ende jedoch durchaus
  - Endbeurteilung ist größtenteils ablehnend, allerdings gibt es auch weiterhin positive Bewertungen
  - Die positiven Bewertungen werden mit dem Placebo-Effekt bzw. den (nicht vorhandenen) Nebenwirkungen begründet

## 5. Zusammenfassung

An dieser Stelle werden die Erkenntnisse bzw. Ergebnisse der einzelnen Mesozyklen zur Übersicht zusammengefasst. Dabei wird weitestgehend auf eine erneute Nennung von Literatur verzichtet<sup>278</sup>.

### 5.1. Mesozyklus 1

Im ersten Mesozyklus wurden in zwei Durchläufen Einstellungen Lernender bezüglich naturwissenschaftlicher Kontroversen erkundet.

*MZ 1.1 – Inwieweit nutzen Lernende chemisches Fachwissen bei der Beurteilung der Kontroverse Homöopathie?*

*MZ 1.2 – Welches Verständnis von Wissenschaft besitzen Lernende?*

Die Bildungsstandards definieren einen sehr hohen Anspruch an die Bewertungskompetenz der Lernenden, indem sie eigenverantwortliches Handeln ins Zentrum ihrer Vermittlung<sup>279</sup> stellen (2.2.5. – 1. & 2.). Eine Erkundung entsprechender Denk- und Urteilsweisen erfolgte in Form von leitfadengestützten Interviews (4.1.1.), sowie einer Fragebogenstudie (4.1.2.). Die Ergebnisse stellen eine erste Diagnose der Entscheidungsfindung und -begründung Lernender hinsichtlich eines kontroversen Kontexts sowie wissenschaftlicher Erkenntnisse allgemein dar (4.1). Die Relevanz der Untersuchung ist gegeben, da die Ansprüche der Bildungsstandards ein Dilemma darstellen. So sind auf der einen Seite jene Kontexte für eine unterrichtliche Auseinandersetzung von Bedeutung, die sich in besonderem Maße mit der Lebenswelt der Lernenden überschneiden. Diese sind dadurch zwangsläufig auch emotional, da Entscheidungen direkten Einfluss haben können. Daraus resultiert auf der anderen Seite ein verstärktes Auftreten von Alltagsphantasien und intuitiven Resonanzen (Urteilsheuristiken) (2.2.5. – 4. & 9.). Diese behindern eine rationale Urteilsbildung massiv oder machen sie gar unmöglich. Eine (erzwungene) Positionierung kann wiederum den Ausgangspunkt einer Auseinandersetzung darstellen<sup>280</sup> (2.2.5. – 6. & 7.).

Die Ergebnisse der Interviews (MZ 1.1) lassen vermuten, dass die persönlichen Erfahrungen der Lernenden bei Beurteilungen des Kontextes Homöopathie bedeutsamer waren, als die zuvor erhaltenen Informationen hinsichtlich ihrer Wirkprinzipien (4.1.1.). Fachwissen wird, auch wenn umfassend vorhanden, zur Bewertung nicht genutzt.

Der Kontext Homöopathie erwies sich als sehr interessant und motivierend für die Lernenden (4.1.1.). In mehreren Interviews zeigte sich zudem Verunsicherung und Betroffenheit, was als Ausgangspunkt unterrichtlicher Interventionen bedeutsam sein kann. Auf dieser Grundlage wurde die Fragestellung

*Ist die Homöopathie ein geeigneter Kontext für den Chemieunterricht im Sinne der SSI bzw. der Definition von guten Kontexten?*

entwickelt, welche in MZ 3 umfassend beantwortet wird.

---

<sup>278</sup> Die Quellen finden sich entweder in den Mesozyklen oder im Theoretischen Rahmen. Auf letztere wurde jeweils entsprechend verwiesen.

<sup>279</sup> und der Vermittlung naturwissenschaftlicher Grundbildung

<sup>280</sup> Wird trotz mangelnder Informationen ein Standpunkt eingenommen, besteht allerdings auch die Gefahr, dass ein solcher eher verteidigt wird, auch dann, wenn dieser sich als nicht sinnvoll / zielführend erweist (Kienhus, D. ; Bromme, 2015, S. 13).

Die Erkenntnisse legitimierten zudem eine tiefergehende Untersuchung des Wissenschaftsverständnisses Lernender. Überwiegt in, für die Lebenswelt relevanten, Entscheidungssituationen nämlich das Bauchgefühl, so kann einerseits eine hohe Emotionalität ursächlich sein (s. o.). Ein weiterer Grund dafür, dass wissenschaftliche Erkenntnisse und Fakten kein echtes „Gewicht“ bei der Urteilsbildung haben, könnte auch an einem falschen Verständnis von Wissenschaft liegen. Die Fragebogenstudie fokussiert daher auf die Frage:

*Welches grundsätzliche Verständnis von Wissenschaft haben Schüler?*

Die Beantwortung dieser Frage erfolgt im zweiten Durchlauf von Mesozyklus 1 (MZ 1.2). Die Ergebnisse der Fragebogenstudie zeigen, dass kein einheitliches Verständnis von Wissenschaft vorliegt (4.1.2.). Wissenschaft<sup>281</sup> wird zwar weitestgehend positiv betrachtet, allerdings treten auch antiwissenschaftliche Ansichten auf. Dies könnte die Auseinandersetzung mit pseudowissenschaftlichen Themen komplizierter machen, da entsprechende Information<sup>282</sup> nicht einfach voneinander abgegrenzt werden können. Gut anknüpfen lässt sich hingegen an das Rollenverständnis des Wissenschaftlers. Dieser wird als Entdecker, Forscher und Erfinder betrachtet und genießt insgesamt hohes Ansehen und Respekt unter den Lernenden (4.1.2.). Damit erweisen sich die vorliegenden Vorstellungen als anschlussfähig für ein methodisches Verständnis von Wissenschaft (vgl. 2.1.7. – 1. & 2.).

Die Ergebnisse deuten auch bereits an, wo Schwierigkeiten in der Vermittlung liegen könnten. So wird „die Wissenschaft“ als etwas sehr Abstraktes wahrgenommen, die mit der eigenen Lebensrealität nichts zu tun hat (4.1.2.; Kuchenbuch, 2015, S. 55). Die Erkenntnisse legitimieren eine explizite und umfassende Vermittlung wissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen, um diese behutsam und schrittweise den Lernenden als sinnvoll, nützlich und vor allem auch als direkt mit der eigenen Lebenswelt zusammenhängend zu präsentieren.

Lernhindernisse bezüglich zentraler NOS-Aspekte<sup>283</sup> liegen nicht vor (4.1.2.). Allerdings stellt das Etablieren eines einheitlichen Verständnisses von Wissenschaft ein umfangreiches Unterfangen dar, da die Lernenden überzeugt werden müssen von einer „Nützlichkeit im eigenen Leben“ (Rehm & Stäudel, 2010). Der Cluster-Approach, der eine schrittweise Abgrenzung von Pseudo-Wissenschaft und Wissenschaft ermöglichen kann, kann dabei unter Umständen hilfreich sein und die Grundlage einer unterrichtlichen Intervention bilden (2.1.7 – 8.).

Mesozyklus 1 zeigt, dass bei Schülern ein Bedarf an Werkzeugen besteht, die es ihnen ermöglichen, auch emotionale Themen rational beurteilen zu können. Wie genau diese beschaffen und vermittelt werden können, wird in Mesozyklus 2 beantwortet.

## **5.2. Mesozyklus 2**

Im zweiten Mesozyklus wurden Prüfkriterien zur Förderung eines methodischen Verständnisses von Wissenschaft entwickelt und erprobt.

*MZ 2.1 – Auf welche Weise können Kriterien eines einheitlichen wissenschaftlichen Weltbildes die Vermittlung von Bewertungskompetenz ermöglichen?*

---

<sup>281</sup> Insbesondere technologische und medizinische Innovation und Forschung

<sup>282</sup> wissenschaftliche und nicht- bzw. pseudowissenschaftliche (vgl. 2.1.5.2.)

<sup>283</sup> jene, die ein methodisches Verständnis von Wissenschaft konstituieren

MZ 2.2<sup>284</sup> bis 2.8 – In welcher Weise erarbeiten und nutzen Lernende das wissenschaftliche Prüfkriterium <\*>?

*\*Falsifizierbarkeit, kontrollierte Bedingungen, Kausalität & Korrelation, Reproduzierbarkeit, Verblindung, Randomisierung, Plausibilität*

Die Entwicklung der Prüfkriterien beruht auf der Annahme, dass die Anforderungen der Bildungsstandards eher die Etablierung einer *Scientific Awareness* erfordern, als eine „klassische“ naturwissenschaftliche Grundbildung (vgl. 2.2.3). Eine solche erweist sich als geeigneter, um den curricularen Vorgaben der Bewertungskompetenz gerecht zu werden. Die PK repräsentieren dabei wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen, welche zum Ziel haben, *Scientific Awareness* schrittweise zu fördern (4.2.1.). Angesichts unklarer Bedeutungen und Formulierungen neuralgischer Aspekte des Prozesses der Entscheidungsfindung bietet es sich durchaus an, eher auf allgemeingültige Elemente wissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung<sup>285</sup> bei der Vermittlung zu fokussieren (vgl. 4.2.).

In einer umfangreichen Vorbereitungsphase wurden sieben Prüfkriterien formuliert, welche als Elemente eines kohärenten naturwissenschaftlichen Weltbildes gelten können (Abbildung 46). Diese fußen auf einem methodischen Wissenschaftsbegriff (vgl. 2.1.1.; 2.1.2.) und besitzen Eigenschaften, deren Erwerb *Scientific Awareness* fördern kann (vgl. 2.2.3.; Roberts & Gott, 2010). Die Prüfkriterien überschneiden sich mit einer Reihe unterschiedlicher NOS-Aspekte (NGSS Lead States, 2013, S.4; Anhang T1) und sollten daher ebenso explizit vermittelt werden (vgl. 2.1.7. – 6.). Sie ermöglichen darüber hinaus eine klare Distinktion zwischen subjektiven Interessen und Perspektiven auf der einen und faktisch bzw. wissenschaftlich Belegtem auf der anderen Seite. Damit sollen die PK die Entscheidungsfindung rationalisieren, vor allem dann, wenn emotionale und kontroverse Kontexte behandelt werden (vgl. 2.2.4.). Damit repräsentieren sie nützliche Werkzeuge, um sich mit kontroversen Kontexten bzw. SSI angemessen auseinanderzusetzen.

Die Prüfkriterien stellen damit Kriterien eines einheitlichen wissenschaftlichen Weltbildes dar. Um mit ihrer Hilfe die Vermittlung von Bewertungskompetenz durch unterrichtliche Intervention zu ermöglichen, sollten sie eine Reihe von Merkmalen besitzen:

- **Berücksichtigung der NOS-Aspekte**
- **Trennschärfe**
- **Einheitliches Design**
- **Fachunabhängigkeit**
- **Anwendbarkeit auf SSI**
- **Reflexion**
- **Explizite Vermittlung**
- **Erzeugung eines kognitiven Konflikts**

---

<sup>284</sup> „4.2.1.1 – Vorbereitungen für die weiteren Durchläufe des Mesozyklus 2“ wird ebenfalls ab dieser Stelle zusammengefasst.

<sup>285</sup> wie sie die PK darstellen

Konkrete Materialien wurden für die PK *Falsifizierbarkeit* (4.2.2.), *kontrollierte Bedingungen* (4.2.3.), *Kausalität & Korrelation* (4.2.4.) und *Verblindung* (4.2.6.) entwickelt und erprobt. Für *Reproduzierbarkeit* (4.2.5.) und *Randomisierung* (4.2.7.) wurden im Rahmen der vorliegenden Arbeit keine Materialien designt. Das Kriterium der Plausibilität (4.2.8.) wurde als nicht explizit vermittelbar für eine Materialentwicklung verworfen. Die Auswertung der unterrichtlichen Erprobungen zeigen, dass die Merkmale (s. o.) weitestgehend erfüllt werden können (vgl. Tab 20). Zudem lassen sich die PK grob sortieren in Prinzipien des Goldstandards naturwissenschaftlicher Untersuchungen (vgl. 4.2.1.; Kleist, 2006; Strausz, 2013) und übergeordnete Prinzipien (vgl. Abbildung 46).

Die Materialien konnten so gestaltet werden, dass kein spezifisches Fachwissen für deren Bearbeitung benötigt wird. Die Prüfkarten stellen dabei in ihrer Darstellung und Symbolik kohärente Werkzeuge dar, die von den Lernenden bei Bedarf<sup>286</sup> eingesetzt werden können (vgl. 4.2.1.; 4.2.9.). Dabei konnten das einheitliche Design sowie die Systematik der Karten weitestgehend bei der Entwicklung berücksichtigt werden<sup>287</sup>. Auch für die nicht entwickelten Materialien der PK *Reproduzierbarkeit & Randomisierung* wird dies möglich sein (4.2.9.).

Die Erprobungen erwiesen sich als aufschlussreich. Die (teilweise mehrfach überarbeiteten) Materialien konnten erfolgreich im Unterricht eingesetzt werden (4.2.2.; 4.2.3.; 4.2.5.; 4.2.6.):

Die Lernenden ...

- zeigten hohe Aktivität.
- äußerten kreative und durchdachte Ideen zur Beantwortung der gestellten Fragen auf den Arbeitsmaterialien, sowie in den gemeinsamen Plenumsphasen.
- erlebten kognitive Konflikte<sup>288</sup>.
- verwendeten mehrheitlich Fachbegriffe bei Antworten und Begründungen zielgerichtet.
- erkannten Schwierigkeiten, Herausforderungen und die damit einhergehende Notwendigkeit präziser Formulierungen bei wissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen.
- erfuhren die PK als nützliche Werkzeuge bei der Beurteilung (natur-)wissenschaftlicher Fragestellungen.

Die Ergebnisse der Erprobungen deuten darauf hin, dass die PK von den Lernenden verstanden, abstrahiert und angewendet werden können. Als rationale Denk- und Arbeitsweisen könnten sie Elemente konkreter Entscheidungsstrategien darstellen, die in der selektionalen Phase<sup>289</sup> genutzt werden. Damit vereinheitlichen sie als gemeinsame Kriterien in der unterrichtlichen Auseinandersetzung mit kontroversen Kontexten die Entscheidungsfindung möglicherweise ein Stück weit. Da sie gleichermaßen den Lernenden zur Verfügung stehen und sich damit wissenschaftliche Methoden als adäquate Beurteilungsinstrumente präsentieren, fördern die PK so die Entwicklung eines einheitlichen wissenschaftlichen Weltbildes (4.2.9.). Eine Demarkation zu pseudowissenschaftlichen Aussagen und Behauptungen kann ebenfalls ermöglicht werden. Die PK stellen im Sinne eines Cluster Approach die Etablierung bzw. Stabilisierung eines robusten Weltbildes dar, welches die Grundlage differenzierter und rationaler Urteilsbildung ist (2.1.6.; 4.2.9.).

---

<sup>286</sup> z. B. Beurteilung der Wissenschaftlichkeit bestimmter Behauptungen, Tests oder Experimente

<sup>287</sup> Beim PK *Kausalität & Korrelation* wurden die Prüfkarten abweichend gestalten, folgten aber derselben Logik.

<sup>288</sup> nicht bei Erarbeitung von PK *kontrollierte Bedingungen*

<sup>289</sup> Im Prozessmodell der Entscheidungsfindung (vgl. 2.2.2.4.)

Die Ergebnisse deuten zudem an, dass Lernende einen intuitiven Zugang zu wissenschaftlichen und rationalen Denk- und Arbeitsweisen besitzen (vgl. 2.1.6.; 4.2.9.). Dies wird auch von Abel et al. und Moss et al. beschrieben (Abell et al., 2001; Moss, 2001). Sie stellen allerdings fest, dass die Lernenden ihre rationalen und kriteriengeleiteten Denk- und Arbeitsweisen weiterhin als subjektive und nicht als wissenschaftliche Auseinandersetzung ansehen (ebd.). Die selbsttätige Erarbeitung der PK befähigt hier vielleicht zu einer realistischeren und positiveren Einschätzung der eigenen Fähigkeiten. Lernende könnten eigene intuitive Herangehensweisen stärker mit wissenschaftlichen Methoden und Prinzipien assoziieren. Dies fördert einen selbstbewussten Umgang mit kontroversen Kontexten und macht die Nützlichkeit der erarbeiteten Werkzeuge (PK) direkt erfahrbar.

### 5.3. Mesozyklus 3

Im dritten Mesozyklus wurde ein geeigneter Kontext gewählt, der eine Anwendung der Prüfkriterien aus MZ 2 ermöglicht (Ziel 1). In diesem Zusammenhang wurden Materialien entwickelt und erprobt (Ziel 2).

*MZ 3.1 – Inwieweit ist Homöopathie als unterrichtlicher Kontext zur Vermittlung von Bewertungskompetenz geeignet?*

*MZ 3.2 – Auf welche Weise muss der kontroverse Kontext Homöopathie präsentiert werden, um als Problemgrundlage für eine unterrichtliche Auseinandersetzung zu dienen?*

Die Homöopathie stellt nach der Analyse der sie definierenden Wirkprinzipien ein pseudowissenschaftliches Dogma<sup>290</sup> dar (4.3.1. – 1.1). Um zu prüfen, inwieweit sie als Kontext für eine unterrichtliche Auseinandersetzung mittels wissenschaftlicher Prüfkriterien geeignet ist, mussten eine Reihe verschiedener Aspekte berücksichtigt werden (2.4.1.: 2.4.5.; 4.3.1.). Wie in den vorigen Mesozyklen beschrieben, stellen die entwickelten PK für die Lernenden Werkzeuge dar, die dann eine rationale Auseinandersetzung mit SSI ermöglichen.

Ein Kontext muss bestimmte Anforderungen erfüllen, um dafür geeignet zu sein (2.4.1.; 4.3.1.):

- **Relevanz**
- **Authentizität**
- **Multidimensionalität**
- **Fragestellung mit Bezug zum Fach Chemie**
- **Komplexität**
- **Anschlussfähigkeit**

Homöopathie ist auf mehreren Ebenen ein *relevanter* Kontext (4.3.1. – 2.1):

- *individuell*

---

<sup>290</sup> Im Gegensatz zu der auf wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhenden und sich ständig verändernden evidenzbasierten Medizin (vgl. 2.3.2.5.; 4.2.9.; 4.3.1.).

Dies deuten Interviews und Fragebögen (MZ 1) an (vgl. 4.1.). Dort erwies sich der Kontext als spannend, interessant, bekannt und mit einem engen Bezug zur persönlichen Lebenswelt.

Zudem zeigen repräsentative Umfragen eine wachsende Beliebtheit und positive Wahrnehmung der Homöopathie.

- gesellschaftlich

Der Kontext Homöopathie repräsentiert eindrucksvoll, wie öffentliche Wahrnehmung und wissenschaftliche Evidenz sich diametral gegenüberstehen. Die besondere Gesetzeslage in Deutschland verstärkt dieses irrationale Ungleichgewicht.

Eine Reihe von Gefahren geht von der unkritischen Einnahme und Einstellung zur Homöopathie aus (4.3.1. – 2.1).

- naturwissenschaftlich

Die Prinzipien der Homöopathie widersprechen eklatant wissenschaftlichen Erkenntnissen (4.3.1. – 1.2 & 1.3). Dies zu akzeptieren und homöopathische Mittel anzuwenden kann zu Misstrauen gegenüber evidenzbasierter Medizin und Forschung führen. Ihre weite Verbreitung „erfordert“ eine umfangreiche und rationale Auseinandersetzung, um eine klare Demarkation zwischen ihr und wirksamer Medizin zu formulieren.

Neben den verschiedenen Ebenen der Relevanz gilt ein maßvoller Grad an emotionsauslösenden Gestaltungsmerkmalen bei der Präsentation des Kontextes als Anzeiger für Relevanz, welche bei der Materialentwicklung unter 4.3.2. berücksichtigt wird (4.3.1. – 2.1; Hansson, 2008; 2.4.1.2.).

*Authentizität* und *Komplexität* lassen sich erst durch eine entsprechende Entwicklung von Materialien herstellen, sind aber prinzipiell möglich (4.3.1. – 2.2 & 2.5). Multidimensionalität ist ebenfalls gegeben (4.3.1. – 2.3). Das liegt vor allem daran, dass eine abschließende Entscheidung, homöopathische Mittel zu nehmen, nicht zwingend als „falsch“ gelten muss. Während die wissenschaftliche Beurteilung eindeutig ausfällt, kann die subjektive sich durchaus unterscheiden. Falls dies der Fall ist, bedarf es allerdings entschiedener Abgrenzung und Verortung dieser Entscheidung als rein persönlich (und entgegen wissenschaftlicher Erkenntnisse) (4.3.1. – 2.3).

Darüber hinaus ist auch eine Anbindung an die bestehenden Lehrpläne<sup>291</sup> (4.3.1. – 2.4) an vielen Punkten möglich, bietet sich jedoch vor allem in den Klassen an, in denen sich die Erprobungen der Prüfkriterien als erfolgreich zeigten (Klasse 8 und 9)<sup>292</sup>. *Anschlussfähig* ist der Kontext Homöopathie indirekt (4.3.1. – 2.6). So sind es genaugenommen die Prüfkriterien, mit deren Hilfe eine Auseinandersetzung stattfindet. Sie sind anschlussfähig bezüglich der Vermittlung von Bewertungskompetenz (vgl. MZ 2).

Damit gilt der Kontext Homöopathie insgesamt als gut geeignet, um eine Auseinandersetzung mittels der in MZ 2 beschriebenen Prüfkriterien zu ermöglichen. Alle Voraussetzungen an Kontexte zur Vermittlung von Bewertungskompetenz (vgl. 2.4.) werden oder können erfüllt werden (4.3.1. – 4.).

Im zweiten Durchlauf des dritten Mesozyklus (MZ 3.2) erfolgte die Entwicklung und Erprobung konkreter Materialien (4.3.2.). Dazu wurden in einem Teil des Fragebogens, der in MZ 1 beschrieben wurde (4.1.2.), das Vorwissen und die Einstellungen der Lernenden zum Kontext

---

<sup>291</sup> bzw. *Fragestellungen mit Bezug zum Fach Chemie*

<sup>292</sup> Die unter 4.3.2. erprobten Materialien zur Homöopathie erwiesen sich ebenfalls als geeignet für die Klassen 8 und 9 (wie im Folgenden beschrieben wird).

Homöopathie erhoben. Die Ergebnisse ermöglichen die Beantwortung der übergeordneten Fragestellung:

„Ist die Homöopathie ein geeigneter Kontext für den Chemieunterricht?“

Es zeigte sich, dass die Lernenden lediglich rudimentäre Vorstellungen<sup>293</sup> von Medikamenten und deren Wirkung im Körper haben, insgesamt aber großes Vertrauen in Autoritäten<sup>294</sup> (4.3.2.). Wissen bezüglich der Wirkprinzipien homöopathischer Mittel besteht nicht (vgl. 4.3.1. – 1.2.). Zwei Dritteln der Befragten war Homöopathie bekannt.

Auf der Grundlage des mäßigen Vorwissens auf der einen, sowie der hohen (persönlichen) Relevanz und Beliebtheit auf der anderen Seite wurden Lernmaterialien entwickelt, die den Kontext so präsentieren, dass eine spätere Auseinandersetzung mittels PK möglich ist (4.3.2.). Die Ergebnisse der Erprobungen<sup>295</sup> zeigten, dass die Tätigkeit der homöopathischen Potenzierung keine Zweifel aufkommen ließ, ob es sich um eine unwissenschaftliche und nicht sinnvolle Tätigkeit handle oder nicht. Das dahinterstehende Potenzierungsprinzip wurde zwar als kritisch betrachtet, aber beim Experimentieren wurde keine Skepsis geäußert. Zum Zweck der tiefergehenden fachlichen Auseinandersetzung mit dem Potenzierungsprinzip wurden daher zusätzliche Lernmaterialien entwickelt (4.3.2. – 3.), welche in MZ 4 im Rahmen der Gesamterprobung eingesetzt wurden.

Es gibt offenbar eine Reihe von Schwierigkeiten, um das theoretische Wissen bzw. Verständnis auf praktische Handlungen zu übertragen. An sehr vielen Stellen während der Erprobung zeigten sich Verwirrungen und Unsicherheiten. Es handelte sich allerdings selten um Verständnisschwierigkeiten als vielmehr um erste Anzeichen kognitiver Konflikte<sup>296</sup> (4.3.2.). Diese könnten, ähnlich wie in den Erarbeitungen der Prüfkriterien (4.2.2.; 4.2.4.; 4.2.6.), Denkprozesse auslösen, die eine Auseinandersetzung mit dem Kontext zusätzlich fördern könnten.

Auch in dieser Erprobung beinhalten die kreativen Ideen der Lernenden Elemente (natur-)wissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen (4.3.2.). Test-Designs zur Prüfung der Wirksamkeit zu untersuchender Mittel werden teilweise detailliert skizziert, was erneut einen Hinweis auf intuitive Prozesse liefert (vgl. 4.2.9.). Der Placebo-Effekt dient zudem mehreren Lernenden als alternative Erklärung der wahrgenommenen Wirksamkeit homöopathischer Mittel. Vorbereitend auf die Gesamterprobung der Unterrichtskonzeption *choice<sup>2</sup>reflect* in MZ 4 wurden daher auch Materialien entwickelt, die dieses Phänomen näher beschreiben, um die damit einhergehenden Effekte den Lernenden zu vermitteln (4.3.2. – 2.).

Insgesamt erfüllt Homöopathie die Anforderungen an geeignete Kontexte (2.4.). Die entwickelten (und teilweise erprobten) Materialien konnten *Authentizität* und einen angemessenen Grad an *Komplexität* schaffen. Zudem stellt Homöopathie, wenn sie den Lernenden so wie hier präsentiert wird, ein *real-world issue* dar, für welches Entscheidungen auch direkte persönliche Konsequenzen haben<sup>297</sup> (vgl. Kolstø, 2006, S. 4; 4.3.2.). Damit eignet sich der Kontext allgemein und die designte Intervention im Besonderen für eine umfangreiche Auseinandersetzung

---

<sup>293</sup> selten differenzierte

<sup>294</sup> z. B. Ärzte und Krankenkassen

<sup>295</sup> In diesem Mesozyklus wurde lediglich der „fachspezifische Problemaufriss“ erprobt.

<sup>296</sup> die homöopathischen Mittel, die viele Lernenden anwendeten, wurden erstmals konkret (wenn auch sehr neutral) analysiert und die Prinzipien, auf denen ihre Herstellung beruht, reflektiert.

<sup>297</sup> z. B. ob man selbst homöopathische Mittel nehmen/empfehlen sollte

mittels der, in MZ 2 entwickelten, PK und zur Vermittlung einer kriteriengeleiteten Urteilsbildung im Rahmen von Bewertungskompetenz (vgl. 2.2). Dabei sollten Schwerpunkte der Präsentation auf folgenden Aspekten liegen (4.3.2.):

- neutrale Präsentation<sup>298</sup>
- Gewährung von Spielraum bei individuellen Entscheidungen
- Vermittlung zusätzlicher Informationen, die alternative Erklärungen der Beliebtheit und Wirksamkeit homöopathischer Mittel ermöglichen
- Berücksichtigung kognitiver Verzerrungen bei Bewertungsprozessen (vgl. Anhang H8; 2.3.2.2.)

Die ersten Urteilsbildungen am Ende der Erprobungen deuten auf emotionale Bewertungen bzw. intuitive Entscheidungsheuristiken hin (4.3.2.). Dies birgt sowohl Chancen als auch Risiken. Emotionale Einstellungen können einerseits eine Auseinandersetzung motivieren sowie dessen (wahrgenommene) Relevanz erhöhen (s. o.), andererseits blockieren sie rationale Auseinandersetzungen (Sadler & Donnelly, 2006; 2.2.2.3.; 2.3.2.2. – Emotionales Schlussfolgern; 2.3.2.3.; 2.3.2.4.). Eine unterrichtliche Intervention muss Gestaltungsmerkmale verwirklichen, die weder zu stark emotionalisieren, noch zu neutral und „trocken“ Informationen präsentieren (vgl. MZ 4).

Die Präsentation in Form unterrichtlichen Auseinandersetzungen ist so anzulegen, dass möglichst auf kontroverse Positionen im Material verzichtet wird und diese stattdessen von Lernenden zu formulieren sind. Solch unterschiedliche Positionen sollten fein differenziert in wissenschaftliche Erkenntnisse und Fakten, sowie Meinungen und Ansichten getrennt werden. Um eine so entstehende „Landschaft“ aus Argumenten (Kienhus, D. ; Bromme, 2015, S.13) anzuerkennen und wertzuschätzen, bedarf es eines hohen Maßes an Ambiguitätstoleranz (2.3.2.6; 2.3.4.; 2.3.5. – 13.; 2.4.4.; 4.3.2.). Sowohl Lernende als auch Lehrende sind hier gefordert. Erneut ist das Ziel nicht, dass am Ende die „richtige“ Meinung formuliert wird, sondern dass diese auf rationalen Urteilen und Entscheidungen beruht und wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen (soweit auf den Kontext anwendbar) genutzt wurden, um Informationen adäquat zu bewerten (4.2.9; 4.3.2.).

#### **5.4. Mesozyklus 4**

Im vierten und letzten Mesozyklus wurde die Unterrichtskonzeption *choice<sup>2</sup>reflect* entwickelt und erprobt.

*MZ 4.1 – Wie kann ein didaktischer Rahmen zur Vermittlung und Anwendung von Prüfkriterien gestaltet werden?*

*MZ 4.2 – Inwieweit ermöglicht die Unterrichtskonzeption *choice<sup>2</sup>reflect* eine kriteriengeleitete Reflexion kontroverser naturwissenschaftlicher Kontexte?*

Im ersten Durchlauf dieses Mesozyklus erfolgt eine Übertragung sämtlicher relevanter Erkenntnisse der vorigen Mesozyklen auf eine didaktische Rahmung, deren Ziel die Vermittlung Bewertungskompetenz ist (4.4). Auf dieser Grundlage wurde die Unterrichtskonzeption *choice<sup>2</sup>re-*

---

<sup>298</sup> Emotionalität ist bereits gegeben und muss durch Material nicht verstärkt werden.

reflect entwickelt, die sich in fünf Phasen (Abbildung 74) gliedert (4.4.1.). In diesen werden Konkretisierungen beschrieben, wie ein didaktischer Rahmen auszusehen hat, welcher die Vermittlung und Anwendung von Prüfkriterien (vgl. 4.2.) ermöglicht.

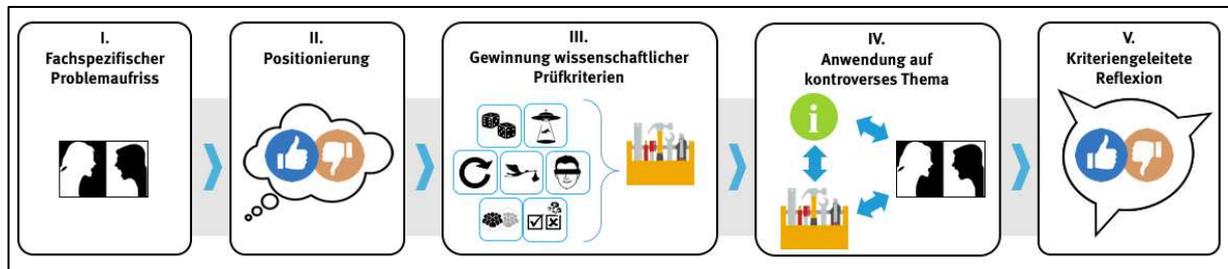


Abbildung 74: Phasen von choice<sup>2</sup>reflect

Ziel der Unterrichtskonzeption choice<sup>2</sup>reflect:

*Die Vermittlung und Anwendung wissenschaftlicher Prüfkriterien, um naturwissenschaftliche Kontroversen reflektieren zu können und rationale Entscheidungen zu treffen*

### 1. Fachspezifischer Problemaufriss

Um eine faire und rationale Auseinandersetzung zu ermöglichen, erfolgt eine neutrale Präsentation des Kontexts. Dieser sollte nach Möglichkeit alle Kriterien erfüllen, die in MZ 3 ausführlich beschrieben sind. Die Phase endet mit einer Diskussion, die sowohl zur Reflexion eigener Vorstellungen als auch zur Diagnose von Lernervorstellungen dient.

