

Studien zum Physik- und Chemielernen

M. Hopf und M. Ropohl [Hrsg.]

357

Julia Ortmann

Bedeutung und Förderung von Kompetenzen zum naturwissenschaftlichen Denken und Arbeiten in universitären Praktika

λογος

Studien zum Physik- und Chemielernen

Herausgegeben von Martin Hopf und Mathias Ropohl

Diese Reihe im Logos Verlag Berlin lädt Forscherinnen und Forscher ein, ihre neuen wissenschaftlichen Studien zum Physik- und Chemielernen im Kontext einer Vielzahl von bereits erschienenen Arbeiten zu quantitativen und qualitativen empirischen Untersuchungen sowie evaluativ begleiteten Konzeptionsentwicklungen zu veröffentlichen. Die in den bisherigen Studien erfassten Themen und Inhalte spiegeln das breite Spektrum der Einflussfaktoren wider, die in den Lehr- und Lernprozessen in Schule und Hochschule wirksam sind.

Die Herausgeber hoffen, mit der Förderung von Publikationen, die sich mit dem Physik- und Chemielernen befassen, einen Beitrag zur weiteren Stabilisierung der physik- und chemiedidaktischen Forschung und zur Verbesserung eines an den Ergebnissen fachdidaktischer Forschung orientierten Unterrichts in den beiden Fächern zu leisten.

Martin Hopf und Mathias Ropohl

Studien zum Physik- und Chemielernen

Band 357

Julia Ortmann

**Bedeutung und Förderung
von Kompetenzen zum
naturwissenschaftlichen Denken und
Arbeiten in universitären Praktika**

Logos Verlag Berlin



Studien zum Physik- und Chemielernen

Martin Hopf und Mathias Ropohl [Hrsg.]

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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



Dieses Werk ist lizenziert unter der Creative Commons Attribution 4.0 Lizenz CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>). Die Bedingungen der Creative-Commons-Lizenz gelten nur für Originalmaterial. Die Wiederverwendung von Material aus anderen Quellen (gekennzeichnet mit Quellenangabe) wie z. B. Schaubilder, Abbildungen, Fotos und Textauszüge erfordert ggf. weitere Nutzungsgenehmigungen durch den jeweiligen Rechteinhaber.

Logos Verlag Berlin GmbH 2023

ISBN 978-3-8325-5670-9

ISSN 1614-8967

DOI 10.30819/5670

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

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

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

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

BEDEUTUNG UND FÖRDERUNG VON KOMPETENZEN ZUM NATURWISSENSCHAFTLICHEN DENKEN UND ARBEITEN IN UNIVERSITÄREN PRAKTIKA

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades

– Dr. rer. nat. –

am Fachbereich 07

(Mathematik und Informatik, Physik, Geografie)

der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von

Julia Sabrina Ortmann

geboren in Fulda, wohnhaft in Eichenzell

Institut für Didaktik der Physik

Dezember 2022

Erstgutachter: Prof. Dr. Andreas Vorholzer

Zweitgutachterin: Prof. Dr. Nicole Graulich

Prüfer: Prof. Dr. Richard Göttlich

Prüferin: Prof. Dr. Claudia Höhne

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen und deren Rolle in naturwissenschaftlichen Praktika an Universitäten	3
2.1 Definition naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen	3
2.2 Relevanz von NDAW in naturwissenschaftlichen Praktika	6
2.2.1 Relevanz von NDAW im Vergleich zu anderen Zielen von Praktika	7
2.2.2 Relevanz der einzelnen NDAW als Ziel von Praktika	13
2.3 Ausgestaltung von Praktika zur Förderung von NDAW-Kompetenzen	15
2.3.1 Zentrale Instruktionselemente zur Förderung von NDAW-Kompetenzen	16
2.3.2 Hinweise zur Nutzung von zentralen Instruktionselementen in naturwissenschaftlichen Praktika.....	23
3 Ziele und Forschungsfragen	27
4 Methoden	29
4.1 Beschreibung des Studiendesigns	29
4.2 Beschreibung der Erhebungsinstrumente	30
4.2.1 Online-Fragebogen für Lehrende und Studierende	30
4.2.2 Interview mit Lehrenden	38
4.3 Beschreibung der Stichprobe	42
4.4 Methodisches Vorgehen bei der Auswertung der Fragebogenstudie.....	44
4.4.1 Auswertung der Rangfolge-Aufgabe	46
4.4.2 Auswertung der Aufgaben mit Likert-Skala.....	46
4.4.3 Auswertung der Single-Choice- und Multiple-Choice-Aufgaben	48
4.4.4 Auswertung der offenen Aufgaben	48
4.5 Methodisches Vorgehen bei der Auswertung der Interviewstudie.....	59
5 Ergebnisse der Fragebogenstudien	65
5.1 Ziele von Praktika (allgemein)	65
5.1.1 Ziele von Praktika – Rangfolge-Aufgabe.....	65
5.1.2 Ziele von Praktika – offene Aufgabe.....	72

5.2 Relevanz einzelner NDAW.....	76
5.3. Anforderung an die Kompetenzen der Studierenden bzgl. der einzelnen NDAW	83
5.4 Vorkommen von NDAW in Praktika aus Sicht von Lehrenden	86
5.5 Lernunterstützung zu NDAW-Kompetenzen in Praktika aus Sicht von Lehrenden	89
5.6 Erwartungen von Studierenden an das Vorkommen und die Förderung der NDAW-Kompetenzen	92
5.7 Überprüfung der NDAW-Kompetenzen aus Sicht von Lehrenden	97
5.8 Wahrnehmung von Studierenden bzgl. der Prüfungsrelevanz von NDAW-Kompetenzen	100
6 Ergebnisse der Interviewstudien	103
7 Zusammenfassung und Diskussion	105
7.1 Relevanz von NDAW als Ziel von Praktika.....	106
7.1.1 Relevanz der NDAW im Vergleich zu anderen Praktikumszielen.....	106
7.1.2 Relevanz der einzelnen NDAW als Praktikumsziel	107
7.1.3 Überprüfung der NDAW-Kompetenzen in Praktika	109
7.1.4 Fazit.....	110
7.2 Vorkommen und Förderung der NDAW-Kompetenzen in Praktika.....	111
7.2.1 Vorkommen der NDAW in Praktika aus Sicht von Lehrenden	111
7.2.2 Förderung der NDAW-Kompetenzen aus Sicht von Lehrenden.....	112
7.2.3 Vorkommen und Förderung der NDAW-Kompetenzen aus Sicht von Studierenden	116
7.2.4 Fazit.....	118
8 Ausblick.....	121
Literaturverzeichnis.....	123
Anhang.....	133
A: Ergänzende Tabellen.....	133
B: Fragebogen für Lehrende.....	137
C: Fragebogen für Studierende	146
Danksagung.....	153

1 Einleitung

Im „Qualifikationsrahmen für Deutsche Hochschulabschlüsse“, welcher im Jahr 2005 aus der Bologna-Reform hervorging und eine Grundlage für die Qualitätskriterien bei der Akkreditierung von Studiengängen darstellt, legt die KMK u. a. die Vermittlung des wissenschaftlichen Erkenntnisfortschritts zusammen mit der Einübung wissenschaftlichen Denkens und Arbeitens als eines der zentralen Ziele von Studiengängen fest (KMK, 2017). Speziell auf naturwissenschaftliche Studiengänge bezogen, bedeutet dies insbesondere das Erlernen von Fähigkeiten aus dem Bereich der naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen, wie das Planen, Durchführen oder Auswerten einer naturwissenschaftlichen Untersuchung (ASIIN, 2019a, 2019b, 2020). Ein Ort im Studium, der sich besonders gut zum Erlernen der Fähigkeiten aus dem Bereich der naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen eignet, stellen Praktika¹ dar, da diese Studierenden die Gelegenheit bieten, selbst praktisch-experimentell zu arbeiten und somit einige naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen selbst auszuführen (Reid & Shah, 2007; Terkowsky et al., 2020). Darüber hinaus wird häufig angenommen, dass Praktika einen Beitrag zur Erreichung einer Reihe unterschiedlicher Ziele leisten. Zu diesen gehören u. a. der Aufbau experimenteller Fertigkeiten, die Förderung des Verständnisses von naturwissenschaftlichen Phänomenen und Zusammenhängen oder die Entwicklung von Fähigkeiten des naturwissenschaftlichen Denkens und Arbeitens (Nagel et al., 2018; Reid & Shah, 2007; Teichmann et al., 2022; Welzel et al., 1998). Welchen Stellenwert das naturwissenschaftliche Denken und Arbeiten im Vergleich zu solchen Zielen einnimmt, ist bisher nur teilweise bekannt, da die Fähigkeiten des naturwissenschaftlichen Denkens und Arbeitens in der Regel nicht in Abgrenzung zu anderen Zielen betrachtet werden.

Aus bisherigen Forschungsarbeiten ist bereits viel darüber bekannt, wie die Fähigkeiten des naturwissenschaftlichen Denkens und Arbeitens effektiv gefördert werden können (z. B. Arnold et al., 2014; Kirschner et al., 2006; Schalk et al., 2019; Sweller et al., 2007; Vorholzer, 2016). Befunde zeigen, dass dabei unter anderem das praktisch-experimentelle Arbeiten eine Rolle spielt und es zudem hilfreich ist, wenn die diesem Arbeiten zugrundeliegenden Regeln und Strategien (z. B. „In einer Untersuchung sollte möglichst nur die Variable verändert werden, deren Einfluss überprüft werden soll“ oder „In einem Diagramm wird die unabhängige Variable immer auf der Abszisse aufgetragen.“; Vorholzer, 2016, S. 17 f.) explizit thematisiert werden (Lorch et al., 2010; Matlen et al., 2013; Vorholzer, 2016). Allerdings liegen bislang nur wenige Erkenntnisse darüber vor, inwiefern solche Gestaltungsmerkmale der Förderung von naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen in Praktika

¹ (Naturwissenschaftliche) Praktika bezeichnen in dieser Arbeit eine Lehrform, in der Studierende in einer speziell dafür vorbereiteten Lernumgebung Untersuchungen durchführen. Abzugrenzen sind davon z. B. Betriebspraktika oder Schulpraktika (vgl. z. B. Nagel et al. 2018).

tatsächlich adressiert werden. So fußen bisherige Beschreibungen typischer Gestaltungsmerkmale von Praktika oftmals nur auf anekdotischer Evidenz (z. B. Rehfeldt, 2017; Sacher & Bauer, 2020). Vor diesem Hintergrund können empirisch fundierte Einblicke in die aktuelle Praxis naturwissenschaftlicher Praktika nicht nur wichtig Erkenntnisse, sondern auch einen Ausgangspunkt für die Weiterentwicklung von Praktika liefern. Aus diesem Grund ist es Ziel dieser Arbeit, zu untersuchen, welche Relevanz Praktikumsleiter*innen und Praktikumsbetreuende, im Folgenden als Lehrende bezeichnet, dem Aufbau von Kompetenzen aus dem Bereich der naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen zusprechen und inwiefern sie diese in der Gestaltung ihrer Praktika berücksichtigen. Da bekannt ist, dass die von den Lehrenden primär angestrebten Ziele praktisch-experimentellen Arbeitens teilweise von jenen Zielen abweichen, die Lernende primär wahrnehmen (Hofstein & Lunetta, 2004), soll dabei nicht nur die Sichtweise der Lehrenden, sondern auch die der Studierenden miteinbezogen werden. Dazu wird in Kapitel 2 dieser Arbeit zunächst eine Modellierung naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen vorgenommen. Anschließend wird der aktuelle Forschungsstand zur Relevanz von naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen in naturwissenschaftlichen Praktika, der Forschung zur effektiven Förderung der NDAW sowie deren Umsetzung in Praktika beschrieben. Hieraus werden sodann in Kapitel 3 die Forschungsfragen dieser Arbeit abgeleitet und in Kapitel 4 das Studiendesign sowie die zugrundeliegende Stichprobe beschrieben und die eingesetzten Erhebungs- und Auswertungsmethoden vorgestellt. In den Kapiteln 5 und 6 werden die Ergebnisse der Auswertung der Fragebögen und Interviews dargestellt. Nach der Diskussion der Ergebnisse der Erhebungen in Kapitel 7 werden zum Abschluss in Kapitel 8 mögliche Perspektiven für die Forschung aufgezeigt.

2 Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen und deren Rolle in naturwissenschaftlichen Praktika an Universitäten

2.1 Definition naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen

Die naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen (NDAW) beschreiben eine Zusammenfassung mehrerer Teilfähigkeiten, welche typischerweise entlang der Schritte eines idealisierten Erkenntnisgewinnungsprozesses beschrieben werden (Fragestellung, Hypothese, Planung, Durchführung, Auswertung etc.; vgl. Pedaste et al., 2015; Rönnebeck et al., 2016). Um die einzelnen Schritte eines Erkenntnisprozesses zielgerichtet und sachangemessen ausführen und die zugehörigen Fähigkeiten entfalten zu können, werden sowohl inhalts- als auch prozessbezogene Konzepte, z. B. Definitionen, Gesetze, Regeln, benötigt (von Aufschnaiter & Hofmann, 2014). Mit inhaltsbezogenen Konzepten ist dabei insbesondere fachinhaltliches Wissen gemeint, z. B. „Die Reaktion von Schwefelsäure mit Wasser zu Schwefelsäurehydrat ist eine stark exotherme Reaktion“. Dieses Wissen ist beispielsweise bei der Planung einer Untersuchung mit Schwefelsäure wichtig, da auf Grund der stark exothermen Reaktion Schwefelsäure immer vorsichtig in Wasser gegeben werden muss (und nicht in umgekehrter Reihenfolge), um die Reaktion besser kontrollieren und mögliche Siedeverzüge oder springendes Glas vermeiden zu können (Wiberg, 2008). Prozessbezogene Konzepte beziehen sich hingegen auf Kriterien oder Regeln, die beispielsweise beim Planen von Untersuchungen zu beachten sind (von Aufschnaiter & Hofmann, 2014). So ist z. B. ein wichtiges Konzept für die Planung einer variablenkontrollierten Untersuchung, dass die unabhängige Variable systematisch verändert und die abhängige Variable beobachtet wird (Arnold et al., 2012; Vorholzer, 2016). Die Bestimmung der unabhängigen und abhängigen Variablen erfordert häufig wiederum auf Grundlage von fachinhaltlichem Wissen. Die prozessbezogenen Konzepte und Fähigkeiten, die zur zielgerichteten und sachangemessenen Ausgestaltung der Erkenntnisprozesse benötigt werden, werden in dieser Arbeit als „Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW“ bezeichnet. Da es in dieser Arbeit nicht um die empirische Erfassung solcher Kompetenzen, sondern um die Relevanz und das Vorkommen der einzelnen NDAW in Praktika sowie die Förderung der Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW in Praktika geht, wird auf die konkreten Kompetenzen im Folgenden nicht genauer eingegangen.