### 2. Positionierung

Alle Schüler positionieren sich in Form von Bewertungen und Antworten auf zuvor formulierte Leitfragen zum Kontext. Eine solche Positionierung sollte persönliche Entscheidungen (mit individuellen Konsequenzen) anregen (2.2.5. – 1.; Nowosadek, 2015; Rost, 2002). Sie bildet die Grundlage für eine motivierte Auseinandersetzung für jeden einzelnen Schüler (2.4.5. – 6.).

### 3. Gewinnung wissenschaftlicher Prüfkriterien

Die Lehrkraft legt fest, welche PK zur kriteriengeleiteten Bewertung des Kontexts nötig bzw. von besonderer Bedeutung sind (vgl. 4.2). Die gesamte Phase 3 läuft dann unabhängig vom behandelten Kontext (Phase I) ab. Dabei werden die zu erlernenden PK als Werkzeuge präsentiert, die notwendig sind, um Fragen zu klären, die den Kontext und die Positionierungen direkt betreffen. Ziel ist es, nachvollziehen zu können, wie wissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen wurden, auf deren Basis bestimmte Behauptungen und Aussagen beruhen (oder nicht beruhen), die mit dem Kontext in Verbindung stehen. (vgl. Carey & Smith, 1993; Kuhn et al., 1988). Auf diese Weise kann eine rationale Bewertung erfolgen und ein methodisches Verständnis von Wissenschaft konstituieren.

#### 4. Anwendung auf kontroverses Thema

Diese Phase ist die am wenigsten festgelegte der Unterrichtskonzeption. Ziel ist es, die zuvor erarbeiteten PK auf den kontroversen Kontext anzuwenden. Dazu wird letzterer mittels einer Problemfrage<sup>299</sup> und dazu passenden Materialien erneut betrachtet. Dies kann mittels Studienergebnissen, Berichten, Reportagen bzw. Artikel oder schlicht mit Behauptungen und Aussagen geschehen. Entscheidend ist, dass dort Aspekte enthalten sind, für deren adäquate Beurteilung ein oder mehrere PK<sup>300</sup> benötigt werden. Des Weiteren werden den Lernenden Zusatzinformationen zur Verfügung gestellt, die entweder ermöglichen, dass die PK auf den Kontext angewendet werden können oder den Lernenden alternative Erklärungen liefern, mittels derer Behauptungen und Aussagen rationaler bewertet werden können. Diese Informationen können und sollten (teilweise) Daten beinhalten, welche den zuvor präsentierten durchaus widersprechen. Damit können echte Änderungen in Ansichten, Positionen und Standpunkten initiiert werden (Chinn et al., 1993, S. 3).

#### 5. Kriteriengeleitete Reflexion

Eine umfangreiche Diskussion dient der Reflexion der Lerneinheit (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000, S. 689; 2.4.5. – 1.; 2.1.7. – 6.). Diese bietet die Möglichkeit, eigene Einstellungen kritisch zu hinterfragen und zu erkennen, ob rationale oder emotionale Kriterien „treibende Kraft“ bei Entscheidungen waren. Dabei moderiert die Lehrkraft dahingehend, dass die Lernenden ihre oder andere Ansichten ausgiebig reflektieren. Der Fokus liegt auf den Gründen für die getroffenen Entscheidungen. Damit stellt Phase V Lehrende vor eine besondere Herausforderung. Es gilt, den Schülern aufzuzeigen, dass viele ihrer Urteile bereits kriteriengeleitet erfolgen und sie gerade wissenschaftlich denken und arbeiten<sup>301</sup>. Dies vermittelt ihnen ein (Selbst-)bewusstsein für Auseinandersetzungen mit kontroversen Kontexten<sup>302</sup>. Es gilt, klar zwischen Sach- und Werturteilen zu trennen und ganz klar herauszuarbeiten, welche Positionen auf wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhen. Dabei sollten abweichende Meinungen stets „ausgehalten“ und, sofern adäquat begründet, auch wertgeschätzt werden. Ziel ist die Ausbildung von Ambiguitätstoleranz.

Zum Abschluss erfolgt eine wiederholte Positionierung. Dabei sollten teilweise die gleichen Fragen wie in Phase II verwendet werden, um den Lernenden mögliche Unterschiede ihrer Entscheidungen vor Augen zu führen. Es ist auch möglich, Diskussion und Positionierung zu tauschen oder zu mischen. Wird Phase V mit der Positionierung begonnen, so können die dort formulierten Beurteilungen und Entscheidungen als Anlass für eine (weitere) Reflexion dienen.

Choice<sup>2</sup>reflect strebt an, immer wieder klar zu trennen zwischen subjektiven Perspektiven und intuitiven Urteilen auf der einen und rationalen, kriteriengeleiteten Entscheidungen auf der anderen Seite. Diese Demarkation von Ratio und Bauchgefühl kann, wenn ein pseudowissenschaftlicher und emotionaler Kontext<sup>303</sup> gewählt wird, auch die Demarkation von Wissenschaft

---

<sup>299</sup> falls nicht schon in Phase I geschehen

<sup>300</sup> entweder direkt oder indirekt

<sup>301</sup> Dies gilt natürlich nur, falls dies wirklich der Fall ist. In der Regel zeigen Lernende allerdings viele kriteriengeleitete Gedankengänge und häufig Aspekte rationaler Urteilsfindung (vgl. 4.1.1.; 4.2.9.; 4.3.2.).

<sup>302</sup> An Selbstbewusstsein mangelt es häufig. Lernende betrachten ihre Denk- und Arbeitsweisen als subjektive Perspektiven, selbst wenn diese bereits objektiv, rational und wissenschaftlich sind (Abell et al., 2001; Moss, 2001).

<sup>303</sup> ... der sich rational erschließen lässt

und Pseudowissenschaft fördern (2.1.5.; 4.3.2.). Eine engere Betrachtung der Typen von Entscheidenden zeigt, dass diese in der Regel ebenfalls zwei Pole („wissenschaftlich/rational“ vs. „unwissenschaftlich/irrational“) darstellen<sup>304</sup>. Auch Lehrende müssen differenziert betrachtet werden, um ihren Einfluss auf die Vermittlung von Bewertungskompetenz zu verstehen und zu berücksichtigen. So wurden die Prüfkriterien (vgl. MZ 2) überfachlich (vgl. Tab. 20 „Fachunabhängigkeit“) gestaltet, wovon die zwei am häufigsten auftretenden Lehrer-Typen profitieren (Hartmann-Mrochen, 2011, S. 217). Ebenso relevant ist es, dass das Material ethische Implikationen beinhaltet, was in den Phase II und V durch umfangreiche und geleitete Reflexionen der eigenen Positionen gegeben ist. Das Verhalten der Lehrkraft sollte sich weitestgehend auf eine neutrale Moderation beschränken, da Lernende sich, bei zu stark vermittelter Expertenrolle, zu früh und zu deutlich positionieren könnten<sup>305</sup> (Kienhus, D. & Bromme, 2015, S.13). Dies begünstigt zudem eine Landschaft aus Argumenten, wodurch wiederum Ambiguitätstoleranz vermittelt werden könnte (vgl. 2.3.2.6.).

Damit erfüllen die fünf Phasen der Unterrichtskonzeption *choice<sup>2</sup>reflect* theoretisch die Anforderungen, um die Vermittlung und Anwendung von PK zu ermöglichen. Sie ermöglichen es, naturwissenschaftliche Kontroversen adäquat zu reflektieren und rationale Entscheidungen zu treffen (4.3.1.).

Im zweiten Durchlauf des Mesozyklus 4 wurde der Frage nachgegangen, inwieweit die entwickelte Unterrichtskonzeption tatsächlich eine kriteriengeleitete Reflexion kontroverser naturwissenschaftlicher Kontexte ermöglichen kann, wie sie zuvor beschrieben wurde. Dazu wurden folgende konkrete Anpassungen der Inhalte vorgenommen:

- Als Kontext wurde die Homöopathie ausgewählt. Damit werden die Bedingungen (z. B. *real-world issue*, *SSI*) erfüllt. Verwendet werden folgende Materialien:
  - o Für Phase I: Fachspezifischer Problemaufriss (vgl. 4.3.2. – Design – 1.)
  - o Für Phase IV: „Placebo-Effekt“ (vgl. 4.3.2 – Design - 2.) und „Wieviel Wirkstoff ist in unserem hom. Mittel?“ (vgl. 4.3.2 – Design - 3.)
- Die PK „kontrollierte Bedingungen“ und „Verblindung“ wurden als besonders relevant zur Beurteilung der Studienlage zur Homöopathie erachtet. Die bereits entwickelten und erprobten Materialien (4.2.3.; 4.2.6.) werden in Phase III eingesetzt.
- Eine „echte Studie“ zur direkten Anwendung der PK wurde entwickelt (Abbildung 65; Abbildung 66)
- Weitere Zusatzinformationen, welche mit der Studie in Verbindung gebracht werden können, wurden in Form von Lernmaterial entwickelt („Überblick der Studien zur Homöopathie“ – Abbildung 67)

---

<sup>304</sup> Sadler unterscheidet rationale, empathische und intuitive Entscheider (Sadler & Zeidler, 2005). Kolsto bzw. Yang unterscheiden jeweils zwischen zwei Typen (Kolsto: auf wissenschaftlichem Wissen vs. Auf nichtwissenschaftlichem Wissen basierende Entscheidungen; Yang: wissenschaftlich orientiert vs. sozial orientiert) von Entscheidern (Kolstø & Ratcliffe, 2007; Yang & Anderson, 2003). Zur Verringerung der Komplexität in der Auswertung findet eine Einteilung zwischen rational/strukturiert/wissenschaftlich auf der einen und intuitiv/emotional/unwissenschaftliche auf der anderen Seite statt (vgl. 4.4.2.).

<sup>305</sup> Die Positionierungen erfolgen materialbasiert in Phase II und V.

- Konkrete Leitfragen und Beurteilungssituationen zum Kontext Homöopathie wurden in Form von Positionierungsbögen für die Phasen II und V konzipiert (Abbildung 68 bis Abbildung 71).
- Übergänge zwischen den einzelnen Phasen wurden als Rahmung der Unterrichtsintervention („roter Faden“) entwickelt (Abbildung 72; Abbildung 73).

Die Erprobung der Unterrichtskonzeption *choice<sup>2</sup>reflect* dient der Beantwortung der Frage, inwieweit sie eine kriteriengeleitete Reflexion kontroverser naturwissenschaftlicher Kontexte ermöglicht. Folgende Subfrage wurde formuliert:

*In welcher Weise verändern Schülerinnen und Schüler ihre Bewertungen in Bezug auf das Thema Homöopathie?*

Die erhobenen Daten beinhalten Videografien der Gruppen und der Plenumsdiskussionen, ausgefüllte Arbeitsblätter und die ausgefüllten Positionierungsbögen (Phase II und V) (4.4.2.). Die Auswertung fokussierte stark auf die getroffenen Aussagen der Lernenden (v. a. während der Gespräche innerhalb der Gruppen). Die schrittweise Analyse der Ergebnisse (vgl. Tabelle 40) ließ Rückschlüsse auf lernwirksame Aspekte der Unterrichtskonzeption zu (4.4.2.):

- Der fachspezifische Problemaufriss sorgt (erneut<sup>306</sup>) für eine Anknüpfung an die Lebenswelt der Lernenden, was umfangreiche Schilderungen persönlicher Erfahrungen zeigen. Positive Beurteilungen des pseudowissenschaftlichen Konzepts basieren auf individuellen und emotionalen Einschätzungen.
- Die Erarbeitung der Prüfkriterien (*kontrollierte Bedingungen* und *Verblindung*) erzeugte Unsicherheit und Zweifel. Dies motivierte die Aneignung strukturierter Denk- und Arbeitsweisen (vgl. Oulton et al., 2004). Die PK stellten sichere und allgemeingültige Werkzeuge dar, die diese Verunsicherungen ausräumen konnten (s. u.).
- Die Interpretation der echten Studie war mit einer Reihe von Schwierigkeiten verbunden. Trotz zuvor demonstrierter Sicherheit im Umgang mit Fachbegriffen und Anwendungsfeldern der PK gelang es einigen Lernenden nicht, diese auch zielführend bei der Beurteilung der vorliegenden wissenschaftlichen Arbeit zu nutzen, wenn explizit dazu aufgefordert wird. Dennoch: In umfangreichen Ausführungen werden implizit oder explizit wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen verwendet. Dabei wird auch zuvor Erlerntes direkt angewendet<sup>307</sup>.
- Der Placebo-Effekt, welcher in Phase IV erarbeitet und diskutiert wurde, konnte an vielen Stellen von den Lernenden als alternative Erklärung für die Wirksamkeit homöopathischer Mittel genutzt werden. Er erwies sich als sehr plausibel. In mehreren Fällen wurde er fälschlicherweise als zu „mächtig“ erachtet.
- Die Wirkprinzipien der Homöopathie, die nach dem (neutralen) fachspezifischen Problemaufriss noch als weitestgehend plausibel betrachtet wurden, werden am Ende der Unterrichtsintervention als nicht sinnvoll abgelehnt. Die Lernenden sind in der Lage, sie als unwissenschaftlich zu erkennen. Dabei werden weiterhin Formulierungen ver-

---

<sup>306</sup> vgl. 4.3.2.

<sup>307</sup> z. B. die Bedeutung von Vorurteilen bei objektiven Bewertungen (Aspekt der Verblindung) oder der störende Einfluss von unkontrollierten Variablen (Aspekt kontrollierter Bedingungen)

wendet, die Subjektivität suggerieren, obwohl diese auch objektive Gültigkeit besitzen<sup>308</sup>. So erfolgt eine Positionierung in diese Richtung mit ausschließlich neutralem Material und wissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen, sowie einer lediglich moderierenden Lehrkraft.

- Viele Lernende entschieden, Homöopathie (weiterhin) zu verwenden, selbst dann, wenn dessen Wirkprinzipien als nicht sinnvoll abgelehnt wurden. Damit wurde persönlichen Entscheidungen häufig ein höherer Stellenwert beigemessen, als objektiven Urteilen.

Eine charakterisierende<sup>309</sup> Analyse der einzelnen Lernenden und Gruppen verdeutlichte, dass die Mehrheit der Lernenden ihre Einstellungen zur Homöopathie von positiv zu negativ bzw. skeptisch revidierte (14/21). Zudem nutzen 17 von 21 eine Reihe von rationalen Argumenten, Formulierungen und Denkweisen, welche zuvor erarbeitet wurden, bei den Begründungen ihrer Entscheidungen (Tabelle 48). Sie lassen sich als rational, strukturiert bzw. wissenschaftlich charakterisieren. Vier Lernende nutzen weiterhin intuitive, emotionale und unwissenschaftliche Begründungen (drei davon sind in einer Gruppe, die sich zu weiten Teilen nicht am Unterricht beteiligt hat). Damit stellen eigene (emotionale und/oder positive) Erfahrungen mit der Homöopathie keine Hindernisse für eine kritische und ablehnende Haltung am Ende der Intervention, sowie rationale Bewertungen dar. Vielmehr sorgt die persönliche Betroffenheit für einen „Drang“, die präsentierten Problemsituationen nachvollziehen und erklären zu können.

Die Unterrichtskonzeption choice<sup>2</sup>reflect leistet damit in weiten Teilen die nötigen Voraussetzungen, um den Kontext Homöopathie adäquat zu bewerten (4.4.2.). Dabei werden wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen (insbesondere die PK kontrollierte Bedingungen und Verblindung) genutzt. Die Lernenden erkennen, dass die Prinzipien der Homöopathie unwissenschaftlich sind und sie erachten diese als nicht sinnvoll (4.4.2.). Dennoch lehnen sie homöopathische Mittel nicht ab, sondern entscheiden mehrheitlich diese (weiter) zu verwenden, vor allem, um den Placebo-Effekt zu nutzen, mit dem die Wirksamkeit erklärt wird.

---

<sup>308</sup> vgl. Sadler et al., 2004

<sup>309</sup> Die Einteilung in ein Kontinuum (vgl. Tabelle 48) ist sinnvoll, da sie massiv die Komplexität der erhobenen Daten reduziert. Eine tiefergehende Analyse wäre aufgrund der geringen Anzahl Lernender nicht sinnvoll (vgl. Diskussion und Ausblick)



## 6. Reflexion

### 6.1. Entwicklung der Unterrichtskonzeption choice<sup>2</sup>reflect - *What works?*

Umfangreiche Analysen sämtlicher entwickelter und erprobter Materialien erfolgten bereits innerhalb der jeweiligen Mesozyklen (4.1 – 4.4) und wurden bereits zusammengefasst (5.). In diesem Abschnitt erfolgt eine Reflexion der vorliegenden Arbeit und die Beantwortung der übergeordneten Forschungsfrage.

*Wie können Lernende dazu befähigt werden, kontroverse naturwissenschaftliche Kontexte kriteriengeleitet zu bewerten?*

Intendierter praktischer Output der vorliegenden Arbeit ist die

*Entwicklung einer praktikablen und stabilen Unterrichtsintervention zur Vermittlung von Bewertungskompetenz anhand selbst erarbeiteter Prüfkriterien*

Die in MZ 4 beschriebene Unterrichtskonzeption choice<sup>2</sup>reflect stellt eben dies dar. Im Folgenden werden die Eigenschaften der entwickelten Intervention, welche eine rationale Bewertung kontroverser naturwissenschaftlicher Kontexte unterstützen, genauer betrachtet (Theoretischer Output<sup>310</sup>). Dabei werden bereits stärker Querverbindungen und Beziehungen zwischen den einzelnen Mesozyklen aufgezeigt.

Im theoretischen Teil der Arbeit (2.) offenbarte sich, dass ein deutliches Spannungsfeld zwischen den Anforderungen an die Vermittlung von Bewertungskompetenz auf der einen und den vielen damit verbundenen Schwierigkeiten und Problemen auf der anderen Seite besteht (vgl. 2.2.2.5; 2.2.5). Es ist für Lehrkräfte kaum zu leisten, die formulierten Teilkompetenzen adäquat in den Unterrichtlicht zu implementieren (vgl. 2.2.2.5.). Dabei sind die Ursachen mannigfaltig<sup>311</sup>:

- Die Anforderungen sind bereits für die Sekundarstufe I sehr hoch (Feierabend et al., 2013, S. 171).
- Es mangelt Lernenden an strukturierten und kriteriengeleiteten Strategien beim Entscheiden und Urteilen (Nowosadek, 2015, S. 17; Heitmann & Tiemann, 2011, S. 132).
- Bewertungskompetenz ist eigentlich nur bei gleichzeitiger Fokussierung naturwissenschaftlicher Grundbildung adäquat zu vermitteln (vgl. 2.2.3.).
- Eine naturwissenschaftliche Grundbildung ist nicht ohne eine intensive Auseinandersetzung mit kontroversen naturwissenschaftlichen Themen (bzw. SSI<sup>312</sup>) zu erreichen (vgl. 2.2.5.)
- SSI erfordern wiederum eine umfangreiche Bandbreite an Aspekten, welche bei ihrer Präsentation bzw. in unterrichtlichen Interventionen berücksichtigt werden müssen (vgl. 4.3.)
- Bewertungskompetenz wird häufig von Lehrkräften selbst falsch verstanden (Kulgemeyer & Schecker, 2014, S. 266f), sogar noch nach kompetenzorientierten Trainings (Höttecke et al., 2013, S. 180).

---

<sup>310</sup> 6.2 widmet sich dem zweiten Punkt des Theoretischen Outputs.

<sup>311</sup> Die folgenden Punkte stellen nur eine Auswahl aus einer Vielzahl weiterer Ursachen dar (vgl. 2.1.3.; 2.2.5.; 2.3.3.; 2.4.3.; 2.4.5.; 4.1.; 4.2.1.; 4.3.1.)

<sup>312</sup> vgl. 2.4.4.

Eine Analyse des Wissenschaftsbegriffs (2.1) und ein Abgleich mit den Anforderungen der, in den Bildungsstandards formulierten, naturwissenschaftlichen Grundbildung offenbarte, dass ein zentrales Problem im Mangel an nützlichen Werkzeugen bei der Auseinandersetzung mit kontroversen Kontexten besteht (4.2.1.). So greifen Lernende zu häufig auf intuitive Urteilsheuristiken zurück (2.3.2.1.; 4.1.1.). Kurz: Sie entscheiden nach Bauchgefühl. Die Förderung naturwissenschaftlicher Grundbildung<sup>313</sup> ist am ehesten zu erreichen, wenn eine Art zu Denken und zu Handeln etabliert wird, welche es Lernenden ermöglicht...

- Wege naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung nachzuvollziehen.
- die Bedeutung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse einordnen zu können.
- Tests, Experimente und Untersuchungen im Detail nachzuvollziehen und die damit verbundene Aussagekraft zu benennen.

Diese *Scientific Awareness*<sup>314</sup> (vgl. Roberts & Gott, 2010) ist nicht weniger komplex und anspruchsvoll hinsichtlich ihrer Vermittlung. Allerdings bietet sie die Möglichkeit, graduell aufgebaut zu werden. Das bedeutet, dass ein schrittweiser Erwerb dieser Kompetenz erfolgen kann, der Lernenden zunehmend ermöglicht, rationale Bewertungen naturwissenschaftlicher Kontexte durchzuführen (vgl. 2.2.3.). Die vermittelten Fertigkeiten unterstützen nachhaltig kriteriengeleitete Urteilsbildung, da sie allgemeine Gültigkeit besitzen (vgl. Alters, 1997, 2.1.7. – 8., 9., 10.). Damit erfolgt naturwissenschaftliche Grundbildung in Form eines *Cluster Approach* (2.1.5.2), um effektiv *Scientific Awareness* (M. Shamos, 1995) zu etablieren. Besonders geeignet ist dieser, um ein robustes und kohärentes Weltbild zu entwickeln, welches eine einheitliche Basis in zukünftigen Entscheidungsfindungen und Bewertungsprozessen darstellt (vgl. 2.1.5.2.; 2.1.6.; 2.1.7. – 9.; 4.2.1.).

Zur Entwicklung einer praktikablen und stabilen Unterrichtsintervention zur Vermittlung von Bewertungskompetenz anhand selbst erarbeiteter Prüfkriterien (vgl. A: Framing) wurde eine Reihe empirischer Untersuchungen entwickelt und durchgeführt. Zur Vermeidung von Redundanz wird hier auf Wiederholungen verzichtet<sup>315</sup>. Die folgenden Ausführungen fokussieren stärker die im Framing formulierten Zielsetzungen (ebd.).

Der empirische Teil dieser Arbeit begann mit diagnostischen Erhebungen der existierenden Vorstellungen der Lernenden (vgl. 4.1.1; 4.1.2.), um eine Grundlage zur Entwicklung geeigneter Unterrichtsinterventionen zu schaffen. In MZ 1 konnte bestätigt werden, dass kein einheitliches wissenschaftliches Weltbild bei Lernenden vorliegt (4.1.2.). Zudem nutzen sie selten oder gar nicht ihr Fachwissen, wenn Bewertungen lebensweltlich relevanter Kontexte vorgenommen werden sollen<sup>316</sup>. Eben dies sehen die Bildungsstandards aber vor<sup>317</sup> (Kultusministerkonferenz, 2004, S. 7). Emotionale Urteile und das „Bauchgefühl“ spielten, meist aufgrund von positiven persönlichen Erlebnissen, eine große Rolle bei Entscheidungen (4.1.1.; 4.3.2.). Auf rationale Kriterien wurde nur in seltenen Fällen zurückgegriffen. Zudem zeigte sich, dass Homöopathie ein interessanter und motivierender Kontext ist, welcher den

---

<sup>313</sup> so, wie sie in den Bildungsstandards formuliert ist

<sup>314</sup> oder, wie Gräber es beschreibt (Gräber, 2002): „ein Bewusstsein von der Rationalität naturwissenschaftlicher Vorgehensweise“

<sup>315</sup> für Zusammenfassungen der empirischen Untersuchungen siehe Kapitel 5.

<sup>316</sup> Sie bedienen sich Alltagsphantasien und intuitiver Urteilsheuristiken (vgl. 2.2.5. – 4. & 9.)

<sup>317</sup> Teilkompetenz B4: *Schülerinnen und Schüler entwickeln aktuelle, lebensweltbezogene Fragestellungen, die unter Nutzung fachwissenschaftlicher Erkenntnisse der Chemie beantwortet werden können.*

überwiegenden Teil der Lernenden direkt betrifft<sup>318</sup>. Eine wichtige Erkenntnis der diagnostischen Erhebungen war, dass Lernende unter Wissenschaft unterschiedlichste Aspekte verstehen, diese dann jedoch als weitestgehend positiv betrachten (4.1.2.). Auffallend war, dass der Glaube an übersinnliche Phänomene kaum relevant ist und daher auch keine besondere Beachtung im empirischen Teil fand (4.1.2.). Die beschriebenen Erkenntnisse führten zur Planung von Unterrichtsinterventionen, in dessen Zentrum die Vermittlung von wissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen stehen.

Der erste Schritt hin zu einer praktikablen Intervention ist die Entwicklung und Erprobung von Prüfkriterien. Sie stellen die Grundlage einer kriteriengeleiteten Bewertungskompetenz dar, denn sie...

- sind konform mit einem methodischen Wissenschaftsverständnis (2.1.1.). Damit lassen sich Wege naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung nachvollziehen, was eine umfassende Beurteilung von Aussagen und Behauptungen ermöglichen kann.
- stellen Elemente eines *Cluster Approach* dar (s. o.), was die Abgrenzung der Wissenschaft von Pseudowissenschaft fördert.
- vermittelt *Scientific Awareness* (s. o.). Diese Variante naturwissenschaftlicher Grundbildung kann als integraler Bestandteil von Bewertungskompetenz betrachtet werden, wenn SSI bewertet werden sollen (2.2.3.; Roberts & Gott, 2010).
- ermöglichen die graduelle Entwicklung eines wissenschaftlichen Weltbildes (vgl. 2.1.5.1.; 2.2.3.).

---

<sup>318</sup> Ein Großteil der Befragten nutzte homöopathische Arzneimittel – einige von ihnen regelmäßig (vgl. 4.3.2.).

Abbildung 75 zeigt (erneut<sup>319</sup>) sieben dieser wissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen. Sie stellen Werkzeuge dar, mittels derer Behauptungen und Aussagen überprüfbar werden, indem die wissenschaftlichen Erkenntnisse und Untersuchungen, auf denen sie beruhen, mit ihrer Hilfe beurteilt werden können.

Das Design der PK *Falsifizierbarkeit* (4.2.2.), *kontrollierte Bedingungen* (4.2.3.), *Kausalität & Korrelation* (4.2.4.) und *Verblindung* (4.2.6.) ermöglichte, dass die zuvor beschriebenen und notwendigen Merkmale wissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen (fast ausnahmslos) in den Entwicklungen bzw. den Erprobungen verwirklicht werden konnten (Tabelle 49).

Insbesondere die kognitiven Konflikte der Lernenden stellen dabei motivationsauslösende Elemente dar, um erforderliche PK zu erarbeiten und anzuwenden.

Obwohl wissenschaftliche Arbeitsweisen durchaus abstrakter Natur sind, zeigten sich überraschend wenig Lernschwierigkeiten. Die didaktische Reduktion der zentralen Inhalte gelang, blieb aber anspruchsvoll genug, um angeregte Diskussionen zu initiieren. Selbst übergeordnete Prinzipien, wie die Falsifizierbarkeit von Behauptungen konnte, obwohl in einer 8. Klasse (statt, wie geplant, in einer 9. Klasse) erprobt, in allen Facetten erfasst und angewendet werden (vgl. 4.2.2.). Auch Zusammenhänge von Kausalität und Korrelation konnten mit Hilfe ausgelöster kognitiver Konflikte soweit erarbeitet werden, dass Lernende in der Lage waren, feine Differenzierungen unterschiedlicher Typen von Korrelationen zu erkennen (4.2.4.). Möglicherweise ist das Erlernen und Anwenden wissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen doch mit weniger Problemen verbunden, als zuvor angenommen. Die Lernenden offenbarten kreative Ideen und Gedankengänge in der Auseinandersetzung mit den zu überprüfenden Behauptungen und Aussagen im designten Material. Es scheint, als verfügten sie über Ressourcen, die thematisierten PK intuitiv nachzuvollziehen. Eine frühe Implementierung wissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen ist nicht nur gefordert, sondern den Ergebnissen nach zu urteilen auch umsetzbar. Die entwickelten und erprobten Materialien zu den beschriebenen Prüfkriterien sind dazu geeignet (4.2.1.; 4.2.9.). Ähnlich wie bei Bohrmann, die erkannte, dass „wesentliche Merkmale des Experimentierens“ bereits von Grundschulern

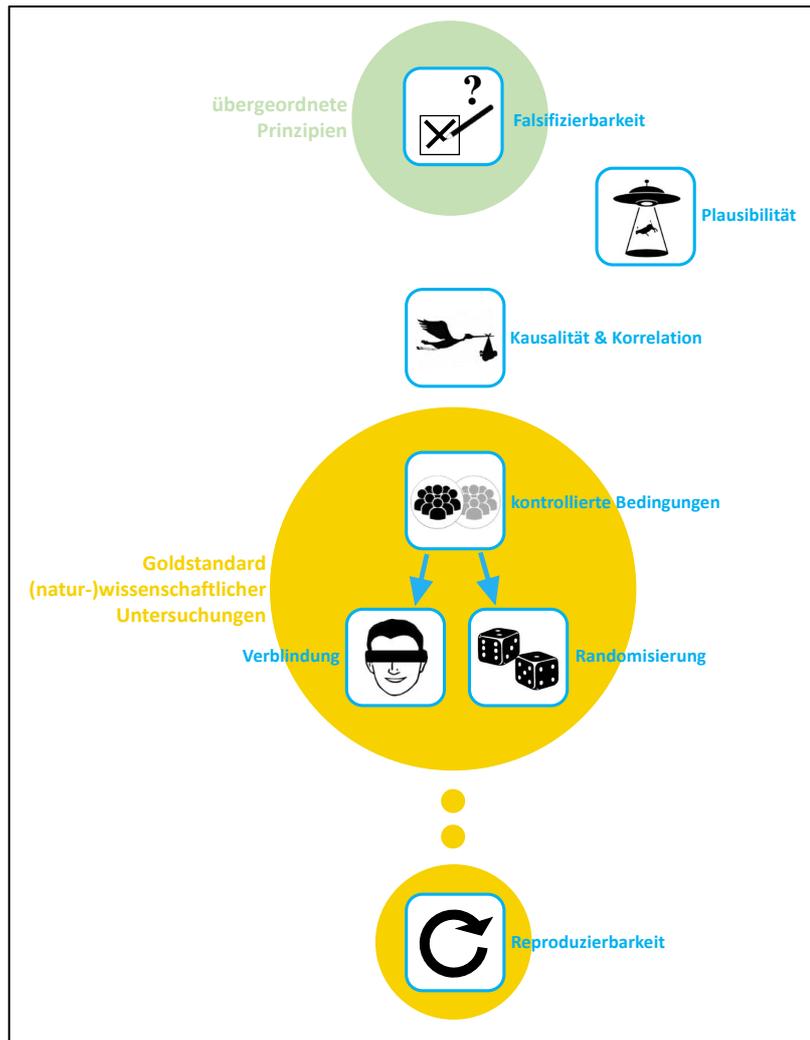


Abbildung 75: Verortung der PK

<sup>319</sup> vgl. Abbildung 46

gut verstanden werden konnten (Bohrmann, 2017, S. 229), sind es übergeordnete Prinzipien<sup>320</sup> und Kriterien des Goldstandards wissenschaftlicher Arbeitsweisen, die nun bereits in den Klassenstufen 8 und 9 erfolgreich erarbeitet und angewendet werden konnten (4.2.2.; 4.2.3.; 4.2.4.; 4.2.6.; 4.2.9.). Ebenso denkbar ist auch, dass sich entsprechende Fertigkeiten schnell etablieren lassen<sup>321</sup>.