In der Literatur ist eine Vielzahl an Modellierungen der NDAW zu finden, welche in der Regel domänenunspezifisch, also nicht speziell auf eine naturwissenschaftliche Disziplin, wie z. B. die Chemie, zugeschnitten sind. Da jede naturwissenschaftliche Disziplin jedoch ihren eigenen Charakter hat, gibt es durchaus auch domänenspezifische Modellierungen (z. B. Graf, 2013), die im Rahmen dieser fächerübergreifenden Arbeit jedoch nicht weiter erörtert werden. Entsprechende Schritte eines Erkenntnisgewinnungsprozesses werden in den Modellierungen der NDAW in drei oder mehr Teilfähigkeiten unterschieden, welche sich in

unterschiedlicher Form aus dem Formulieren von Fragestellungen und Hypothesen, dem Planen und Durchführen von Untersuchungen sowie dem Auswerten von Daten und der Reflexion der Ergebnisse zusammensetzen (z. B. Emden & Sumfleth, 2016; Krell et al., 2022; Nehring et al., 2016; Vorholzer, von Aufschnaiter & Boone, 2020). Eine eher geringe Anzahl unterschiedener Teilfähigkeiten wird beispielsweise häufig in Arbeiten verwendet, welche auf die empirische Erfassung von Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW abzielen, da sich auf diese Weise u. a. einzelne zu den jeweiligen Erkenntnisgewinnungsschritten zugehörigen Kompetenzen zusammenfassen lassen (z. B. das Formulieren von Fragestellungen und Hypothesen; siehe z. B. Arnold et al., 2018; Vorholzer, 2016). Für diese Arbeit erscheint eine feingliedrigere Unterscheidung zwischen den fünf Teilfähigkeiten Formulieren von Fragestellungen, Formulieren von Hypothesen, Planen von Untersuchungen, Durchführen von Untersuchungen sowie dem Auswerten der Daten sinnvoll, da diese den Ablauf des naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses etwas spezifischer widerspiegeln und es damit ermöglichen, einen differenzierteren Einblick in das Vorkommen und die Anwendungsmöglichkeiten der NDAW in Praktika zu erhalten. Neben den fünf genannten Teilfähigkeiten wird in dieser Arbeit zudem das Dokumentieren des Erkenntnisprozesses als übergeordnete Teilfähigkeit der NDAW betrachtet. An dieser Stelle soll angemerkt werden, dass die Prozessschritte im Folgenden zwar in der Reihenfolge eines idealisierten, linearen Ablaufs beschrieben, aber keinesfalls als ein solcher verstanden werden. So können die Prozessschritte auch in unterschiedlicher Reihenfolge und/oder iterativ auftreten. Im Folgenden werden die Schritte des Erkenntnisprozesses genauer beschrieben und einige charakteristische Eigenschaften aufgezeigt.

Formulieren von naturwissenschaftlichen Fragestellungen

Die Entwicklung und Formulierung einer Fragestellung stellt in einer idealisierten Abfolge den Ausgangspunkt eines Erkenntnisprozesses dar. Darüber hinaus kann eine Fragestellung auch aus vorangegangenen Erkenntnisprozessen hervorgehen (Nawrath et al., 2011; Sonnenschein, 2019). Mit der Fragestellung wird vorgegeben, was untersucht werden soll (Nawrath et al., 2011), weshalb sie möglichst zielgerichtet und präzise formuliert werden sollte (Vorholzer, 2016). In den Naturwissenschaften zielen Fragestellungen vor allem auf beobachtbare, objektivierbare Phänomene aus der Natur ab, die es ermöglichen, die Phänomene und das Wissen zu deren Beschreibung und Erklärung zu verknüpfen (Nehring, 2014).

Formulieren von naturwissenschaftlichen Hypothesen

Auf Grundlage der Fragestellung werden bei confirmatorischen Untersuchungen Hypothesen formuliert, die begründete Vorhersagen über den zu untersuchenden Zusammenhang

oder die zu untersuchende Ursache eines Phänomens treffen² (Nawrath et al., 2011; Schreiber et al., 2009; Schulz et al., 2012). Die Hypothese sollte logisch und widerspruchsfrei formuliert und empirisch falsifizierbar sein (Popper, 1994). Hypothesen haben einen vorläufigen Charakter und werden verworfen oder modifiziert und erneut empirisch geprüft, wenn sie sich als unwahr oder nicht präzise genug herausstellen. Insbesondere die Modifizierung von Hypothesen sorgt dafür, dass im Erkenntnisprozess Schleifen entstehen und dieser keiner idealisierten Abfolge entspricht (Sonnenschein, 2019).

Planen von Untersuchungen

Anknüpfend an die Fragestellung und/oder Hypothese wird eine Untersuchung geplant und ein Untersuchungsplan entwickelt, mit der die Fragestellung explorativ untersucht bzw. die Hypothese geprüft und falsifiziert oder verifiziert werden kann (Hammann et al., 2006; Nawrath et al., 2011; Schulz et al., 2012). Dabei muss geklärt werden, welche Merkmale durch Messungen oder Beobachtungen erfasst werden sollen und welche Materialien und Instrumente dafür benötigt werden (Nawrath et al., 2011). Ein wichtiger Bestandteil der Planung einer Untersuchung sind Überlegungen zur Sicherstellung der Qualitätskriterien Validität, Reliabilität und Objektivität (Döring & Bortz, 2016), da diese maßgeblich die Stärke der Evidenz der Untersuchung beeinflussen. So muss die Untersuchungsplanung für die Überprüfung der Hypothese valide sein und die geplante Durchführung der Untersuchung durch die Minimierung von Fehlerquellen, z. B. durch Messwiederholungen, möglichst reliabel gemacht werden. Zusätzlich müssen Schritte zur Sicherstellung der Durchführungs- und Auswertungsobjektivität, z. B. durch Gewährleistung von möglichst wertungsfreien und intersubjektiv überprüfbaren Beobachtungen, eingeplant werden (Lederman et al., 2014; Sonnenschein, 2019).

Durchführen einer Untersuchung

Bei der Durchführung der Untersuchung werden aktiv Daten generiert (Nehring 2014). Dazu werden die Geräte aus dem Untersuchungsplan zusammengestellt, aufgebaut und getestet. Dabei kann die Suche nach Fehlerquellen und eine Variation des Aufbaus erforderlich sein (Nawrath et al., 2011; Schreiber et al., 2009). Anschließend wird der Untersuchungsplan durchgeführt, welcher planmäßiges, genaues und sorgfältiges Arbeiten im Umgang mit den Materialien und Instrumenten erfordert (Sonnenschein, 2019). Bei der Durchführung des Untersuchungsplans ist die Überwachung und Testung der Korrektheit der Messprozeduren und des Messablaufs zentral (Hofstein & Lunetta, 2004).

² Bei explorativen Untersuchungen gibt es in der Regel keine Hypothesen (Schulz et al. 2012).

Auswerten von Daten

Nach der Durchführung werden die bei der Untersuchung erfassten Daten ausgewertet. Zum Auswerten von Daten gehören die drei Teilaspekte *Aufbereiten*, *Interpretieren* und *Reflexion von Daten*. Bei der *Aufbereitung der Daten* werden diese in eine Form gebracht, die es ermöglicht, Schlüsse aus den Daten zu ziehen. Die *Aufbereitung* kann beispielsweise tabellarisch, grafisch und/oder mathematisch erfolgen, was jedoch nicht bei allen Untersuchungen notwendig ist (Nawrath et al., 2011). Die *Interpretation der Daten* erfolgt in Rückbezug auf die Fragestellung (und ggf. die Hypothesen) und sollte sachangemessen begründet werden (Hammann et al., 2006; Nawrath et al., 2011). In der *Reflexion der Daten* wird rückblickend die Validität des Untersuchungsplans (z. B. wie gut eignet sich der Untersuchungsplan zur Überprüfung der Hypothese), die Reliabilität der Durchführung (z. B. Erkennen des Einflusses und der Größe von Messunsicherheiten) sowie die Objektivität des gesamten Erkenntnisprozesses (z. B. Erkennen von Interpretationen und Ansätzen, die nicht zur Beantwortung der Fragestellung geeignet sind) kritisch überprüft (Arnold et al., 2012; Schreiber et al., 2009).

Dokumentieren des Erkenntnisprozesses

Während und nach dem Durchlaufen des Erkenntnisprozesses werden alle Schritte möglichst vollständig, zielführend und genau dokumentiert. Häufig geschieht dies in Form eines Protokolls, welches u. a. aus der Beschreibung des Untersuchungsziels, des Untersuchungsplans, der Beobachtungen sowie der Auswertung und Reflexion der Daten besteht (Eichler et al., 2006). Die Dokumentation des Erkenntnisprozesses sollte dabei ermöglichen, dass der Ablauf der Untersuchung möglichst exakt wiederholt und intersubjektiv nachvollzogen werden kann (Döring & Bortz, 2016; Eichler et al., 2006).

Die Definition der einzelnen Teilfähigkeiten der NDAW stellen die Grundlage für die folgenden Kapitel dar. Wird im Folgenden von „NDAW“ gesprochen, so bezieht sich die jeweilige Aussage auf alle sechs Teilfähigkeiten.

2.2 Relevanz von NDAW in naturwissenschaftlichen Praktika

In Praktika haben Studierende in der Regel die Gelegenheit, einige NDAW selbst anzuwenden (Reid & Shah, 2007; Terkowsky et al., 2020). Da jedoch angenommen wird, dass Praktika einen Beitrag zur Erreichung einer Reihe unterschiedlicher Ziele leisten sollen (z. B. Nagel et al., 2018; Reid & Shah, 2007), stellt sich die Frage, als wie zentral das Erlernen der NDAW in Praktika angesehen wird. Nachdem im vorangegangenen Kapitel die (einzelnen) NDAW definiert wurden, soll in diesem Kapitel aufgezeigt werden, welche Ziele in Praktika typischerweise verfolgt werden. Daneben sollen bisherige Befunde dazu dargelegt werden, als wie relevant Lehrende von Praktika und Studierende das Erlernen der NDAW im Vergleich zu

anderen Zielen bewerten und anknüpfend daran Forschungsergebnisse zur komparativen Relevanzbewertung einzelner NDAW derselben Personengruppen herausgestellt werden.

2.2.1 Relevanz von NDAW im Vergleich zu anderen Zielen von Praktika

Ziele von Praktika, welche in der praktikumsbezogenen Literatur zu finden sind, sind vielfältig und unterscheiden sich sowohl im Zuschnitt als auch in der Detailliertheit. Um einen Überblick über die verschiedenen Ziele zu bekommen, wurden exemplarisch fünf Zielaufstellungen verschiedener Autor*innen³ verglichen (Boud et al., 1980; Kirschner & Meester, 1988; Nagel et al., 2018; Reid & Shah, 2007; Welzel et al., 1998), die entweder auf Grundlage weiterer Literatur (Boud et al., 1980; Kirschner & Meester, 1988; Reid & Shah, 2007) oder ausgehend von der Befragung von Lehrenden (Nagel et al., 2018; Welzel et al., 1998) entwickelt wurden. Aus diesem Vergleich wurden sechs Zielkategorien⁴ herausgearbeitet: *Fachinhaltliche Kompetenzen*, *praktische Fähigkeiten*, *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW*, *Verständnis über die Natur der Naturwissenschaften*, *fächerübergreifende Kompetenzen* und *affektive Ziele*. Im Folgenden werden die jeweiligen Zielkategorien genauer erläutert und exemplarisch skizziert, inwiefern sich diese in den Zielaufstellungen anderer Autor*innen wiederfinden lassen. Anschließend wird ein Überblick gegeben, als wie relevant die Zielkategorien von Lehrenden und Studierenden naturwissenschaftlicher Praktika in den verglichenen Studien gewichtet werden.

Fachinhaltliche Kompetenzen (A)

Die Kategorie *fachinhaltliche Kompetenzen* beinhaltet das Ziel, dass in Praktika Theorie, u. a. Regeln und Gesetze, durch praktische Untersuchungen veranschaulicht, vertieft und angewendet werden soll. Dies findet sich z. B. im Ziel „To illustrate material taught in the lectures“ (S. 419) bei Boud et al. (1980) wieder. Bei diesem Ziel liegt der Fokus vor allem darauf, gelernte Theorie durch Praxis zu veranschaulichen. Diese Perspektive ist auch bei Welzel et al. (1998) zu finden, die verschiedene Unterziele zu der Oberkategorie „Die/der Lernende soll Theorie und Praxis miteinander verbinden.“ formuliert haben. Hierzu gehört beispielsweise, dass es das „Ziel des Experimentierens ist [...], naturwissenschaftliche Gesetze zu verifizieren“, „bestimmte Phänomene zu erzeugen“ oder „das Verständnis der Theorie durch Praxis zu vertiefen“ (Welzel et al., 1998, S. 33).

³ Die Zielaufstellungen von Reid und Shah (2007) sowie von Nagel et al. (2018) stellen die aktuellsten Studien dar, die zu der Auflistung von Praktikumszielen gefunden werden konnten.

⁴ Die Zielkategorien wurden so zugeschnitten, dass „Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW“ eine eigene Zielkategorie bildet und diese insbesondere von „praktischen Fähigkeiten“ und „Verständnis über die Natur der Naturwissenschaften“ abgegrenzt werden kann.

Praktische Fähigkeiten (B)

Mit der Kategorie *praktische Fähigkeiten* wird das Ziel bezeichnet, dass Studierende manuelle Geschicklichkeit, z. B. im Umgang mit bestimmten Messgeräten und Versuchsaapparaturen oder zur Durchführung bestimmter Nachweise, erlernen sollen (Emden, 2011). Auch in der Zielaufzählung von Nagel et al. (2018) ist die Kategorie zu finden und spiegelt sich beispielsweise im Ziel „Fertigkeiten beim Aufbau optischer Experimente“ (S. 98) wieder. Reid und Shah (2007) führen eine ähnliche Zielkategorie unter dem Namen „Practical skills“, welche sie als „opportunity to handle equipment and chemicals, to learn safety procedures, to master specific techniques, to measure accurately“ (S. 178) beschreiben.

Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW (C)

Unter der Kategorie *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* wird subsumiert, dass Studierende lernen sollen, naturwissenschaftlich zu denken und zu arbeiten, somit die verschiedenen Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW aufzubauen. In der Regel beziehen sich die Ziele in den einzelnen Auflistungen nicht auf den Erkenntnisprozess als Ganzen, sondern auf die einzelnen Teilschritte, also die einzelnen Teilfähigkeiten der NDAW. So führen Kirschner und Meester (1988) beispielsweise die Ziele „To formulate hypotheses“, „To design simple experiments to test hypotheses“, „To use laboratory skills in performing experiments“, „To interpret experimental data“ sowie „To describe clearly the experiment“ auf (S. 95 f.).