Tabelle 49: Realisierte Merkmale entwickelter PK

<b>PK</b> \ <b>Merkmale</b>	Berücksichtigung der NOS-Aspekte	Trennschärfe	Einheitliches Design	Fachunabhängigkeit	Anwendbarkeit auf SSI	Reflexion	Explizite Vermittlung	Erzeugung eines kognitiven Konflikts	Merkmale des Goldstandards evidenzbasierter Medizin
<i>Falsifizierbarkeit</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
<i>Kontrollierte Bedingungen</i>	✓	(✓)	✓	✓	✓	✓	✓		✓
<i>Kausalität &amp; Korrelation</i>	✓		(✓)	✓	✓	✓	✓	✓	
<i>Verblindung</i>	✓	(✓)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Um die PK sinnvoll in den Unterricht zu integrieren, ist sowohl ein geeigneter Kontext als auch eine didaktische Rahmung erforderlich. Die Homöopathie eignete sich in besonderem Maße für eine rationale und kriteriengeleitete Auseinandersetzung, da sie...

- individuell, gesellschaftlich und aus naturwissenschaftlicher Sicht äußerst relevant ist (4.3.1. – 2.1).
- gut in bestehende Vorgaben der Lehrpläne integriert werden kann (4.3.1. – 2.4).
- einen Kontext darstellt, mittels dem anschlussfähige Fertigkeiten der Bewertungskompetenz angewendet und erweitert werden können (4.3.1. – 2.6).

Die entwickelten und erprobten Unterrichtsmaterialien präsentierten den Kontext authentisch und in angemessener Komplexität (4.3.1. – 2.2 & 2.5). Die PK ermöglichen es, die Homöopathie betreffende Behauptungen, Experimente und Studienergebnisse adäquat zu reflektieren, insbesondere, weil die Wege, wie diese zustande gekommen sind, nachvollzogen werden können (Gott & Duggan, 2007; Roberts & Gott, 2010). Die Erkenntnisse aus den Erprobungen deuten darauf hin, dass der Grad an Emotionalität die Schüleraktivität positiv beeinflusst. So sind diese hoch interessiert und motiviert (4.1.1.; 4.3.2.), nennen Ereignisse aus ihrer Lebenswelt (4.1.1.; 4.4.2.) und stellen persönliche Bezüge her (4.3.2.; 4.4.2.).

<sup>320</sup> Z. B. *Falsifizierbarkeit* oder *Kausalität & Korrelation*

<sup>321</sup> Bohrmann hatte bereits in kurzer Zeit deutliche Erfolge mit Trainings erzielen können. Insbesondere die Logik des Testens wurde dabei gut verstanden (Bohrmann, 2017, S. 229).

Die Notwendigkeit griffiger Werkzeuge zur rationalen Beurteilung mit lebensweltlich bedeutsamen Inhalten (4.1), die Erarbeitung und Anwendung dazu geeigneter Prüfkriterien (4.2.) sowie ein geeigneter Kontext zur kontroversen Auseinandersetzung mit Hilfe eben dieser wissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen (4.3.) erforderten eine didaktische Rahmung, die in Form der Unterrichtskonzeption choice<sup>2</sup>reflect entwickelt und erprobt wurde (4.4). Die Ergebnisse sind ambivalent (vgl. 5.4). Vieles deutet darauf hin, dass die PK erfolgreich erarbeitet und verstanden werden (Nutzung korrekter Fachbegriffe, kreative und zielführende Auseinandersetzung mit dem Material, korrekte Wortbeiträge in der Reflexion, etc.) (4.4.2). Allerdings fällt eine direkte Übertragung auf wissenschaftliche Studien und deren Methodik und Ergebnisse vielen Lernenden schwer. So fällt auf, dass wissenschaftliche Daten und Fakten teilweise mit Meinungen und vor allem Erwartungen verwechselt werden. Eben dies stellen auch Sadler und Zeidler fest und sehen das Problem darin, dass, selbst wenn erkannt wird, dass ein Argument einen „höheren wissenschaftlichen Wert“ hat als ein anderes, die Wahl immer noch subjektiv (und emotional) auf das schwächere Argument fallen kann (Sadler et al., 2004). Dabei besteht die Gefahr, dass Lernende persönliche Vorstellungen und wissenschaftliche Erkenntnisse dichotomisieren (ebd.). Genau dem soll in choice<sup>2</sup>reflect entgegengewirkt werden, indem die Lehrkraft die Reflexionsphasen nutzt, um ihnen deutlich zu vermitteln, dass ihre Denk- und Arbeitsweisen bereits „Wissenschaft sind“. Diese Wertschätzung rationaler und logischer Gedankengänge, Beiträge und Formulierungen ist nötig, damit Lernende erkennen können, wie ähnlich die eigenen Vorgehensweisen bereits mit wissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung sind. Die Lehrkraft unterstützt auf diese Weise die Demarkation von Wissenschaft und Pseudo- bzw. „Nichtwissenschaft“ und sortiert zudem subjektive Empfindungen und rationale Bewertungen<sup>322</sup>.

Die Tatsache, dass viele Lernende nach Durchführung von choice<sup>2</sup>reflect Homöopathie immer noch positiv bewerten<sup>323</sup>, kann unterschiedliche Ursachen haben:

- Der zeitliche Umfang und die damit verbundenen hohen Anforderungen der Unterrichtskonzeption waren zu anspruchsvoll für die kognitiven Kapazitäten der Lernenden. Die Inhalte des präsentierten Materials (v. a. „Wir untersuchen eine echte Studie“) damit zu komplex, um in Gänze erfasst zu werden. Solche Störungen und Ablenkungen sind maßgeblich dafür verantwortlich, dass vermehrt auf intuitive Urteilsheuristiken bei der Bewertung zurückgegriffen wird (2.3.5 – 2.).
- Die Prüfkriterien konnten nicht auf den Kontext übertragen werden, da diese zuvor nicht (genug) angewendet wurden. Vor allem die Prüfkarten wurden aus Zeitgründen kaum thematisiert, wodurch ein Mangel im praktischen Umgang entstand (vgl. 4.1.1.).
- Persönliche positive Erlebnisse beeinflussten so stark die Urteilsbildung, dass wissenschaftliche Erkenntnisse nur eine untergeordnete Rolle spielten.

Es bedarf einer intensiv(er)en Verknüpfung der PK mit dem behandelten Kontext, um deutlich zu machen, wie groß deren Bedeutung eigentlich ist. Es muss offenbar besonders deutlich expliziert werden, dass eine adäquate Beurteilung ohne diese Kriterien gar nicht erfolgen kann. So waren die Informationen in den Lernmaterialien der Unterrichtskonzeption zwar verständlich und plausibel (4.4.2.). Möglicherweise war die Idee, dass man homöopathische Mittel aufgrund fehlender Wirksamkeit vielleicht besser gar nicht mehr verwenden sollte, nicht fruchtbar genug (vgl. Qualle 207), um sie anzunehmen. Dies war der Fall, obwohl ein hohes Maß an

---

<sup>322</sup> Dies stellt u. U. hohe Anforderungen an die Lehrkraft dar. Sowohl wissenschaftstheoretisches Verständnis als auch umfassende Kenntnis über den behandelten Kontext müssen vorausgesetzt werden.

<sup>323</sup> obwohl die Inhalte und Materialien diese als Pseudowissenschaft hätten erkennen lassen müssen

Unzufriedenheit mit dem bestehenden Konzept („Homöopathische Mittel sind normale Medikamente“) vorhanden war und von fast allen Gruppen in der Gesamterprobung an mehreren Stellen entsprechende Argumente formuliert wurden (4.4.2). Die Erzeugung kognitiver Konflikte sollte stärker fokussiert werden.

Die vielen, aus der Theorie abgeleiteten, Aspekte zur erfolgreichen Vermittlung von Bewertungskompetenz und naturwissenschaftlicher Grundbildung erwiesen sich insgesamt als funktional, um die didaktische Rahmung in Form der Unterrichtskonzeption *choice<sup>2</sup>reflect* adäquat zu entwickeln und die formulierten Ziele zu erreichen (4.4.1.; 4.4.2.). Kriteriengeleitete Reflexionen konnten so (zumindest teilweise) angestoßen werden. Dabei formulierten die Lernenden vielfach rationale Argumente, nutzten aber eher persönliche (und emotionale) Erlebnisse und Erfahrungen um Urteile und Entscheidungen zu treffen. Die PK stellen Werkzeuge dar, die auch unabhängig von der Unterrichtskonzeption *choice<sup>2</sup>reflect* vermittelbar sind (4.2.2.; 4.2.3.; 4.2.4.; 4.2.6.; 4.2.9.). Mit ihrer Hilfe werden Lernende befähigt, Kontroversen adäquater zu bewerten (4.2.9.). Dies erfolgt, indem die PK verstehen lassen, wie wissenschaftliche Erkenntnisse bzw. Ergebnisse zustande kommen konnten (4.2.1.; 4.2.9.). Lernende können so rationaler urteilen und effektiver Wissenschaft von Pseudowissenschaft unterscheiden.

## 6.2. Theoriebildung - *How does it work?*

Dieser Abschnitt stellt eine tiefergehende Auseinandersetzung mit den Ergebnissen des empirischen Teils der Arbeit dar. Insbesondere die Gestaltungsaspekte, die auch für zukünftige unterrichtliche Interventionen zur Vermittlung von Bewertungskompetenz relevant sein könnten, finden dabei Beachtung. Betrachtet werden die Merkmale von *choice<sup>2</sup>reflect*, welche besonders relevant für eine kriteriengeleitete Urteilsbildung sind und die zur Entwicklung und Planung von naturwissenschaftlichem Unterricht auf theoretischer und praktischer Ebene genutzt werden können. Damit dienen die Erkenntnisse, Generalisierungen und Ausblicke in diesem Abschnitt in zukünftigen Untersuchungen als Grundlage weiterer Forschungsfragen.

Es zeigte sich, dass die Vermittlung von Bewertungskompetenz nicht erfolgen kann, ohne gleichzeitig Aspekte von NOS (2.1.7. – 4.; 4.2.1.) und naturwissenschaftlicher Grundbildung (2.2.3.) bzw. *Scientific Awareness* (2.2.4.; 4.2.) zu berücksichtigen und die Auswahl sowie Präsentation geeigneter Kontexte (2.4.1.) bzw. SSI<sup>324</sup> (2.4.) gezielt vorzunehmen (6.1). Diese Verknüpfung mehrerer verschiedener Bereiche erfordert, dass unterrichtliche Interventionen bestehende Konzepte, theoretische Grundlagen und curriculare Vorgaben auf pragmatische Art und Weise (didaktisch) reduzieren. So wurden in der vorliegenden Arbeit eine Reihe von Vereinfachungen vorgenommen. Bewertungskompetenz wurde in den Designs und Analysen im Wesentlichen als Treffen begründeter Entscheidungen (Sieve et al., 2012, S. 4) oder schlicht als Summe der in den Bildungsstandards beschriebenen Teilkompetenzen (Anhang T2) betrachtet. Anknüpfungen an bestehende Modellierungen wurden nicht vorgenommen<sup>325</sup>. Naturwissenschaftliche Grundbildung wurde einerseits als *Scientific Awareness* weitergedacht (Gräber, 2002). Andererseits wurde, um diese zu etablieren, ein Cluster Approach gewählt, der eine schrittweise Erarbeitung und Anwendung von Kriterien beabsichtigt. Letzteres ist durchaus als pragmatischere Reduzierung zu betrachten und hat sich als zielführend erwiesen. Ein Kontext wurde als geeignet eingestuft, wenn dieser eine Reihe dezidierter Eigenschaften besitzt (2.4.1.).

---

<sup>324</sup> Idealerweise *real-world issues* (vgl. Kolstø & Ratcliffe, 2007)

<sup>325</sup> Eine forschungsgestützte Weiterentwicklung der bestehenden Modelle wäre notwendig, um belastbare Modelle zu erzeugen, auf dessen Basis Interventionen geplant werden könnten (Berner et al., 2008, S. 511).

Zudem sollten Entscheidungen, die diesen betreffen, einen direkten Einfluss auf das Leben der Lernenden haben können<sup>326</sup>. Die auf dieser Basis designten Unterrichtsmaterialien erwiesen sich weitestgehend effektiv hinsichtlich des Erreichens der übergeordneten Zielsetzung (4.2.9.; 4.3.2.; 4.4.2.; 5.; 6.1.). Es lässt sich schlussfolgern, dass die Entwicklung geeigneter Unterrichtsmaterialien zur Vermittlung von Bewertungskompetenz eine Vereinfachung der vielen, sie bedingenden, theoretischen Überlegungen erlaubt, wenn nicht gar aufgrund ihrer hohen Komplexität erfordert.

Die Prüfkriterien, welche wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen bzw. übergeordnete Prinzipien darstellen (vgl. 4.2.1., Abbildung 46), konnten als weitestgehend fachunabhängige und alleinstehende Unterrichtsinterventionen, auch ohne didaktische Rahmung (vgl. 4.4), realisiert werden (4.2.2., 4.2.3., 4.2.4., 4.2.6.). Die zuvor beschriebenen Vereinfachungen resultieren in Werkzeugen, welche einfach und selbstständig zu erarbeiten und praktikabel sowie nachhaltig einsetzbar sind (4.2.9.). Ihre generelle Gültigkeit in Bezug auf wissenschaftliche Erkenntnisgewinnung und Relevanz bei rationalen Bewertungen ermöglicht insbesondere die spätere Anwendung auf unterschiedlichste Kontexte. Denn, je komplexer ein solcher ist, desto vielfältiger ist auch die Bandbreite an Behauptungen, Beobachtungen, Studien und Daten. Um diese adäquat zu beurteilen, bedarf es eines tieferen Verständnisses von Aussagenlogik, Test-Designs und experimentellen Kriterien, welches die PK ermöglichen. Damit können Lernende befähigt werden, sich selbstständig komplexe Kontexte zu erschließen. Durch die PK wissen sie einerseits genau, auf welche Merkmale hin die präsentierten Informationen, Behauptungen und Fragestellungen zu untersuchen sind. Andererseits wird ein einheitliches Weltbild (welches die PK fördern) sehr wahrscheinlich auch kooperatives Vorgehen erleichtern, da nicht jeder Lernende eine subjektive Herangehensweise wählen wird<sup>327</sup>, sondern festgelegte Kriterien zur Beurteilung gegeben sind

Vieles deutet darauf hin, dass Lernende effektive und nützliche Werkzeuge benötigen (vgl. 4.1.), die sie universell und wiederholt einsetzen können. Das Design der Prüfkarten zu den einzelnen PK soll diese nachhaltige Anwendbarkeit illustrieren (4.2.1.). Die Erarbeitung gelang außerordentlich gut, was darauf hindeutet, dass sowohl ein Bedarf als auch ein Zugang zu wissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen besteht (4.2.9.). Chinn beschreibt ebenfalls, dass Lernende durchaus über die Ressourcen verfügen, ein „reasonable set of criteria“ zu entwickeln (Pluta et al., 2011). Er fordert, dass zukünftige Untersuchungen sich damit beschäftigen, inwieweit diese auch genutzt werden und ob deren Reichweite überhaupt realisiert wird. Die vorliegende Arbeit kann hier Hinweise liefern. So scheinen die Prüfkriterien, auch wenn sie korrekt erfasst und teilweise sogar angewendet wurden, im entscheidenden Moment<sup>328</sup> nicht immer adäquat auf Inhalte des Kontexts übertragbar zu sein. Es wird nötig sein, die Anwendungssituationen zu variieren und noch stärker zu reflektieren, um Erkenntnisse darüber zu erlangen, wie stark die PK von den Lernenden verinnerlicht wurden und verfügbar sind. Was die Erarbeitung betrifft, so erwies es sich als zielführend, eine Problemsituation zu präsentieren, in der eine entsprechende Denk- oder Arbeitsweise ein besseres Ergebnis liefert, als ein intuitives Bauchgefühl (4.2.1.; 4.2.9.; 4.4.2). Dies zu reflektieren ließ die Lernenden selbstständig die Nützlichkeit der PK und deren generelle Gültigkeit erkennen (Rehm & Stäudel, 2010). Vor allem aber wurde deutlich, wie einfach „Wissenschaft“<sup>329</sup> eigentlich ist und wie nah die eigenen Herangehensweisen dieser manchmal bereits kommen (4.2.9.; 4.4.2.). Bei der Auseinandersetzung mit

---

<sup>326</sup> Dies gilt für einige SSI, insbesondere jedoch für *real-world issues* (s. o.)

<sup>327</sup> Die Ergebnisse aus 4.1.1. und 4.1.2. zeigen, dass sich wissenschaftliche Weltbilder bei Lernenden sehr stark unterscheiden. Damit variiert auch die Art der Auseinandersetzung mit wissenschaftlichen Inhalten (von rational/strukturiert/wissenschaftlich bis intuitiv/emotional/unwissenschaftlich (vgl. 4.4.2.)).

<sup>328</sup> Hier: „Wir untersuchen eine echte Studie“ (Abbildung 65; Abbildung 66)

<sup>329</sup> wenn ein methodisches Verständnis von Wissenschaft beabsichtigt ist (vgl. 2.1.7. – 2.)

kontroversen Kontexten, welche emotionale Reaktionen bei Lernenden wecken, hat dieses Vorgehen Parallelen zum Jiu-Jitsu-Modell (Hornsey & Fielding, 2017). So werden ideologische Einstellungen<sup>330</sup>, welche die unvoreingenommene Aufnahme von Informationen stark behindern können, nicht direkt „angegriffen“. Vielmehr wird an den „attitude roots“, die ursächlich für nichtwissenschaftliche Positionen sind, angesetzt (2.1.7. – 7. & 8.). Hornsey spricht in diesem Zusammenhang davon, dass einfaches Explizieren von Fakten nicht ausreicht (Hornsey & Fielding, 2017, S. 468). Dies ist sogar kontraproduktiv, wenn entsprechende ideologische Überzeugungen vorliegen (Betsch & Sachse, 2013). Selbst wenn es gelingen sollte, Lernende durch das Explizieren von Fakten zu überzeugen, so würde dies vermutlich nur die rationale Urteilsbildung im jeweiligen Kontext ermöglichen. Ändert sich dieser, wären wissenschaftliche Wege der Erkenntnisgewinnung und Entscheidungsfindung erneut durch ideologisch gefärbte Standpunkte und Vorurteile bedroht. Die Prüfkriterien könnten diesem Dilemma entgegenwirken, da sie auf unterschiedlichste Kontexte anwendbar sind (4.2.1.), indem mit ihrer Hilfe Studienergebnisse verstanden, Behauptungen geprüft und Entscheidungsfindungen rationalisiert werden könnten (4.2.9.). Möglicherweise sind sie dadurch sehr viel nachhaltiger und damit effektiver als explizierte Fakten und kontextspezifische Argumente.

Die Ergebnisse der Erprobungen deuten zudem an, dass die PK ein sinnvolles Fundament zur nachhaltigen Vermittlung von zentralen Aspekten der Bewertungskompetenz sowie naturwissenschaftlicher Grundbildung darstellen (5.). Sie sollten möglichst an geeigneten Kontexten (*SSI* bzw. *real-world issues*) zum Einsatz kommen. Lehrkräfte sollte dabei ein feines Gespür für den Grad an Emotionalität haben. Ist dieser hoch, so kann das die wahrgenommene Relevanz des Kontexts erhöhen und die Auseinandersetzung mit dem Lerninhalt anregen (Schwab, 2015, S. 43; 2.4.5. – 4.). Allerdings fördert dies gleichzeitig eine intuitive Entscheidungsfindung sowie Urteilsheuristiken (2.3.2.3.). Ist er<sup>331</sup> niedrig, ermöglicht dies prinzipiell rationale Bewertungen. Allerdings hemmt es die Neugier der Lernenden. Der daraus resultierende fehlende Wille zur Auseinandersetzung kann dann erneut zu intuitivem Urteilen und Entscheiden „aus dem Bauch heraus“ führen. Dieses Dilemma lässt sich nur lösen, indem sich die Lehrkraft stets bewusst ist, wie emotional die unterrichtlichen Kontexte von den Lernenden wahrgenommen werden (4.3.2.). Unterrichtsmaterialien und Auftreten<sup>332</sup> sollten dann entsprechend angepasst werden. Emotionsauslösende Gestaltungsmerkmale könnten bei „langweilig“ empfunden Kontexten die wahrgenommene Relevanz (s. o.) erhöhen. Neutrale Darstellungen ohne polarisierende Inhalte könnten bei emotionalen Themen eingesetzt werden (4.3.). Wird zudem die Lehrkraft als Experte wahrgenommen, so positionieren und entscheiden sich Schüler schneller und entwickeln eindeutige Thesen (Echterhoff, 2015, S. 13). Dies unterstützt die Auseinandersetzung mit wenig emotionalen Kontexten. Es bleibt eine schwierige Aufgabe für Lehrkräfte, sich adäquat mit kontroversen und komplexen naturwissenschaftlichen Kontexten zu beschäftigen. Die entwickelten und erprobten PK können auch ihnen als Instrumente dienen, um emotionale Diskussionen schrittweise kriteriengeleitet zu rationalisieren.

Zur Auseinandersetzung mit dem kontroversen Kontext Homöopathie sind nicht nur PK von Bedeutung, sondern auch ein Verständnis von kognitiven Verzerrungen (2.3.2.2.). Möglicherweise sind das Akzeptieren und Reflektieren dieser Effekte eng verbunden mit einem einheitlichen, methodischen Verständnis von Wissenschaft (2.1.1.). Schließlich macht echtes kritisches Hinterfragen im Idealfall keinen Halt vor den eigenen Fehleinschätzungen und Überzeugungen (2.3.2.). Wissenschaftler müssen auch ihre ganz persönlichen Perspektiven, Positionen und Vorstellungen ebenso auf den Prüfstand stellen, wie sie es mit anderen machen. Es ist

---

<sup>330</sup> und damit die (Gruppen-)identität

<sup>331</sup> Grad der Emotionalität

<sup>332</sup> möglichst moderierend und neutral bei emotionalen und stärker polarisierend bei nicht emotionalen Kontexten

denkbar, dass durch die Akzeptanz der eigenen Unzulänglichkeiten ein stärkeres Bedürfnis nach einem einheitlichen und kohärenten Instrument zur Bewertung entsteht. Es stellt sich die Frage: „Wenn meine eigene Wahrnehmung so anfällig für Fehler ist, worauf soll ich dann vertrauen?“ So könnten Prüfkriterien dafür sorgen, dass Lernende nicht nur ein methodisches Verständnis von Wissenschaft (2.1.1.) entwickeln, sondern darüber hinaus auch ein feineres Gespür für (eigene) kognitive Verzerrungen (vgl. 2.3.2.2.). Im Hinblick auf komplexe und kontroverse Kontexte könnte das einige Vorteile mit sich bringen. Zum einen könnte die eigene Diagnostik bzgl. Aussagen und Behauptungen gestärkt werden. Lernende könnten sich aus einem Pool an Prüf- und Beurteilungskriterien bedienen, der sowohl Elemente wissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen als auch solche zur Überprüfung von kognitiven Verzerrungen, Urteilsheuristiken und Biases (vgl. 2.3.2.2). Zum anderen könnte sich bei uneindeutigen Informationen oder konfligierender Evidenz eine erhöhte Ambiguitätstoleranz ausbilden. Da die Lernenden die Gewinnung wissenschaftlicher Ergebnisse besser verstünden (und selber besser produzieren könnten), würden sie die damit verbundenen Erkenntnisse einfacher reflektieren können. Sie wären in der Lage, mit kontroversen, komplexen oder ambivalenten Inhalten angemessener umzugehen. Versierte Lernende könnten die Kriterien nutzen, um Multidimensionalität zu erkennen und zu akzeptieren, was nötig ist, um SSI mit einer Bewertung überhaupt gerecht zu werden. Je öfter diese wissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen dabei zum Einsatz kommen, desto gefestigter wird das eigene, ihnen zugrundeliegende, Weltbild. Die Positionierungen innerhalb der Unterrichtskonzeption *choice<sup>2</sup>reflect* könnten eine Ambiguitätstoleranz fördern, indem die Lernenden nach kriteriengeleiteter Reflexion selbst erkennen, dass unterschiedliche Entscheidungen getroffen werden. Obwohl die wissenschaftliche Betrachtung nach Einsatz der PK eindeutig ist, so wird Spielraum für individuelle Einstellungen gelassen. Die so entstehende Landschaft an Argumenten (Kienhus, D. ; Bromme, 2015) führt vor Augen, dass, trotz gemeinsamer Basis, Vielfalt bei den Entscheidungen besteht (4.4.2.). Die PK unterstützen dabei den schrittweisen Abbau irrationaler Ansichten und die Demarkation zu Pseudowissenschaften (2.3.2.3.).

Es zeigte sich in den empirischen Untersuchungen, dass Skepsis, Zweifel und Unsicherheiten zur Auseinandersetzung mit einem Kontext anregen können (4.3.2.; 4.2.2.). Lernende bewusst zu verwirren oder eine Zeit lang in Unsicherheit zu belassen hilft möglicherweise, um eine intensive Beschäftigung mit Behauptungen und ambivalenten Informationen zu motivieren. So wurden die Prinzipien der Homöopathie neutral präsentiert (Phase I). Darauf folgte die Erarbeitung der PK (Phase III) und die Vermittlung weiterer Informationen (Phase IV: z. B. Placebo-Effekt, Wirkstoff in homöopathischen Mitteln). Die individuelle Positionierung in Phase II und die Tatsache, dass keine Wertung durch die Lehrkraft erfolgte, ließ den Lernenden keine andere Wahl, als mit den vorhandenen Werkzeugen die eigenen Unsicherheiten schrittweise zu beseitigen. Die Selbstständigkeit ist dabei von zentraler Bedeutung. Den Lernenden soll bewusst werden, dass sie am Ende (Phase V) eigenverantwortlich entscheiden müssen. Skepsis und Zweifel lassen sich nur durch Eigenaktivität und die persönliche Auseinandersetzung ausräumen. Dies stellt einen wichtigen Aspekt gesellschaftlicher Teilhabe dar. Damit konnte die vorliegende Arbeit Hinweise darauf liefern, dass ein gewisser Grad an Unsicherheit und Skepsis durchaus lernförderlich sein kann, wenn kontroverse und komplexe Kontexte behandelt werden. Eingeforderte Positionierungen und Reflexionen unterstützen die Lernenden bei der Erkenntnis, dass sie eigenverantwortlich handeln und entscheiden müssen, um ihre Zweifel zu beseitigen.

Zukünftige unterrichtliche Interventionen zur Vermittlung kriteriengeleiteter Bewertungskompetenz sollten durchaus für den frühen Einsatz konzipiert werden. In den Klassenstufen 8 und 9 erwiesen sich viele wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen sowie übergeordnete Prinzipien bereits als verständlich, anwendbar, teilweise fruchtbar, und vermutlich sogar intuitiv (4.2.2.; 4.2.3.; 4.2.4.; 4.2.6.; 4.2.9.; 4.3.2.; 4.4.2.). Bohrmann beschreibt, dass ein Verständnis

für experimentelle Kriterien bereits in der Grundschule beobachtet werden könne (Koerber, 2006; Bohrmann, 2017, S. 229). Um eine Urteilsbildung auf wissenschaftlicher, rationaler Basis mit Hilfe geeigneter Kriterien zu fördern und zu fordern, können entsprechende Bestrebungen nicht früh genug ansetzen. Auch im Sinne des mühseligen, langwierigen und graduellen Cluster Approach ist dies geboten (2.1.7. – 10.). Dabei geht es nicht nur um die „technische“ Befähigung und Vermittlung von Fertigkeiten, sondern um das selbstständige Erkennen und Wahrnehmen wissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen als nützlich für die eigene Lebenswelt (Rehm & Stäudel, 2010). Nur so kann letztendlich eine echte Schnittstelle zwischen Fachwissen und Wissenschaft auf der einen und der Beantwortung lebenspraktisch bedeutsamer Fragestellungen auf der anderen Seite erfolgen (vgl. 4.1.). Je später entsprechende Interventionen im Unterricht umgesetzt werden und je weniger Lehrkräfte für eine Vermittlung hinreichend befähigt sind, desto mehr Probleme ergeben sich daraus. Je älter Schüler werden, desto eher entwickeln sich robuste, persönliche und religiöse Weltanschauungen. Stehen präsentierte, wissenschaftliche Informationen im Widerspruch zu diesen, so führt dies dazu, dass sie (unabhängig davon, ob verstanden oder nicht) zurückgewiesen werden (Lewandowsky & Oberauer, 2016). Ein kohärentes wissenschaftliches Weltbild und nützliche Prüfkriterien sollten daher vermittelt werden, bevor sich solche hartnäckigen Ideologien ausbilden können. Ansonsten werden persönliche Einstellungen vehement verteidigt und lediglich einstellungsinkongruente Argumente kritisch hinterfragt (Kraft et al., 2015, S. 121). Ein weiteres Argument für frühe unterrichtliche Interventionen zur Befähigung rationaler, kriteriengeleiteter Urteilsbildung anhand kontroverser Kontexte ist, dass die Neugier bei jungen Schülern wesentlich stärker ausgeprägt ist. Diese „Science Curiosity“ fördert eine unvoreingenommene Informationsaufnahme, welche wesentlich ist, um eine, von Weltanschauungen unabhängige, Bewertung zu ermöglichen (4.4.2.; Kahan et al., 2017; Aronson et al., 2008). Wie die Gesamterprobung der Unterrichtskonzeption zeigte, waren die persönlichen Erfahrungen und emotionalen positiven Wahrnehmungen der Homöopathie nämlich keineswegs Hindernisse für die Nutzung wissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen (4.4.2.). Es scheint, dass Achtklässler noch kaum ideologisch gefärbte Urteilsheuristiken nutzen bzw. der Kontext Homöopathie diese, trotz emotionaler Rezeption, nicht auslöst.

Die vorliegende Arbeit kann einen Beitrag zur aktuellen Forschung leisten, da sie aufzeigen konnte, wie komplex und multifaktoriell eine adäquate Vermittlung von Bewertungskompetenz ist. Die vielen Zusammenhänge zwischen Erkenntnissen aus Entscheidungspsychologie, curricularen Vorgaben, Unterrichtsforschung und Lebenswelt der Lernenden müssen alle bedacht werden, um zielführend nachhaltiges Lehr-Lern-Material zu entwickeln. Die Prüfkriterien sind ein Weg, um die Ausbildung eines kohärenten wissenschaftlichen Weltbildes zu fördern, auf dessen Basis rationale Urteilsbildung erfolgen und gelingen kann. Neben einigen bereits existierenden Konzepten und kontextspezifischen Materialien stellt die hier präsentierte Unterrichtskonzeption *choix<sup>2</sup>reflect* den didaktischen Rahmen für Vermittlung dieser essentiellen Elemente wissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen dar, welche, früh erlernt, die eigenen Entscheidungsstrategien maßgeblich rationalisieren können. Die Möglichkeit, chemisches Fachwissen mit Hilfe der PK nutzbar zu machen, erhöht zudem die Relevanz des Faches Chemie und die Bedeutung von Wissenschaft für Lernende.

## 7. Diskussion und Ausblick

Die Beantwortung der übergeordneten Fragestellung(en), sowie Analysen des praktischen und theoretischen Outputs der vorliegenden Arbeit finden sich im Abschnitt C (Re-Framing). An dieser Stelle werden lediglich allgemeinere Aspekte, die Eignung der verwendeten Methoden und die Durchführung diskutiert. Am Ende erfolgt ein Ausblick auf konkrete Anschlussprojekte sowie weiterführende Fragestellungen.