Verständnis über die Natur der Naturwissenschaften (D)

Die Kategorie *Verständnis über die Natur der Naturwissenschaften* umfasst die Aneignung von Wissen über Merkmale, die „die Art und Weise der Gewinnung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse, deren Entstehungsbedingungen und das Wesen naturwissenschaftlicher Erkenntnisse betreffen“ (Höttecke & Hopf, 2018, S.272). In Abgrenzung zu den *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* geht es hier nicht darum, wie die einzelnen NDAW sachangemessen ausgeführt werden, sondern warum es z. B. die einzelnen Schritte in einem Erkenntnisgewinnungsprozess gibt und welche Funktion diese für die Naturwissenschaften erfüllen (N. G. Lederman, 2007; Vorholzer, 2016). Als Beispiel kann aufgeführt werden, dass naturwissenschaftliche Erkenntnisse durch einen Prozess der Interpretation von Daten und Theoriebildung entstehen, wodurch es möglich ist, dass verschiedene Wissenschaftler*innen zu unterschiedlichen Interpretationen der Daten und damit einhergehend zu unterschiedlichen Meinungen kommen (McComas & Olson, 1998; Osborne et al., 2003). Ziele aus den verschiedenen Auflistungen, die sich der Kategorie *Verständnis über die Natur der Naturwissenschaften* zuordnen lassen, beziehen sich häufig nur auf den Aspekt der Entstehungsbedingung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse. So führen beispielsweise Boud et al. (1980) das Ziel „To show the use of 'practicals' as a process of discovery“ (S. 419) oder Reid und Shah (2007) das

Ziel „[...] to appreciate the place of the empirical as a source of evidence in enquiry“ (S. 178) auf.

Fächerübergreifende Kompetenzen (E)

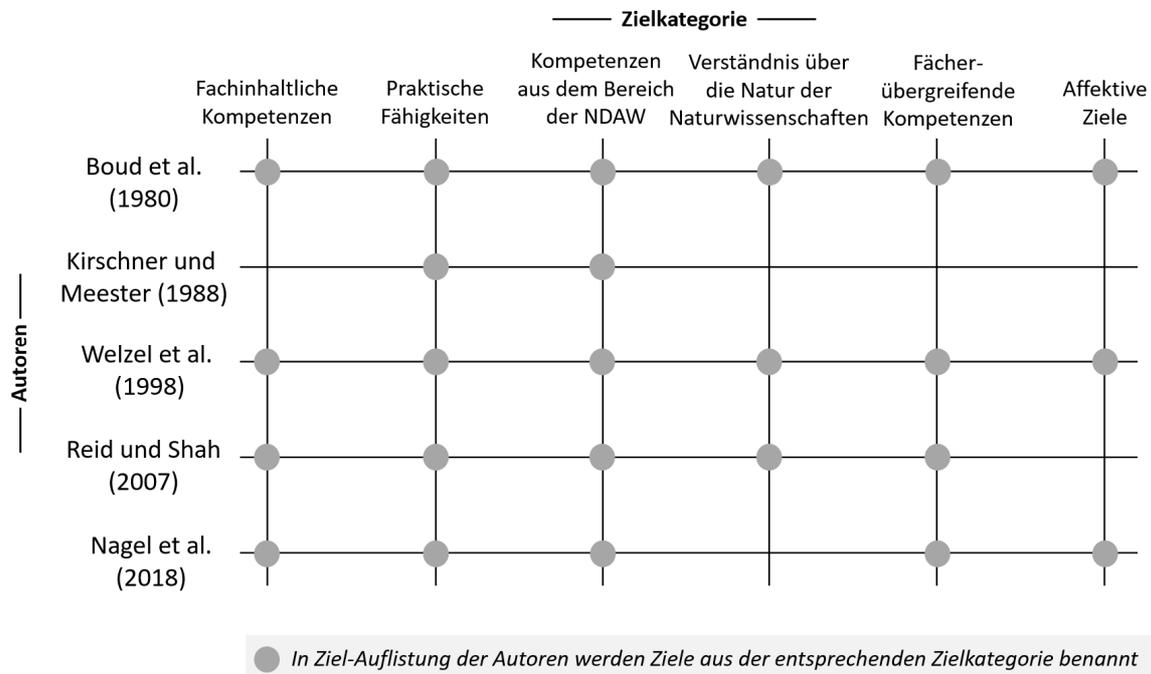
Die Kategorie *fächerübergreifende Kompetenzen* beinhaltet den Erwerb von Fähigkeiten, die über das inhaltliche und methodische Lernen aus dem Bereich der Naturwissenschaften hinausgehen, wie z. B. den Erwerb von Sozialkompetenzen oder einer allgemeinen Problemlösekompetenz. Die Zielkategorie ist beispielsweise bei Boud et al. (1980) im Ziel „To develop skills in problem solving in the multi-solution situation“ (S. 419) oder bei Welzel et al. (1998) in der Unterkategorie „Fächerübergreifende Kompetenzen der Kommunikation und der Interaktion weiterzuentwickeln“ (S. 34) enthalten.

Affektive Ziele (F)

Unter die Kategorie *affektive Ziele* fallen Ziele, welche auf die Entwicklung von Gefühlen, Einstellungen und/oder Werten ausgerichtet sind. Nagel et al. (2018) führt hierzu beispielsweise die Ziele „Freude“ und „Interesse“ (S. 98) oder Boud et al. (1980) das Ziel „To stimulate and maintain students' interest in the subject“ (S. 419) auf.

Die verschiedenen Themenbereiche der Kategorien verdeutlichen die Vielfältigkeit an Zielen in Praktika. Es konnte jedoch nicht jede Zielkategorie in jeder der verglichenen Zielaufstellungen gefunden werden. Besonders häufig werden Ziele aus den Kategorien *praktische Fähigkeiten* und *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* benannt (Boud et al., 1980; Kirschner & Meester, 1988; Nagel et al., 2018; Reid & Shah, 2007; Welzel et al., 1998). Vergleichsweise selten sind hingegen Ziele aus dem Bereich *Verständnis über die Natur der Naturwissenschaften* zu finden (Boud et al., 1980; Reid & Shah, 2007; Welzel et al., 1998). Eine Übersicht über das Vorkommen der einzelnen Zielkategorien der herangezogenen Autor*innen ist in Abb. 1 zu finden.

Abbildung 1
 Vorkommen der verschiedenen Zielkategorien in den Zielaufstellungen verschiedener Autor*innen



In Bezug auf die Einordnung der Ziele in die verschiedenen Kategorien ist zu betonen, dass die Zielaufstellungen unter jeweils unterschiedlichen Theorierahmen verfasst wurden und es nicht darum ging, die NDAW als einzelnes Ziel in den Blick zu nehmen. Aus diesem Grund konnten nicht immer alle Ziele trennscharf und/oder eindeutig in die auf Grundlage des Theorierahmens dieser Arbeit herauskristallisierten Zielkategorien eingeordnet werden. So fassen Reid und Shah (2007) beispielsweise unter dem Ziel „Scientific skills“ sowohl „[the] opportunity to learn the skills of observation and the skills of deduction and interpretation“ als auch „the opportunity to appreciate the place of the empirical as a source of evidence in enquiry and to learn how to devise experiments which offer genuine insights into chemical phenomena“ (S. 178). Der erste Teil der Zielbeschreibung lässt sich eindeutig der Kategorie *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* zuordnen. Der zweite Teil stammt jedoch nicht aus dieser Kategorie, da sich „the opportunity to appreciate the place of the empirical as a source of evidence in enquiry“ (Reid & Shah, 2007, S.178) eher der Kategorie *Verständnis über die Natur der Naturwissenschaften* zuordnen lässt. In solchen Fällen wird in der Übersicht über das Vorkommen der einzelnen Zielkategorien angegeben, dass Ziele aus beiden Kategorien vorhanden sind. Darüber hinaus gibt es auch einige wenige Ziele, die keiner der in dieser Arbeit angelegten Zielkategorien entsprechen, wie beispielsweise „To provide closer contacts between staff and students“ (Boud et al., 1980, S. 419). Folglich sind diese nicht in der Übersicht abgebildet.

Die Übersicht zum Vorkommen der einzelnen Zielkategorien bei den untersuchten Autor*innen verdeutlicht, dass die Kategorien jeweils bei einem Großteil der Autor*innen vorhanden sind. Gleichzeitig gibt die Übersicht jedoch weder Aufschluss darüber, als wie wichtig Lehrende die einzelnen Zielkategorien in Praktika einstufen, noch, als wie relevant Studierende die einzelnen Zielkategorien in Praktika wahrnehmen. Die Einstufung der Relevanz der Zielkategorien seitens der Lehrenden erscheint insofern von Bedeutung, als dass diese einen Einfluss auf die Gestaltung ihrer Lehre, in diesem Fall auf die Praktika, haben (Richardson, 1996; Skott, 2014). Die Wahrnehmung der Zielrelevanz durch die Studierenden kann wiederum ein Indikator dafür sein, inwiefern die jeweiligen Zielkategorien in Praktika tatsächlich angestrebt werden. Aus diesem Grund wird im Folgenden neben dem aus den verglichenen Studien herausgearbeiteten Forschungsstand zur Bedeutungszuschreibung der Lehrenden bzgl. der Zielkategorien auch der Forschungsstand zur wahrgenommenen Relevanz ebendieser durch die Studierenden dargestellt.

Mit der Gewichtung von Praktikumszielen aus Perspektive der Lehrenden beschäftigten sich insbesondere Welzel et al. (1998) und Nagel et al. (2018). Während Welzel et al. (1998) Lehrende naturwissenschaftlicher Disziplinen aus Schule und Universität aus verschiedenen europäischen Ländern befragten, fokussierte sich die Studie von Nagel et al. (2018) auf Lehrende physikalischer Praktika an Universitäten im deutschen Sprachraum. In der Studie von Welzel et al. (1998) zeigt sich, dass die befragten Lehrenden typischerweise Ziele aus dem Bereich *fachinhaltliche Kompetenzen* als besonders relevant, Ziele aus dem Bereich *praktische Fähigkeiten* und *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* als mehr oder weniger relevant und Ziele aus dem Bereich *fächerübergreifende Kompetenzen* als eher weniger relevant bewerteten. Da einige aufgeführte Ziele aus der Kategorie *Verständnis über die Natur der Naturwissenschaften* gemeinsam mit der Kategorie *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* erfasst wurden, lässt sich nicht sagen, ob die Kategorien von den Lehrenden als ähnlich oder als unterschiedlich relevant bewertet wurden. Bei der Gewichtung der Ziele im Fächervergleich lässt sich die Tendenz erkennen, dass Lehrende der Biologie die Ziele aus der Kategorie *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* als deutlich wichtiger bewerten als Lehrende der Chemie und Physik. In der Physik wurden hingegen im Vergleich zu den anderen beiden Disziplinen Ziele aus dem Bereich *fachinhaltliche Kompetenzen* als besonders relevant bewertet (Welzel et al., 1998). Auch in der Studie von Nagel et al. (2018) spiegelt sich die hohe Relevanz der Zielkategorie *fachinhaltliche Kompetenzen* in physikalischen Praktika wider. Im Vergleich zu der Befragung von Welzel et al. (1998) wurden bei Nagel et al. (2018) Ziele aus dem Bereich *praktische Fähigkeiten* als sehr relevant bewertet. Allerdings gilt dies nur für Praktika für Physikstudierende, da die genannten Ziele für Nebenfachpraktika ebenfalls lediglich als mehr oder weniger relevant eingestuft wurden. Die Ziele aus den Katego-

rien *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* sowie *fächerübergreifende Kompetenzen* gewichten die Befragten aus der Studie von Nagel et al. (2018) teilweise als sehr relevant und teilweise als mehr oder weniger relevant. Auffällig ist dabei, dass die Relevanz der Ziele aus der Kategorie *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* für Nebenfachpraktika auch hier in der Tendenz als weniger relevant eingestuft wurden. Die beiden Studien liefern Hinweise darauf, dass Lehrende *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* als wichtiges Ziel von Praktika bewerten, es dabei aber sowohl Unterschiede zwischen den Disziplinen als auch zwischen den Praktikumsarten (Zeitpunkt, Nebenfach vs. Hauptfach) zu geben scheint. Ob die Relevanz dieser Kategorie ähnlich hoch oder niedriger als die der anderen Zielkategorien bewertet wird, kann abschließend jedoch nicht gesagt werden, da die beiden Studien teilweise unterschiedliche Tendenzen aufzeigen und die Ziele auf Grund der differierenden Theorierahmen nicht immer trennscharf in die im Zuge dieser Arbeit angelegten Zielkategorien einsortiert werden können.

Die Wahrnehmung der Zielrelevanz durch Studierende haben u. a. Haller (1999), Boud et al. (1980) und Nagel et al. (2018) untersucht. Haller (1999) befragte dazu Studierende in physikalischen Praktika bzgl. der von Welzel et al. (1998) erfassten Ziele. Die Befunde von Haller zeigen, dass die befragten Studierenden insbesondere Ziele aus der Kategorie *praktische Fähigkeiten* als wichtige Ziele in (physikalischen) Praktika wahrnehmen. Aus den Kategorien *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* und *fächerübergreifende Kompetenzen* nahmen die Studierenden einige Ziele als relevant und andere als weniger relevant war. Boud et al. (1980), die u. a. Studierende der Biologie, Chemie und Physik befragten, sowie Nagel et al. (2018), die Studierende der Physik befragten, kamen zu ähnlichen Ergebnissen. In den beiden Studien wurden zusätzlich Ziele aus dem Bereich *fachliche Fähigkeiten* von den Studierenden als besonders relevant eingestuft. Bei Boud et al. (1980), die ebenfalls ein Ziel zum *Verständnis über die Natur der Naturwissenschaften* abfragten, wurde dieses als eher weniger relevant eingestuft. Die Studien liefern einen Hinweis darauf, dass Studierende die Zielkategorie *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* als wichtig, im Vergleich zu den Kategorien *praktische Fähigkeiten* und *fachinhaltliche Kompetenzen* jedoch als etwas weniger relevant einstufen.