Der theoretische Rahmen und die daraus resultierenden Erkenntnisse<sup>333</sup> konnten auf vielfältige Art und Weise in die Vorbereitungs- und Designphasen der einzelnen Mesozyklen einfließen sowie wertvolle Aspekte zu den Analysen und Synthesen beitragen. Lediglich die Erkenntnisse der Entscheidungspsychologie (2.3.4.; 2.3.5.) konnten nicht vollständig berücksichtigt werden<sup>334</sup>. Der Umfang der vorliegenden Arbeit lässt eine solch holistische Auseinandersetzung nicht zu. Alleine die Liste der kognitiven Verzerrungen (Anhang T3) bedarf unzähliger Reflexionen<sup>335</sup>. Es ist unklar, inwieweit sie im Rahmen unterrichtlicher Interventionen für den naturwissenschaftlichen Unterricht berücksichtigt werden könnten.

Die vielen Änderungen im Material, sowie einige kleine Vorerprobungen mit Einzelpersonen, wurden in der vorliegenden Arbeit nicht thematisiert. Die Arbeitsblätter, Prüfkarten, Experimente etc. (vor allem zu den PK) wurden allerdings mehrfach angepasst, ergänzt, verworfen, diskutiert und überarbeitet. Auf die Darstellung dieser Prozesse wurde verzichtet, da dies den Rahmen der vorliegenden Arbeit überschritten hätte. Präsentiert werden lediglich die finalen Materialien.

Die unterschiedlichen Methoden der Mesozyklen wurden zweckmäßig verwendet. Die leitfadengestützten Interviews (4.1.1.) sowie die Fragebogenstudie (4.1.2.) konnten wertvolle Erkenntnisse für spätere Mesozyklen liefern. Die Tonaufnahmen und Videografien waren mehr als hinreichend, um die Erprobungen zu dokumentieren (4.2.2.; 4.2.3.; 4.2.4.; 4.2.6.; 4.3.2.; 4.4.2.). Dabei lag der Fokus beinahe ausschließlich auf der Kommunikation. Die Daten könnten zusätzlich Aufschluss darüber geben, auf welche Weise Lernende mit dem Material und in Experimentiersituationen vorgehen<sup>336</sup>. Mit Hilfe der verwendeten Software (MAXQDA 2018) wäre zudem eine viel tiefergehende Analyse der Daten aus der Gesamterprobung der Unterrichtskonzeption *choice<sup>2</sup>reflect* möglich gewesen (4.4.2.). So hätten die Ergebnisse der Positionierungen (Phasen II und V) wesentlich stärker mit einzelnen Aussagen der Lernenden bzw. dem Vorgehen innerhalb der Gruppen in Beziehung gesetzt werden müssen. Darauf wurde aus zwei Gründen verzichtet:

1. Die Ergebnisse waren bereits ohne eine vernetzende Analyse hinreichend zur Beantwortung der Fragestellung.
2. Die geringe Gruppengröße in der Gesamterprobung der Konzeption (21 Lernende) hätte ohnehin keine generalisierenden bzw. quantifizierbaren Aussagen zugelassen.

Dennoch gilt, dass eine stärkere Fokussierung auf Korrelationen der bestehenden Daten die Ergebnisse der Analysen robuster hätten untermauern können. Auf diese wurde auch verzichtet, um einen „Overkill an Daten“ (vgl. Dede, 2004) zu verhindern.

---

<sup>333</sup> Zusammenfassungen (2.1.6.; 2.2.4.; 2.3.4.; 2.4.4.) und Essenzen (2.1.7.; 2.2.5.; 2.3.5.; 2.4.5.)

<sup>334</sup> Dennoch: Viele Aspekte finden sich in den Mesozyklen wieder.

<sup>335</sup> Diesen kognitiven Verzerrungen unterliegen zudem Lehrkräfte gleichermaßen.

<sup>336</sup> Dies geschah nur begrenzt, z. B. in den Erprobungen 4.2.3.; 4.3.2.; 4.4.2.).

Post-Tests, welche einige Wochen nach den Erprobungen hätten angesetzt werden können, wären eine sinnvolle Erweiterung der Methodik gewesen. Diese hätten sowohl das zuvor erarbeitete Wissen über die wissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen (PK) abfragen können, als auch die Einstellungen (und Begründungen) zum Kontext Homöopathie.

Da der Grad an Emotionalität bei Lernenden eine große Rolle bei der Entwicklung der Materialien spielte, hätte dieser möglicherweise ebenfalls gemessen werden müssen. Die Voruntersuchungen deuten an, dass Bewertungen des Kontexts Homöopathie von vielen persönlichen (positiven) Erlebnissen und Erfahrungen beeinflusst werden (4.1.). Eine tatsächliche Messung fand, mangels geeigneter Methodik, jedoch nicht statt.

Die Gesamterprobung (4.4.2.) hätte, um belastbarere Ergebnisse zu erzeugen, in mindestens einer weiteren Klasse stattfinden müssen. Dadurch wären die Daten sehr viel aussagekräftiger gewesen. Durch die geringe Zahl Lernender in den Erprobungen, darf die Reichweite der Erkenntnisse keinesfalls überschätzt werden, auch wenn diese bereits interessante Hinweise darstellen.

Die Rolle der Lehrkraft hätte zur Beeinflussung der Entscheidungsfindung “genutzt“ werden können. Nimmt diese eine bestimmte Position ein und präsentiert sich als Experte, so könnte dies die Urteile der Lernenden maßgeblich beeinflussen (Kienhus, D. ; Bromme, 2015).

Einen weiteren Punkt stellt die Anbindung an bestehende Kompetenzmodelle dar (vgl. 2.2.2.; 6.2.). Auch wenn die Erkenntnisse der Modelle durchaus Einfluss auf das Design der Unterrichtskonzeption gehabt haben (4.4.1.), wäre eine stärkere Berücksichtigung möglicherweise sinnvoll gewesen. Dies hätte den Vorteil, dass in den Analysen der Ergebnisse sehr viel strukturiertere Bezüge zur Theorie hätten hergestellt werden können.

Es bleibt zu erwähnen, dass es sich bei choice<sup>2</sup>reflect (noch) nicht um ein vollständig einsatzfähiges Unterrichtskonzept handelt. Es bedarf weiterer Erprobungen und Anpassungen, um direkte Anwendung im Fachunterricht zu ermöglichen. Theoretischer und praktischer Output stellen dennoch wertvolle Erkenntnisse für die unterrichtliche Auseinandersetzung dar, auch wenn das Konzept nicht direkt genutzt wird (6.1.; 6.2.). Auch wenn choice<sup>2</sup>reflect (noch) nicht eingesetzt wird, so könnten die zugrundeliegenden Ideen und Prinzipien bereits wichtige Impulse geben:

- Das Verständnis der Lehrkräfte für rationale und emotionale Entscheidungsfindungen und Urteilsprozesse wird vertieft (5.1.).
- Kriterien, die in erster Linie wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen darstellen, werden stärker fokussiert (5.2.).
- Die Beschäftigung mit kontroversen und komplexen Inhalten wird angeregt und erleichtert (5.3.).
- Ambiguitätstoleranz der Lehrkräfte hinsichtlich einer Landschaft aus Argumenten wird gefördert (5.4.; 6.1.; 6.2.).
- Wissenschaftliche und rationale Denk- und Arbeitsweisen können erkannt, benannt, gefordert und gefördert werden (5.2.; 5.4.; 6.1.; 6.2.).
- Ideen und Herangehensweisen der Schüler können als wissenschaftliche Methodik erkannt und benannt werden, um deren Selbstvertrauen zu stärken<sup>337</sup> (4.4.2.).

---

<sup>337</sup> Dies fördert auch, dass persönlich und wissenschaftliche Sichtweisen nicht mehr als dichotom wahrgenommen werden, wenn diese bereits (annähernd) deckungsgleich sind (Sadler et al., 2004).

Schulungen und Fortbildungen könnten zudem Lehrkräfte für die Konzeption, sowie für die genannten Aspekte sensibilisieren<sup>338</sup>. Dabei müsste klar kommuniziert werden, dass es sich bei choice<sup>2</sup>reflect (bisher) um ein Pilot-Projekt handelt, dessen Erprobung vorerst lediglich Hinweise auf sinnvolle Wege zur Vermittlung nachhaltiger, rationaler und kriteriengeleiteter Bewertungskompetenz liefert. Zudem ist die Unterrichtskonzeption sehr umfangreich und eine praktische Umsetzung bei meist nur zwei Stunden Chemie pro Woche ein nicht zu unterschätzendes Problem.

Damit, auch ohne vollständiges Lesen der vorliegenden Arbeit, ein Verständnis für die oben genannten und weitere Aspekte der Vermittlung von Bewertungskompetenz aufgebaut werden kann, sind die Inhalte der einzelnen Abschnitte in Einzelfällen redundant. Dies ermöglicht es dem Leser auch ohne Kenntnis der gesamten Monographie, wichtige Erkenntnisse über Teilbereiche dieses umfangreichen Themas zu erlangen. Zudem bieten die einzelnen Abschnitte Anknüpfungspunkte für weitere oder tiefere Auseinandersetzungen, z. B. mit Kontexten zur Vermittlung von Bewertungskompetenz, die Bedeutung des Wissenschaftsbegriffes, didaktische Rahmenbedingungen zur kriteriengeleiteten Entscheidungsfindung.

Aus dem vorliegenden Projekt lässt sich eine Reihe (neuer) Fragestellungen ableiten.

*In welcher Weise erarbeiten und nutzen Lernende die wissenschaftlichen Prüfkriterien Reproduzierbarkeit und Randomisierung?*

- *Wie könnten geeignete Materialien designt werden?*

*Inwieweit ist eine separate Erarbeitung der Prüfkriterien (vor der Durchführung der Unterrichtskonzeption choice<sup>2</sup>reflect) sinnvoll?*

*Auf welche Weise werden erarbeitete Prüfkriterien im Regelunterricht eingesetzt?*

*Wie nachhaltig ist die Erarbeitung und Anwendung der Prüfkriterien?*

*Auf welche Weise könnten die wissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen in Form von Prüfkriterien sinnvoll sortiert und strukturiert werden?*

- *Inwieweit könnte eine solche Struktur die Entwicklung eines einheitlichen wissenschaftlichen Weltbildes fördern?*
- *Inwieweit unterstützt eine solche Struktur die kriteriengeleitete Urteilsbildung?*

*Welche weiteren Kontexte wären überhaupt geeignet, um die Vermittlung kriteriengeleiteter Bewertungskompetenz zu ermöglichen?*

---

<sup>338</sup> Lediglich Typ 3 („die Anspruchsvollen“) der von Hartmann-Mrochen beschriebenen Lehrertypen könnte aufgrund nicht expliziter Fachanbindung Probleme beim Zugang haben (Hartmann-Mrochen, 2011, S. 217). Die teilweise Fachunabhängigkeit der Materialien (vor allem Phase III – Gewinnung der PK) ist für sie wahrscheinlich problematisch. Möglicherweise hilft ein Explizieren der fachspezifischen Aspekte (Phase I – fachspezifischer Problemaufriss, sowie die chemiespezifischen Prüfkarten).

- *Inwieweit ist choice<sup>2</sup>reflect mit einem anderen Kontext durchführbar?*
- *Wie umfangreich wäre eine Materialentwicklung?*
- *Wie gut/schlecht gelingt die Anwendung der PK auf den neuen Kontext?*

*Welche Rolle spielt der Grad der Emotionalität bei der Vermittlung von Bewertungskompetenz mittels kriteriengeleiteter Reflexion.*

- *Welchen Einfluss kann/sollte die Lehrkraft auf die Positionierungen der Lernenden nehmen?*
- *Wie stark könnten Rollenspiele (Pro/Contra-Positionen) als emotionsauslösende Gestaltungsmerkmale den Grad der Relevanz für Lernende erhöhen?*



## 8. Anhang

### Nur im digitalen Anhang:

**A3: Teiltranskripte der Audio-Mitschnitte**

**P1.1 – 1.7: PK Falsifizierbarkeit**

**P2.1 – 2.8: PK kontrollierte Bedingungen**

**P3.1 – 3.28: PK Kausalität & Korrelation**

**G1 – G4: Teil-Transkript relevanter/besonderer Aussagen**

**H4 – H7: Ergebnisse der Kleingruppenerprobung „Fachspezifischer Problemaufriss“**

**C1: Übergänge zwischen den Phasen – einzelne Folien der PowerPoint-Präsentation**

**X1 – X13 & X16: Ergebnisse/Kodierung/Kategorisierungen „Gesamterprobung“**

T1: NOS-Aspekte im Vergleich (Koska & Krüger, 2012, S. 118)

Kategorie	McComas & Olson 2002	Osborne et al. 2003	Lederman et al. 2002
<b>Sozialer und kultureller Einfluss</b>	scientific ideas have been affected by their social and historical milieu	historical development of Scientific knowledge	human enterprise
	science is a part of social tradition	cooperation and collaboration in the development of scientific knowledge	
		science and questing	
<b>Kreativität in der Naturwissenschaft</b>	scientists are creative	Creativity	imagination and creativity
<b>Beobachtung und Schlussfolgerung</b>	new knowledge must be reported clearly and openly	analysis and interpretation of data	observation & inference
		diversity of scientific thinking	
<b>Veränderbarkeit von naturwissenschaftlichem Wissen</b>	scientific knowledge is tentative	science and certainty	scientific knowledge is never absolute or certain
<b>Theorie und Gesetz</b>	science is an attempt to explain phenomena	hypothesis and prediction	scientific theories and laws
	science relies on empirical evidence		
<b>Vielfalt naturwissenschaftlicher Methoden</b>	scientists require replicability and truthful reporting	scientific method and critical testing	scientific method
<b>Weitere Aspekte</b>	science has played an impotent role in technology		
	changes in science occur gradually		
	science has global implications		

**T2: Teilkompetenzen der naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer**

<b>A. Standards der Bewertungskompetenz in Biologie, Chemie und Physik</b> (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland, 2005a, 2005b, 2005c)		
<b>Biologie</b>	<b>Chemie</b>	<b>Physik</b>
Die Schülerinnen und Schüler ...		
B 1 unterscheiden zwischen beschreibenden (naturwissenschaftlichen) und normativen (ethischen) Aussagen,	B 1 stellen Anwendungsbereiche und Berufsfelder dar, in denen chemische Kenntnisse bedeutsam sind,	B 1 zeigen an einfachen Beispielen die Chancen und Grenzen physikalischer Sichtweisen bei inner- und außerfachlichen Kontexten auf,
B 2 beurteilen verschiedene Maßnahmen und Verhaltensweisen zur Erhaltung der eigenen Gesundheit und zur sozialen Verantwortung,	B 2 erkennen Fragestellungen, die einen engen Bezug zu anderen Unterrichtsfächern aufweisen und zeigen diese Bezüge auf,	B 2 vergleichen und bewerten alternative technische Lösungen auch unter Berücksichtigung physikalischer, ökonomischer, sozialer und ökologischer Aspekte,
B 3 beschreiben und beurteilen Erkenntnisse und Methoden in ausgewählten aktuellen Bezügen wie zu Medizin, Biotechnik und Gentechnik, und zwar unter Berücksichtigung gesellschaftlich verhandelbarer Werte,	B 3 nutzen fachtypische und vernetzte Kenntnisse und Fertigkeiten, um lebenspraktisch bedeutsame Zusammenhänge zu erschließen,	B 3 nutzen physikalisches Wissen zum Bewerten von Risiken und Sicherheitsmaßnahmen bei Experimenten, im Alltag und bei modernen Technologien,
B 4 beschreiben und beurteilen die Haltung von Heim- und Nutztieren,	B 4 entwickeln aktuelle, lebensweltbezogene Fragestellungen, die unter Nutzung fachwissenschaftlicher Erkenntnisse der Chemie beantwortet werden können,	B 4 benennen Auswirkungen physikalischer Erkenntnisse in historischen und gesellschaftlichen Zusammenhängen.
B 5 beschreiben und beurteilen die Auswirkungen menschlicher Eingriffe in einem Ökosystem,	B 5 diskutieren und bewerten gesellschaftsrelevante Aussagen aus unterschiedlichen Perspektiven,	
B 6 bewerten die Beeinflussung globaler Kreisläufe und Stoffströme unter dem Aspekt der nachhaltigen Entwicklung,	B 6 binden chemische Sachverhalte in Problemzusammenhänge ein, entwickeln Lösungsstrategien und wenden diese an.	
B 7 erörtern Handlungsoptionen einer umwelt- und naturverträglichen Teilhabe im Sinne der Nachhaltigkeit.		

**T3: Cognitive Bias Codex (Benson, Manoogian III)**

## **A1: Interview-Leitfaden**

### **Interview mit Schülern der 9-10 Klasse (~30-45)**

Warming Up:

- etwas von mir erzählen (Unterrichtseinheit zum Thema Homöopathie)
- „was macht ihr denn gerade in Chemie?“
- kein richtig und falsch/keine Noten
- alles erlaubt/alles anonym
- Schüler dürfen auch sagen: Langweilig/doof/interessiert mich nicht etc.

#### 1. Hast Du schon einmal etwas von Homöopathie gehört?

Impuls: Globuli/Meditonsin(Bachblüten/Schüßler-Salze

Mitgebrachte Arnica-Globuli zeigen.

Auch „richtiges“ Medikament mitbringen und (Ähnlichkeit/Unterschied zeigen)

#### 2. Hast Du schon einmal homöopathische Mittel genommen?

Impuls: Nehmen Familie/Freunde homöopathische Mittel?

#### 3. Wie denkst Du über Homöopathie?

Impuls: Unterschiede zu normaler Medizin?

→ („Wirk“-)Prinzipien erklären:

**Simile:** Ähnliches heilt Ähnliches. Ein Medikament, was bestimmte Symptome auslöst, kann genau diese heilen.

**Dynamisierung:** Verdünnung & Verschüttelung des Arzneimittels. Information des Wirkstoffs wird dabei übertragen. Am Ende Aufsprühen auf die Globulis.

#### 4. Was hältst Du von diesen Prinzipien?

Impuls: Placebos klären! Z. B. mit Heimwehpille aus dem Ferienlager.

5. Wie könnte die Dynamisierung funktionieren? Wie stellst Du dir diese vor?

6. Was hältst Du von diesen verschiedenen Meinungen?

→ wie stellst Du Dir das vor?

Wie könnte das auf Teilchenebene aussehen?

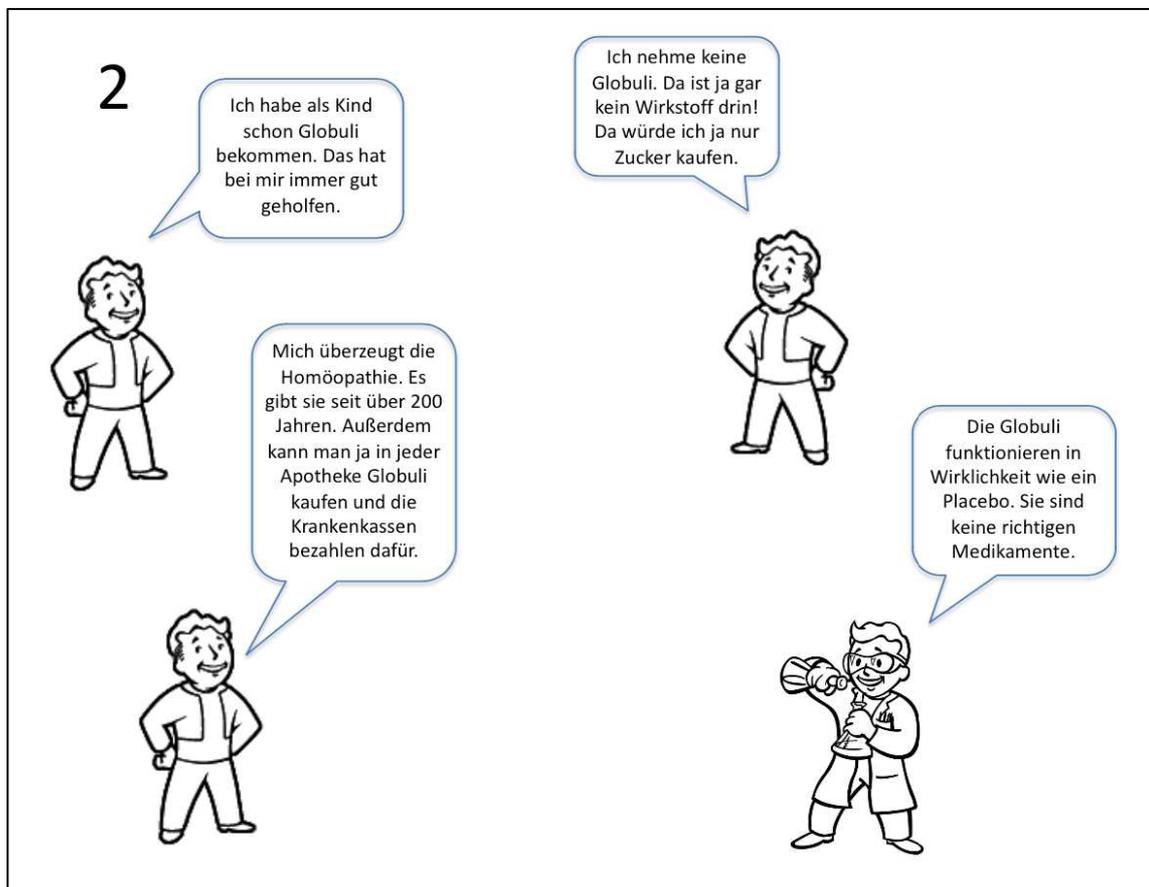
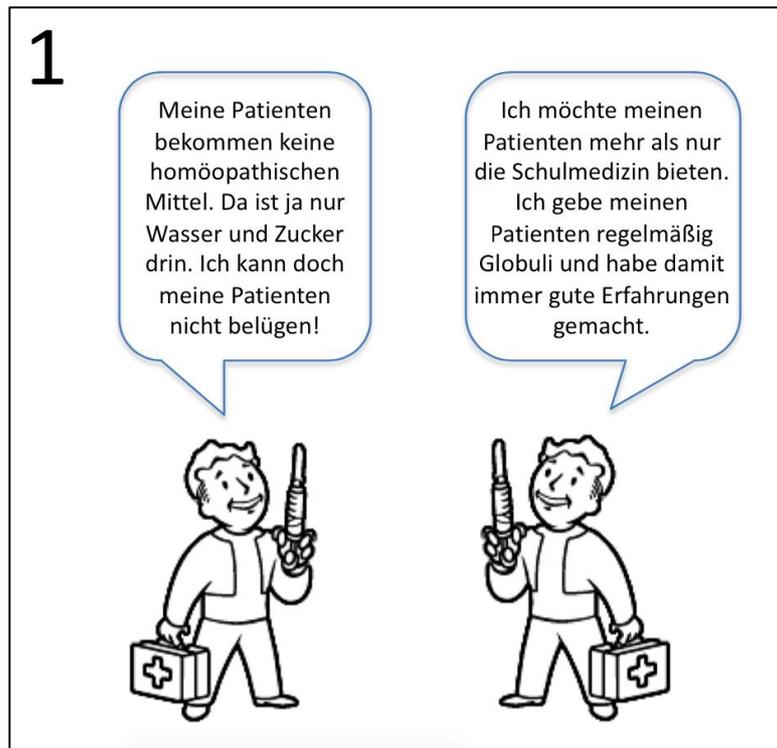
7. Wie könnte man überprüfen, ob homöopathische Medikamente wirklich wirken?

→ Concept Cartoon 4

→ Welcher Meinung würdest Du Dich anschließen? Warum?

8. Würdest Du selbst H. nehmen? Wieso (nicht)?

## A2: Interviews: Concept Cartoons



3

In homöopathischen Mitteln ist rein rechnerisch gar kein Wirkstoff mehr enthalten. Es ist also nichts mehr da, was wirkt.



Das stimmt, aber durch das „Dynamisieren“ wird die Information ja auf das Wasser „übertragen“.



4

**Die Wirksamkeit von Homöopathie gilt bis heute als noch nicht bewiesen.** Sie hat deshalb keinen Platz in unserem Gesundheitssystem.



**Die Wirksamkeit von Homöopathie gilt bis heute als noch nicht bewiesen.** Bisher konnte einfach noch niemand erklären, was die Mittel bewirken. Aber sie wirkt, das wurde ja oft genug beobachtet



## A4: Fragebogen MZ 1.2 – Gesundheit und Wissenschaft S.1

### Fragebogen „Gesundheit und Wissenschaft“

#### Persönliche Kennung

Die persönliche Kennung ist eine reine Formalie. Der Fragebogen ist anonym.

#### Die Kennung setzt sich folgendermaßen zusammen (NUR GROSSBUCHSTABEN):

Die ersten beiden Buchstaben des Vornamens Deiner Mutter  
(z.B. Maria: MA)

Die ersten beiden Buchstaben Deines Wohnortes  
(z.B. Münster: MÜ)

Der Tag, an dem Du geboren bist  
(z.B. 9. Mai: 09)

Die ersten beiden Buchstaben des Vornamens Deines Vaters  
(z.B. Peter: PE)

#### Angaben zur Person:

Alter: <input type="text"/>	Geschlecht: <input type="text"/>	Klasse: <input type="text"/>
-----------------------------	----------------------------------	------------------------------

Wie viele Jahre hattest Du bereits Chemie-Unterricht (inklusive diesem Jahr)? <input type="text"/>	Wie waren Deine letzten Noten?	Chemie <input type="text"/>	Physik <input type="text"/>	Biologie <input type="text"/>
--	--------------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-------------------------------

#### Informationen zum Ausfüllen des Fragebogens

Bitte lies Dir alle Texte und Fragen sorgfältig durch. Fülle den Fragebogen mit einem schwarzen oder blauen Stift aus. Mach ein deutliches ☒ in die Kästchen und schreibe immer in die dafür vorgesehenen Zeilen.

## A4: Fragebogen MZ 1.2 – Gesundheit und Wissenschaft S.2

### Teil 1

Der Begriff „**Arzneimittel**“ steht in diesem Fragebogen gleichbedeutend für Medikament. Damit sind Stoffe und Zubereitungen gemeint, deren Wirkung dazu dient Krankheiten und Beschwerden zu heilen, zu lindern oder vorzubeugen. Hierzu gehören auch Stoffe, die der Diagnose dienen, die Abwehrkräfte erhöhen oder seelische Zustände beeinflussen. Dies schließt neben Tabletten auch z.B. Sprays, Spritzen oder Salben mit ein. *Arzneimittel* werden von Ärzten verordnet, können aber auch ohne Rezept in der Apotheke, Drogerie oder im Supermarkt gekauft werden.

**1.1 Wie viele unterschiedliche *Arzneimittel* wendest Du regelmäßig (täglich bzw. mindestens einmal pro Woche) an?**

- gar keine                     
  1-3                                     
  4-7                                     
  mehr als 8

**1.2 Wie funktionieren Deiner Meinung nach Tabletten im Körper?**

**1.3 Wie sehr stimmst Du den folgenden Aussagen zu?** [Pro Zeile nur ein Kästchen ankreuzen.]

	Trifft gar nicht zu		Trifft voll zu	
Ärzte setzen zu häufig Medikamente ein.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Menschen, die Medikamente einnehmen, sollten von Zeit zu Zeit diese Behandlung unterbrechen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Medikamente helfen vielen Menschen, ein besseres Leben zu führen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die meisten Medikamente machen abhängig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Naturheilmittel sind unbedenklicher als Medikamente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In den meisten Fällen sind Vorteile von Medikamenten größer als ihre Risiken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In der Zukunft werden Medikamente zur Heilung der meisten Erkrankungen entwickelt werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die meisten Medikamente sind giftig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Medikamente schaden mehr als sie nützen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Medikamente helfen vielen Menschen länger zu leben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ärzte vertrauen zu sehr auf Medikamente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn Ärzte mehr Zeit für ihre Patienten hätten, würden sie weniger Medikamente verschreiben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## A4: Fragebogen MZ 1.2 – Gesundheit und Wissenschaft S.3

1.4 Im folgenden Block erhältst Du unterschiedliche Informationen über Medikamente.

Wie sicher kannst Du Dir bei den einzelnen Aussagen sein, dass es sich um ein *wirksames Medikament* handelt? [Pro Zeile nur ein Kästchen ankreuzen.]

	Ich kann mir nicht sicher sein		Ich kann mir sehr sicher sein	
Das Medikament wird in Apotheken verkauft.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das Medikament gibt es nur auf Rezept beim Arzt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Krankenkassen bezahlen das Medikament.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das Medikament gibt es seit hundertern von Jahren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Deine Eltern geben Dir das Medikament wenn Du krank bist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Deine Familie und Deine Freunde schwören auf das Medikament.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Du kennst das Medikament aus der Fernsehwerbung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
100 Personen mit Kopfschmerzen erhalten das Medikament. Zwei Stunden später geht es 95 von ihnen deutlich besser.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
100 Personen mit Kopfschmerzen erhalten das Medikament. Zwei Stunden später geht es 70 von ihnen deutlich besser.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das Medikament wurde in mehreren groß angelegten Studien getestet und von unabhängigen Wissenschaftlern für wirksam befunden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1.5 Hast Du schon einmal was von Homöopathie gehört?

- Ja  
 Nein

1.6 Wenn ja, was weißt Du darüber?

## A4: Fragebogen MZ 1.2 – Gesundheit und Wissenschaft S.4

**1.7 Hast Du schon einmal *homöopathische Arzneimittel* (z.B. Arnica-Kügelchen bzw. Globulis, Meditonsin, Schüßler-Salze) genommen?**

- Ja
- Nein
- Weiß nicht

**1.8 Nimmst Du *homöopathische Arzneimittel*?**

- Ja, mehrmals pro Monat
- Ja, mehrmals pro Jahr
- Nein
- Weiß nicht

**1.9 Unterscheiden sich *homöopathische* und *herkömmliche Arzneimittel* voneinander oder sind sie ein und dasselbe? Bitte begründe.**

**1.10 Welchen der folgenden Aussagen über *Homöopathie* stimmst Du zu? [Pro Zeile nur ein Kästchen ankreuzen.]**

	trifft gar nicht zu		trifft voll zu	
<b>Homöopathie ist Naturheilkunde.</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Homöopathische Arzneimittel haben oft schwere Nebenwirkungen.</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Homöopathie ist eine sinnvolle Alternative zur herkömmlichen Medizin.</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Homöopathische Arzneimittel sind rein pflanzlich.</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Homöopathie ist sanfte Medizin.</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Homöopathische Arzneimittel können sehr leicht überdosiert werden.</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Homöopathie aktiviert die Selbstheilungskräfte.</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Homöopathie ist ein anderes Wort für Pflanzenheilkunde</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Homöopathische Arzneimittel sind herkömmlichen Arzneimitteln überlegen.</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## A4: Fragebogen MZ 1.2 – Gesundheit und Wissenschaft S.5

**1.11** Im Folgenden werden mehrere *schulmedizinische* und *alternativmedizinische* Behandlungs- und Diagnosemethoden genannt.

Der Begriff *Schulmedizin* umfasst die medizinischen Diagnose- und Behandlungsmethoden, die wissenschaftlich begründet sind. Sie werden an Universitäten entwickelt und gelehrt und in Krankenhäusern und Praxen angewandt. Die Wirksamkeit schulmedizinischer Methoden ist durch umfangreiche wissenschaftliche Studien belegt.

Als *Alternativmedizin* werden Behandlungs- und Diagnosemethoden bezeichnet, die sich als Alternative zur Schulmedizin verstehen. Ihre Wirksamkeit ist nicht durch wissenschaftliche Studien belegt.

Kreuze an, ob Du diese Begriffe eher der *Schulmedizin* oder der *Alternativmedizin* zuordnen würdest, oder ob Du sie noch nie gehört hast. Beschreibe im darunterliegenden Textfeld was Du über den Begriff weißt und warum Du ihn entsprechend eingeordnet hast. [Pro Zeile nur ein Kästchen ankreuzen.]

	eindeutig <i>Alternativ- medizin</i>	eher <i>Alternativ- medizin</i>	eher <i>Schul- medizin</i>	eindeutig <i>Schul- medizin</i>	noch nie gehört
<b>Fußreflexzonenmassage</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Was verstehst Du darunter?					
<b>Psychoanalyse</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Was verstehst Du darunter?					
<b>Homöopathie</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Was verstehst Du darunter?					
<b>Hand auflegen</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Was verstehst Du darunter?					
<b>Antibiotika-Therapie</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Was verstehst Du darunter?					

## A4: Fragebogen MZ 1.2 – Gesundheit und Wissenschaft S.6

### Teil 2

1. Kreuze an, wie sehr Du den Aussagen zustimmst. [Pro Zeile nur ein Kästchen ankreuzen.]

	stimme gar nicht zu		stimme voll zu	
Wissenschaft liefert uns ein besseres Verständnis des Universums als Religion.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
„In einer von Dämonen verfolgten Welt ist Wissenschaft die Kerze im Dunkeln.“ (Zitat von Carl Sagan)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wir können nur das glauben, was wissenschaftlich nachgewiesen werden kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Wissenschaft sagt uns alles, was es über die Realität zu wissen gibt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alle Aufgaben, die auf die Menschen zukommen, sind wissenschaftlich lösbar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die wissenschaftliche Methode ist der einzig verlässliche Weg zur Erkenntnis.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die einzige wirkliche Erkenntnis, die wir haben können, ist wissenschaftliche Erkenntnis.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wissenschaft ist der wichtigste Teil der menschlichen Kultur.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wissenschaft ist der effizienteste Weg zur Wahrheit.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wissenschaft und die Wissenschaftler sollten in der modernen Gesellschaft mehr Respekt erhalten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. Kreuze an, wie sehr Du den Aussagen zustimmst. [Pro Zeile nur ein Kästchen ankreuzen.]

	stimme gar nicht zu		stimme voll zu	
Manche Menschen besitzen übersinnliche Kräfte.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gentechnik ist etwas Gutes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wir sollten mehr Geld und wissenschaftliche Anstrengungen aufbringen um Umweltschäden zu beheben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Konstellation der Planeten hat einen Einfluss auf die Ereignisse des täglichen Lebens.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Technologie hat zu viel Kontrolle über unser Leben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Wissenschaft wird einen Weg finden Giftmüll zu entsorgen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In manchen Fällen sollte Medizin nicht dazu benutzt werden ein Leben zu verlängern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

#### A4: Fragebogen MZ 1.2 – Gesundheit und Wissenschaft S.7

	stimme gar nicht zu		stimme voll zu	
Im Großen und Ganzen waren wissenschaftliche und technische Entwicklungen für unsere Kultur vorteilhaft.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Regierung sollte mehr Geld in die bemannte Raumfahrt investieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wissenschaftler sollten Versuche durchführen dürfen, die Tieren Schmerzen zufügen, wenn diese dabei helfen können Gesundheitsprobleme bei Menschen zu beheben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kernkraft ist eine wichtige Energiequelle und ihre Nutzung sollte ausgeweitet werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Manche Zahlen sind Glückszahlen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es gibt Phänomene, die von der Naturwissenschaft bzw. durch die Naturgesetze nicht erklärt werden können.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reine Wissenschaft sollte finanziert werden, auch wenn es keinen direkten Nutzen für die Gesellschaft gibt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wissenschaftler sollten Verantwortung dafür übernehmen, wenn ihre Theorien und Erfindungen schlimme Folgen haben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Irgendwann werden Computer so intelligent sein, dass sie wie Menschen denken können.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Kreuze an, wie sehr Du den Aussagen zustimmst. [Pro Zeile nur ein Kästchen ankreuzen.]

	stimme gar nicht zu		stimme voll zu	
Einige Menschen sind in der Lage durch mentale Kraft Objekte zu bewegen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schwarze Katzen können Unglück bringen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Der Geist (die Seele) kann den Körper verlassen und sich fortbewegen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Astrologie ist ein Weg, die Zukunft vorherzusagen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Psychokinese, das Bewegen von Objekten durch Gedankenkraft, ist ohne technische Hilfsmittel möglich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das Zerschneiden eines Spiegels bringt Pech.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gedankenlesen ist möglich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es ist möglich, mit Toten Kontakt aufzunehmen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In bestimmten Zuständen, wie Schlaf oder Trance, kann der Geist (die Seele) den Körper verlassen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das Horoskop kann die Zukunft eines Menschen zeigen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hellsehen ist möglich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

#### A4: Fragebogen MZ 1.2 – Gesundheit und Wissenschaft S.8

	stimme gar nicht zu		stimme voll zu	
Die Zahl 13 bringt Unglück	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Menschen können wiedergeboren werden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Einige Begabte können die Zukunft vorhersehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Einige Menschen haben oft eine Art Vorahnung, bevor ein Ereignis eintritt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Beantworte die folgenden Fragen mit einigen knappen Sätzen.

4.1 Was ist deiner Meinung nach Wissenschaft?

4.2 Können einmal aufgestellte wissenschaftliche Theorien weiterentwickelt oder wieder verworfen werden?

**A4: Fragebogen MZ 1.2 – Gesundheit und Wissenschaft S.9**

**4.3 Ist es deiner Meinung nach möglich, dass verschiedene Wissenschaftler anhand der gleichen Daten und Informationen zu unterschiedlichen Schlussfolgerungen und Erklärungen kommen?**

**4.4 Ist Wissenschaft deiner Meinung nach von sozialen, kulturellen und gesellschaftlichen Werten beeinflusst?**

**4.5 Benutzen Naturwissenschaftler ihre Kreativität und Vorstellungskraft während ihrer wissenschaftlichen Untersuchungen?**

**Vielen Dank für Deine Mitarbeit!**

**B1: Auswahl für MZ 2.1 geeigneter NOS-Aspekte aus den NGSS (NGSS Lead States, 2013, S. 4)**

***Nature of Science understandings most closely associated with Practices*<sup>339</sup>:**

- *Scientific Investigations Use a Variety of Methods* (4/4)
  1. *Science investigations use a variety of methods and tools to make measurements and observations.*
  2. *Science investigations are guided by a set of values to ensure accuracy of measurements, observations, and objectivity of findings.*
  3. *Science depends on evaluating proposed explanations.*
  4. *Scientific values function as criteria in distinguishing between science and non-science.*
- *Scientific Knowledge is Based in Empirical Evidence* (2/2)
  5. *Science knowledge is based upon logical and conceptual connections between evidence and explanations*
  6. *Science disciplines share common rules of obtaining and evaluating empirical evidence*
- *Scientific Knowledge is Open to Revision in Light of New Evidence* (0/3)
- *Science Models, Laws, Mechanisms, and Theories Explain Natural Phenomena* (0/5)

***Nature of Science understandings most closely associated with Crosscutting Concepts:***

- *Science is a Way of Knowing* (1/3)
  7. *Science is both a body of knowledge and processes*
- *Science Knowledge Assumes an Order and Consistency in Natural Systems* (2/2)
  8. *Science assumes that objects and events in natural systems occur in consistent patterns that are understandable through measurement and observation.*
  9. *Science carefully considers and evaluates anomalies in data and evidence.*
- *Science is a Human Endeavor* (0/4)
- *Science Addresses Questions About the Natural and Material World* (2/3)
  10. *Science limits its explanations to systems that lend themselves to observation and empirical evidence.*
  11. *Science knowledge can describe consequences of actions but is not responsible for society's decisions*

---

<sup>339</sup> Die Unterscheidung der Autoren zwischen „Nature of Science understandings most closely associated with (engineering) Practices“ und denen „most closely associated with crosscutting concepts“ wird noch erweitert durch „disciplinary core ideas“ (NGSS Lead States, 2013, S. 8). Damit werden drei Bereiche beschrieben, die sämtliche Teilaspekte der NOS enthalten.

**H1: Bizarre Zutaten in der Homöopathie (Verzeichnis der Alphabetisches Verzeichnis der Materia medica homeopathica abgerufen am 22.03.2020 <http://www.simillimum.net/Mat.med.alpha.index.htm>):**

\*unsortiert\*

Bibergeil aus den Drüsensäcken des Nagetiers	Latex vulcani
Pferdehuf	Sonnenfinsternis-Strahlen
Kerosin (Flugzeugtreibstoff)	Hundekot
Bettwanzen	Kakerlaken
Stinktief-Sekret	Salzsäure
Phosphorsäure	Schwefelsäure
Küchenzwiebel	Aluminium
Honigbiene	Arsentriiodid
Silber	Kreuzspinne
Sekret der Erdkröte	Speichel der Erdkröte
Küchenschabe	Gänseblümchen
(Schwefelsaures) Cadmium	Haschisch
Brasilianische Klapperschlange	metallisches Kupfer
Flußsäure 40%-ige	Schießpulver
Lava vom Heklavulkan, Island	Sonnenblume
Gila-Krustenechse	Cyanwasserstoff
Hundmilch (Rottweiler)	Muttermilch
Schwarze Witwe (Kugelspinnen)	Entengrütze
Hydrophobinum, Speichel eines tollwütigen Hundes	Gonorrhoe-Eiterschleim
Masern-Eiterschleim	Drüsensekret des männlichen Moschusochsen
Vogelspinne	Gift der Kobra
Nickel	Salpetersäure
Muskatnuss	Lebertran vom Dorsch
Nosode aus dem Auswurf des Keuchhusten	Phosphorsäure
Platin	Blei
Nosode der Krätze	Menschenfloh
Extrakt aus faulem Fleisch	Wasser der Sanicula-Quelle in Ottawa
Tintenfischtinte	Staphylokokkeneiter
Kubanische Vogelspinne	Spanische Tarantel
getrocknete Schafschilddrüse	Pockennosode
Hornisse	Strichnin
Syphilis-Eiterschleim	Spinnennetz
Zinkchromat	Uranynitrat

## H2: Fragebogen vor Erprobung

Dein persönlicher Code:

--	--	--	--

### 1. Hast Du schon einmal was von **Homöopathie** gehört?

Nein  
Ja,

#### 1.1 Wenn ja, was weißt Du alles darüber?

### 2. Hast Du schon einmal **homöopathische Arzneimittel** genommen?

Nein  
Ja, aber das ist schon länger her  
Ja, ich nehme sie immer noch  
weiß nicht

### 3. Welchen der folgenden Aussagen über **Homöopathie** stimmst Du zu?

	trifft gar nicht zu		trifft voll zu	
Homöopathische Arzneimittel sind rein pflanzlich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Homöopathie ist sanfte Medizin.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Homöopathie aktiviert die Selbstheilungskräfte.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 4. Würdest Du selbst **homöopathische Arzneimittel** nehmen?

Ja, aber nur bei harmlosen Krankheiten (z.B. Erkältung).  
Ja, bei allen Krankheiten.  
Ich würde homöopathische Mittel nicht nehmen.

*Begründe Deine Entscheidung:*

### H3: Fragebogen nach der Erprobung´

Dein persönlicher Code:

--	--	--	--

**1. Die 1. Regel der Homöopathie (*Ähnliches heilt Ähnliches*) erscheint mir...**

*Kreuze an:*

<b>sehr sinnvoll</b>	<b>sinnvoll</b>	<b>weniger sinnvoll</b>	<b>gar nicht sinnvoll</b>	<b>weiß nicht</b>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*Begründe:*

**2. Die 2. Regel der Homöopathie (*Potenzierung*) erscheint mir...**

*Kreuze an:*

<b>sehr sinnvoll</b>	<b>sinnvoll</b>	<b>weniger sinnvoll</b>	<b>gar nicht sinnvoll</b>	<b>weiß nicht</b>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*Begründe:*

**3. Würdest Du selbst *homöopathische Medikamente* nehmen?**

Ja, aber nur bei harmlosen Krankheiten (z.B. Erkältung).

Ja, bei allen Krankheiten.

Ich würde homöopathische Mittel nicht nehmen.

*Begründe Deine Entscheidung:*

## H8 – Argumente und Gegenargumente zum Kontext Homöopathie

Pro-Argumente	Mögliches Gegenargument	Relevante Aspekte der Beurteilung
<p>„Die Mehrzahl der Krankenkassen übernimmt die Kosten homöopathischer Behandlungen.“</p>	<p>Krankenkassen profitieren von der Übernahme der Kosten homöopathischer Behandlungen. Diejenigen, die diese Mittel nehmen, sind im Schnitt eher Besserverdiener – viele von ihnen könnten sich eine private Krankenversorgung leisten. Um diese Kunden zu halten wird zusätzlich einiges an alternativmedizinischen Behandlungen übernommen.</p>	<p>- Autoritätsbias<sup>340</sup></p>
<p>„Die Schulmedizin kuriert nur Symptome, währen die Homöopathie ganzheitlich vorgeht und den Menschen im Mittelpunkt der Behandlung sieht.“</p>	<p>Hahnemann selbst lehnte Ursachendenken ab. Homöopathie konzentriert sich genau genommen ausschließlich auf Symptome. Die wissenschaftliche Medizin dagegen beruht auf Ursachendenken. <i>Beispiel: Magenschmerzen. Die Homöopathie versucht den Schmerz präzise zu beschreiben um ein entsprechendes Mittel zu finden. Die wissenschaftliche Medizin sucht die Ursachen (viral, bakteriell, psychosomatisch etc.) und behandelt diese.</i></p>	<p>- Fehlende Informationen - Falsifizierbarkeit<sup>341</sup></p>
<p>„Die Homöopathie gibt es schon seit über 200 Jahren, das Ähnlichkeitsprinzip wurde schon von Hippokrates angewandt. Homöopathie hat sich demnach bewährt.“</p>	<p>Die Astrologie ist noch älter und dennoch hat sie nie einer wissenschaftlichen Prüfung standgehalten. Und nur weil ein schlauer Mensch etwas sagt, legitimiert es natürlich gar nichts. Fünf Nobelpreisträger glaub(t)en an Wünschelruten. Auch diese funktionieren nachweislich nicht.</p>	<p>- Autoritätsbias</p>
<p>„Die Homöopathie ist unglaublich vielseitig und hat gegen vielerlei Beschwerden die passenden Mittel. Sie kann die herkömmliche Medizin auf fast allen Gebieten ersetzen.“</p>	<p>Unterschiedlichste Symptome werden in der Homöopathie mit dem gleichen Mittel behandelt. Aber bestimmte Symptome können wiederum mit unterschiedlichsten Mitteln behandelt werden. <i>Beispiel: Brechnuss hilft gegen Verdauungsbeschwerden, Streitsucht, Kater, Hämorrhoiden, Migräne, verklebte Augenlider, Erkältung, Darmverschluss, Prostatabeschwerden, Nierenkolik, Impotenz, Hexenschuss, Harnträufeln und Akne ...</i></p>	<p>- fehlende Informationen<sup>342</sup> - alle Prüfkriterien des Goldstandards wissenschaftlicher</p>

<sup>340</sup> Der Autoritätsbias (Authority Bias) beschreibt eine kognitive Verzerrung, bei denen Personen oder Institutionen mit formaler Autorität eher zugetraut wird, bessere Entscheidungen zu treffen und weniger Fehler zu machen (**Authority Bias – Hinnosaar & Hinnosaar – 2012**).

<sup>341</sup> „Ganzheitlichkeit“ bzw. „Menschen in den Mittelpunkt stellen“ sind Beschreibungen, die ungenau sind, da nicht klar ist, das sie genau bedeuten sollen. Aussagen, die unpräzise Begriffe verwenden, sind in der Regel nicht falsifizierbar.

<sup>342</sup> bezüglich der Studienlage zur Homöopathie („wirkt nicht über den Placebo-Effekt hinaus“)

	<p>Diese höchst unspezifischen Angaben ergeben sich aus der Arzneimittelprüfung:</p> <p>In der Homöopathie nimmt ein Gesunder Mittel zu sich und protokolliert die Symptome. Diese Symptome können bei Betroffenen durch eben dieses Mittel geheilt werden. Die Arzneimittelfindung ist dadurch extrem subjektiv!</p>	<p>Untersuchungen<sup>343</sup> &amp; Reproduzierbarkeit</p>
<p><i>„Homöopathen beschäftigen sich viel intensiver mit dem Patienten als andere Ärzte. Diese haben kaum Zeit und sehen den Menschen hinter der Krankheit nicht.“</i></p>	<p>Die Beschäftigung mit dem Patienten ist ein wichtiger Faktor für den Heilungserfolg. Es stimmt, dass Homöopathen und Heilpraktiker sich sehr viel mehr Zeit nehmen. Das Problem liegt aber vor allem an der unterschiedlichen Vergütung. Die Ärzte mit homöopathischer Zusatzausbildung bekommen die 1-stündige Erstanamnese von den meisten Krankenkassen bezahlt. Und wenn nicht, dann muss der Patient bezahlen (z. B. Heilpraktiker). So oder so ist die homöopathische Anamnese sehr viel länger und aufwendiger. Sie ähnelt in ihrer Wirkung einer Mini-Psychotherapie. Auch die Kosten (wenn der Patient sie selber trägt) und der Zeitaufwand maximieren den Placebo-Effekt. Ein niedergelassener Arzt bekommt pauschal für einen Patienten 30-35 Euro pro Quartal, egal wie oft dieser kommt. Das führt zu durchschnittlichen Patientenkontakten von weniger als 8 Minuten (Holland 13min, USA 19min).</p> <p>Wichtig ist allerdings, dass viele Ärzte sich sehr gerne mehr Zeit nehmen würden. Die mangelnde Vergütung macht es ihnen leider sehr schwer. Es ist daher nicht wirklich angemessen, den Ärzten vorzuwerfen, dass sie sich keine Zeit nehmen würden für ihre Patienten.</p>	<p>- fehlende Informationen</p> <p>- Kausalität &amp; Korrelation</p>
<p><i>„Selbst wenn die Wirksamkeit homöopathischer Mittel nicht belegt ist, sollte man die Illusion aufrechterhalten. Bei informierten Patienten wirkt der Placebo-Effekt ja nicht mehr.“</i></p>	<p>Placebos wirken mehr oder weniger stark bei allen Menschen. Selbst informierte Patienten profitieren von der Wirkung des Placebo-Effektes. Sie mobilisieren die körpereigenen Selbstheilungssysteme, solange der Patient im Grunde seines Herzens dem Therapeuten vertraut - selbst wenn er dabei Skeptis empfindet.</p> <p><i>Bsp.: In einer Studie wurden die Probanden informiert, dass sie nun einen Placebo erhalten würden, der keinen Wirkstoff enthält. Außerdem wurde ihnen der Placebo-Effekt erläutert. Daraufhin zeigten die Probanden ähnliche Effektstärken</i></p>	<p>- fehlende Informationen</p>

<sup>343</sup> Um zu verstehen, wieso eine homöopathische Arzneimittelprüfung keine reliable Methode ist, bedarf es eines umfassendes Verständnisses wissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung und der zugehörigen Prüfkriterien.

	<i>wie diejenigen, welche Placebos ohne Information erhielten.</i>	
<i>„Homöopathie wirkt auch bei Tieren und Kindern. Das kann ja nicht der Placebo-Effekt sein.“</i>	Liebevolle Zuwendung und die Erwartungshaltung des Behandelnden (Eltern, Tierhalter) werden intuitiv auch vom Kind bzw. Tier wahrgenommen. Sie reagieren konditioniert und gesunden oft schneller. Hinzu kommt, dass die Eltern bzw. der Tierhalter gewissermaßen entscheidet/beurteilt, ob die Krankheit abklingt. Die existierenden Studien können eine Wirksamkeit von homöopathischen Mitteln, die über den Placebo-Effekt (inkl. Zuwendungseffekt) hinausgeht, nicht bestätigen.	- fehlende Informationen - Kausalität & Korrelation

<i>„Placebos können ja immerhin nicht schaden.“</i>	<p>Eine negative Erwartungshaltung kann auch zu negativen Effekten führen (Nocebo-Effekt).</p> <p><i>Beispiel: ein doppelblinder Test mit einem Placebo, der angeblich Nebenwirkungen verursacht, kann eben diese auslösen. Nach Gabe von Placebos sind Krebskranken in Erwartung heftiger Nebenwirkungen die Haare ausgefallen.</i></p> <p>Außerdem gibt es eine Reihe schwerwiegender Erkrankungen, die unbedingt behandelt werden müssen. In diesen Fall käme eine ausschließliche homöopathische Behandlung einer unterlassenen Hilfeleistung gleich. Es gibt etliche dokumentierte Fälle von starken gesundheitlichen Schäden und sogar Toten. (whatstheharm.com) Die Dunkelziffern sind vermutlich immens und das Leid, was verhindert werden könnte lässt sich nur schwer beziffern.</p>	- fehlende Informationen
<i>„Unheilbar Kranke die jahrelang zu unterschiedlichen Ärzten gingen, werden durch Homöopathie gesund.“</i>	<p>Ca. 80 % aller Krankheiten heilen von alleine. Selbst bei schweren Krankheiten wie Krebs kann es in extrem seltenen Fällen zur Spontanremission kommen. Gemeldet werden natürlich nur „erfolgreiche“ Behandlungen mit Homöopathie – nicht die gescheiterten. Tote reden nicht. Die Wahrnehmung der Behandlungserfolge ist zudem extrem selektiv.</p> <p>Zusätzlich findet mit einem Wechsel von einem herkömmlichen Arzt auch ein Wechsel in vielen Angewohnheiten (z. B. Bewegung, Ernährung, ...) statt. Zugeschrieben werden „Behandlungserfolge“ dann aber i.d.R. dem Medikament bzw. dem behandelnden Arzt. Um einwandfrei die spezifische Wirksamkeit der Mittel zu belegen müsste dies allerdings durch eine dop-</p>	- Kausalität vs. Korrelation - cherry picking <sup>344</sup>

<sup>344</sup> vgl. 2.3.2.2.

	<p>pelblinde RCT bestätigt werden. Nur so ließe sich ausschließen, dass auch wirklich der Wirkstoff im Medikament für die Heilung verantwortlich ist.</p>	
<p><i>„Homöopathie ist rein pflanzlich. Das kann ja nicht schlecht sein.“</i></p>	<p>Doppelt falsch. Homöopathie enthält – wenn auch verdünnt – vielerlei Gifte und absurde Inhaltsstoffe.</p> <p><i>Beispiele: Arsen, Blei, Quecksilbercyanid, Mutterkorn-Extrakt, Plutonium, ...</i></p> <p>Selbst wenn es so wäre - viele pflanzliche Mittel können auch gefährliche Gifte sein die schlimme Schädigungen verursachen können. Die Pflanzen, die homöopathisch wirksam sein sollen, enthalten oft starke Gifte. Sie werden schließlich nur zum homöopathischen Arzneimittel, wenn sie bei einem Gesunden zu Krankheiten bzw. Gesundheitsschäden führen! Durch die Arzneimittelprüfung am Gesunden hat sich bisher allerdings keine Therapie entwickelt, die Eingang in die Wissenschaftsmedizin gefunden hat.</p>	-

<p><i>„Was spricht dagegen, dass man Homöopathie nimmt, wenn der Placebo-Effekt doch unbestritten gut funktioniert?“</i></p>	<p>Wer an alternative Heilverfahren wie Homöopathie glaubt, wird oft, bewusst oder unbewusst, skeptisch gegenüber der wissenschaftlichen Medizin. → Nocebo-Effekt bei „schulmedizinischer“ Behandlung</p> <p>Menschen neigen zu einem Ursache-Wirkungs-Denken und schreiben eine Heilung (die auch ohne Behandlung aller Wahrscheinlichkeit eintritt) dann dem „Medikament“ zu. Um das zu belegen braucht es Studien. Die fallen aber negativ aus.</p> <p>Außerdem wird die Unterlassung einer wirksamen medizinischen Behandlung bei dieser Aussage nicht berücksichtigt.</p>	<p>- fehlende Informationen</p> <p>- cherry picking</p>
<p><i>„Homöopathika dürfen nur in Apotheken verkauft werden. Dann müssen es ja wirksame Medikamente sein.“</i></p>	<p>Seit den 90er Jahren gibt es in Deutschland einen Binnenkonsens. Dieser stellt die Medikamente der „besonderen Therapierichtungen“ wie z. B. Homöopathie unter besonderen Schutz. Für Medikamente aus diesen Gebieten ist kein Wirksamkeitsnachweis erforderlich.</p>	- Autoritätsbias
<p><i>„Viele Krankheiten haben mit dem Menschen als „Ganzes“ zu tun und lassen sich mit</i></p>	<p>Viele Krankheiten sind auch eingebildet. Eine Abweichung der Normalität wird häufig als Krankheit gedeutet (Disease Mongering z. B. RestlessLegsSyndrome). Gegen unspezifische Beschwerden wie „allgemeines Unwohlsein“ gibt es dementsprechend auch keine spezifisch wirksamen Medikamente. Homöopathika sollen aber genau da helfen (blaue Flecken, hibbelige Kinder...). Dadurch wird ein Gesundheitsbild propagiert,</p>	<p>- fehlende Informationen</p> <p>- Falsifizierbarkeit</p>

<i>einfachen Medikamenten gar nicht behandeln.“</i>	was eine Abweichung von der Normalität bereits als defizitär betrachtet.	
<i>„Die Gesundheitsministerin NRW setzt sich dafür ein, dass Homöopathie an den Hochschulen gelehrt wird, weil sie „persönlich davon überzeugt“ sei. Die muss es doch wissen!“</i>	Sie ist durch ihre persönliche Sicht motiviert. Bei Entscheidungen, die viele Millionen Menschen betreffen, sollte Vernunft und Rationalität stets schwerer wiegen als die subjektive Sichtweise. Persönlich davon überzeugt zu sein ist kein Argument.	- Autoritätsbias - Halo-Effekt

<i>„Die alternativen Heilmethoden inkl. Homöopathie müssen einfach besser erforscht werden. Irgendwann findet man sicher eine Erklärung, wie(so) sie funktionieren.“</i>	Wissenschaftliche Untersuchungen sind sehr aufwendig. Sie kosten viel Zeit und viel Geld. Natürlich sollten alternative Heilmethoden gründlich untersucht und geprüft werden. Wenn nach 200 Jahren (wie bei der Homöopathie) aber immer noch nichts gefunden wurde, muss auch mal Schluss sein. Außerdem muss vorab die Scientabilität <sup>345</sup> geprüft werden. Extrem außergewöhnliche Behauptungen verlangen auch außergewöhnliche Beweise. Die Homöopathie stellt eine ganze Reihe Naturgesetze auf den Kopf, welche sich Jahrhunderte bewährt haben. So etwas müsste von der Grundlagenforschung erst bestätigt werden, bevor klinische Studien zur Wirksamkeit gemacht werden.	- Falsifizierbarkeit - alle Prüfkriterien des Goldstandards wissenschaftlicher Untersuchungen & Reproduzierbarkeit
<i>„Ich vertraue den großen Pharmakonzernen nicht und greife daher lieber zu Medikamenten von Firmen, die nicht nur auf das Geld der Patienten aus sind.“</i>	Auch die Homöopathie ist längst ein riesen Geschäft. Pro Jahr werden damit rund eine halbe Milliarde Euro umgesetzt. Hinzu kommen eine ähnlich aktive Lobby in der Politik und einige Stiftungsprofessuren an mehreren Universitäten.	- fehlende Informationen - Halo-Effekt

<i>„Die Potenzierung/Dynamisierung hat sich bewährt und ist eine wunderbare Methode, um die</i>	Die homöopathische Potenzierung kommt einer Verdünnung gleich. Schütteln alleine kann daran nichts ändern. Durch die Verringerung des Wirkstoffes wird natürlich auch dessen Wirkung minimiert. Unterschrei-	- alle Prüfkriterien des Goldstandards wissenschaftlicher
---	--	---

<sup>345</sup> Ist Homöopathie in ihrer Form überhaupt prinzipiell mit wissenschaftlichen Methoden zu untersuchen?

<p><i>Nebenwirkungen zu minimieren.“</i></p>	<p>tet man die Grenze der pharmakologischen Wirksamkeit, so hat man keine Wirkung mehr. Die „geistartigen Kräfte“ von denen Hahnemann gesprochen hat, konnten nie belegt werden.</p> <p>Ab einem gewissen Verdünnungsgrad ist zudem kein einziges Molekül des Wirkstoffs mehr vorhanden. Diese Grenze wird häufig noch weit überschritten. Es gibt weder Hinweise noch stichhaltige Theorien, dass die Struktur des Wassers auf eine besondere Art und Weise dabei so verändert würde, dass die Mittel ihre spezifische (!) Wirksamkeit behalten. Zudem ist der Placebo-Effekt eine hinreichende Erklärung für die beobachtbare Wirkung – und das ganz ohne dabei Naturgesetze infrage zu stellen, welche sich millionenfach bewährt haben.</p>	<p>Untersuchungen &amp; Reproduzierbarkeit</p> <p>„Ockhams Rasiermesser“<sup>346</sup></p>
<p><i>„Das Ähnlichkeitsprinzip hat Hahnemann ja selber an sich erprobt. Heute gibt es über 3000 homöopathische Mittel, die auf diesem Prinzip Anwendung finden.“</i></p>	<p>Hahnemann hat das Prinzip entwickelt, nachdem er in gesundem Zustand Chinarinde genommen hat, welches als Mittel gegen Malaria bekannt war. Er bekam Schüttelfrost, Fieber etc. – genau diese Symptome, die auch Malaria auslöst. Seine Schlussfolgerung: Stoffe, die bei gesunden Menschen bestimmte Symptome auslösen, heilen eben diese bei Erkrankten. Was er nicht wissen konnte: Chinarinde enthält Chinin. Dieser Wirkstoff kann tatsächlich bei Malariaerkrankten die Symptome abmildern. Darüber hinaus konnte dieser Selbstversuch nie reproduziert werden und auch das Ähnlichkeitsprinzip insgesamt konnte nie belegt/bewiesen werden. Im Gegenteil: Gibt man Erkrankten zusätzlich krankmachende Substanzen, werden diese nur noch kränker!</p> <p>Hahnemann hatte bei der Prüfung aus rein subjektiver Sicht bewertet.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fehlende Informationen</li> <li>- alle Prüfkriterien des Goldstandards wissenschaftlicher Untersuchungen &amp; Reproduzierbarkeit</li> <li>- Autoritätsbias</li> </ul>
<p><i>„Viele Studien weisen einen positiven Effekt von Homöopathie nach.“</i></p>	<p>Der Großteil der Studien genügt nicht dem sogenannten Goldstandard der evidenzbasierten Medizin (randomisiert, doppelblind, kontrolliert). Daher sind sie nicht zu gebrauchen, wenn es um die Bewertung der Wirksamkeit homöopathischer Arzneimittel geht. Die Studien, die diese Kriterien erfüllen, kommen zu dem Ergebnis, dass die Wirkung der homöopathischen Arzneien nicht über Placeboeffekt hinaus geht.- Metastudien kommen zusammenfassend zum gleichen Ergebnis.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fehlende Informationen</li> <li>- alle Prüfkriterien des Goldstandards wissenschaftlicher Untersuchungen &amp; Reproduzierbarkeit</li> </ul>

<sup>346</sup> Das sogenannte Sparsamkeitsprinzip (Ockhams Rasiermesser) besagt, dass bei zwei konkurrierenden Theorien, die beide den Sachverhalt hinreichend beschreiben, stets diejenige ausgewählt werden sollte, die plausibler ist.