Wie in der Darlegung des Forschungsstandes bereits sichtbar wird, befragten Nagel et al. (2018) sowohl Lehrende als auch Studierende physikalischer Praktika. Aus ihrer Darstellung der Zielbewertungen ist zu erkennen, dass die befragten Studierenden die Ziele im Gegensatz zu den Lehrenden tendenziell zwar ähnlich, häufig jedoch als weniger relevant einstufen. Dieses Ergebnis überrascht jedoch nicht, da in der Literatur häufig von der unterschiedlichen Zielwahrnehmung praktisch-experimenteller Arbeit von Lehrenden und Lernenden

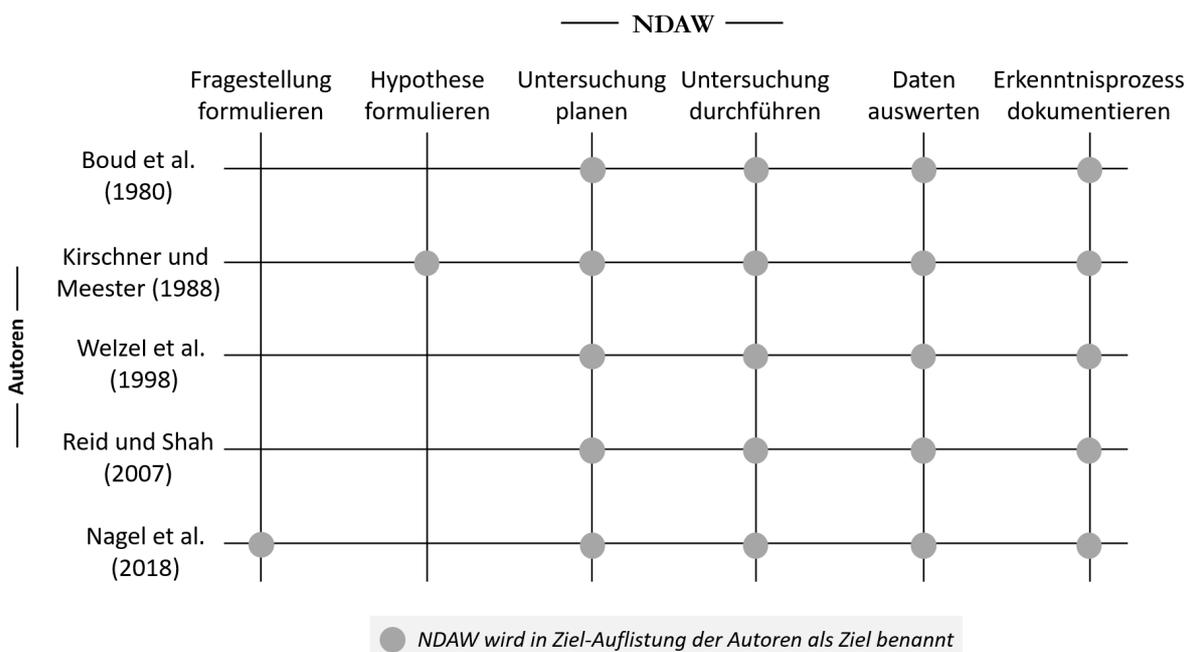
berichtet wird (Abraham, 2011; Hofstein & Lunetta, 2004). Inwiefern sich die Relevanzeinschätzung der Zielkategorien durch die Lehrenden mit der wahrgenommenen Relevanz ebendieser durch die Studierenden in den verschiedenen Studien deckt oder unterscheidet, lässt sich abschließend nur schwer bestimmen, da die Befragungen der Lehrenden keine klaren Tendenzen aufweisen und die verschiedenen Befragungen jeweils auf Grundlage unterschiedlicher Theorierahmen konstruiert wurden. Darüber hinaus konnten nur sehr wenige, zum Großteil relativ alte Studien zur Auflistung von Praktikumszielen sowie insbesondere zur Gewichtung und Wahrnehmung ebendieser durch Lehrende und Studierende gefunden werden. Um mit Blick auf die NDAW eine klare Aussage darüber treffen zu können, welchen Stellenwert der Aufbau der entsprechenden Kompetenzen als Ziel von Praktika aus Sicht der Lehrenden und Studierenden einnehmen und inwiefern sich diese beiden Sichtweisen decken, bedarf es weiterer Studien, in denen das Ziel trennscharf von anderen Zielen untersucht wird.

2.2.2 Relevanz der einzelnen NDAW als Ziel von Praktika

In der Beschreibung der Zielkategorie *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* wurde bereits angemerkt, dass sich in den untersuchten Zielaufstellungen vor allem Ziele aus dieser Kategorie finden lassen, die sich auf die einzelnen Teilfähigkeiten der NDAW beziehen. Im Folgenden wird das Vorkommen der Zielnennungen der einzelnen NDAW sowie deren Gewichtung genauer beschrieben. Mit Blick auf die einzelnen Teilfähigkeiten der NDAW aus Kapitel 2.1 lassen sich dabei besonders häufig Ziele zum *Planen von Untersuchungen*, *Durchführen von Untersuchungen*, *Auswerten von Daten* und *Dokumentieren des Erkenntnisprozesses* finden (Boud et al., 1980; Kirschner & Meester, 1988; Nagel et al., 2018; Reid & Shah, 2007; Welzel et al., 1998). Selten werden hingegen Ziele zum *Formulieren von Fragestellungen* (Nagel et al., 2018) sowie zum *Formulieren von Hypothesen* (Kirschner & Meester, 1988) genannt. Eine Übersicht hinsichtlich des Vorkommens der einzelnen NDAW bei den verschiedenen Autor*innen ist in Abb. 2 zu finden. Die Zuordnung der Ziele zu den einzelnen Teilfähigkeiten der NDAW konnte mit einer weitaus größeren Trennschärfe durchgeführt werden als die Einordnung der Ziele in die zuvor beschriebenen allgemeineren Zielkategorien, da die einzelnen Teilfähigkeiten in den Zielaufstellungen häufig explizit benannt wurden. So kann beispielsweise das Ziel „To interpret experimental data“ (Kirschner & Meester, 1988, S. 93 f.) eindeutig dem Auswerten von Daten oder das Ziel „To train students in writing reports on experiments“ (Boud et al., 1980, S. 419) eindeutig dem Dokumentieren des Erkenntnisprozesses zugeordnet werden. Schwieriger einzuordnen sind hingegen Ziele zum *Planen von Untersuchungen*, da von den Autor*innen in der Regel nicht erläutert wird, welche Modellierung des naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses sie verwenden und welche Tätigkeiten für sie zum *Planen von Untersuchungen* zählen. Da es verschiedene Modellierungen des Erkenntnisprozesses gibt, die zum *Planen von Untersuchungen* ebenfalls das *Formulieren*

von *Fragestellungen* und das *Formulieren von Hypothesen* zählen (z. B. Lunetta, 1998; Schreiber, 2012), ist es durchaus möglich, dass die Autor*innen beispielsweise bei „Ziel des Experimentierens ist es, Fähigkeiten des Planens und Durchführens von Experimenten zu entwickeln“ (Welzel et al., 1998, S. 34) oder „There is the opportunity [...] to learn how to devise experiments which offer genuine insights into chemical phenomena“ (Reid & Shah, 2007, S. 178) ebenfalls diese beiden Kompetenzen hinzuzählen. In der Übersicht sind jedoch ausschließlich die Kompetenzen eingetragen, die in den Zielen explizit erwähnt wurden. Darüber hinaus gab es teilweise auch Ziele, die keinem Teilschritt zugeordnet werden konnten, da sie sehr allgemein formuliert sind und/oder sich auf den kompletten Erkenntnisprozess beziehen, wie beispielsweise „Ziel des Experimentierens ist es, die wissenschaftliche Herangehensweise kennenzulernen“ (Welzel et al., 1998, S.34).

Abbildung 2
 Vorkommen der einzelnen Teilfähigkeiten der NDAW in den Zielaufstellungen verschiedener Autor*innen



Zur Untersuchung der Gewichtung der Relevanz der einzelnen NDAW aus Sicht der Lehrenden kann nur die Studie von Nagel et al. (2018) herangezogen werden, da in der Studie von Welzel et al. (1998) ausschließlich die Gewichtung von Oberkategorien aufgezeigt wird und nicht die der zugehörigen Unterziele, in denen die Aufspaltung in die einzelnen NDAW enthalten ist. In der Befragung von Nagel et al. (2018) mit Lehrenden physikalischer Praktika wurden Ziele zum *Durchführen von Untersuchungen*, *Auswerten von Daten* und *Dokumentieren des Erkenntnisprozesses* zum Teil als besonders relevant und zum Teil als mäßig relevant bewertet. Dabei wurden die Ziele in der Tendenz für Hauptfachstudierende wichtiger

eingestuft als für Nebenfachstudierende. Ziele, in denen sich das *Formulieren von Fragestellungen* sowie das *Planen von Untersuchungen* widerspiegeln, wurden in Hauptfachpraktika als mäßig relevant und in Nebenfachpraktika als unwichtig bewertet. Hinweise über die Wahrnehmung der Relevanz der einzelnen NDAW als Ziel von Praktika durch die Studierenden lassen sich aus den Studien von Boud et al. (1980) und Nagel et al. (2018) ableiten. In beiden Studien bewerteten die Studierenden vor allem Ziele zum *Auswerten von Daten* als besonders wichtig, gefolgt von Zielen zum *Durchführen von Untersuchungen* und *Dokumentieren des Erkenntnisprozesses*. Ziele zum *Planen von Untersuchungen* wurden im Vergleich als weniger relevant bewertet (Boud et al., 1980; Nagel et al., 2018). Als noch weniger relevant wurde das *Formulieren von Fragestellungen* eingestuft, welches jedoch nur von Nagel et al. (2018) als Ziel von Praktika abgefragt wurde.

Ein Vergleich zwischen der aus den Studien abgeleiteten Relevanzeinschätzung der einzelnen Teilfähigkeiten der NDAW als Ziele von Praktika durch Lehrende mit der wahrgenommenen Relevanz ebendieser durch Studierende lässt vermuten, dass sich diese beiden Perspektiven decken. Die Ergebnisse von Nagel et al. (2018) deuten insbesondere darauf hin, dass Studierende die einzelnen NDAW als ähnlich relevant, in der Tendenz jedoch etwas schwächer als die Lehrenden gewichteten. Da allerdings in der Studie von Nagel et al. (2018) ausschließlich Lehrende physikalischer Praktika befragt wurden, bleibt unklar, als wie relevant Lehrende der Biologie und Chemie die einzelnen NDAW in Praktika gewichteten. Zudem wurde das *Formulieren von Fragestellungen* nur bei Nagel et al. (2018) untersucht, das *Formulieren von Hypothesen* als Ziel von Praktika jedoch in keiner der Studien erfasst, sodass nur vermutet werden kann, dass diesen beiden NDAW eine geringere als den anderen NDAW. Darüber hinaus ist die Studienlage auch hier sehr begrenzt und veraltet. Folglich erscheint es zur Einschätzung der Relevanz der einzelnen NDAW als Ziel von Praktika notwendig, weitere Befragungen mit Lehrenden und Studierenden zu den Zielen von Praktika durchzuführen, die speziell auf die NDAW ausgerichtet sind.

2.3 Ausgestaltung von Praktika zur Förderung von NDAW-Kompetenzen

Anhand des letzten Kapitels wird ersichtlich, dass der Aufbau von Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW ein wesentliches Ziel von Praktika darstellt. Aus diesem Grund soll im Folgenden auf Basis bestehender Forschungsarbeiten herausgearbeitet werden, welche Möglichkeiten zur Förderung von NDAW bestehen und wie diese in Praktika aktuell gefördert werden. Hierzu werden zu Beginn (Kap. 2.3.1) unter Berücksichtigung empirischer Befunde zentrale Instruktionselemente zur effektiven Förderung solcher Kompetenzen aufgezeigt. Aus den vielfältigen Arbeiten, aus denen sich grundsätzlich Hinweise zur Förderung von NDAW ableiten lassen, wird sich vor allem auf solche Untersuchungen beschränkt, welche die inhaltliche und konzeptuelle Ausgestaltung von Instruktionen sowie die Möglichkeit

der eigenständigen Anwendung der NDAW in den Blick nehmen, da diese Merkmale übergreifend auf einen Großteil der verschiedenen Lernunterstützungen (z. B. Skripte, Interaktionen zwischen Lehrenden und Studierenden) anwendbar sind. Eine Vielzahl der Literatur zur Förderung der Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW stammt aus dem schulischen Bereich (Lorch et al., 2010; Vorholzer, 2016; Zhang & van Reet, 2021). Da vergleichsweise wenig Literatur aus dem universitären Bereich vorliegt und vermutet werden kann, dass insbesondere Studienanfänger ein eher geringes Vorwissen im Bereich der NDAW aufweisen (Sonnenschein, 2019), werden in diesem Kapitel sowohl empirische Befunde und theoretische Annahmen aus dem universitären als auch aus dem schulischen Bereich aufgezeigt. Nachdem zentrale Instruktionselemente zur effektiven Förderung von Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW in Praktika aufgezeigt wurden, wird in Kapitel 2.3.2 anhand bisheriger Befunde ihre tatsächliche Anwendung in Praktika herausgearbeitet.

2.3.1 Zentrale Instruktionselemente zur Förderung von NDAW-Kompetenzen

Ziel des Aufbaus von Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW ist insbesondere das eigenständige Anwenden ebenjener. Beispielsweise sollen Studierende nicht nur Untersuchungen durchführen und Daten auswerten, sondern auch Fragestellungen formulieren und Untersuchungen planen können (Nagel et al., 2018; Welzel et al., 1998). Aus diesem Grund erscheint es sinnvoll, dass Lernenden im Lernprozess die Möglichkeit gegeben wird, eigenständig naturwissenschaftlich zu arbeiten. Diese theoretische Überlegung wird auch durch eine Vielzahl an empirischen Befunden gestützt, welche zeigen, dass das eigenständige naturwissenschaftliche Arbeiten ein zentrales Element für die Förderung von Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW darstellt (Arnold et al., 2014; Dean, D. & Kuhn, D., 2007; Minstrell, 2000; Schalk et al., 2019). Da für das sachangemessene naturwissenschaftliche Arbeiten jedoch auch die zugehörigen Konzepte benötigt werden, erscheint es darüber hinaus notwendig, dass die Lernenden diese auch im Lernprozess erwerben können (von Aufschnaiter & Hofmann, 2014). Diese theoretische Überlegung kann ebenfalls mittels verschiedener empirischer Befunde gestützt werden, die aufzeigen, dass sich Lernunterstützungen während des eigenständigen naturwissenschaftlichen Arbeitens im Lernprozess positiv auf den Kompetenzaufbau der NDAW auswirken (Alfieri et al., 2011; Lazonder & Harmsen, 2016). Mögliche Maßnahmen zur Unterstützung der Studierenden beim Erlernen der NDAW in Praktika können sehr unterschiedlich aussehen und reichen z. B. von Informationen und Aufgaben in Praktikumsskripten über das Führen von Diskussionen bis hin zum Geben von Rückmeldungen (Agustian & Seery, 2017; Ropohl & Scheuermann, 2018). Grundsätzlich lassen sich gemäß Vorholzer und von Aufschnaiter (2019) diese vielfältigen Maßnahmen jedoch nach drei Dimensionen systematisieren: *Grad der Autonomie*, *Grad der konzeptuellen Informationsmitteilung* sowie *Grad der kognitiven Domäne der Lernunterstützung*. Die von Vorholzer und

von Aufschnaiter (2019) herausgearbeiteten Dimensionen werden im Folgenden kurz beschrieben und anschließend genutzt, um daraus zentrale Instruktionselemente zur Förderung von Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW abzuleiten.