# X14 - Auswertung Fragebögen Phase II und V - Änderungen der Schülerantworten (1/3)

	GRUPPE 1			GRUPPE 2			GRUPPE 3		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
II - 1. Ähnliches (1 = sehr sinnvoll, ..., 4 = nicht sinnvoll, 5 = weiß nicht)	2	1	2	2	2	3	5	5	5
V - 1. Ähnliches (1 = sehr sinnvoll, ..., 4 = nicht sinnvoll, 5 = weiß nicht)	4	5	4	4	4	4	3	5	3
VERÄNDERUNG (+ = positiv, 0 = neutral, - = negativ)	+	+	+	+	+	+	+	0	+
II - 2. Potenzierung (1 = sehr sinnvoll, ..., 4 = nicht sinnvoll, 5 = weiß nicht)	5	1	5	2	2	x	5	5	5
V - 2. Potenzierung (1 = sehr sinnvoll, ..., 4 = nicht sinnvoll, 5 = weiß nicht)	4	4	5	4	4	4	3	5	4
VERÄNDERUNG (+ = positiv, 0 = neutral, - = negativ)	+	+	0	+	+	+	+	0	+
II - 3.1 pflanzlich (1 = trifft nicht zu, ..., 4 = trifft zu)	3	2	3	2	2	x	4	3	1
II - 3.2 sanft (1 = trifft nicht zu, ..., 4 = trifft zu)	4	2	4	3	4	4	4	3	3
II - 3.3 Selbstheilung (1 = trifft nicht zu, ..., 4 = trifft zu)	3	2	x	4	3	x	3	2	4
II - 4. H. schonmal genommen? (1 = nein, 2 = ja aber länger her, 3 = ja, immer noch, 4 = weiß nicht)	3	3	3	3	2	2	4	2	2
II - 5. H. nehmen? (1 = ja, immer erst, 2 = ja, wenn harmlos, 3 = NEIN, 4 = keine Ahnung)	4	1	2	1	1	x	2	2	2
V - 4. H. nehmen? (1 = ja, immer erst, 2 = ja, wenn harmlos, 3 = NEIN, 4 = keine Ahnung)	3	1	1	2	2	x	2	2	2
VERÄNDERUNG (+ = positiv, 0 = neutral, - = negativ)	+	0	0	+	+	0	0	0	0
II - 6. Apothekenpflicht für Homöopathie (1 = ja, 2 = nein, 3 = egal)	1	1	3	1	1	x	3	2	2
V - 5. Apothekenpflicht für Homöopathie (1 = ja, 2 = nein, 3 = egal)	2	1	3	3	1	x	3	3	2
VERÄNDERUNG (+ = positiv, 0 = neutral, - = negativ)	+	0	0	+	0	0	0	-	0
II - 7. Krankenkassen sollten für H. bezahlen (1 = ja, 2 = NEIN, 3 = nicht nehmen (FEHLER))	1	1	1	1	1	x	2	2	2
V - 6. Krankenkassen sollten für H. bezahlen (1 = ja, 2 = NEIN, 3 = nicht nehmen (FEHLER))	3	2	1	1	x	x	1	1	2
VERÄNDERUNG (+ = positiv, 0 = neutral, - = negativ)	+	+	0	0	0+	0	-	-	0
VERÄNDERUNG	+/+/+/+/+	+/+/0/0/+	+/0/0/0/0	+/+/+/+/0	+/+/+/0/0+	+/+/0/0/0	+/+/0/0/0	0/0/0/0/0	+/+/0/0/0
"Status"	+/+/+/+/+	+/+/-/+/+	+/0/-/0/-	+/+/0/+/+	+/+/0/-/0	+/+/0/0/0	+/+/0/0/0	0/0/0/0/-	+/+/0/+/+
	+	0	-	+	+	+	+	-	+

# X14 - Auswertung Fragebögen Phase II und V - Änderungen der Schülerantworten (2/3)

	GRUPPE 4			GRUPPE 5		
	J	K	L	M	N	O
II - 1. Ähnliches (1 = sehr sinnvoll, ..., 4 = nicht sinnvoll, 5 = weiß nicht)	3	3	3	2	2	3
V - 1. Ähnliches (1 = sehr sinnvoll, ..., 4 = nicht sinnvoll, 5 = weiß nicht)	4	4	3	4	1	3
VERÄNDERUNG (+ = positiv, 0 = neutral, - = negativ)	+	+	0+	+	-	0+
II - 2. Potenzierung (1 = sehr sinnvoll, ..., 4 = nicht sinnvoll, 5 = weiß nicht)	2	2	2	3	2	2
V - 2. Potenzierung (1 = sehr sinnvoll, ..., 4 = nicht sinnvoll, 5 = weiß nicht)	4	4	3	3	2	3
VERÄNDERUNG (+ = positiv, 0 = neutral, - = negativ)	+	+	+	0	0	+
II - 3.1 pflanzlich (1 = trifft nicht zu, ..., 4 = trifft zu)	1	3	3	2	2	2
II - 3.2 sanft (1 = trifft nicht zu, ..., 4 = trifft zu)	2	2	2	3	3	3
II - 3.3 Selbstheilung (1 = trifft nicht zu, ..., 4 = trifft zu)	1	3	3	3	3	3
II - 4. H. schonmal genommen? (1 = nein, 2 = ja aber länger her, 3 = ja, immer noch, 4 = weiß nicht)	4	2	3	4	3	4
II - 5. H. nehmen? (1 = ja, immer erst, 2 = ja, wenn harmlos, 3 = NEIN, 4 = keine Ahnung)	2	2	2	4	2	2
V - 4. H. nehmen? (1 = ja, immer erst, 2 = ja, wenn harmlos, 3 = NEIN, 4 = keine Ahnung)	3	3	2	2	1	2
VERÄNDERUNG (+ = positiv, 0 = neutral, - = negativ)	+	+	0	0-	-	0
II - 6. Apothekenpflicht für Homöopathie (1 = ja, 2 = nein, 3 = egal)	1	1	3	1	3	2
V - 5. Apothekenpflicht für Homöopathie (1 = ja, 2 = nein, 3 = egal)	2	2	1	2	1	1
VERÄNDERUNG (+ = positiv, 0 = neutral, - = negativ)	+	+	-	+	-	-
II - 7. Krankenkassen sollten für H. bezahlen (1 = ja, 2 = NEIN, 3 = nicht nehmen (FEHLER))	1	1	1	2	1	1
V - 6. Krankenkassen sollten für H. bezahlen (1 = ja, 2 = NEIN, 3 = nicht nehmen (FEHLER))	2	2	1	2	1	2
VERÄNDERUNG (+ = positiv, 0 = neutral, - = negativ)	+	+	0	0	0	+
VERÄNDERUNG	+/+/+/+/+	+/+/+/+/+	0+/+/0/-/0	+/0/0-/+/0	-/0/-/0	0+/+/0/-/+/+
"Status"	+/+/+/+/+	+/+/+/+/+	+/+/0/-/0	+/+/0/+/+	-/+/+/+	+/+/0/-/+/+
	+	+	+	+	-	+

### X14 - Auswertung Fragebögen Phase II und V - Änderungen der Schülerantworten (3/3)

	GRUPPE 6				GRUPPE 7			
	P	Q	R	V	X	Y		
II - 1. Ähnliches (1 = sehr sinnvoll, ..., 4 = nicht sinnvoll, 5 = weiß nicht)	2	2	2	2	3	5		
V - 1. Ähnliches (1 = sehr sinnvoll, ..., 4 = nicht sinnvoll, 5 = weiß nicht)	3	3	3	1	1	2		
VERÄNDERUNG (+ = positiv, 0 = neutral, - = negativ)	+	+	+	-	-	-		
II - 2. Potenzierung (1 = sehr sinnvoll, ..., 4 = nicht sinnvoll, 5 = weiß nicht)	5	2	5	1	5	2		
V - 2. Potenzierung (1 = sehr sinnvoll, ..., 4 = nicht sinnvoll, 5 = weiß nicht)	4	4	4	5	2	4		
VERÄNDERUNG (+ = positiv, 0 = neutral, - = negativ)	+	+	+	0+	-	+		
II - 3.1 pflanzlich (1 = trifft nicht zu, ..., 4 = trifft zu)	3	3	3	1	2	2		
II - 3.2 sanft (1 = trifft nicht zu, ..., 4 = trifft zu)	3	4	4	1	x	3		
II - 3.3 Selbstheilung (1 = trifft nicht zu, ..., 4 = trifft zu)	4	3	3	3	1	3		
II - 4. H. schonmal genommen? (1 = nein, 2 = ja aber länger her, 3 = ja, immer noch, 4 = weiß nicht)	3	2	3	2	4	2		
II - 5. H. nehmen? (1 = ja, immer erst, 2 = ja, wenn harmlos, 3 = NEIN, 4 = keine Ahnung)	1	2	2	2	4	4		
V - 4. H. nehmen? (1 = ja, immer erst, 2 = ja, wenn harmlos, 3 = NEIN, 4 = keine Ahnung)	3	3	4	1	1	x		
VERÄNDERUNG (+ = positiv, 0 = neutral, - = negativ)	+	+	0	-	-	0		
II - 6. Apothekenpflicht für Homöopathie (1 = ja, 2 = nein, 3 = egal)	3	1	1	1	1	3		
V - 5. Apothekenpflicht für Homöopathie (1 = ja, 2 = nein, 3 = egal)	2	2	3	1	1	x		
VERÄNDERUNG (+ = positiv, 0 = neutral, - = negativ)	+	+	0+	0	0	0		
II - 7. Krankenkassen sollten für H. bezahlen (1 = ja, 2 = NEIN, 3 = nicht nehmen (FEHLER))	1	1	1	1	2	1		
V - 6. Krankenkassen sollten für H. bezahlen (1 = ja, 2 = NEIN, 3 = nicht nehmen (FEHLER))	1	1	2	1	1	x		
VERÄNDERUNG (+ = positiv, 0 = neutral, - = negativ)	0	0	+	0	-	0+		
VERÄNDERUNG	+ / + / + / 0	+ / + / + / 0	+ / + / 0 / 0 / +	- / 0 + / - / 0 / 0	- / - / - / 0 / -	- / + / 0 / 0 / 0 +		
"Status"	+ / + / + / + / -	+ / + / + / + / -	+ / + / 0 / 0 / +	- / 0 / - / - / -	- / - / - / - / -	- / + / 0 / 0 / 0		
	+	+	+	-	-	0		



## **Abkürzungen**

NOS:	Nature of Science
NGSS:	Next Generation Science Standards
GA:	General Approach
EPA:	Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung
KMK:	Kultusministerkonferenz
SSI:	Socio-Scientific Issues
DBR:	Design-Based Research
MZ:	Mesozyklus
BSS:	Belief in Science Scale
PBS-R:	Revised Paranormal Beliefs Scale
VNOS-C:	Views of Nature of Science (form C)
PK:	Prüfkriterien
FOS:	Fields of Science and Technology
RCT:	Randomized Controlled Trial
AMG	Arzneimittelgesetz
BfArM	Bundesamt für Arzneimittel und Medizinprodukte



## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: NOS-Aspekte der NGSS (NGSS Lead States, 2013, S.4) .....	12
Abbildung 2: Warnhinweise auf Pseudowissenschaften (Lilienfeld et al., 2012).....	18
Abbildung 3: Teilkompetenzen Bewertung Stufe 1 .....	27
Abbildung 4: Teilkompetenzen Bewertung Stufe 2 .....	28
Abbildung 5: ESNaS Kompetenzmodell.....	30
Abbildung 6: Kompetenzbereiche der Scientific Literacy in der PISA-Studie (2006) nach Schecker .....	33
Abbildung 7: Wertfunktion des mathematischen Modells der Prospekt-Theorie.....	41
Abbildung 8: Rahmenmodell für den Prozess des Entscheidens (Betsch et al., 2011).....	50
Abbildung 9: Gegenüberstellung verschiedener Entscheidungsstrategien (Höttecke et al., 2013, S. 55) .....	52
Abbildung 10: DBR-Projektverlauf (Britz, 2018).....	68
Abbildung 11: Projektablauf gemäß DBR in Anlehnung an Rott, aufbauend auf McKenney & Reeves und Cobb et al. (Rott, 2018, S. 104) .....	69
Abbildung 12: Ziele und Fragestellungen der Mesozyklen im Überblick (MZ = Mesozyklus; = weiterer Durchlauf des Mesozyklus mit veränderter Fragestellung) .....	72
Abbildung 13: Beispiel einer illusorischen Korrelation ( <a href="https://www.tylervigen.com/spurious-correlations">https://www.tylervigen.com/spurious- correlations</a> ).....	109
Abbildung 14: Symbole zu den Prüfkriterien .....	112
Abbildung 15: Klebeetiketten zur Beurteilung von Behauptungen (Kralisch 2017) .....	118
Abbildung 16: Symbol Falsifizierbarkeit .....	119
Abbildung 17: Checkliste auf Klemmbrett .....	119
Abbildung 18: Falsifizierbarkeit - Prüfkarte 3 .....	120
Abbildung 19: Falsifizierbarkeit - Prüfkarte 2 .....	120
Abbildung 20: Falsifizierbarkeit - Prüfkarte 5 .....	121
Abbildung 21: Falsifizierbarkeit - Prüfkarte 4 .....	121
Abbildung 22: Falsifizierbarkeit - Prüfkarte 6 .....	122
Abbildung 23: kontrollierte Bedingungen - Prüfkarte 1 .....	127
Abbildung 24: kontrollierte Bedingungen - Prüfkarte 2 .....	127
Abbildung 25: kontrollierte Bedingungen - Prüfkarte 3 .....	128
Abbildung 26: kontrollierte Bedingungen - Prüfkarte 4 .....	128
Abbildung 27: kontrollierte Bedingungen - Prüfkarte 5 & 6 .....	129
Abbildung 28: Milchschaum aus offenem Einstieg mit Experimentier-Box .....	130
Abbildung 29: Beispiele von Schülerantworten zu P2.5 (1/2).....	136
Abbildung 30: Beispiel einer Schülerantwort zu P2.5 (2/2) .....	136
Abbildung 31: Kausalität & Korrelation - Scheinkorrelation Prüfkarte 1 .....	142
Abbildung 32: Kausalität & Korrelation - Scheinkorrelation Prüfkarte 2 .....	142
Abbildung 33: Kausalität & Korrelation - Scheinkorrelation Prüfkarte 3 .....	142
Abbildung 34: Kausalität & Korrelation - Scheinkorrelation Prüfkarte 4 .....	142
Abbildung 35: Kausalität & Korrelation - Illusorische Korrelation Prüfkarte 1.....	143
Abbildung 36: Kausalität & Korrelation - Illusorische Korrelation Prüfkarte 2.....	143
Abbildung 37: Kausalität & Korrelation - Illusorische Korrelation Prüfkarte 3.....	143
Abbildung 38: mit Lebensmittelfarbstoff eingefärbte und gezuckerte Naturjogurtproben....	150
Abbildung 39: PK Verblindung - Wer hat den feinsten Geschmackssinn? .....	151
Abbildung 40: PK Verblindung - Prüfkarte 1 .....	152
Abbildung 41: PK Verblindung - Prüfkarte 2 .....	152
Abbildung 42: PK Verblindung - Prüfkarte 3 .....	153
Abbildung 43: PK Verblindung - Prüfkarte 4 .....	153
Abbildung 44: PK Verblindung - Prüfkarte 6 .....	154

Abbildung 45: PK Verblindung - Prüfkarte 5 .....	154
Abbildung 46: Verortung der Prüfkriterien.....	163
Abbildung 47: Artikel aus der Zeitschrift "Bild der Frau" .....	176
Abbildung 48: 1.1 Wie viele unterschiedliche Arzneimittel wendest Du regelmäßig an? ....	180
Abbildung 49: 1.2 Wie funktionieren Deiner Meinung nach Tabletten im Körper? .....	180
Abbildung 50: 1.6 Wenn ja, was weißt Du darüber (Homöopathie)?.....	181
Abbildung 51: 1.9 Unterscheiden sich homöopathische und herkömmliche Arzneimittel voneinander oder sind sie ein und dasselbe? Bitte begründe. ....	182
Abbildung 52: a. Aufgabenblatt .....	184
Abbildung 53: b. Infoblatt .....	186
Abbildung 54: c. Liste homöopathischer Grundstoffe .....	187
Abbildung 55: Urtinktur, C1, C2 (von links nach rechts) .....	188
Abbildung 56: Anleitung zur Herstellung homöopathischer C30-Potenzen (1/4).....	189
Abbildung 57: Anleitung zur Herstellung homöopathischer C30-Potenzen (2/4).....	189
Abbildung 58: Anleitung zur Herstellung homöopathischer C30-Potenzen (4/4).....	190
Abbildung 59: Anleitung zur Herstellung homöopathischer C30-Potenzen (3/4).....	190
Abbildung 60: Infoblatt "Der Placebo-Effekt" .....	197
Abbildung 61: Wieviel Wirkstoff ist in unserem homöopathischen Mittel? .....	200
Abbildung 62: Extra-Blatt zur Potenzierung (zum Umklappen) .....	201
Abbildung 63: Phasen der Unterrichtskonzeption choice <sup>2</sup> reflect.....	207
Abbildung 64: für die Gesamterprobung ausgewählte PK.....	215
Abbildung 65: "echte Studie" - didaktisch und inhaltlich reduzierte Variante .....	217
Abbildung 66: Wir untersuchen eine Echte Studie - Aufgabenblatt.....	218
Abbildung 67: Überblick der Studien zur Homöopathie.....	220
Abbildung 68: erste Positionierung (1/2) .....	221
Abbildung 69: erste Positionierung (2/2) .....	222
Abbildung 70: abschließende Positionierung (1/2) .....	224
Abbildung 71: abschließende Positionierung (2/2) .....	225
Abbildung 72: der "heilige Gral" der Wissenschaft - symbolische Darstellung relevanter PK .....	226
Abbildung 73: Fragestellungen und "Werkzeuge" für Lernende innerhalb der Gesamterprobung .....	226
Abbildung 74: Phasen von choice <sup>2</sup> reflect .....	277
Abbildung 75: Verortung der PK .....	286

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Überblick über Fragestellungen und Subfragen der unterschiedlichen Durchläufe der Mesozyklen .....	77
Tabelle 2: Datenüberblick .....	79
Tabelle 3: Überblick über den 2. Teil des Fragebogens.....	91
Tabelle 4:.....	94
Tabelle 5: Ergebnisse zu 2.2 – Einstellung zu Technologie, Pseudowissenschaft und Glauben -.....	95
Tabelle 6: Ergebnisse zu 2.2 – Einstellung zu Technologie, Pseudowissenschaft und Glauben -.....	95
Tabelle 7: Ergebnisse zu 2.2 – Einteilung in drei Teilbereiche sowie Differenzierung zwischen Mädchen und Jungen.....	96
Tabelle 8: Ergebnisse zu 2.3 – Einstellung zu Übersinnlichem, Aberglaube und Parapsychologie .....	97
Tabelle 9: Ergebnisse zu 2.3 – Einstellung zu Übersinnlichem, Aberglaube und Parapsychologie .....	97
Tabelle 10: Ergebnisse zu 2.3 – Einstellung zu Übersinnlichem, Aberglaube und Parapsychologie – Aufteilung nach Kategorien.....	98
Tabelle 11: PK kontrollierte Bedingungen – „Was beeinflusst die Milchschaum-Herstellung?“. Einordnungen der Nennungen zu den definierten Einflussfaktoren (Gruppe 1) .....	131
Tabelle 12: PK kontrollierte Bedingungen – „Was beeinflusst die Milchschaum-Herstellung?“. Einordnungen der Nennungen zu den definierten Einflussfaktoren (Gruppe 2) .....	131
Tabelle 13: PK kontrollierte Bedingungen – „Was beeinflusst die Milchschaum-Herstellung?“. Einordnungen der Nennungen zu den definierten Einflussfaktoren (Gruppe 3) .....	132
Tabelle 14: Milchschaum- Streit – Begründungen (Gruppe 1).....	132
Tabelle 15: Milchschaum- Streit – Begründungen (Gruppe 2).....	133
Tabelle 16: Milchschaum- Streit – Begründungen (Gruppe 3).....	133
Tabelle 17: Interesse am PK (links), empfundene Nützlichkeit des PK im Alltag (rechts)...	145
Tabelle 18: Ergebnisse Fragebogen PK Kausalität & Korrelation .....	145
Tabelle 19: Ergebnisse Fragebogen PK Kausalität & Korrelation (Jungen) .....	146
Tabelle 20: Ergebnisse Fragebogen PK Kausalität & Korrelation (Mädchen).....	147
Tabelle 21: Ergebnisse des Arbeitsblattes "Wer hat den feinsten Geschmackssinn?" .....	156
Tabelle 22: Merkmale der wissenschaftlichen Prüfkriterien.....	161
Tabelle 23: schrittweise Darstellung der Ergebnisse der Gesamterprobung.....	228
Tabelle 24: Codierungen der Schülerantworten in Phase II & V.....	234
Tabelle 25: Codierung der Meinungsänderungen .....	235
Tabelle 26: Die erste Regel der Homöopathie ist... (Beurteilungen der Lernenden) .....	235
Tabelle 27: Die erste Regel der Homöopathie ist... (Veränderungen der Beurteilungen) .....	236
Tabelle 28: Die zweite Regel der Homöopathie ist... (Beurteilungen der Lernenden) .....	236
Tabelle 29: Die zweite Regel der Homöopathie ist... (Veränderungen der Beurteilungen)...	236
Tabelle 30: Zustimmung zu Vorurteilen über Homöopathie .....	237
Tabelle 31: Aktuelle Anwendung homöopathischer Mittel .....	237
Tabelle 32: Geplante Anwendung homöopathischer Nutzung .....	238
Tabelle 33: Geplante Anwendung homöopathischer Mittel (Veränderung).....	238
Tabelle 34: Beurteilungen zur Apothekenpflicht homöopathischer Mittel.....	239
Tabelle 35: Beurteilungen zur Apothekenpflicht homöopathischer Mittel (Veränderungen)239	

Tabelle 36: Zustimmung zu Kostenübernahme der Krankenkassen bei homöopathischen Behandlungen.....	240
Tabelle 37: Zustimmung zu Kostenübernahme der Krankenkassen bei homöopathischen Behandlungen (Veränderungen) .....	240
Tabelle 38: Übersicht über Bewertungen und Antworten beider Fragebögen (1/2).....	241
Tabelle 39: Übersicht über Bewertungen und Antworten beider Fragebögen (2/2).....	242
Tabelle 40: Analyseschritte.....	245
Tabelle 41: Vergleich der Positionierungsbögen Anfang & Ende (Gruppe ABC).....	250
Tabelle 42: Vergleich der Positionierungsbögen Anfang & Ende (Gruppe DEF).....	252
Tabelle 43: Vergleich der Positionierungsbögen Anfang & Ende (Gruppe GHI).....	254
Tabelle 44: Vergleich der Positionierungsbögen Anfang & Ende (Gruppe JKL).....	256
Tabelle 45: Vergleich der Positionierungsbögen Anfang & Ende (Gruppe MNO).....	259
Tabelle 46: Vergleich der Positionierungsbögen Anfang & Ende (Gruppe PQR).....	261
Tabelle 47: Vergleich der Positionierungsbögen Anfang & Ende (Gruppe VXY).....	264
Tabelle 48: Form der Entscheidung (Kontinuum) - Einstellung zur Homöopathie.....	265
Tabelle 49: Realisierte Merkmale entwickelter PK .....	287

## 9. Literatur

- Aabel, S., Fossheim, S., & Rise, F. (2001). Nuclear magnetic resonance (NMR) studies of homeopathic solutions. *British Homeopathic Journal*, 90(01), 14–20.
- Abd-El-Khalick, & Lederman, N. G. da. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665–701.
- Abd-El Khalick, F., Bell, R., & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural nature. *Science Education*, 82(4), 417–437.
- Abell, S., Martini, M., & George, M. (2001). “That’s what scientists have to do”: Preservice elementary teachers' conceptions of the nature of science during a moon investigation. *International Journal of Science Education*, 23(11), 1095–1109.
- Alm, J. S., Swartz, J., Lilja, G., Scheynius, A., & Pershagen, G. (1999). Atopy in children of families with an anthroposophic lifestyle. *The Lancet*, 353(9163), 1485–1488.
- Alters, B. J. (1997). Whose nature of science? *Journal of Research in Science Teaching*, 34(1), 39–55. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199701\)34:1<39::AID-TEA4>3.0.CO;2-P](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199701)34:1<39::AID-TEA4>3.0.CO;2-P) [Abrufdatum 27.10.2020]
- Altunç, U., Pittler, M. H., & Ernst, E. (2007). Homeopathy for childhood and adolescence ailments: systematic review of randomized clinical trials. *Mayo Clinic Proceedings*, 82(1), 69–75.
- Aronson, E., Wilson, T. D., & Akert, R. M. (2008). Sozialpsychologie. 6., akt. Aufl. München.
- Aust, N. (2014). *Betrachtungen zur Metaanalyse von Shang et al.* Beweisaufnahme in Sachen Homöopathie. <http://www.beweisaufnahme-homoeopathie.de/?p=1952> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Baier, D., Pfeiffer, C., Windzio, M., & Rabold, S. (2006). Schülerbefragung 2005: Gewalterfahrungen, Schulabsentismus und Medienkonsum von Kindern und Jugendlichen. *Abschlussbericht Über Eine Repräsentative Befragung von Schülerinnen Und Schülern Der, 4.*
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191.
- Barab, S., & Squire, K. (2004). Design-based research: Putting a stake in the ground. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1–14.
- Baran, G. R., Kiani, M. F., & Samuel, S. P. (2014). Science, Pseudoscience, and Not Science: How Do They Differ? In *Healthcare and Biomedical Technology in the 21st Century* (pp. 19–57). Springer.
- Baron, J. (2000). *Thinking and deciding*. Cambridge University Press.
- Barsky, A. J., Saintfort, R., Rogers, M. P., Borus, J. F., & Prescrip, L. B. (2013). *Nonspecific Medication Side Effects and the Nocebo Phenomenon*. 287(5).
- Basserak, C. (2015). Die Rolle moralischer Heuristiken bei der Verarbeitung fragiler und konfligierender Evidenz von gesellschaftlichen Risiken. In *Science and the Public - Das Verständnis fragiler und konfligierender Evidenz* (pp. 32–33). Rainer Bromme.
- Bauer, H. H. (1994). *Scientific literacy and the myth of the scientific method*. University of Illinois Press.

- Bauer, T., Gigerenzer, G., & Krämer, W. (2014). *Warum dick nicht doof macht und Genmais nicht tötet: Über Risiken und Nebenwirkungen der Unstatistik*. Campus Verlag.
- Beck, A. T. (1979). *Cognitive therapy of depression*. Guilford press.
- Becker-Carus, C., & Wendt, M. (2017). *Allgemeine Psychologie: Eine Einführung*. Springer-Verlag.
- Bennett, J. (2003). *Teaching and learning science: A guide to recent research and its applications*. A&C Black.
- Berner, E., Oelkers, J., & Reusser, K. (2008). Implementationen von Bildungsstandards: Bedingungen des Gelingens (und Scheiterns) aus internationaler Sicht. *Qualitätssicherung Im Bildungswesen.*, 210–226.
- Betsch, C., & Sachse, K. (2013). Debunking vaccination myths: Strong risk negations can increase perceived vaccination risks. *Health Psychology*, 32(2), 146.
- Betsch, T., Funke, J., & Plessner, H. (2011). *Denken–Urteilen, Entscheiden, Problemlösen*. Springer Berlin Heidelberg Berlin, Heidelberg.
- Betsch, T., & Haberstroh, S. (2005). Current research on routine decision making: Advances and prospects. *The Routines of Decision Making*, 359–376.
- Betsch, T., Haberstroh, S., & Hohle, C. (2002). Explaining Routinized Decision Making: A Review of Theories and Models. *Theory & Psychology - THEOR PSYCHOL*, 12, 453–488. <https://doi.org/10.1177/0959354302012004294> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Björnberg, K. E., Karlsson, M., Gilek, M., & Hansson, S. O. (2017). Climate and environmental science denial: A review of the scientific literature published in 1990–2015. *Journal of Cleaner Production*, 167, 229–241.
- Blackwell, B., Bloomfield, S. S., & Buncher, C. R. (1972). Demonstration to medical students of placebo responses and non-drug factors. *The Lancet*, 8, 1279–1282.
- Bögeholz, S. (2010). Bewertungskompetenz im Kontext Nachhaltiger Entwicklung: Ein Forschungsprogramm. *Naturwissenschaftliche Bildung Als Beitrag Zur Gestaltung Partizipativer Demokratie (S. 32-46)*. Gesellschaft Für Didaktik Der Chemie Und Physik. Jahrestagung in Potsdam.
- Bögeholz, Susanne. (2007). Bewertungskompetenz für systematisches Entscheiden in komplexen Gestaltungssituationen nachhaltiger Entwicklung. In *Theorien in der biologiepädagogischen Forschung* (pp. 209–220). Springer.
- Bögeholz, Susanne, Höhle, C., Höttecke, D., & Menthe, J. (2018a). Bewertungskompetenz. In *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (pp. 261–281). Springer.
- Bögeholz, Susanne, Höhle, C., Höttecke, D., & Menthe, J. (2018b). Bewertungskompetenz. In *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (pp. 261–281). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-56320-5\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-662-56320-5_16) [Abrufdatum 27.10.2020]
- Bohrmann, M. (2017). *Zur Förderung des Verständnisses der Variablenkontrolle im naturwissenschaftlichen Sachunterricht*. Logos Verlag Berlin.
- Böker, W. (2003). Der fragmentierte Patient. *Deutsches Ärzteblatt*, 100(1–2), 24–27.
- Bortz, J., & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation* (4th ed.). Springer.
- Braun, N., & Gautschi, T. (2011). *Rational-Choice-Theorie*. Juventa.

- Brice, S. R., Jarosz, B. S., Ames, R. A., Baglin, J., & Da Costa, C. (2011). The effect of close proximity holographic wristbands on human balance and limits of stability: A randomised, placebo-controlled trial. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 15(3), 298–303.
- Brickhouse, N. W. (1990). Teachers' beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice. *Journal of Teacher Education*, 41(3), 53–62.
- Britz, O. (2018). *Medienscouts an (inklusive) Grundschulen: ein Peer-Tutoring-Projekt zur präventiven Förderung medialer und emotional-sozialer Kompetenzen*. Julius Klinkhardt.
- Broad, C. D. (1949). The relevance of psychical research to philosophy. *Philosophy*, 24(91), 291–309.
- Brockhaus. (1994). Der Begriff "Wissenschaft." In *Brockhaus* (19. Aufl.).
- Bromme, R. (2020). Informiertes Vertrauen: Eine psychologische Perspektive auf Vertrauen in Wissenschaft. In *Wissenschaftsreflexion* (pp. 105–134). mentis.
- Bromme, R., Thomm, E., & Ratermann, K. (2016). Who knows? Explaining Impacts on the Assessment of our own Knowledge and of the Knowledge of Experts. *Zeitschrift Für Pädagogische Psychologie*, 30(2–3), 97–108. <https://doi.org/10.1024/1010-0652/a000175>
- Brown, A. L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *The Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141–178.
- Brulle, R. J. (2014). Institutionalizing delay: foundation funding and the creation of US climate change counter-movement organizations. *Climatic Change*, 122(4), 681–694.
- Brüning, L., & Saum, T. (2008). Individuelle Förderung durch Kooperatives Lernen. *Individuelle Förderung in Der Sekundarstufe I Und II. Baltmannsweiler Hohengehren: Schneider Verlag*, 83–91.
- Bundesärztekammer. (2010). *Placebo in der Medizin*.
- Bundesärztekammer. (2016). *Ärztstatistik zum 31. Dezember 2016*. [https://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user\\_upload/downloads/pdf-Ordner/Statistik2016/Stat16AbbTab.pdf](https://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user_upload/downloads/pdf-Ordner/Statistik2016/Stat16AbbTab.pdf) [Abrufdatum 27.10.2020]
- Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte. (2020). *Homöopathisches Arzneibuch*.
- Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte. (2020). *Statistiken - Besondere Therapierichtungen und Traditionelle Arzneimittel*. Statistiken - Besondere Therapierichtungen und Traditionelle Arzneimittel
- Bundesverband der Arzneimittel-Hersteller e. V. (2014). *Repräsentative Befragung – Immer mehr Menschen nehmen Homöopathika*. <https://www.bah-bonn.de/presse/pressemitteilungen/artikel/repraesentative-befragung-immer-mehr-menschen-nehmen-homoeopathika> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Bunge, M. (2011). Knowledge: Genuine and Bogus. *Science & Education*, 20(5–6), 411–438. <https://doi.org/10.1007/s11191-009-9225-3>
- Bussmann, B. (2014). *Was heißt: sich an der Wissenschaft orientieren?: Untersuchungen zu einer lebensweltlich-wissenschaftsbasierten Philosophiedidaktik am Beispiel des Themas "Wissenschaft, Esoterik und Pseudowissenschaft"* (16. Aufl.). LIT Verlag Münster.