Grad der Autonomie

Der *Grad der Autonomie* bezeichnet den Umfang der Möglichkeiten, der Lernenden für individuelle Entscheidungen beim naturwissenschaftlichen Arbeiten zur Verfügung steht (Vorholzer & von Aufschnaiter, 2019). Er kann sich dabei entweder auf den gesamten Erkenntnisprozess oder auf die einzelnen Teilschritte selbst beziehen. Hierunter fällt beispielsweise, ob Studierende eine Untersuchung vollständig selbst planen, zum Teil selbst planen (z. B. die Abstände der Messpunkte) oder den Untersuchungsplan vorgegeben bekommen (Arnold et al., 2014). Klassifizierungen des *Grads der Autonomie*, welche sich auf den gesamten Erkenntnisprozess beziehen, unterscheiden typischerweise verschiedene NDAW daraufhin, ob sie den Lernenden vorgegeben werden oder ob sie diese selbst ausführen müssen (Akuma & Callaghan, 2019; Blanchard, M. R., Southerland, S. A. et al., 2010; Schwab, 1962). Buck et al. (2008), deren Modellierung der NDAW in Ansätzen jener dieser Arbeit ähnelt, unterscheidet beispielsweise sechs Teilkompetenzen. Aus der Kombination der NDAW und der Möglichkeiten, die Lernende für individuelle Entscheidungen haben, klassifizieren sie $3\frac{1}{2}$ *Grade der Autonomie* (siehe Übersicht in Abb. 3). Je mehr Entscheidungen die Lernenden selbst treffen können, desto höher ist der *Grad der Autonomie*. Grad $\frac{1}{2}$, „Structured inquiry“, bezeichnet etwa ein Setting, in dem den Lernenden von der Fragestellung über die Planung der Untersuchung bis hin zur Analyse der Daten alles vorgegeben wird und die Lernenden lediglich die Möglichkeit haben, die Ergebnisse zu dokumentieren und Schlüsse zu ziehen. Grad 2, „Open inquiry“, beschreibt hingegen einen Ansatz, in dem die Studierenden nur die Fragestellung sowie den theoretischen Hintergrund vorgegeben bekommen und von der Planung bis zur Auswertung der Untersuchung alles eigenständig vornehmen müssen (Buck et al., 2008).

Neben Klassifizierungen, die denen von Buck et al. (2008) ähneln (z. B. Akuma & Callaghan, 2019; Blanchard, M. R., Southerland, S. A. et al., 2010; Schwab, 1962), konnten nur wenige gefunden werden, die über die Möglichkeiten „vorgegeben“ und „nicht vorgegeben“ bzw. „selbst ausführen“ hinaus noch weitere Möglichkeiten, etwa „zum Teil vorgegeben“, berücksichtigen. Eine der wenigen Klassifizierungen aus diesem Bereich stellt die von Baur und Emden (2021) dar, welche berücksichtigt, dass beispielsweise auch aus einer Auswahl an Vorgaben (z. B. vorgegebene Fragestellungen, vorgegebene Untersuchungspläne) ausgewählt werden kann. Zusätzlich beziehen die Autoren in ihre Klassifizierung auch die Unterscheidung ein, ob die jeweilige NDAW selbstständig oder mittels Unterstützung ausgeführt wird.

Abbildung 3

Klassifizierung des Grads der Autonomie nach Buck et al. (2008)

Charakteristik	Grad 0: Confirmation	Grad ½: Structured inquiry	Grad 1: Guided inquiry	Grad 2: Open inquiry	Grad 3: Authentic inquiry
Problem/Fragestellung	vorgegeben	vorgegeben	vorgegeben	vorgegeben	nicht vorgegeben
Theorie/Hintergrund	vorgegeben	vorgegeben	vorgegeben	vorgegeben	nicht vorgegeben
Untersuchungsplan	vorgegeben	vorgegeben	vorgegeben	nicht vorgegeben	nicht vorgegeben
Auswertung der Daten	vorgegeben	vorgegeben	nicht vorgegeben	nicht vorgegeben	nicht vorgegeben
Dokumentation der Ergebnisse	vorgegeben	nicht vorgegeben	nicht vorgegeben	nicht vorgegeben	nicht vorgegeben
Schlussfolgerung	vorgegeben	nicht vorgegeben	nicht vorgegeben	nicht vorgegeben	nicht vorgegeben

Übersetzt nach Buck et al. (2008), S. 54

Grad der konzeptuellen Informationsmitteilung

Der *Grad der konzeptuellen Informationsmitteilung* beschreibt die Art und Weise des Instruktionsansatzes, mit dem Lernende die für die NDAW-Kompetenzen erforderlichen Konzepte vor oder während des naturwissenschaftlichen Arbeitens erhalten. Vorholzer und von Aufschnaiter (2019) nennen dabei einen *minimal angeleiteten*, einen *impliziten* und einen *expliziten* Instruktionsansatz als mögliche Wege. Das zentrale Element eines *expliziten* Instruktionsansatzes ist, dass die angestrebten Konzepte, z. B. zum Planen von Untersuchungen, den Lernenden mitgeteilt und erklärt werden (Kalthoff et al., 2018; Schwichow et al., 2016; Vorholzer & von Aufschnaiter, 2019). In der *impliziten* Variante einer Anleitung werden den Lernenden die angestrebten Konzepte nicht mitgeteilt, sondern sie werden z. B. durch Hinweise oder Aufforderungen dabei unterstützt, die Konzepte selbst zu entdecken (Alfieri et al., 2011; Vorholzer & von Aufschnaiter, 2019). Bei einem *minimal geleiteten* Instruktionsansatz bekommen die Lernenden weder die angestrebten Konzepte mitgeteilt, noch bekommen sie Unterstützung beim Finden dieser Konzepte. Vielmehr müssen sie sich diese gemäß eines „Trial and Error“-Ansatzes selbst erarbeiten. Bei der Beschreibung der verschiedenen Instruktionsansätze betonen die Autor*innen, dass diese als ein Kontinuum verstanden werden müssen. Folglich stellen die verschiedenen Instruktionsansätze keine Gegensätze dar. So kann beispielweise eine *explizite* Variante auch *implizite* Elemente enthalten. Darüber hinaus geben die verschiedenen Instruktionsansätze nicht vor, mit welcher Methode das Lernszenario gestaltet wird. So kann dies z. B. als Lehrervortrag oder in einer Selbsterarbeitungsphase erfolgen (Vorholzer & von Aufschnaiter, 2019).

Neben den zuvor genannten zentralen Elementen der jeweiligen Ansätze werden insbesondere zum *expliziten* Instruktionsansatz in der Forschung noch weitere Elemente benannt. Diese zielen auf eine Vertiefung der Konzepte ab und umfassen u. a. das Stellen von Aufgaben oder das Geben von Rückmeldungen (Alfieri et al., 2011; Kalthoff et al., 2018; Lazonder & Harmsen, 2016). Zentral ist bei zusätzlichen Aufgaben, dass diese die Ausarbeitung, Reflexion und Einübung der entsprechenden Konzepte anregen (z. B. „Bei welchem Merkmal der Untersuchung handelt es sich um die abhängige und bei welchem um die unabhängige Variable?“) und nicht lediglich zur Ausführung einer zugehörigen Aktivität auffordern (z. B. „Planen Sie eine wissenschaftliche Untersuchung“). Das Geben von Feedback zielt auf die Anwendung der Konzepte ab und kann beispielsweise eingesetzt werden, um den Lernenden Rückmeldung zum Lernstand zu geben oder ihnen mitzuteilen, ob die Anwendung der Konzepte gelungen ist oder nicht (Hild et al., 2020; Ropohl & Scheuermann, 2018). In dieser Arbeit wird unter dem *expliziten* Instruktionsansatz ausschließlich das Mitteilen und Erklären der angestrebten Konzepte verstanden. Das Stellen von Aufgaben sowie das Geben von Rückmeldungen wird hingegen allgemein als eine Lernunterstützung verstanden, welche *minimal angeleitete*, *implizite* und/oder *explizite* Instruktionselemente enthalten kann.

Kognitive Domäne der Lernunterstützung

Die *kognitive Domäne der Lernunterstützung* bezeichnet den inhaltlichen Bereich (z. B. Fachinhalt, Fachmethode), in dem die Anforderungen beim naturwissenschaftlichen Arbeiten durch eine vorgenommene Lernunterstützung reduziert werden sollen (Vorholzer & von Aufschnaiter, 2019). Lernunterstützungen aus dem fachinhaltlichen Bereich zielen vor allem auf fachinhaltliche Konzepte (z. B. „Bei einer Säure-Base-Reaktion entsteht Wasser und Salz.“) sowie fachinhaltliche Fähigkeiten (z. B. Aufstellen von Reaktionsgleichungen) ab. Lernunterstützungen aus dem fachmethodischen Bereich beziehen sich hingegen auf NDAW-Konzepte (z. B. „Bei einer variablenkontrollierten Untersuchung wird die unabhängige Variable systematisch verändert und die abhängige Variable beobachtet“) sowie NDAW-Fähigkeiten (z. B. Planen variablenkontrollierter Untersuchungen).

Ableitung zentraler Instruktionselemente zur Förderung der NDAW

Durch das Justieren der beschriebenen Dimensionen auf Grundlage des Lernziels (im Rahmen dieser Arbeit insbesondere in Bezug auf die NDAW), des Vorwissens und der Erfahrung der Lernenden können die Anforderungen in der Lernumgebung an die Lernenden angepasst werden, sodass erfolgreiches (individuelles) Lernen effektiv unterstützt wird (z. B. Hmelo-Silver et al., 2007; Matlen et al., 2013; Vorholzer, Hägele & von Aufschnaiter, 2020). Im Folgenden werden zu den jeweiligen Dimensionen Instruktionselemente für Praktika aufgezeigt, die sich – unter Berücksichtigung des Vorwissens und der Erfahrungen der Lernenden

– in Studien als lernförderlich⁵ erwiesen haben oder sich aus theoretischen Überlegungen ergeben. Die theoretischen Überlegungen fußen dabei vor allem auf der *Cognitive Load Theory*, welche davon ausgeht, dass Lernen mit kognitiver Belastung verbunden ist, da die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses begrenzt ist (Sweller, 2011). Die kognitive Belastung setzt sich additiv aus dem „intrinsic cognitive load, concerned with the intrinsic complexity of information; extraneous cognitive load, concerned with the manner in which instruction is designed; and germane cognitive load, concerned with the acquisition of knowledge“ (Sweller, 2010, S.123) zusammen. Da im Rahmen der *Cognitive Load Theory* angenommen wird, dass sich eine hohe kognitive Belastung negativ auf das Lernen, insbesondere bei Lernenden mit geringem Vorwissen, auswirkt, sollte die kognitive Belastung möglichst gering gehalten werden (Kalyuga et al., 2003; Kirschner et al., 2006). Dabei geht es darum, den „intrinsic und extraneous cognitive load“ gering zu halten, da der „germane cognitive load“ ausschließlich von den Eigenschaften der lernenden Person abhängig ist, also von außen nicht beeinflusst werden kann, und die Ressourcen des Arbeitsgedächtnisses beschreibt, welche die aufgenommenen Informationen verarbeitet. Dies kann u. a. durch eine Anpassung der Aufgabe, des notwendigen Wissensstandes (beides intrinsic cognitive load) sowie durch die didaktische Gestaltung der Lernumgebung (extraneous cognitive load) erreicht werden (Sweller, 2010).

Lernen in Praktika ist insbesondere deshalb kognitiv sehr anspruchsvoll, da an Studierende Anforderungen aus vielen unterschiedlichen Bereichen (d. h. hoher intrinsic cognitive load) gestellt werden (Agustian & Seery, 2017; Johnstone & Wham, 1982). So sind Studierende in Praktika beispielsweise nicht nur mit den neuen Gerätenamen und deren Anwendung konfrontiert, sondern müssen u. a. auch die zugrundeliegenden Fachinhalte der Untersuchungen verstehen bzw. sich aneignen und die Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW, beispielsweise zur Planung und Auswertung solcher Untersuchungen, erlernen. Ausgehend von der Cognitive Load Theory scheint es im Rahmen der Dimension der *kognitiven Domäne der Lernunterstützung* von Vorteil, in auf NDAW ausgerichteten Praktika die fachinhaltlichen Anforderungen zu reduzieren. Ähnliche Forderungen sind beispielsweise auch bei Minstrell (2000) oder Vorholzer und von Aufschnaiter (2019) zu finden. In Hinblick auf die Gestaltung von Praktika, in denen Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW erlernt werden sollen, schließt dies das Lehren von Fachinhalten nicht aus. Allerdings sollte die Förderung von Kompetenzen zu Fachinhalten und von Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW nicht gleichzeitig, sondern getrennt und möglicherweise auch aufeinander aufbauend stattfinden. Darüber hinaus stellt beispielsweise auch das Bereitstellen von Informationen zu Fachinhalten eine Möglichkeit dar, den „intrinsic cognitive load“ zu senken (Seery et al., 2019) und damit

⁵ In den im Folgenden aufgezeigten Studien bezieht sich „lernförderlich“ auf Lernergebnisse, Angemessenheit der Aktivitäten im Lernprozess und Produkte des Lernprozesses.

das Erlernen der NDAW zu erleichtern. Dass sich nicht nur das Bereitstellen von fachinhaltlichen, sondern auch fachmethodischen Informationen auf den Lernprozess positiv auswirken könnte, wird in folgender Beschreibung von Sweller (2011) deutlich:

„If working memory is engaged for example in conducting inefficient searches via the randomness as genesis principle [...] its limited resources are consumed by processes that fail to foster schema acquisition.“ (S. 219)