- Bybee, R. W. (2002). Scientific Literacy—Mythos oder Realität? In *Scientific literacy* (pp. 21–43). Springer.
- Carey, S., & Smith, C. (1993). On understanding the nature of scientific knowledge. *Educational Psychologist*, 28(3), 235–251.
- Carrier, M. (2011). Artikel “Wissenschaft.” In *Lexikon der Philosophie*. Reclam.
- Centers for Disease Control. (2005). *Epidemiology and prevention of vaccine-preventable diseases*. Department of Health & Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control.
- Chinn, C. A., Brewer, W. F., & Brewer, W. F. (1993). The Role of Anomalous Data in Knowledge Acquisition: A Theroretical Framework and Implications for Science Instruction. *Review of Educational Research*, 63(1), 1–49.  
<https://doi.org/10.3102/00346543063001001> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Clough, M. P. (2007). Teaching the nature of science to secondary and post-secondary students: Questions rather than tenets. *The Pantaneto Forum*, 1(1984), 1–5.  
<http://www.pantaneto.co.uk/issue25/clough.htm> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Cobb, P., Confrey, J., DiSessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher*, 32(1), 9–13.
- Cowan, M. L., Bruner, B. D., Huse, N., Dwyer, J. R., Chugh, B., Nibbering, E. T. J., Elsaesser, T., & Miller, R. J. D. (2005). Ultrafast memory loss and energy redistribution in the hydrogen bond network of liquid H<sub>2</sub>O. *Nature*, 434(7030), 199–202.
- Craen, A. J. M. De, Roos, P. J., Vries, A. L. De, & Kleijnen, J. (1996). *Effect of colour of drugs : systematc review of perceived effect of drugs and of their effectiveness*. 313(December), 1624–1626.
- Craen, A. J. M. De, Tijssen, J. G. P., & Gans, J. De. (2000). *Placebo effect in the acute treatment of migraine : subcutaneous placebos are better than oral placebos*. 183–188.
- Dalla Chiara, M. L., & Di Francia, G. T. (1976). The logical dividing line between deterministic and indeterministic theories. *Studia Logica*, 35(1), 1–5.
- Dede, C. (2004). If design-based research is the answer, what is the question? A commentary on Collins, Joseph, and Bielaczyc; diSessa and Cobb; and Fishman, Marx, Blumenthal, Krajcik, and Soloway in the JLS special issue on design-based research. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 105–114.
- Design-Based Research Collective. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5–8.
- Dijksterhuis, A., Bos, M. W., Nordgren, L. F., & Van Baaren, R. B. (2006). On making the right choice: The deliberation-without-attention effect. *Science*, 311(5763), 1005–1007.
- Dijksterhuis, A., & Nordgren, L. F. (2006). A theory of unconscious thought. *Perspectives on Psychological Science*, 1(2), 95–109.
- Dilthey, W. (2004). Artikel “Weltbild.” In *Historisches Wörterbuch der Philosophie - Band 12* (pp. 400–463). Joachim Ritter.
- Duit, R. (1995). Vorstellungen und Lernen von Physik und Chemie. *Plus Lucis*, 2, 11–18.
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671–688.

- Dunlap, R. E., McCright, A. M., & Yarosh, J. H. (2016). The political divide on climate change: Partisan polarization widens in the US. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 58(5), 4–23.
- Duschl, R. A., & Wright, E. (1989). A case study of high school teachers' decision making models for planning and teaching science. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(6), 467–501.
- Duske, P. (2017). *Bilingualer Unterricht im Fokus der Biologiedidaktik*. Springer.
- Echterhoff, G. (2015). Einflüsse der Kommunikation mit Experten auf die Bewertung uneindeutiger wissenschaftlicher Evidenz: Cognitive Tuning und Social Tuning. In *Science and the Public - Das Verständnis fragiler und konfligierender Evidenz*. Rainer Bromme.
- Edelman Trust Barometer. (2018). *Global Report*. [https://www.edelman.com/sites/g/fles/aatuss191/fles/2018-10/2018\\_Edelman\\_Trust\\_Barometer\\_Global\\_Report\\_FEB.pdf](https://www.edelman.com/sites/g/fles/aatuss191/fles/2018-10/2018_Edelman_Trust_Barometer_Global_Report_FEB.pdf) [Abrufdatum 27.10.2020]
- Egbers, M. (2015). *Konzeptentwicklungs- und Gesprächsprozesse im Rahmen der Unterrichtskonzeption „choice2learn“*. Westfälische Wilhelms-Universität Münster.
- Eggert, S., & Bögeholz, S. (2006a). Göttinger Modell der Bewertungskompetenz–Teilkompetenz „Bewerten, Entscheiden und Reflektieren“ für Gestaltungsaufgaben Nachhaltiger Entwicklung. *Zeitschrift Für Didaktik Der Naturwissenschaften*, 12(1), 177–199.
- Eggert, S., & Bögeholz, S. (2006b). Göttinger Modell der Bewertungskompetenz - Teilkompetenz “Bewerten, Entscheiden und Relfektieren” für Gestaltungsaufgaben. *Zeitschrift Für Didaktik Der Naturwissenschaften*, 12, 177–197.
- Ehrlinger, J., Johnson, K., Banner, M., Dunning, D., & Kruger, J. (2008). Why the unskilled are unaware: Further explorations of (absent) self-insight among the incompetent. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 105(1), 98–121.
- Ernst, E., & White, A. R. (1995). Homoeopathy and immunization. *The British Journal of General Practice*, 45(400), 629.
- Esser, H. (1999). Situationslogik und Handeln. In *Soziologie. Spezielle Grundlagen* (Band 1, pp. 247–293).
- Evans, I., Thornton, H., Chalmers, I., & Glasziou, P. (2011). *Testing treatments: better research for better healthcare*. Pinter & Martin Publishers.
- Evans, I., Thornton, H., Chalmers, I., & Glasziou, P. (2013). *Wo ist der Beweis? Plädoyer für eine evidenzbasierte Medizin*. Hans Huber.
- Farias, M., Newheiser, A.-K., Kahane, G., & de Toledo, Z. (2013). Scientific faith: Belief in science increases in the face of stress and existential anxiety. *Journal of Experimental Social Psychology*, 49(6), 1210–1213.
- Farmer, G. T., & Cook, J. (2013). *Climate change science: A modern synthesis: Volume 1- The physical climate* (Vol. 1). Springer Science & Business Media.
- Feierabend, S., Plankenhorn, T., & Rathgeb, T. (2015). JIM 2015 Jugend, Information,(Multi-) Media. *Basisstudie Zum Medienumgang*, 12.
- Feierabend, T., & Eilks, I. (2010). Raising students' perception of the relevance of science teaching and promoting communication and evaluation capabilities using authentic and

- controversial socio-scientific issues in the Framework of climate change. *Science Education International*, 21(3), 176–196.
- Feierabend, T., Stuckey, M., & Eilks, I. (2013). Ansätze zur Analyse von Bewertungskompetenz in Gruppendiskussionen zum Klimawandel. *Handeln in Zeiten Des Klimawandels. Bewerten Lernen Als Bildungsaufgabe, Münster Ua*, 171–181.
- Fensham, P. J. (2009). Real world contexts in PISA science: Implications for context-based science education. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 46(8), 884–896.
- Fiedler, K., & von Sydow, M. (2015). Heuristics and biases: Beyond Tversky and Kahneman's (1974) judgment under uncertainty. *Cognitive Psychology: Revisiting the Classical Studies*, 146–161.
- Fleming, R. (1986). Adolescent reasoning in socio-scientific issues: I. Social cognition. *Journal of Research in Science Teaching*.
- Forschung, N. (2009). *Psychische Auswirkungen von Mobilfunkstrahlung auf den Menschen*. Frankfurt, H. G. (2009). *On bullshit*. Princeton University Press.
- Frei, H., Everts, R., Von Ammon, K., Kaufmann, F., Walther, D., Hsu-Schmitz, S.-F., Collenberg, M., Fuhrer, K., Hassink, R., & Steinlin, M. (2005). Homeopathic treatment of children with attention deficit hyperactivity disorder: a randomised, double blind, placebo controlled crossover trial. *European Journal of Pediatrics*, 164(12), 758–767.
- Freistetter, F. (2018). *Warum ich in Talk Shows nicht über Esoterik diskutiere*. Scienceblogs. <https://scienceblogs.de/astrodicticum-simplex/2018/03/13/warum-ich-in-talk-shows-nicht-ueber-esoterik-diskutiere/> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Frenkel-Brunswik, E. (1949). Intolerance of ambiguity as an emotional and perceptual personality variable. *Journal of Personality*.
- Gärtner, H.-J., & Scharf, V. (2001). Chemische „Egg-Races“ in Theorie und Praxis. *Online-Version Unter: Http://Ekaestr.Bildung-Rp.de/Staff/Gae/Eggrace/Chemrace.Pdf*. [Abrufdatum 27.10.2020]
- Gawlik, W. (2001). *Die homöopathische Anamnese*. Georg Thieme Verlag.
- Gebhard, U. (2007). Intuitive Vorstellungen bei Denk- und Lernprozessen: Der Ansatz „Alltagsphantasien“. In *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung* (pp. 117–128). Springer.
- Gerabek, W. E., Haage, B. D., Keil, G., & Wegner, W. (2011). *Enzyklopädie Medizingeschichte*. Walter de Gruyter.
- Gess-Newsome, J., & Lederman, N. (1995). Biology teachers' perceptions of subject matter structure and its relationship to classroom practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(10), 301–325.
- Giest, H., & Marquardt-Mau, B. (2013). Anschlussfähigkeit sichern–Übergänge gestalten. *Grundschulunterricht Sachunterricht*, 2, 4–7.
- Gilbert, J. K., Bulte, A. M. W., & Pilot, A. (2011). Concept development and transfer in context-based science education. *International Journal of Science Education*, 33(6), 817–837.
- Glaesser, J., Gott, R., Roberts, R., & Cooper, B. (2009). Underlying success in open-ended investigations in science: using qualitative comparative analysis to identify necessary

- and sufficient conditions. *Research in Science & Technological Education*, 27(1), 5–30.
- Goldin, R. (2015). *Causation vs correlation*. Retrieved From. <https://senseaboutscienceusa.org/causation-vs-correlation/> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Gott, R., & Duggan, S. (2007). A framework for practical work in science and scientific literacy through argumentation. *Research in Science & Technological Education*, 25, 271–291. <https://doi.org/10.1080/02635140701535000> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Gräber, W. (2002). “Scientific Literacy” - Naturwissenschaftliche Bildung in der Diskussion. In *Qualitätsentwicklung im naturwissenschaftlichen Unterricht. Fachtagung am 15. Dezember 1999* (7th ed., pp. 1–28). Peter Döbrich.
- Grams, N. (2018). *Homöopathie neu gedacht* (2. Auflage). Springer Berlin Heidelberg.
- Gravemeijer, K., & Cobb, P. (2006). Design research from a learning design perspective. In *Educational design research* (pp. 29–63). Routledge.
- Grotepass, C. (2019). *Die Instinktbasierete Medizin (IBMS) des Leonard Coldwell*. Sekten-Info-NRW. [https://sekten-info-nrw.de/information/artikel/verschwoerungstheorien/die-instinktbasierete-medizin@-\(ibms@\)-des-leonard-coldwell](https://sekten-info-nrw.de/information/artikel/verschwoerungstheorien/die-instinktbasierete-medizin@-(ibms@)-des-leonard-coldwell) [Abrufdatum 27.10.2020]
- Hager, W. (1987). Grundlagen einer Versuchsplanung zur Überprüfung empirischer Hypothesen in der Psychologie. *Allgemeine Experimentelle Psychologie* (43-264). Stuttgart: Fischer.
- Hahnemann, S. (1833). Organon der Heilkunst. 5. verbesserte und vermehrte Aufl. Dresden Und Leipzig: Arnold.
- Haidt, J. (2001). The emotional dog and its rational tail: a social intuitionist approach to moral judgment. *Psychological Review*, 108(4), 814.
- Hamilton, I. A. (2020). 77 cell phone towers have been set on fire so far due to a weird coronavirus 5G conspiracy theory. *Business Insider*. <https://www.businessinsider.com/77-phone-masts-fire-coronavirus-5g-conspiracy-theory-2020-5?r=DE&IR=T> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Hammann, M. (2006). Aus Bildung und Wissenschaft-Kompetenzforderung und Aufgabenentwicklung. *Mathematische Und Naturwissenschaftliche Unterricht*, 59(2), 85–95.
- Hansson, S. O. (2008). *Science and pseudo-science*.
- Harrar, V., & Spence, C. (2013). The taste of cutlery: how the taste of food is affected by the weight, size, shape, and colour of the cutlery used to eat it. *Flavour*, 2(1), 1–13.
- Harris Interactive. (2009). *Harris Interactive 2009*. [https://www.harrisinteractive.com/vault/Harris\\_Poll\\_2009\\_12\\_15.pdf](https://www.harrisinteractive.com/vault/Harris_Poll_2009_12_15.pdf) [Abrufdatum 27.10.2020]
- Harris, S. (2014). *Our narrow definition of “science.”* <https://samharris.org/our-narrow-definition-of-science/> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Hartmann-Mrochen, M. (2011). *Zwischen Notengebung und Urteilsfähigkeit: Einstellungen und Vorstellungen von Lehrkräften verschiedener Fachkulturen zum Kompetenzbereich Bewertung der Nationalen Bildungsstandards*. <http://ediss.sub.uni-hamburg.de/volltexte/2013/6223> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Hatzer, B., & Layes, G. (2009). 1.9 Interkulturelle Handlungskompetenz. *Handbuch Interkulturelle Kommunikation Und Kooperation: Band 1 Und 2 Zusammen*, 138.

- Heitmann, P., & Tiemann, R. (2011). Aspekte von Bewertungskompetenz im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Chemkon*, 18(3), 129–133. <https://doi.org/10.1002/ckon.201110143> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Heymann, H. W. (1997). Allgemeinbildung als Aufgabe der Schule und als Maßstab für Fachunterricht. *Pädagogik*, 49(1997), 42–45.
- Hinnosaar, M., & Hinnosaar, T. (2012). *Authority Bias*. Retrieved from Academia: [https://www.academia.edu/2108445/Authority\\_Bias](https://www.academia.edu/2108445/Authority_Bias). [Abrufdatum 27.10.2020]
- Hoadley, C. M. (2004). Methodological alignment in design-based research. *Educational Psychologist*, 39(4), 203–212.
- Höffe, O. (2006). *Aristoteles* (Vol. 535). CH Beck.
- Hofheinz, V. (2008). *Erwerb von Wissen über „ Nature of Science “*.
- Hofmann, S. (2019). Homöopathie-Firma sorgt für Empörung im Netz. *Handelsblatt*. <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/mittelstand/familienunternehmer/mathias-und-marcus-hevert-homoeopathie-firma-sorgt-fuer-empoeerung-im-netz/24418158.html> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Hofstein, A., Eilks, I., & Bybee, R. (2012). Societal issues and their importance for contemporary science education—a pedagogical justification and the state-of-the-art in Israel, Germany, and the USA. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9, 1459–1483. <https://doi.org/10.1007/s10763-010-9273-9> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Hornsey, M. J., & Fielding, K. S. (2017). Attitude roots and Jiu Jitsu persuasion: Understanding and overcoming the motivated rejection of science. *American Psychologist*, 72(5), 459.
- Hostenbach, J., Fischer, H. E., & Kauertz, A. (2011). *Modellierung der Bewertungskompetenz in den Naturwissenschaften zur Evaluation der Nationalen Bildungsstandards Modeling the evaluation and judgement competence in science to evaluate national educational standards*. 17.
- Höttecke, D. (2013). Bewerten – Urteilen – Entscheiden: Ein Kompetenzbereich des Physikunterrichts. *Naturwissenschaften Im Unterricht - Physik*, 24(2), 4–12.
- Höttecke, D., Menthe, J., Eilks, I., & Höbke, C. (2013). *Handeln in Zeiten des Klimawandels: Bewerten lernen als Bildungsaufgabe*. Waxmann Verlag.
- House of Commons - Technology & Science. (2009). *Evidence Check 1: Early Literacy Interventions, Second Report of Session 2009-10, Report, Together with Formal Minutes, Oral and Written Evidence* (Vol. 44). The Stationery Office.
- Hsee, C. K., & Hastie, R. (2006). Decision and experience: why don't we choose what makes us happy? *Trends in Cognitive Sciences*, 10(1), 31–37.
- Hudson, L. M., Bergin, D. A., & Chryst, C. F. (1993). Enhancing culturally responsive pedagogy: Problems and possibilities. *Teacher Education Quarterly*, 5–17.
- Hussain, M. Z. (1972). Effect of shape of medication in treatment of anxiety states. *The British Journal of Psychiatry*, 120(558), 507–509.
- Impey, C., Buxner, S., & Antonellis, J. (2012). Non-scientific beliefs among undergraduate students. *Astronomy Education Review*, 11(1).
- International Commission in non-ionizing Radiation Protection. (2020). *Covid-19 and RF EMF*.

<https://www.icnirp.org/en/activities/news/news-article/covid-19.html> [Abrufdatum 27.10.2020]

- Johnson, M. K. (2006). Memory and reality. *American Psychologist*, 61(8), 760.
- Johnson, S. B., Park, H. S., Gross, C. P., & Yu, J. B. (2018). Use of alternative medicine for cancer and its impact on survival. *JNCI: Journal of the National Cancer Institute*, 110(1), 121–124.
- Journal, M. (1970). *Study on the Effects of Tablet Colour in the Treatment of Anxiety States*. May, 446–449.
- Kahan, D. M., Landrum, A., Carpenter, K., Helft, L., & Hall Jamieson, K. (2017). Science curiosity and political information processing. *Political Psychology*, 38, 179–199.
- Kahan, D. M., Peters, E., Dawson, E., & Slovic, P. (2013). Motivated numeracy and enlightened self-government. *Behavioural Public Policy*, 1, 54–86.
- Kahneman, D. (1979). Prospect theory: An analysis of decisions under risk. *Econometrica*, 47, 278.
- Kahneman, D., Slovic, S. P., Slovic, P., & Tversky, A. (1982). *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*. Cambridge university press.
- Kampourakis, K. (2016). The “general aspects” conceptualization as a pragmatic and effective means to introducing students to nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 53, n/a-n/a. <https://doi.org/10.1002/tea.21305> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Kang, S., Scharmann, L. C., & Noh, T. (2005). Examining students’ views on the nature of science: Results from Korean 6th, 8th, and 10th graders. *Science Education*, 89(2), 314–334.
- Kauertz, A., Fischer, H. E., Mayer, J., Sumfleth, E., & Walpuski, M. (2010). Standardbezogene Kompetenzmodellierung in den Naturwissenschaften der Sekundarstufe. *Zeitschrift Für Didaktik Der Naturwissenschaften*, 16, 135–153.
- Kienhus, D. ; Bromme, R. (2015). *Das Verständnis fragiler und konfligierender Evidenz*. 1409, 56.
- Klahr, D., Dunbar, K., Fay, A., Penner, D., & Schunn, C. (2000). *Exploring science: the cognition and development of discovery processes* (Cambridge, Massachusetts, Massachusetts Institute of Technology Press). MIT Press.
- Klaus, G., & Buhr, M. (1975). Artikel “Wissenschaft.” In *Philosophisches Wörterbuch* (11. Auflag).
- Kleist, P. (2006). Randomisiert. Kontrolliert. Doppelblind. Warum? *Swiss Medical Forum*, 6(02), 46–52.
- Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M., Reiss, K., Riquarts, K., Rost, J., & Tenorth, H.-E. (2003). *Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Eine Expertise*. BMBF.
- Knittel, C. (2013). *Eine Feldstudie zur Untersuchung der Förderung von Bewertungskompetenz - am Beispiel der Photovoltaik*.
- Knogler, M., & Lewalter, D. (2014a). Design-Based Research im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Psychologie in Erziehung Und Unterricht*, 61, 2–14.

- Knogler, M., & Lewalter, D. (2014b). Design-Based Research im naturwissenschaftlichen Unterricht Das motivationsfördernde Potenzial situierter Lernumgebungen im Fokus. *Psychologie in Erziehung Und Unterricht*, *61*(1), 2–14. <https://doi.org/10.2378/peu2014.art02d> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Knöss, W., Stolte, F., & Reh, K. (2008). Europäische Gesetzgebung zu besonderen Therapierichtungen. *Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz*, *51*(7), 771–778.
- Koerber, S. (2006). Entwicklung des wissenschaftlichen Denkens bei Vier-bis Achtjährigen. *Beiträge Zur Lehrerinnen-Und Lehrerbildung*, *24*(2), 192–201.
- Kohlstedt, S. (2005). From Natural Philosophy to the Sciences: Writing the History of Nineteenth-Century Science (review). *Journal of Interdisciplinary History - J INTERDISCIPL HIST*, *36*, 76–77. <https://doi.org/10.1162/0022195054026338> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Kolstø, S. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, *85*(3), 291–310.
- Kolstø, S. D. (2006). Patterns in students' argumentation confronted with a risk-focused socio-scientific issue. *International Journal of Science Education*, *28*(14), 1689–1716. <https://doi.org/10.1080/09500690600560878> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Kolstø, S. D., & Ratcliffe, M. (2007). Social aspects of argumentation. In *Argumentation in science education* (pp. 117–136). Springer.
- Koschnick, W. J. (2013). *Management: enzyklopädisches Lexikon*. Walter de Gruyter.
- Koska, J., & Krüger, D. (2012). Nature of Science-Perspektiven von Studierenden. *Erkenntnisweg Biologiedidaktik*, *11*, 115–127. <http://www.bcp.fu-berlin.de/biologie/arbeitsgruppen/didaktik/Erkenntnisweg/2012/Koska.pdf> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Kötter, M., & Hammann, M. (2017). Controversy as a Blind Spot in Teaching Nature of Science. *Science & Education*, *26*(5), 451–482. <https://doi.org/10.1007/s11191-017-9913-3>
- Kraft, P. W., Lodge, M., & Taber, C. S. (2015). Why people “don't trust the evidence” motivated reasoning and scientific beliefs. *The ANNALS of the American Academy of Political and Social Science*, *658*(1), 121–133.
- Kralisch, C. (2017). *Entwicklung von Unterrichtsmaterial zum wissenschaftlichen Prüfkriterium „Falsifizierbarkeit“ im Rahmen der Unterrichtskonzeption choice2reflect*. Westfälische Wilhelms-Universität Münster.
- Krischer, D. (2014). “...natürlich Chemie!” *Chemieunterricht in naturnaher Umgebung und naturbezogenen Kontexten*. Universität Siegen.
- Kruger, J., & Dunning, D. (1999). Unskilled and unaware of it: how difficulties in recognizing one's own incompetence lead to inflated self-assessments. *Journal of Personality and Social Psychology*, *77*(6), 1121.
- Kuchenbuch, W. (2015). *Wissenschaft und Gesundheit - eine Fragebogenstudie*. Westfälische Wilhelms-Universität Münster.
- Kuhn, D., Amsel, E., O'Loughlin, M., Schauble, L., Leadbeater, B., & Yotive, W. (1988). *The development of scientific thinking skills*. Academic Press.

- Kuhn, T. (1974). Objectivity, value judgment and theory choice. *The Essential Tension: Selected Studies in the Scientific Tradition and Change*, 356–367.
- Kulgemeyer, C., & Schecker, H. (2014). Research on educational standards in German science education - Towards a model of student competences. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(4), 257–269. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.1081a> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Kulgemeyer, C., & Starauschek, E. (2014). Analyse der Verständlichkeit naturwissenschaftlicher Fachtexte. In *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (pp. 241–253). Springer.
- Kultusministerkonferenz. (2004). *Beschlüsse der Kultusministerkonferenz Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss*. Luchterhand.
- Kunczik, M., & Zipfel, A. (2010). Medien und Gewalt. Befunde der Forschung 2004–2009. *Bericht Für Das Bundesministerium Für Familie, Senioren, Frauen Und Jugend (OV)*.
- Ladyman, J. (2013). *Toward a Demarcation of Science from Pseudoscience* (pp. 45–60).
- Lambeck, M. (2014). Die Plazebo-Republik. *Versicherungsmedizin*, 66(4), 202.
- Laudan, L. (1983). The Demise of the Demarcation Problem. In R. S. Cohen & L. Laudan (Eds.), *Physics, Philosophy and Psychoanalysis: Essays in Honour of Adolf Grünbaum* (pp. 111–127). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-009-7055-7\\_6](https://doi.org/10.1007/978-94-009-7055-7_6) [Abrufdatum 27.10.2020]
- Lederman, N., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497–521.
- Lederman, N. G., & Zeidler, D. L. (1987). Science teachers' conceptions of the nature of science: Do they really influence teacher behavior? *Science Education*, 71(5), 721–734.
- Lederman, Norm G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497–521. <https://doi.org/10.1002/tea.10034> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Lederman, Norman G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331–359.
- Lederman, Norman G, Antink, A., & Bartos, S. (2014). Nature of Science, Scientific Inquiry, and Socio-Scientific Issues Arising from Genetics: A Pathway to Developing a Scientifically Literate Citizenry. *Science & Education*, 23, 285–302. <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9503-3> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Lehmann, C. (2020). *Wissenschaft*. <https://www.christianlehmann.eu/ling/epistemology/index.html?http://www.christianlehmann.eu/ling/epistemology/Wissenschaft.html> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Leisen, J. (2015). *Jetzt sollen wir im Unterricht Kompetenzen machen, wie geht das? Die Kompetenzorientierung im Unterricht*. [https://www.schulentwicklung.nrw.de/q/upload/Ganztag/Leisen\\_Kompetenzorientierung.pdf](https://www.schulentwicklung.nrw.de/q/upload/Ganztag/Leisen_Kompetenzorientierung.pdf) [Abrufdatum 27.10.2020]
- Levy, N. (2019). Due deference to denialism: Explaining ordinary people's rejection of established scientific findings. *Synthese*, 196(1), 313–327.

- Lewandowsky, S., & Oberauer, K. (2016). Motivated rejection of science. *Current Directions in Psychological Science*, 25(4), 217–222.
- Lewandowsky, S., Oberauer, K., & Gignac, G. E. (2013). NASA faked the moon landing—therefore, (climate) science is a hoax: An anatomy of the motivated rejection of science. *Psychological Science*, 24(5), 622–633.
- Lilienfeld, S. O., Ammirati, R., & David, M. (2012). Distinguishing science from pseudoscience in school psychology : Science and scientific thinking as safeguards against human error. *Journal of School Psychology*, 50(1), 7–36.  
<https://doi.org/10.1016/j.jsp.2011.09.006> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Lind, M., Visentini, M., Mäntylä, T., & Del Missier, F. (2017). Choice-supportive misremembering: A new taxonomy and review. *Frontiers in Psychology*, 8, 2062.
- Lindstrom, L. (2019). *Cargo cult: strange stories of desire from Melanesia and beyond*. University of Hawaii Press.
- Linn, U. (2016). *Entwicklung von Lernmaterialien zur Thematik „Korrelation-Kausalität“ im Rahmen der Unterrichtskonzeption choice2reflect*. Westfälische Wilhelms-Universität Münster.
- Liu, K., Liang, X., & Kuang, W. (2011). Tea consumption maybe an effective active treatment for adult attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). *Medical Hypotheses*, 76(4), 461–463.
- Lj, S., Oftedal, G., Straume, A., & Nocebo, J. A. (2008). *Nocebo as headache trigger : evidence from a sham-controlled provocation study with RF*. 117(5), 67–71.
- Lörcher, I., & Taddicken, M. (2015). “Let’s talk about... CO2-Fußabdruck oder Klimawissenschaft?” Themen und ihre Bewertungen in der Onlinekommunikation in verschiedenen Öffentlichkeitsarenen. In *Wissenschaftskommunikation im Wandel* (pp. 258–286). Halem.
- Luu, C., Luu, D. V., Rull, F., & Sopron, F. (1982). Etude par effet raman de la perturbation structurale de l’eau liquide par une substance étrangere: Partie I. Modele d’association de l’eau liquide. *Journal of Molecular Structure*, 81(1–2), 1–10.
- Mahner, M. (2013). Science and pseudoscience how to demarcate after the (alleged) demise. *Philosophy of Pseudoscience: Reconsidering the Demarcation Problem*, 29–43.
- Maier, J., & Richter, T. (2014). Verstehen multipler Texte zu kontroversen wissenschaftlichen Themen: Die Rolle der epistemischen Validierung. *Unterrichtswissenschaft*, 42(1), 24–38.
- Malik, I. A., & Gopalan, S. (2003). Use of CAM results in delay in seeking medical advice for breast cancer. *European Journal of Epidemiology*, 18(8), 817–822.
- Markovits, H., & Nantel, G. (1989). The belief-bias effect in the production and evaluation of logical conclusions. *Memory & Cognition*, 17(1), 11–17.
- Marks, R., Burmeister, M., Lippel, M., & Eilks, I. (2012). Bewerten lernen, gefilterte Information und der gesellschaftskritisch-problemorientierten Chemieunterricht. *Naturwissenschaften Im Unterricht Chemie*, 32(127), 32–36.
- Marks, Ralf, Stuckey, M., & Eilks, I. (2014). *Die gesellschaftliche Dimension naturwissenschaftlich-technischer Sachfragen*. 134, 19–28.
- Marohn, A. (2014). Interaktionsboxen. *Praxis Der Naturwissenschaften, Chemie in Der*

*Schule*, 6, 63.

- Marohn, Annette. (2008). „Choice2learn“ –eine Konzeption zur Exploration und Veränderung von Lernervorstellungen im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Zeitschrift Für Didaktik Der Naturwissenschaften*, 14, 57–83.
- Maslow, A. H. (1966). *The psychology of science a reconnaissance*.
- Mayer, J., Harms, U., Hammann, M., Bayrhuber, H., & Kattmann, U. (2004). Schulpraxis-Kerncurriculum Biologie der gymnasialen Oberstufe. *Mathematische Und Naturwissenschaftliche Unterricht*, 57(3), 166–172.
- McComas, W. F., & Olson, J. K. (1998). The Nature of Science in International Science Education Standards Documents. In W. F. McComas (Ed.), *Science & Technology Education Library* (pp. 41–52). Kluwer Academic Publishers. <https://doi.org/10.1007/0-306-47215-5>
- McKenney, S. E., & Reeves, T. C. (2012). *Conducting educational research design: What, why and how*. Taylor & Francis.
- McKie, R. E. (2018). *Rebranding the Climate Change Counter Movement: A Critical Examination of Counter Movement Messaging Through a Criminological and Political Economic Lens*. University of Northumbria at Newcastle (United Kingdom).
- Menthe, J., Parchmann, I., & Demuth, R. (2006). Urteilen im Chemieunterricht - Eine empirische Untersuchung über den Einfluss des Chemieunterrichts auf das Urteilen von Lernenden in Alltagsfragen. In *Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät: Vol. Dr.* [http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=980882478&dok\\_var=d1&dok\\_ext=pdf&filename=980882478.pdf](http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=980882478&dok_var=d1&dok_ext=pdf&filename=980882478.pdf) [Abrufdatum 27.10.2020]
- Millward, D. (2017). “Trump inauguration turnout dwarfed by Obama in 2009.” <https://web.archive.org/web/20170122055227/http://www.telegraph.co.uk/news/2017/01/20/trump-inauguration-turnout-dwarfed-obama-2009/> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Kernlehrplan für die Sekundarstufe I Gymnasium in Nordrhein-Westfalen - Chemie, (2019).
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen. (2005). *Chemie - Übersicht über die Operatoren*. <https://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/cms/zentralabiturgost/faecher/getfile.php?file=3850> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Mittelsten Scheid, N., & Höble, C. (2008). Wie Schüler unter Verwendung syllogistischer Elemente argumentieren. Eine empirische Studie zu Niveaus von Argumentation im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Zeitschrift Für Didaktik Der Naturwissenschaften*, 14(2008), 145–165.
- Moerman, D. E., & Jonas, W. B. (2002). *Deconstructing the placebo effect and finding the meaning response*. American College of Physicians.
- Mogi, K. (2014). Free will and paranormal beliefs. *Frontiers in Psychology*, 5, 281.
- Moore, D. (2016). “Three in Four Americans Believe in Paranormal.” <http://www.gallup.com/poll/16915/Three-Four-Americans-Believe-Paranormal.aspx> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Moss, D. M. (2001). Examining student conceptions of the nature of science. *International Journal of Science Education*, 23(8), 771–790.