Aus Swellers Aussage lässt sich ableiten, dass sich die Suche nach nicht vorhandenem Wissen aus Sicht der *Cognitive Load Theory* negativ auf den Lernprozess auswirkt. Aus diesem Grund erscheint es in Hinblick auf den *Grad der konzeptuellen Informationsmitteilung* sinnvoll, insbesondere bei Lernenden mit wenig Vorwissen und Erfahrungen einen expliziten Instruktionsansatz zu verfolgen, in welchem die notwendigen Konzepte bereitgestellt und erklärt werden. Diese Annahme wird auch durch Befunde von beispielsweise Lorch et al. (2010), White et al. (1999) und Zohar und Peled (2008) gestützt. Allerdings weisen empirische Befunde darauf hin, dass das alleinige Explizieren eines NDAW-Konzeptes keinen Vorteil gegenüber dem impliziten oder minimal angeleiteten Instruktionsansatz zu haben scheint (Kalthoff et al., 2018; Schwichow et al., 2016). Sobald die Explizierungen der Konzepte jedoch beispielsweise mit dem selbstständigen naturwissenschaftlichen Arbeiten und/oder dem Bearbeiten von Aufgaben kombiniert werden, die die Anwendung und Reflexion von NDAW-Konzepten erfordern, führen diese in entsprechenden Untersuchungen zu einer signifikanten Verbesserung der Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW (Matlen et al., 2013; Vorholzer, Hägele & von Aufschnaiter, 2020; Wagensveld et al., 2015). Ausgehend von diesen Befunden erscheint es von Bedeutung für die Ableitung lernförderlicher Instruktionselemente, auch die konstruktivistische Perspektive heranzuziehen, innerhalb welcher Lernen als Prozess aktiver Wissenskonstruktion beschrieben wird (Gerstenmaier & Mandl, 1995). Für Instruktionselemente impliziert dies, „that students require opportunities to experience what they are to learn in a direct way and time to think and make sense of what they are learning“ (Tobin, 1990, S. 405). Genau solche Möglichkeiten bekommen die Lernenden durch die Kombination expliziter Instruktionselemente mit beispielsweise dem selbstständigen naturwissenschaftlichen Arbeiten oder der Bearbeitung von Aufgaben, was den Hinweis der empirischen Befunde stärkt, dass Explizierungen erst in Kombination mit der Anwendung der Konzepte wirksam werden. Eine Lernunterstützung, welche zur Beschäftigung mit sowie eine Reflexion der eigenen Fähigkeiten der NDAW anregt und so den Lernprozess unterstützt, stellt Feedback dar (Hild et al., 2020; Ropohl & Scheuermann, 2018). Dabei hat sich in Bezug auf die Förderung der NDAW insbesondere jenes Feedback als lernförderlich erwiesen, welches Informationen zum Lernziel, Lernstand und den nächsten Lernschritten enthält (Ropohl & Scheuermann, 2018).

Auch für theoretische Überlegungen zum *Grad der Autonomie* scheint die Berücksichtigung der *Cognitive Load Theory* sowie der konstruktivistischen Perspektive notwendig. Denn auf der einen Seite stellt das selbstständige naturwissenschaftliche Arbeiten eine Möglichkeit für die Studierenden dar, „to learn with understanding and, at the same time, engage in a process of constructing knowledge by doing science“ (Tobin, 1990, S. 405). Auch empirische Befunde weisen darauf hin, dass eine höhere Beteiligung der Lernenden beim Ausführen der NDAW zur Verbesserung der Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW beiträgt und zur Erhöhung der Motivation sowie zur Bestärkung des Selbstvertrauens der Studierenden führt, die NDAW selbst ausführen zu können (Bevins & Price, 2016; Bunterm et al., 2014; Holmes & Wieman, 2018; Rönnebeck et al., 2016). Auf der anderen Seite erhöht eine hohe Beteiligung der Studierenden bei der Ausführung der NDAW jedoch auch die kognitive Belastung, was sich wiederum negativ auf den Lernprozess auswirken kann (Belland et al., 2013; Blumenfeld et al., 2005; Kirschner et al., 2006). Diese Annahme wird durch empirische Befunde gestützt, die darauf hinweisen, dass Lernunterstützungen mit einem hohen *Grad der Autonomie* sich nicht immer positiver auf den Lernprozess auswirken als solche mit einem niedrigen *Grad der Autonomie* (Zhang & van Reet, 2021). Werden die Lernenden bei der Ausführung der NDAW jedoch angeleitet, so wirkt sich dies positiv auf den Lernprozess aus (Lazonder & Harmsen, 2016). Für die Gestaltung von Praktika kann daraus abgeleitet werden, dass diese zu Beginn – vor allem für Studierende mit sehr wenig Vorwissen und Erfahrungen – einen eher niedrigen *Grad der Autonomie* aufweisen sollten, dann aber schrittweise unter Bereitstellung vieler Lernunterstützungen mit expliziten Instruktionselementen geöffnet werden sollten, bis schließlich eine vollständige Öffnung des Praktikums erfolgt. Da das selbstständige naturwissenschaftliche Arbeiten jedoch essentiell für das Erlernen der NDAW ist, scheint es dabei von Bedeutung zu sein, nicht zu lange in der geschlossenen Praktikumsphase zu bleiben.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass für eine effektive Förderung der NDAW diese getrennt von der Förderung anderer Inhalte stattfinden und eine Lernumgebung geschaffen werden sollte, die in Bezug auf den *Grad der Autonomie* und den *Grad der konzeptuellen Informationsmitteilung* auf das Vorwissen und die Erfahrungen der Lernenden abgestimmt ist. Dabei sollten die Studierenden so viele Gelegenheiten wie möglich erhalten, selbst die NDAW auszuführen. Gleichzeitig sollte darauf geachtet werden, dass der *Grad der Autonomie* Studierende nicht überfordert. Um Studierenden dennoch möglichst viele Gelegenheiten zur Beteiligung zu bieten, ist es wirksam, die Studierenden bei der Ausführung der NDAW anzuleiten und zu unterstützen. Als besonders gewinnbringend hat es sich hierbei gezeigt, NDAW-Konzepte zu explizieren und diese nach bzw. im Zuge deren Anwendung in Untersuchungsaktivitäten oder Aufgaben reflektieren zu lassen. Auch Rückmeldung zum Lernstand, zum Lernziel und den nächsten Lernschritten erweist sich als lernförderlich.

2.3.2 Hinweise zur Nutzung von zentralen Instruktionselementen in naturwissenschaftlichen Praktika

Nachdem im vorangegangenen Teilkapitel die drei Dimensionen von Lernunterstützungen herausgearbeitet und auf dessen Grundlage effektive Gestaltungsmerkmale von Praktika abgeleitet wurden, soll dieses Kapitel den aktuellen Forschungsstand bezüglich der Gestaltung von Praktika zur Förderung der einzelnen NDAW-Kompetenzen in Hinblick auf diese drei Dimensionen darstellen.

In der Literatur lassen sich vielfältige Hinweise darauf finden, dass es eine traditionelle Praktikumsform gibt, welche auch heute noch in vielen Universitäten weltweit eingesetzt wird (z. B. Holmes & Wieman, 2018; Sacher & Bauer, 2020; Terkowsky et al., 2020; Volkwyn et al., 2008). Bei dieser traditionellen Form steht in der Regel eine Reihe von Experimenten im Mittelpunkt (Tyler, 1988), welche die verschiedenen Inhalte der Vorlesungen veranschaulichen sollen (Taylor, 1997; Volkwyn et al., 2008). Dabei sind die Untersuchungsanleitungen, das Vorgehen bei der Auswertung der gesammelten Daten sowie deren Dokumentation häufig vorgegeben (Haller, 1999; Tiberghien et al., 2001; Volkwyn et al., 2008). Tiberghien et al. (2001) stellten fest, dass solche traditionellen Praktika in den Disziplinen Biologie, Chemie und Physik in der Regel strukturell ähnlich gestaltet sind, es allerdings mit Blick auf die Zielsetzung und Entscheidungsfreiheiten leichte Unterschiede gibt. So merkten sie beispielsweise an, dass es in physikalischen Praktika insbesondere darum ginge, zu lernen, wie man Daten verarbeitet (Tiberghien et al., 2001). Zu den Praktika in den Disziplinen Biologie und Chemie stellten Tiberghien et al. (2001) fest, dass Studierende dort im Vergleich zur Physik häufiger die Möglichkeit haben, eigene Entscheidungen zu treffen, wenn es um die Auswahl von Geräten und Verfahren sowie die Auswertung der gesammelten Daten geht. Wu et al. (2022) mutmaßen, dass sich in den letzten Jahren viele Praktika von der traditionellen Form hin zu einer stärker entdeckungsbasierten und offenen Form entwickelt haben. Vergleicht man die im Zeitraum von 2016 bis 2019 von Holmes und Lewandowski (2020) analysierten Selbstberichte von Lehrenden von Praktika amerikanischer Universitäten mit der Studie von Buck et al. aus dem Jahr 2008, welche u. a. biologische, chemische und physikalische Praktikumskripte analysierten, so lassen sich tatsächlich einige Veränderungen feststellen. Weisen die Befunde von Buck et al. (2008) noch darauf hin, dass es sich bei über 90 % der untersuchten Praktika um traditionellen Praktika handelt, deuten die Befunde von Holmes und Lewandowski (2020) darauf hin, dass Studierende kaum bis keine Vorgaben mehr zur Auswertung und Dokumentation der gesammelten Daten bekommen und in manchen Praktika sogar selbst Untersuchungen planen müssen. Das Formulieren von Fragestellungen kommt hingegen weiterhin nur selten vor (Holmes & Lewandowski, 2020). Holmes und Lewandowski (2020) stellten darüber hinaus auch fest, dass die einzelnen NDAW tendenziell

in Anfängerpraktika seltener selbst ausgeführt werden müssen als in den Fortgeschrittenenpraktika.

Mit Blick auf den *Grad der Autonomie* lässt sich aus diesen Befunden ableiten, dass dieser in der traditionellen Praktikumsform in Bezug auf fast alle NDAW gering ist, mit Ausnahme der Durchführung von Untersuchungen sowie vereinzelter disziplinspezifischer Unterschiede. In den immer häufiger vorkommenden entdeckungsbasierten und offenen Praktikumsformen ist der *Grad der Autonomie* hingegen in Bezug auf fast alle NDAW höher. Allerdings scheint der *Grad der Autonomie* beim Formulieren von Fragestellungen und Planen von Untersuchungen nicht flächendeckend gestiegen zu sein, da er sich beispielsweise in Anfänger- und Fortgeschrittenenpraktika unterscheidet.

Da traditionelle Praktikumsformate in der Regel auf die Veranschaulichung von Vorlesungsinhalten abzielen (Holmes & Wieman, 2018; Taylor, 1997) lässt sich in Bezug auf die *kognitive Domäne der Lernunterstützung* vermuten, dass diese in der traditionellen Praktikumsform stärker auf Fachinhalte als auf die NDAW ausgerichtet ist. Obwohl es verschiedene Ansätze und Modellstudien für Praktika gibt, in denen die kognitive Domäne auf die NDAW ausgerichtet ist (z. B. Joußen et al., 2019; Merli et al., 2020; Sacher & Bauer, 2020), fanden Holmes und Lewandowski (2020) heraus, dass auch ein Großteil der Lernunterstützungen in „modernerer“ Praktika – sowohl in Anfänger- als auch in Fortgeschrittenenpraktika – auf die Vertiefung von Fachinhalten sowie die Entwicklung von praktischen Fähigkeiten abzielen. In der Beschreibung ihrer Ergebnisse erwähnen die Autor*innen zudem, dass in einem Praktikum häufig auch mehrere kognitive Domänen angesprochen werden.

In Praktika arbeiten Studierende in der Regel in kleinen Gruppen, sodass es im Vergleich zu anderen Lehrformaten, wie beispielsweise Vorlesungen, zu mehr Interaktionen zwischen Studierenden und Lehrenden kommt (Wan et al., 2021). Wu et al. (2022) stellten fest, dass solche Interaktionen besonders häufig in entdeckungsbasierten und offenen Praktikumsformen vorkommen. Hieraus ergibt sich, dass die *kognitive Domäne der Lernunterstützung* sowie der *Grad der konzeptuellen Informationsmitteilung* in Praktika stärker von diesen Interaktionen als von anderen Lernunterstützungen in den jeweiligen Praktika abhängen. Darüber hinaus weisen die Autor*innen darauf hin, dass es bei der Effektivität der Lernunterstützungen vor allem auch auf die individuelle Ausgestaltung dieser ankommt. Darüber, wie solche Interaktionen ausgestaltet werden, lassen sich jedoch nur anekdotische Beschreibungen finden, aus welchen hervorgeht, dass diese in Form von informellen Gesprächen, wie beispielsweise Hilfestellungen während der Durchführung der Untersuchungen, offenen Diskussionsgesprächen oder Rückmeldungen zu den Protokollen, erfolgen (z. B. Rehfeldt, 2017; Sacher & Bauer, 2020). Über den *Grad der konzeptuellen Informationsmitteilung* solcher Interaktionen konnten jedoch keine Hinweise in der Literatur gefunden werden. Smith und

Holmes (2020), welche Praktikumsskripte zusammenhängender physikalischer Praktika der ersten drei Semester einer amerikanischen Universität auf das Vorkommen von Instruktionen zum naturwissenschaftlichen Denken und Arbeiten mit dem Schwerpunkt der kritischen Reflexion untersuchten, stellten u. a. fest, dass es in den untersuchten Skripten nur selten explizite Instruktionen zum kritischen Reflektieren gab. Zudem fanden sie heraus, dass die untersuchten Praktika in den ersten Wochen insgesamt sehr strukturiert sind und die Anzahl an Instruktionen mit fortlaufendem Semester sowie der Anzahl an bereits belegten Praktika abnimmt.

Insgesamt deuten die Befunde darauf hin, dass der *Grad der Autonomie* von der Praktikumsform abhängig ist, da Studierende in der traditionellen Form seltener und in der stärker entdeckungsbasierten und offenen Form häufiger die Möglichkeit haben, die einzelnen NDAW selbst auszuführen. Die *kognitive Domäne der Lernunterstützung* scheint in Praktika vor allem auf fachinhaltliche und praktische Fähigkeiten ausgerichtet zu sein. In Bezug auf den *Grad der konzeptuellen Informationsmitteilung* lässt sich festhalten, dass dieser stark von der individuellen Ausgestaltung der Interaktionen zwischen Studierenden und Lehrenden abhängt, über diese jedoch nur wenig bekannt ist. An dieser Stelle muss angemerkt werden, dass zur Ausgestaltung von Praktika in Bezug auf alle drei Dimensionen, insbesondere aber zur *kognitiven Domäne der Lernunterstützung* sowie zum *Grad der konzeptuellen Informationsmitteilung*, in der Literatur nur vergleichsweise wenige Hinweise gefunden werden konnten. Aus diesem Grund erscheint es notwendig, mehr darüber herauszufinden, wie Lernunterstützungen zur Förderung der einzelnen NDAW in Praktika bzgl. der drei Dimensionen gestaltet werden. Da bekannt ist, dass sich die von Lehrenden intendierten Ziele einer Lernumgebung teilweise von der Wahrnehmung der Studierenden hinsichtlich dieser Lernziele unterscheiden (Abraham, 2011; Hofstein & Lunetta, 2004), erscheint es darüber hinaus von Interesse zu sein, neben der Sichtweise der Lehrenden auch die der Studierenden in den Blick zu nehmen.

3 Ziele und Forschungsfragen

Zusammenfassend lässt sich mit Blick auf die in Kapitel 2.2 dargestellten Befunde festhalten, dass Praktika einen Beitrag zur Erreichung einer Reihe unterschiedlicher Ziele leisten, zu denen u. a. der Aufbau praktischer Fähigkeiten, die Förderung der Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW oder fachinhaltlicher Kompetenzen gehören (Nagel et al., 2018; Reid & Shah, 2007; Teichmann et al., 2022; Welzel et al., 1998). Bisherige Befunde deuten darauf hin, dass Lehrende⁶ naturwissenschaftlicher Praktika die Förderung der Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW als wichtiges Ziel von Praktika einstufen (Nagel et al., 2018; Welzel et al., 1998). Allerdings bleibt teilweise unklar, welchen Stellenwert dieses Ziel im Vergleich zu anderen Zielen einnimmt, da die Förderung von Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW in den bisher vorliegenden Studien in der Regel keine eigene Zielkategorie darstellt und somit nicht trennscharf von anderen Zielen abgegrenzt werden kann. So wurden die verschiedenen Zielkategorien z. B. bei Nagel et al. (2018) in mehrere Unterziele aufgespalten oder bei Welzel et al. (1998) mit anderen Zielkategorien zusammen erfasst. Dies führt beispielsweise dazu, dass aus der Studie von Welzel et al. (1998) nicht abgeleitet werden kann, ob die Förderung der Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW von Lehrenden als mehr, weniger oder ähnlich relevant wie der Aufbau praktischer Fähigkeiten bewertet wird. Darüber hinaus gibt es vergleichsweise wenige Studien über die verschiedenen Ziele naturwissenschaftlicher Praktika an Universitäten, welche zudem häufig schon vor über 20 Jahren durchgeführt wurden (Boud et al., 1980; Kirschner & Meester, 1988; Welzel et al., 1998). Weiterhin wurden die Ziele zur Förderung der Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW teilweise als Ganzes erfasst und mögliche Unterschiede zwischen einzelnen NDAW (z. B. Fragestellungen formulieren, Untersuchungen planen) nicht mehr aufgelöst. Es ist daher weitgehend unklar, welche Relevanz den einzelnen NDAW im Vergleich zueinander im Kontext naturwissenschaftlicher Praktika von Lehrenden zugesprochen wird. Um aber beispielsweise zielgerichtete Hilfen und Empfehlungen für die Weiterentwicklung von Praktika entwerfen zu können, bedarf es einer grundlegenden Kenntnis über die Relevanz, die der Förderung der Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW sowie der Förderung der einzelnen NDAW-Kompetenzen in Praktika zugeschrieben wird. Um die aufgezeigten Forschungslücken zu schließen, sollen im Rahmen des Promotionsvorhabens folgende Forschungsfragen (FF) untersucht werden:

FF 1a: Welche Relevanz haben Ziele aus dem Bereich der NDAW aus Sicht von Lehrenden im Vergleich zu anderen Zielen naturwissenschaftlicher Praktika?

FF 1b: Welche Ziele aus dem Bereich der NDAW sind aus Sicht von Lehrenden in naturwissenschaftlichen Praktika besonders relevant?

⁶ Unter Lehrenden werden Personen verstanden, die als Assistent*in (z. B. Doktorand*innen) Studierende in Praktika betreuen und/oder als Praktikumsverantwortliche*r für die Planung des Praktikums zuständig sind.

Empirische Untersuchungen zeigen, dass Lernende die Ziele praktisch-experimentellen Arbeitens häufig nicht optimal nachvollziehen können und die von Lernenden als primär wahrgenommen Ziele praktisch-experimentellen Arbeitens z. T. von den von Lehrenden primär angestrebten Zielen abweichen (zsf. Hofstein & Lunetta, 2004). Da die bisher vorliegenden Studien in der Regel entweder die Perspektive der Lehrenden (z. B. Welzel et al., 1998) oder die der Studierenden (z. B. Boud et al., 1980; Haller, 1999) erfasst und sich die Erhebungsinstrumente teilweise unterscheiden, ist ein direkter Vergleich der beiden Sichtweisen schwierig. Die einzige Studie, die zum Vergleich der beiden Perspektiven gefunden werden konnte, stellt die von Nagel et al. (2018) dar, in welcher allerdings nur Lehrende und Studierende der Physik befragt wurden. Das Wissen um einen solchen Unterschied kann jedoch aus mehreren Gründen von Bedeutung sein. Zum einen kann dieser ein Indikator dafür sein, dass die primär angestrebten Ziele in der Gestaltung der Praktika nicht ausreichend berücksichtigt werden. Zum anderen kann sich eine Divergenz der beiden Perspektiven auch negativ auf den Lernprozess auswirken, da angenommen werden kann, dass Lernende sich vor allem auf das Erreichen der aus ihrer Sicht besonders relevanten Ziele fokussieren. Unterscheiden sich diese deutlich von den von Lehrenden intendierten Zielen, so kann dies dazu führen, dass sie nur bedingt die zentralen Ziele des Praktikums erreichen und das Praktikum selbst als wenig lernwirksam wahrnehmen (Hofstein & Lunetta, 2004; Kirschner et al., 1993). Im Rahmen dieser Arbeit soll deshalb neben der Sichtweise der Lehrenden naturwissenschaftlicher Praktika (FF 1a & FF 1b) auch die Perspektive der Studierenden in den Blick genommen werden:

FF 2: Inwiefern unterscheidet sich die Einschätzung der Zielrelevanz von Lehrenden (FF 1a und FF 1b) von der Wahrnehmung der Zielrelevanz von Studierenden?

Insgesamt scheint die Förderung der Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW ein eher wichtiges Ziel von Praktika zu sein (z. B. Nagel et al., 2018; Welzel et al., 1998). Vergleicht man die in Kapitel 2.3.1 aufgezeigten Gestaltungsmerkmale zur Förderung der Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW mit den in Kapitel 2.3.2 dargestellten Aussagen und Befunden zur tatsächlichen Gestaltung von Praktika, so lässt sich feststellen, dass diese nur teilweise umgesetzt werden. Zudem konnten insgesamt nur wenige Studien zur Gestaltung von Praktika mit Blick auf die Förderung der Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW gefunden werden. Da aber auch diese Informationen benötigt werden, um zielgerichtete Hilfen und Empfehlungen für die Weiterentwicklung von Praktika entwerfen zu können, bedarf es auch hierzu mehr Kenntnissen. Daher soll im Rahmen des Promotionsvorhabens zudem folgende Forschungsfrage untersucht werden:

FF 3: Welche NDAW-Kompetenzen werden aus Sicht von Lehrenden in Praktika gefördert und welche Gestaltungsmerkmale weisen die von ihnen beschriebenen zugehörigen Lernunterstützungen auf?

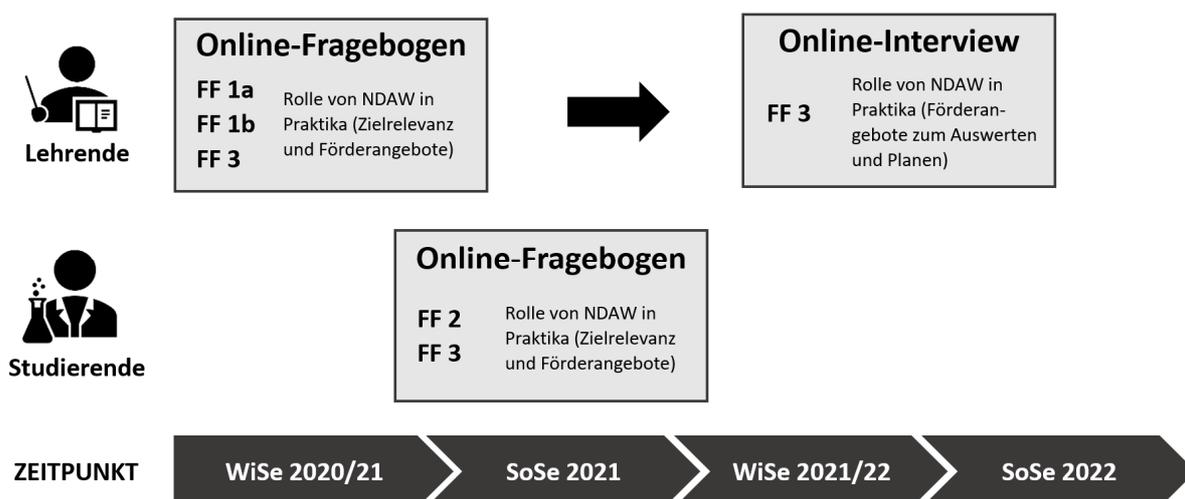
4 Methoden

4.1 Beschreibung des Studiendesigns

Zur Untersuchung der Forschungsfragen wurden zwei Studien durchgeführt. In Studie 1 wurde die Sichtweise von Lehrenden naturwissenschaftlicher Praktika genauer untersucht (FF 1a, FF 1b & FF 3). Dazu wurde zum einen ein Online-Fragebogen entwickelt, in dem Lehrende u. a. bzgl. der Zielsetzung naturwissenschaftlicher Praktika sowie der Relevanz von NDAW in diesen Praktika befragt wurden. Zum anderen wurde ergänzend zur Online-Befragung mit einer Teilstichprobe der Befragten ein Online-Interview zur Gestaltung ihrer Praktika durchgeführt, um detailliertere Erkenntnisse dazu zu gewinnen, inwiefern und auf welche Weise NDAW in Praktika gefördert werden (FF 3). In Studie 2 wurde anschließend die Wahrnehmung von Studierenden naturwissenschaftlicher Studiengänge untersucht (FF 2, FF 3). Dazu wurde ebenfalls ein Online-Fragebogen eingesetzt, in dem die Wahrnehmung von Studierenden bzgl. der Zielsetzung naturwissenschaftlicher Praktika und der Relevanz von NDAW erfasst wurde. Die in Studie 1 und 2 genutzten Fragebögen wurden soweit möglich parallel gestaltet, um einen direkten Vergleich beider Perspektiven – Lehrende und Studierende – zu ermöglichen (FF 2). Im Folgenden werden die eingesetzten Erhebungsinstrumente (Kap. 5.2), die Stichprobe (Kap. 5.3) sowie das methodische Vorgehen bei der Auswertung der Daten (Kap. 5.4 & Kap. 5.5) beschrieben und dabei zentrale Gestaltungsaspekte und Validitätsüberlegungen erläutert.

Abbildung 4

Überblick über den zeitlichen Ablauf der Gesamtstudie sowie das Studiendesign



4.2 Beschreibung der Erhebungsinstrumente

4.2.1 Online-Fragebogen für Lehrende und Studierende

Der Einsatz der Online-Fragebögen für Lehrende und Studierende verfolgte drei Ziele: Einerseits sollte hierdurch die Relevanz der Förderung der Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW im Vergleich zu den anderen Zielkategorien (z. B. fachinhaltliche Kompetenzen, praktische Fähigkeiten, fachübergreifende Kompetenzen) untersucht werden (FF 1a), andererseits sollte der Stellenwert und das Vorkommen der einzelnen NDAW (z. B. Formulieren von Fragestellungen, Planen von Untersuchungen, Auswerten von Daten) erfasst werden (FF 1b). Darüber hinaus sollten erste Hinweise auf die Gestaltung von Praktika in Hinblick auf die Förderung von NDAW-Kompetenzen gewonnen werden (FF 3). Die Fragebögen für Studierende und Lehrende wurde dabei so ähnlich wie möglich gestaltet (Parallelisierung), um die Einschätzung der beiden Personengruppen miteinander abgleichen zu können (FF 2). Zur Untersuchung der Forschungsfragen wurde dabei mit Blick auf die Testökonomie und mit Ziel einer möglichst objektiven Auswertung eine Kombination aus Rangfolge-, Single-Choice-, Multiple-Choice- und offenen Aufgaben verwendet. Die in den Fragebögen verwendeten Fragen lassen sich neben der Erfassung demographischer Daten in drei Blöcke unterteilen (A, B und C; s. Tab. 1). Block A wurde sowohl in der Version für Lehrende als auch für Studierende eingesetzt. Block C bildet im Fragebogen für Studierende das Pendant zu Block B im Fragebogen für Lehrende. Da die Befragung während der Corona-Pandemie durchgeführt wurde und in Zuge dessen viele Praktika online stattfanden, wurden die Befragten zu Beginn gebeten, alle Fragen jeweils auf den regulären Praktikumsbetrieb bezogen (d. h. vor der Online-Lehre) zu beantworten. In den folgenden Abschnitten werden die einzelnen Fragentypen sowie deren Konstruktionsprinzipien blockweise genauer beschrieben und erläutert.

Erfassung demographischer Daten

Im Fragebogenteil zur Erfassung demographischer Daten wurde bei Lehrenden neben ihrer Rolle im Praktikum (z. B. Praktikumsleiter*in, Assistent*in) die Praktikumsdisziplin (z. B. Biologie, Chemie, Physik), der Praktikumszeitpunkt (z. B. Anfänger-, Fortgeschrittenenpraktikum) sowie die Zielgruppe des Praktikums (z. B. Hauptfach-, Nebenfachstudierende) erfasst.

Im Fragebogen für Studierende wurden diese nach ihrem Studienfach, dem aktuell angestrebten Studienabschluss (z. Bachelor, Master), dem aktuellen Fachsemester sowie nach der Anzahl der bisher belegten virtuellen Praktika und Präsenzpraktika in der Biologie, Chemie und Physik gefragt.