- Müller, P. (2014). *Stabilität von Milchschaum*. Westfälische Wilhelms-Universität Münster.
- Musahl, H.-P., & Schwennen, C. (2001). Versuchsplanung. *Lexikon Der Psychologie. Heidelberg UaO: Spektrum*.
- Myers, D. G. (2008). *Psychologie, 2. Aufl., Heidelberg*, 576.
- National Health and Medical Research Council. (2015). *NHMRC Information Paper: Evidence on the effectiveness of homeopathy for treating health conditions*. National Health and Medical Research Council.
- NBC News. (2017). *Conway: Press Secretary Gave "Alternative Facts."* NBC News. nbcnews.com [Abrufdatum 27.10.2020]
- Nehm, R. H., & Sam, S. I. (2007). Does Increasing Biology Teacher Knowledge of Evolution and the Nature of Science Lead to Greater Preference for the Teaching of Evolution in Schools? *Journal of Science Teacher Education*, 18, 699–723. <https://doi.org/10.1007/s10972-007-9062-7> [Abrufdatum 27.10.2020]
- NGSS Lead States. (2013). Understanding the Scientific Enterprise: The Nature of Science in the Next Generation Science Standards. In *Next Generation Science Standards: For States, By States* (pp. 1–10). The National Academic Press. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Nowosadek, B. (2015). *Bewertungskompetenz im naturwissenschaftlichen Unterricht - ein Überblick*. WWU Münster.
- Oelkers, J., Reusser, K., Berner, E., & Deutschland Bundesministerium für Bildung und Forschung. (2008). Qualität entwickeln - Standards sichern - mit Differenz umgehen. *Bildungsforschung / Bundesministerium Für Bildung Und Forschung, Band 27*, 573 S. <https://doi.org/11.2008.1> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., & Duschl, R. (2001). What “ideas-about-science” should be taught in school science? A Delphi Study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692–720.
- Osterath, B. (2018). *Verstand gegen Gefühl?* <https://www.dasgehirn.info/denken/emotion/verstand-gegen-gefuehl> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Österbauer, R. A., Matthews, P. M., Jenkinson, M., Beckmann, C. F., Hansen, P. C., & Calvert, G. A. (2005). Color of scents: chromatic stimuli modulate odor responses in the human brain. *Journal of Neurophysiology*.
- Oulton, C., Dillon, J., & Grace, M. M. (2004). Reconceptualizing the teaching of controversial issues. *International Journal of Science Education*, 26(4), 411–423.
- Parchmann, I, Ralle, B., & Di Fuccia, D. S. (2008). Chemie im Kontext—ein Weg zu einem anderen Chemieunterricht. *Chemie Im Kontext. Von Der Innovation Zur Nachhaltigen Verbreitung Eines Unterrichtskonzepts*, 9–47.
- Parchmann, Ilka, & Menthe, J. (2006). Trink- oder Mineralwasser? Bewerten - ein Kinderspiel? *Naturwissenschaften Im Unterricht Chemie*, 17(94), 80–84.
- Petermann, K., & Friedrich, J. (2008). „Das an Schülervorstellungen orientierte Unterrichtsverfahren“. *Chemkon*, 15(3), 110–118. <https://doi.org/10.1002/ckon.200810074> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Pluta, W. J., Chinn, C. A., & Duncan, R. G. (2011). Learners’ epistemic criteria for good

- scientific models. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(5), 486–511.
- Pohl, R. (2004). *Cognitive illusions: A handbook on fallacies and biases in thinking, judgement and memory*. Psychology Press.
- Popper, K. (2007). *Logik der Forschung*. 3., bearb. Auflage. Akademie-Verlag.
- Popper, K. R. (1989). *Logik der Forschung*. 9., verbesserte Auflage. Tübingen: Mohr.
- 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.
- Pressmann, A. (2020). Wireless industry fears 5G protest day could lead to damaged cell towers. *Fortune*. <https://fortune.com/2020/06/05/wireless-industry-fears-5g-protest-day-could-lead-to-damaged-cell-towers/> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Przybylski, A. K., Rigby, C. S., & Ryan, R. M. (2010). A motivational model of video game engagement. *Review of General Psychology*, 14(2), 154–166.
- Raab, G., Unger, A., & Unger, F. (2010). *Marktpsychologie*. Springer.
- Ramey, D. (2008). *Is There a Placebo Effect for Animals?* Science-Based Medicine. <https://sciencebasedmedicine.org/is-there-a-placebo-effect-for-animals/> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Reeves, T. C. (2000). Enhancing the worth of instructional technology research through “design experiments” and other development research strategies. *International Perspectives on Instructional Technology Research for the 21st Century*, 27, 1–15.
- Rehm, M., & Stäudel, L. (2010). Nature of Science - Erwartungen und Ansätze. *Unterricht Chemie*, 21(118/119), 14–15.
- Reimer, F. (2019). Eine „Quasi-Religion“. *Die Rheinpfalz*. [https://www.rheinpfalz.de/kultur\\_artikel,-eine-quasi-religion-\\_arid,1438991.html](https://www.rheinpfalz.de/kultur_artikel,-eine-quasi-religion-_arid,1438991.html) [Abrufdatum 27.10.2020]
- Reinmann, G. (2005). Innovation ohne Forschung? Ein Plädoyer für den Design-Based Research-Ansatz in der Lehr-Lernforschung. *Unterrichtswissenschaft*, 33(1), 52–69.
- Reinmann, G. (2018). *Reader zu Design-Based Research (DBR)*. [https://gabi-reinmann.de/wp-content/uploads/2018/06/Reader\\_DBR\\_Juni2018.pdf](https://gabi-reinmann.de/wp-content/uploads/2018/06/Reader_DBR_Juni2018.pdf) [Abrufdatum 27.10.2020]
- Reitschert, K., Langlet, J., Hossle, C., Scheid, N. M., & Schluter, K. (2007). Dimensionen Ethischer Urteilskompetenz. *Mathematische Und Naturwissenschaftliche Unterricht*, 60(1), 43.
- Remane, H. (2010). The Phlogiston Theory from Georg Ernst Stahl–Catalyst in the Development of Modern Scientific Chemistry: Katalysator für die Herausbildung der modernen wissenschaftlichen Chemie? *Chemkon*, 17(2), 75–78.
- René, S. (2015). *Natürliche Krebstherapie: Krebs in wenigen Wochen heilbar – Dr. Leonard Coldwell*. <https://www.gesundheitlicheaufklaerung.de/krebstherapie-krebs-heilbar-coldwell/> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Richter, T. (2003). *Epistemologische Einschätzungen beim Textverstehen*.
- Richter, T. (2015). Epistemische Verarbeitung multipler wissenschaftlicher Texte im Internet. In *Science and the Public - Das Verständnis fragiler und konfligierender Evidenz* (pp.

- 38–39). Rainer Bromme.
- Rieß, W., & Robin, N. (2012). Befunde aus der empirischen Forschung zum Experimentieren im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. *Experimentieren Im Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Unterricht: Schüler Lernen Wissenschaftlich Denken Und Arbeiten*, 129–152.
- Roberts, R., & Gott, R. (2010). A framework for practical work, argumentation and scientific literacy. 99-106. *Contemporary Science Education Research: Scientific Literacy and Social Aspects of Science*. Ankara, Turkey: Pegem Akademi.
- Rosenthal, R., & Fode, K. I. (1963). The effect of experimenter bias on the performance of the albino rat. *Introducing Psychological Research*, 403–405.
- Rosenthal, R., & Fode, K. L. (1996). Dull Rats and Bright Rats. In *Introducing Psychological Research* (pp. 402–407). [https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-1-349-24483-6\\_60](https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-1-349-24483-6_60) [Abrufdatum 27.10.2020]
- Rosenzweig, P. (2008). *Der Halo-Effekt: wie Manager sich täuschen lassen*. GABAL Verlag GmbH.
- Rost, J. (2002). Umweltbildung-Bildung für nachhaltige Entwicklung. Was macht den Unterschied? *ZEP: Zeitschrift Für Internationale Bildungsforschung Und Entwicklungspädagogik*, 25(1), 7–12.
- Roth, G. (2007). Persönlichkeit, Entscheidung und Verhalten [Personality, decision and behavior]. *Stuttgart, Germany: Klett-Cotta*.
- Rothmund, T., Gollwitzer, M., Nauroth, P., & Bender, J. (2017). Motivated Science Reception. *PSYCHOLOGISCHE RUNDSCHAU*, 68(3), 193–197.
- Rott, L. (2018). *Vorstellungsentwicklungen und gemeinsames Lernen im inklusiven Sachunterricht initiieren: Die Unterrichtskonzeption „choice2explore“* (Vol. 4). Logos Verlag Berlin GmbH.
- Ryder, J. (2001). Identifying Science Understanding for Functional Scientific Literacy. *Studies in Science Education*, 36. <https://doi.org/10.1080/03057260108560166> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513–536. <https://doi.org/10.1002/tea.20009> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Sadler, T. D., Barab, S. A., & Scott, B. (2007). What do students gain by engaging in socioscientific inquiry? *Research in Science Education*, 37(4), 371–391.
- Sadler, T. D., Chambers, F. W., & Zeidler, D. L. (2004). Student conceptualizations of the nature of science in response to a socioscientific issue. *International Journal of Science Education*, 26(4), 387–409.
- Sadler, T. D., & Donnelly, L. A. (2006). Socioscientific argumentation: The effects of content knowledge and morality. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1463–1488.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005a). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 42(1), 112–138.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005b). The significance of content knowledge for informal

- reasoning regarding socioscientific issues: Applying genetics knowledge to genetic engineering issues. *Science Education*, 89(1), 71–93.
- Sakschewski, M. T. (2013). *Bewertungskompetenz im Physikunterricht: Entwicklung eines Messinstruments zum Themenfeld Energiegewinnung, -speicherung und -nutzung*. Georg-August-Universität Göttingen.
- Samuelson, W., & Zeckhauser, R. (1988). Status quo bias in decision making. *Journal of Risk and Uncertainty*, 1(1), 7–59.
- Sander, H. (2010). *Orientierungen von Jugendlichen beim Urteilen und Entscheiden in Kontexten nachhaltiger Entwicklung*. Sumfleth.
- Savage, L. J. (1954). *The Foundations of Statistics John Wiley and Sons New York*.
- Schaake, S. (2011). *Die Natur der Naturwissenschaften verstehen lernen: historische, gesellschaftliche und kulturell relevante Stationen für den Chemieunterricht* (Vol. 17). kassel university press GmbH.
- Schaufler, J., & Telschow, C. (2015). Arzneimittelverordnungen nach Alter und Geschlecht. In *Arzneiverordnungs-Report 2015* (pp. 1091–1106). Springer.
- Schecker, H., & Höttecke, D. (2007). “Bewertung” in den Bildungsstandards Physik. *Naturwissenschaften Im Unterricht - Physik*, 18(97), 29–36.
- Schecker, H., & Parchmann, I. (2006). Modellierung naturwissenschaftlicher Kompetenz. *Zeitschrift Für Didaktik Der Naturwissenschaften*, 12(1), 45–66.
- Schiemenz, B., & Schönert, O. (2010). *Entscheidung und Produktion*. Oldenbourg Verlag.
- Schmid, D., Holzmann, H., Abele, S., Kasper, S., König, S., Meusburger, S., Hrabcik, H., Luckner-Hornischer, A., Bechter, E., & DeMartin, A. (2008). An ongoing multi-state outbreak of measles linked to non-immune anthroposophic communities in Austria, Germany, and Norway, March-April 2008. *Eurosurveillance*, 13(16), 18838.
- Schmidkunz, H., & Lindemann, H. (1992). *Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren: Problemlösen im naturwissenschaftlichen Unterricht*. Westarp Wissenschaften Essen.
- Schönborn, A., Kremer, M., & Götz, T. (2012). Von Einstellungen und Haltungen im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Der Mathematische Und Naturwissenschaftliche Unterricht*, 65(5), 309–314.
- Schuler, H., & Sonntag, K. (2007). *Handbuch der Arbeits-und Organisationspsychologie* (Vol. 6). Hogrefe Verlag.
- Schulministerium. (2008). *Kernlehrplan für das Gymnasium - Sekundarstufe I. G8 - in Nordrhein Westfalen*. Ministerium für Schule und Weiterbildung. [http://www.schulsport-nrw.de/fileadmin/user\\_upload/schulsportpraxis\\_und\\_fortbildung/pdf/G8\\_Sport\\_Endfassung2-1.pdf](http://www.schulsport-nrw.de/fileadmin/user_upload/schulsportpraxis_und_fortbildung/pdf/G8_Sport_Endfassung2-1.pdf) [Abrufdatum 27.10.2020]
- Schulz, K. F., & Grimes, D. A. (2007). Reihe Epidemiologi 6:: Generierung von Randomisierungslisten in randomisierten Studien: Zufall, nicht Auswahl. *Zeitschrift Für Ärztliche Fortbildung Und Qualität Im Gesundheitswesen-German Journal for Quality in Health Care*, 101(6), 419–426.
- Schwab, F. (2015). Affective Science - Emotionale und kognitive Verarbeitung von fragilen wissenschaftlichen Medieninhalten. In *Science and the Public* (pp. 42–43). Rainer Bromme.

<http://abschlussveranstaltung.wissenschaftundoeffentlichkeit.de/files/2015/04/Abschlussagung-SPP-final-print.pdf> [Abrufdatum 27.10.2020]

- Schwarz, R. (1967). *Menschliche Existenz und moderne Welt: ein internationales Symposium zum Selbstverständnis des heutigen Menschen*.
- Schweizer Armee. (2018). *Qualifikations- und Mutationswesen in der Armee*.
- Schweizer, M. (2007). Bestätigungsfehler – oder wir hören nur, was wir hören wollen. *Justice - Justiz - Giustizia*, 3.
- Shamos, M. (1995). *The Myth of Scientific Literacy*. Rutgers University Press.
- Shamos, Morris. (2002). Durch Prozesse ein Bewusstsein für die Naturwissenschaften entwickeln. In *Scientific literacy* (pp. 45–68). Springer.
- Shang, A., Huwiler-Müntener, K., Nartey, L., Jüni, P., Dörig, S., Sterne, J. A. C., Pewsner, D., & Egger, M. (2005). Are the clinical effects of homoeopathy placebo effects? Comparative study of placebo-controlled trials of homoeopathy and allopathy. *The Lancet*, 366(9487), 726–732.
- Shermer, M. (2013). Science and pseudoscience: The difference in practice and the difference it makes. *Philosophy of Pseudoscience: Reconsidering the Demarcation Problem*, 203–224.
- Sieve, B., Schanze, S., & Friedmann, A. (2012). Bewerten lernen - aber wie? *Naturwissenschaften Im Unterricht Chemie*, 127(23), 2–10.
- Silverman, C. (2011). The Backfire Effect. *Columbia Journalism Review*, 17.
- Smith, M., Lederman, N. G., Bell, R. L., McCormas, W., & Clough, M. (1997). How great is the disagreement about Nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(10), 1101–1103.
- Solomon, J. (1992). The classroom discussion of science-based social issues presented on television: knowledge, attitudes and values. *International Journal of Science Education*, 14(4), 431–444.
- SPIEGEL Online. (2010). “Die Homöopathie ist ein Dogma.” <https://www.spiegel.de/wissenschaft/medizin/medizinprofessor-ernst-die-homoeopathie-ist-ein-dogma-a-706257.html> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Stanford Encyclopedia of Philosophy. (2008). Science and Pseudo-Science. In *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Metaphysics Research Lab, Stanford University. <https://plato.stanford.edu/entries/pseudo-science/> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Stephan, E. (1999). Die Rolle von Urteilsheuristiken bei Finanzentscheidungen: Ankereffekte und kognitive Verfügbarkeit. *Finanzpsychologie*, 101–134.
- Stewart-Freedman, B., & Kovalsky, N. (2007). An ongoing outbreak of measles linked to the United Kingdom in an ultra-orthodox Jewish community in Israel. *Weekly Releases (1997–2007)*, 12(38), 3270.
- Stocké, V. (2002). *Framing und Rationalität: die Bedeutung der Informationsdarstellung für das Entscheidungsverhalten*. Oldenbourg Verlag.
- Strahl, A. (2014). Einführung in die philosophischen Grundlagen der Natur der Naturwissenschaften. *Praxis Der Naturwissenschaften: Physik in Der Schule*, 63(8), 5–10.

- Strausz, M. (2013). Der Goldstandard medizinischer Studien. *Ärzte Woche Österreich*, 19.
- Sturmbauer, S. (2013). *Bewertungskompetenz im naturwissenschaftlichen Unterricht*.
- Team Forschen mit Graf Stat. (n.d.). *Leitfadengestütztes Interview*. Bildung, Bundeszentrale für politische.
- Teichmann, J. (2013). *Wandel des Weltbildes: Astronomie, Physik und Messtechnik in der Kulturgeschichte*. Springer-Verlag.
- Thompson, S. C. (1999). Illusions of control: How we overestimate our personal influence. *Current Directions in Psychological Science*, 8(6), 187–190.
- Tobacyk, J. J. (2004). A revised paranormal belief scale. *The International Journal of Transpersonal Studies*, 23(23), 94–98.
- Tobin, J. (1970). Money and income: post hoc ergo propter hoc? *The Quarterly Journal of Economics*, 301–317.
- Torcello, L. (2016). The ethics of belief, cognition, and climate change pseudoskepticism: Implications for public discourse. *Topics in Cognitive Science*, 8(1), 19–48.
- Trommsdorff, V. (2008). *Konsumentenverhalten*. W. Kohlhammer Verlag.
- Tücke, M. (2005). *Psychologie in der Schule-Psychologie für die Schule: eine themenzentrierte Einführung in die pädagogische Psychologie für (zukünftige) Lehrer* (Vol. 4). LIT Verlag Münster.
- Universität Bayreuth. (2013). *Operatorenliste Naturwissenschaften (Physik, Biologie, Chemie) (Stand Februar 2013)*. [https://www.bayceer.uni-bayreuth.de/didaktik-bio/de/top/html/14/145648/Operatoren\\_Ph\\_Ch\\_Bio\\_Februar\\_2013.pdf](https://www.bayceer.uni-bayreuth.de/didaktik-bio/de/top/html/14/145648/Operatoren_Ph_Ch_Bio_Februar_2013.pdf) [Abrufdatum 27.10.2020]
- University of Berkeley, U. of C. (2014). *Understanding Science – How science really works*.
- Vallone, R. P., Griffin, D. W., Lin, S., & Ross, L. (1990). Overconfident prediction of future actions and outcomes by self and others. *Journal of Personality and Social Psychology*, 58(4), 582.
- van Vorst, H., Dorschu, A., Fechner, S., Kauertz, A., Krabbe, H., & Sumfleth, E. (2015). Charakterisierung und Strukturierung von Kontexten im naturwissenschaftlichen Unterricht–Vorschlag einer theoretischen Modellierung. *Zeitschrift Für Didaktik Der Naturwissenschaften*, 21(1), 29–39.
- Vollmer, G. (2014). Wissenschaftstheorie und Nature of Science. *Praxis Der Naturwissenschaften - Physik in Der Schule*, 63(8), 11–17.
- von Eichhorn, C. (2019). Homöopathie-Firma mahnt Skeptiker ab. *Süddeutsche Zeitung*. <https://www.sueddeutsche.de/gesundheit/natalie-grams-homoeopathie-hevert-unterlassungserklaerung-1.4469545> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Waber, R. L. (2008). Commercial Features of Placebo and Therapeutic Efficacy. *Journal of the American Medical Association*, 299(9), 1016–1017.
- Walton, D. (1998). *Ad hominem arguments*. University of Alabama Press.
- Ward, W. C., & Jenkins, H. M. (1965). The display of information and the judgment of contingency. *Canadian Journal of Psychology/Revue Canadienne de Psychologie*, 19(3), 231.
- Wason, P. C. (1960). On the failure to eliminate hypotheses in a conceptual task. *Quarterly*

- Journal of Experimental Psychology*, 12(3), 129–140.
- Weber, D. (2008). Der Lehrer, der WC-Reiniger trinkt. *MNU*, 61(3), 157–159.
- Weber, R., & Dawes, R. (2010). Behavioral economics. In *The Handbook of Economic Sociology* (pp. 90–108). <https://doi.org/10.4324/9781315391229> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Weinert, F. E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen: Eine umstrittene Selbstverständlichkeit. *Leistungsmessungen in Schulen*, 17–31. <https://doi.org/Weinheim> [u. a.]
- Wiesenauer, M. (2018). *Quickfinder-Homöopathie für Kinder*. Gräfe und Unzer.
- Windeler, J. (2006). *Was ist der Placebo-Effekt?* 38–45.
- Winko, S. (2015). Zur Plausibilität als Beurteilungskriterium literaturwissenschaftlicher Interpretationen. *Andrea Albrecht et Al.(Hg.), Theorien, Methoden Und Praktiken Des Interpretierens, Berlin/Boston*, 483–511.
- Winther, R. G. (2015). The Structure of Scientific Theories. In E. N. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 201). Metaphysics Research Lab, Stanford University.
- World Health Organization. (2020). *Coronavirus disease (COVID-19) advice for the public: Mythbusters*. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/myth-busters> [Abrufdatum 27.10.2020]
- Wu, Z., & Li, K. (2009). Medical progress - Issues about the nocebo phenomena in clinics. *Chinese Medicine Journal*, 122(9), 1102–1106. <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0366-6999.2009.09.017>
- Yang, F.-Y., & Anderson, O. R. (2003). Senior high school students' preference and reasoning modes about nuclear energy use. *International Journal of Science Education*, 25(2), 221–244.
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357–377.
- Zuske, G. (2012). *Homöopathie für Katzen: Erkrankungen und Verhaltensauffälligkeiten erkennen und gezielt behandeln*. Knaur MensSana eBook.
- Zutavern, A., Schaaf, B., von Berg, A., Borte, M., Herbarth, O., Wichmann, H. E., & Heinrich, J. (2007). Inanspruchnahme von Homöopathie und Konsultation von Heilpraktikern. *Monatsschrift Kinderheilkunde*, 155(5), 439–445.

## **Danksagung**

Hiermit möchte ich mich von ganzem Herzen bei all jenen bedanken, die mich im Laufe dieses Projektes unterstützt und begleitet haben.

An erster Stelle gilt dieser Dank Frau Prof. Dr. Annette Marohn. In Form von zahllosen Gesprächen, Diskussionen, Anregungen und Ideen hast Du die Arbeit mehr als nur begleitet. Ich bedanke mich für die stets ehrlichen Worte und die aufrichtige Unterstützung. Ohne Dich, Deine unglaubliche Geduld, den konstruktiven Austausch und Dein stets offenes Ohr wäre dieses Projekt nicht möglich gewesen.

Ich bedanke mich außerdem bei den vielen, am Projekt beteiligten, Schülerinnen und Schülern. Danke für eure tolle, manchmal ausdauernde Mitarbeit, eure Kreativität und euer Interesse. Danke auch an die vielen betreuenden Lehrkräfte für die Ermöglichung der zahlreichen Erprobungen und den anregenden Austausch davor und danach.

Ein weiterer Dank gilt den Kolleginnen und Kollegen der Chemiedidaktik Münster. Ganz besonders bedanke ich mich bei Lisa Rott, Felicitas Jürgensmeier, Stefan Stucky, Maria Egbers, Friederike Rohrbach-Lochner, Yvonne Rath, Fabian Gust, Christopher Kralisch, Björn Dellbrügge, Eva Kolbeck, Rebekka Schillmüller, Jan-Bernd Haas. Ihr habt in vielfältiger Weise nicht nur dieses Projekt unterstützt, sondern die Zeit am Institut zu einem erfüllenden Abschnitt in meinem Leben gemacht, aus dem echte Freundschaften entstanden sind.

Ich danke auch Anne Rogosch, Katharina Albers, Judith Bruns und Bernd Mühlenbrock für ihre Unterstützung, die Ideen und vor allem ihre Geduld. Ihr habt mir in wichtigen Momenten sehr geholfen.

Ein weiteres Dankeschön geht an Luisa Jackwerth, die mich in der letzten Phase dieses Projekts mit ausdauernden Diskussionen, gemeinsamem Bäume pflanzen und endloser Geduld unterstützt hat.

Ein besonderer Dank geht an Lena. Danke, dass Du mir das ermöglicht hast.

## Bisher erschienene Bände der Reihe

### Lernen in Naturwissenschaften

ISSN 2566-493X

---

- |   |                             |  |
|---|-----------------------------|--|
| 1 | Maria Egbers                | Konzeptentwicklungs- und Gesprächsprozesse im Rahmen der Unterrichtskonzeption „choice2learn“<br>ISBN 978-3-8325-4510-9      53.00 EUR   |
| 2 | Daniel Laumann              | Magnetismus hoch 4. Fachliche Strukturierung und Entwicklung multipler Repräsentationen zum Magnetismus für die Hochschule<br>ISBN 978-3-8325-4571-0      60.50 EUR  |
| 3 | Friederike Rohrbach-Lochner | Design-Based Research zur Weiterentwicklung der chemiedidaktischen Lehrerbildung zu Schülervorstellungen. Entwicklung und Evaluation eines an Forschendem Lernen orientierten Seminarkonzepts<br>ISBN 978-3-8325-4944-2      53.50 EUR |
| 4 | Lisa Rott                   | Vorstellungsentwicklungen und gemeinsames Lernen im inklusiven Sachunterricht initiieren. Die Unterrichtskonzeption „choice2explore“<br>ISBN 978-3-8325-4817-9      83.00 EUR  |
| 5 | Eva Julia Kolbeck           | Schulung von Vermittlungsfähigkeiten Promovierender im Fach Chemie. Die Weiterbildung „How to communicate chemistry?“<br>ISBN 978-3-8325-4953-4      71.00 EUR   |
| 6 | Björn Dellbrügge            | Choice2interact. Interaktiv Lernen mit Tablets im Chemieunterricht<br>ISBN 978-3-8325-5119-3      79.00 EUR  |
| 7 | Felicitas Jürgensmeier      | Offene Experimentiersituationen ermöglichen und charakterisieren. Eine Schülerlaboreinheit zu einem curricular innovativen Thema<br>ISBN 978-3-8325-5184-1      89.00 EUR  |
| 8 | Jan-Bernd Haas              | chem.LEVEL. Fachsprachlich sensibler Chemieunterricht auf Basis des Johnstone Dreiecks<br>ISBN 978-3-8325-5345-6      89.00 EUR  |

- |    |                             |   |
|----|-----------------------------|---|
| 9  | Florian Jungkamp            | Kontroversen mit Hilfe wissenschaftlicher Prüfkriterien bewerten. Die Unterrichtskonzeption choice <sup>2</sup> reflect<br>ISBN 978-3-8325-5362-3      69.50 EUR  |
| 10 | Christopher Kralisch        | Wissenschaftskriterien verstehen und anwenden<br>Weiterentwicklung der Unterrichtskonzeption<br>choice <sup>2</sup> reflect zur Bewertung gesellschaftlicher<br>Kontroversen<br>ISBN 978-3-8325-5517-7      91.50 EUR |
| 11 | Fabian Gust                 | Das Self-assembLAB. Entwicklung, Erprobung und<br>Optimierung eines curricular innovativen<br>Schülerlabors zum Thema Self-assembly<br>ISBN 978-3-8325-5517-7      85.50 EUR  |
| 12 | Marius van den Boom         | Die Unterrichtskonzeption <i>feil</i> . Fehlschlüsse<br>identifizieren lernen<br>ISBN 978-3-8325-5562-7      87.00 EUR  |
| 13 | Larissa Katharina<br>Fühner | Experimentierpraxis im Spektrum der Möglichkeiten.<br>Eine rekonstruktive Analyse der Experimentierpraxis<br>im inklusionsorientierten Physikunterricht<br>ISBN 978-3-8325-5562-7      59.50 EUR                      |
| 14 | Tobias Bergold              | NAWI-Konzepte. Digitaler Transfer von neuen<br>Unterrichtskonzepten für den naturwissenschaftlichen<br>Unterricht mithilfe einer Website<br>ISBN 978-3-8325-5719-5      78.00 EUR                                     |
| 15 | Yvonne Rath                 | Stolpersteine im Lehrerhandeln. Anbahnung eines<br>Handlungsrepertoires durch videobasierte Reflexionen<br>im Lehr-Lern-Labor<br>ISBN 978-3-8325-5769-0      89.00 EUR  |
| 16 | Carolin Banse               | Nachhaltigkeit bewerten mithilfe einer<br>Bewertungsscheibe. Entwicklung einer Konzeption für<br>den naturwissenschaftlichen Unterricht am Beispiel<br>Elektromobilität<br>ISBN 978-3-8325-5895-6      98.50 EUR      |

Alle erschienenen Bücher können unter der angegebenen ISBN-Nummer direkt online (<http://www.logos-verlag.de>) oder per Fax (030 - 42 85 10 92) beim Logos Verlag Berlin bestellt werden.

*Verstehen* und *Entwickeln* bilden eine fachdidaktische Einheit: das Verstehen von Lernprozessen hilft uns, innovative Lernangebote zu entwickeln und an Rahmenbedingungen anzupassen. Die Erprobung und Analyse dieser Angebote kann wiederum zu erweiterten Erkenntnissen und einem tieferen Verstehen führen. Diese Schriftenreihe rückt daher beide Aspekte in den Fokus – mit dem Ziel, das zu fördern, was uns als Naturwissenschaftsdidaktikern am Herzen liegt: das Lernen in Naturwissenschaften!

Obwohl die Bildungsstandards hohe Ansprüche hinsichtlich der Vermittlung von Bewertungskompetenz und naturwissenschaftlicher Grundbildung formulieren, existieren bislang kaum konkretisierte Handlungsanweisungen für Lehrende.

Im Rahmen des Design-Based Research-Ansatzes wurde daher eine Unterrichtskonzeption entwickelt und erprobt, die eine kritische und wissenschaftlich fundierte Auseinandersetzung mit pseudo- bzw. unwissenschaftlichen Kontexten in den Blickpunkt rückt. Im Zentrum der Konzeption *choice2reflect* steht die Erarbeitung wissenschaftlicher Prinzipien, Prozesse sowie Denk- und Arbeitsweisen; diese werden in Form von wissenschaftlichen „Prüfkriterien“ für eine rationale Urteilsfindung nutzbar gemacht. Hierbei fließen wissenschaftstheoretische, entscheidungspsychologische und fachdidaktische Aspekte mit ein. Die Anwendung der Prüfkriterien erfolgt am Beispiel der Homöopathie, die ein unwissenschaftliches alternativmedizinisches Konzept darstellt.

Analysen der Erprobungen zeigen intuitive Zugänge seitens der Lernenden bei der Erarbeitung und Nutzung wissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen und deuten darauf hin, dass die gewonnenen wissenschaftlichen Erkenntnisse in Entscheidungsprozesse der Schülerinnen und Schüler einfließen. Die Prüfkriterien erweisen sich dabei als sinnvolle Werkzeuge zur Etablierung eines wissenschaftlichen Weltbildes.

ISBN 978-3-8325-5362-3

Logos Verlag Berlin

ISSN 2566-493X