Tabelle 1

Übersicht über strukturellen und thematischen Aufbau der Fragebogenstudien

	Fragenkategorie	Fragentyp	Lehrende	Studierende
	Demographische Daten	Single-Choice	X	X
Block A	Ziele	Offene Antwort	X	X
		Rangfolge sortieren	X	X
	Rolle von NDAW	Likert-Skala	X	X
Block B	Anforderungen an NDAW-Kompetenzen der Studierenden	Single-Choice	X	
	Anwendung von NDAW	Ja-/Nein-Antwort	X	
		Offene Antwort	X	
	Lernunterstützungen zur Förderung der NDAW	Ja-/Nein-Antwort	X	
		Offene Antwort	X	
Überprüfung der Kompetenzen	Single-Choice	X		
Block C	Prüfungsrelevanz der NDAW-Kompetenzen	Likert-Skala		X
	Erwartungen zum Vorkommen und der Förderung der NDAW-Kompetenzen	Multiple-Choice		X

Block A

In Block A wurden die Studierenden und Lehrenden dazu befragt, welchen Zielen aus ihrer Sicht insgesamt und speziell aus dem Bereich der NDAW in Praktika eine zentrale Bedeutung zukommt (FF 1a, FF 1b, FF 2). Um ein erstes, möglichst wenig durch bestimmte Elemente des Fragebogens beeinflusstes Bild ihrer Zielvorstellungen zu erhalten, sollten die Befragten dazu in einer offenen Frage die aus ihrer Sichtweise drei wichtigsten Praktikumsziele nennen (Bühner, 2011; Jonkisz et al., 2012). Im nächsten Schritt wurden die Befragten darum gebeten, in einer Rangfolge-Aufgabe eine vorgefertigte Liste mit 11 unterschiedlichen Zielen nach ihrer Relevanz in Praktika zu sortieren. Ausgangspunkt für die Entwicklung der zu sortierenden Zielformulierungen war die in Kapitel 2.2.1 beschriebene Analyse bisheriger Befragungen zu den Zielen von Praktika. Insgesamt konnten aus dieser Analyse 6 Zielkategorien abgeleitet werden, wobei zu einigen Kategorien mehrere Ziele formuliert wurden, um diese möglichst vollständig zu erfassen (Tab. 2).

Für die Formulierung der Ziele konnten zwar teilweise Zielformulierungen aus vorherigen Befragungen adaptiert werden (z. B. Boud et al., 1980; Welzel et al., 1998), gleichzeitig waren jedoch umfassende Anpassungen und Ergänzungen erforderlich, um eine eindeutige Zuordnung der Ziele zu den hier unterschiedenen Zielbereichen sicherzustellen. Das Format der Rangfolge-Aufgabe bietet zum einen die Möglichkeit, die Relevanz der Förderung von Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW in Relation zu anderen Zielen zu ermitteln. Zum anderen bietet dieses Aufgabenformat das Potential, die Relevanz vieler Ziele testökonomisch und auswertungsobjektiv zu erfassen (Moosbrugger & Kelava, 2012; Tiemann & Körbs, 2014). Gleichzeitig stößt das Aufgabenformat jedoch auch an Grenzen. So haben die Teilnehmenden nicht die Möglichkeit, mehrere Ziele als gleich relevant zu bewerten und es wird ausschließlich die relative, nicht aber die absolute Relevanz der Ziele erfasst. Da es im Rahmen dieser Arbeit bei der Erfassung der Relevanz dieser Ziele primär um eine Einordnung der Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW im Vergleich zu anderen Praktikumszielen geht (FF 1a), stellt die fehlende Möglichkeit der Einordnung gleichwertiger Ziele sowie die ausschließliche Bewertung der relativen Relevanz keine starke Limitation des Aufgabenformats für die Beantwortung der Forschungsfragen dar.

Tabelle 2

Übersicht über Items verschiedener Zielkategorien in Block A des Online-Fragebogens

<p>Fachinhaltliche Kompetenzen</p> <p><i>Studierende sollen ...</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ... biologische / chemische / physikalische Grundkenntnisse aufbauen. ... lernen, biologische / chemische / physikalische Phänomene zu erzeugen oder aufzufinden und sie zu beschreiben. ... lernen, biologische / chemische / physikalische Phänomene zu erläutern / erklären. ... lernen, biologische / chemische / physikalische Regeln und / oder Gesetzmäßigkeiten zu verifizieren.
<p>Praktische Fähigkeiten</p> <p><i>Studierende sollen ...</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ... experimentelle Fertigkeiten aufbauen, z. B. zum Umgang mit bestimmten Messgeräten und Versuchsapparaturen oder zur Durchführung bestimmter Nachweise.
<p>Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW</p> <p><i>Studierende sollen ...</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ... lernen, naturwissenschaftlich zu denken und zu arbeiten, z. B. ein aussagekräftiges Experiment zu planen, Daten auszuwerten und eigene Erkenntnisprozesse zu dokumentieren.
<p>Verständnis über die Natur der Naturwissenschaften</p> <p><i>Studierende sollen ...</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ... ein angemessenes Bild davon aufbauen, wie in den Naturwissenschaften neue Erkenntnisse gewonnen werden.
<p>Fächerübergreifende Kompetenzen</p> <p><i>Studierende sollen ...</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ... allgemeine Problemlösekompetenzen entwickeln. ... Sozialkompetenz und Teamfähigkeit entwickeln.
<p>Förderung des Interesses</p> <p><i>Studierende sollen ...</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ... Freude und Interesse an Biologie / Physik / Chemie entwickeln. ... Interesse am wissenschaftlichen Arbeiten entwickeln.

Um einen differenzierteren Einblick in die Relevanz verschiedener NDAW-Kompetenzen zu erhalten, wurden die Teilnehmenden anschließend nach der Relevanz einzelner NDAW-Kompetenzen in Praktika gefragt. Entlang der in Kapitel 2.1 vorgestellten Modellierung von NDAW, wurden hier insgesamt 7 NDAW unterschieden (Tab. 3). Weil das Auswerten von Daten vergleichsweise viele Fähigkeiten umfasst und zudem in Praktika vermutlich eine zentrale Rolle spielt (Kap. 2.3.2), wurde diese NDAW zusätzlich in die Aspekte „Daten aufbereiten und interpretieren“ und „Daten reflektieren“ zerlegt. Da es bei der Erfassung der Relevanz einzelner NDAW um die absolute Relevanz dieser in Praktika geht (FF 1b), wurde zur Erfassung ebendieser Relevanz als testökonomische und auswertungsobjektive Erhebungsmethode eine fünf-stufige Likert-Skala mit Abstufungen zwischen „Spielt keine Rolle“ und „Spielt eine zentrale Rolle“ eingesetzt (Bühner, 2011; Jonkisz et al., 2012; Tiemann & Körbs, 2014).

Tabelle 3

Übersicht über Items zu verschiedenen NDAW-Kompetenzen im Online-Fragebogen

Arbeitsweise	Item
Fragestellung formulieren	Studierende können naturwissenschaftliche Fragestellungen formulieren.
Hypothese formulieren	Studierende können Hypothesen über den Ausgang einer Untersuchung formulieren.
Untersuchung planen	Studierende können Untersuchungen planen (z. B. Experimente, Beobachtungen, Vergleiche).
Untersuchung durchführen	Studierende können Untersuchungen durchführen.
Daten aufbereiten und interpretieren	Studierende können Daten aufbereiten und interpretieren (z. B. rechnerisch, tabellarisch oder grafisch).
Daten reflektieren	Studierende können Daten (kritisch) interpretieren.
Erkenntnisprozess dokumentieren	Studierende können ihre Erkenntnisprozesse dokumentieren (z. B. Protokolle anfertigen).

Eine Grenze des Aufgabenformats stellt die fünf-stufige Likert-Skala dar, da es bei Likert-Skalen mit einer ungeraden Anzahl an Abstufungen häufig zu einer Tendenz zur Mitte kommt, die insbesondere von unschlüssigen Personen angekreuzt wird (Tiemann & Körbs, 2014). Bei einer Pilotierung des Fragebogens im Interviewformat, welche mit $N = 14$ Lehrenden der Biologie, Chemie und Physik der Justus-Liebig-Universität Gießen (JLU) durchgeführt wurde, konnte jedoch festgestellt werden, dass die befragten Lehrende in Bezug auf die Beantwortung der Frage keineswegs unschlüssig waren. Darüber hinaus gibt es empirische Befunde dazu, dass insbesondere fünf-stufige Likert-Skalen von Proband*innen als äquidistant wahrgenommen werden und nur unter dieser Annahme bei Ratingskalen von einer Intervallskalierung ausgegangen werden darf (Bühner, 2011; Döring & Bortz, 2016). Um bei der

späteren Datenauswertung sicherstellen zu können, dass Methoden für intervallskalierte Tests verwendet werden können, wurde eine fünf-stufige Likert-Skala verwendet und damit akzeptiert, dass es bei den Studierenden möglicherweise zu einer Tendenz zur Mitte kommen kann.

Die drei Fragen in Block A wurden in vollständig parallelisierter Form für Lehrende und Studierende formuliert. Da die Forschungsfragen auf die Wahrnehmung der Relevanz von Praktikumszielen durch Studierende sowie die Einschätzung dieser durch Lehrende ausgerichtet sind, sollten Studierende die Fragen in Bezug auf ihre Wahrnehmung der Relevanz dieser Ziele in allen von ihnen bereits belegten Praktika beantworten und Lehrende in Bezug auf die von ihnen eingeschätzte Relevanz. Um herauszufinden, ob Lehrende die einzelnen Zielkategorien sowie die einzelnen NDAW-Kompetenzen in Praktika im Allgemeinen und in ihren eigenen Praktika als unterschiedlich relevant bewerten, wurden sie aufgefordert, die letzten beiden Fragen des Blocks A zum einen für Praktika im Allgemeinen und zum anderen für ihr eigenes Praktikum zu beantworten.

Block B

In Block B wurden Lehrende bezüglich des Vorkommens und der Lernunterstützungen zur Förderung einzelner NDAW-Kompetenzen in ihrem eigenen Praktikum befragt (FF 3). Dazu sollten sie zu Beginn des Blocks in Form einer Single-Choice-Frage angeben, ob die verschiedenen NDAW-Kompetenzen (Items aus Tab. 3) von Studierenden in ihrem Praktikum (neu) gelernt/aufgebaut werden sollen, von Studierenden mitgebracht und im Praktikum gebraucht werden oder ob sie im Praktikum nicht benötigt werden. Mit diesem ebenfalls testökonomischen und auswertungsobjektiven Aufgabenformat (Döring & Bortz, 2016; Moosbrugger & Kelava, 2012) soll zum einen ein quantifizierbarer Vergleich des Vorkommens einzelner NDAW-Kompetenzen in Praktika ermöglicht werden. Zum anderen wurden den befragten Lehrenden in Abhängigkeit von der Antwortauswahl spezifische Folgefragen vorgelegt: Wenn die Befragten „Die Kompetenz muss von den Studierenden mitgebracht werden und wird im Praktikum gebraucht“ angekreuzten, wurden sie anschließend darum gebeten, in einer offenen Frage eine beispielhafte Situation zu skizzieren, in der Studierende die Kompetenz in ihrem Praktikum brauchen. Mithilfe dieser Aufgabe soll eine Einschätzung des Grads der Autonomie ermöglicht werden. Zudem sollten sie in einer Multiple-Choice Aufgabe angeben, ob und in welchem Rahmen die Kompetenz in ihrem Praktikum geprüft wird. Dabei konnten sie zwischen den Antwortmöglichkeiten „In einem formellen Setting (z. B. in einem Kolloquium, Protokoll)“, „In einem informellen Setting, regelmäßig (z. B. in einem persönlichen Gespräch während des Praktikums)“, „In einem informellen Setting, selten (z. B. in einem persönlichen Gespräch, wenn es sich zufällig ergibt)“ oder „Wird nicht geprüft“

wählen. Gaben die Lehrenden an, dass die Kompetenz in einem formellen Setting geprüft wird, so sollten sie anschließend in einer weiteren Multiple-Choice-Aufgabe beantworten, in welchem Setting eine solche Überprüfung stattfindet. Dazu gab es die Antwortmöglichkeiten „In einem Kolloquium o. Ä. vor Beginn des Praktikumsversuchs / der Untersuchung“, „Als Teil der Dokumentation des Versuchs / der Untersuchung (z. B. im Protokoll)“, „Als Teil einer Prüfungsleistung nach der Untersuchung bzw. Praktikum (z. B. Klausur, mündliche Prüfung)“ oder „Sonstige (bitte ausfüllen):“. In der Pilotstudie mit Lehrenden der JLU stellten diese beiden Multiple-Choice-Aufgaben eine offene Aufgabe dar. Da sich die Antworten jedoch gut clustern ließen, wurden sie aus testökonomischen und auswertungsobjektiven Gründen in eine Multiple-Choice-Aufgabe überführt (Döring & Bortz, 2016; Moosbrugger & Kelava, 2012). Um das Verständnis der Antwortmöglichkeiten und damit auch die Validität der Fragenbeantwortung zu erhöhen, wurden beispielhafte Erläuterungen in Klammern ergänzt. Wenn Teilnehmende „Die Kompetenz soll von den Studierenden im Praktikum (neu) aufgebaut / gelernt werden“ angaben, wurden ihnen die zuvor beschriebenen Folgefragen ebenfalls angezeigt. Darüber hinaus wurden diese Personen gefragt, ob es in ihrem Praktikum zu der entsprechenden Kompetenz eine spezielle Lernunterstützung gibt, welche über die Anwendung der Kompetenz hinausgeht. Da bei einer Beantwortung der Frage mit „Ja“ unklar bleibt, was die befragte Person unter einer solchen Lernunterstützung versteht, sollten die Teilnehmenden diese Lernunterstützung anschließend in einer offenen Aufgabe kurz beschreiben. Mit dieser offenen Aufgabe soll eine Einschätzung des Grads der konzeptuellen Informationsmitteilung sowie der kognitiven Domäne der Lernunterstützungen ermöglicht werden. In dieser Aufgabe war eine Überführung in ein geschlossenes Aufgabenformat nicht möglich, da auf diese Weise die Vielfalt an Antworten nicht abgedeckt werden konnte. Wenn die Befragten „Die Kompetenz spielt im Praktikum keine Rolle“ ankreuzten, wurde ihnen keine weitere Frage zum Vorkommen der Kompetenz im Praktikum gestellt.

Block C

Um die Sichtweise von Lehrenden auf das Vorkommen und die Förderung einzelner NDAW-Kompetenzen in Praktika durch die Perspektive von Studierenden zu ergänzen, wurden diese ebenfalls bezüglich dieser beiden Aspekte befragt. Hierzu mussten die Fragen aus Block B jedoch angepasst werden, da zu vermuten ist, dass Studierende nicht explizit bewusst ist, welche Gestaltungsmerkmale zur Förderung welcher NDAW-Kompetenzen in Praktika verwendet werden. Zudem wurden die Fragen in Block B spezifisch auf ein Praktikum formuliert gestellt. Da Studierende aber in der Regel mehrere Praktika belegen und somit teilweise auch mit verschiedenen Erfahrungen konfrontiert sind, erscheint die Konstruktion der Fragen aus Block B für die Erfassung der Sichtweise der Studierenden als nicht

passend. Da u. a. auf Grundlage von Erfahrungen Erwartungen entstehen (Dimbath & Seibald, 2022; Jahnke, 1982), wurden Studierende in einer Multiple-Choice-Aufgabe bezüglich ihrer Erwartungen zum Vorkommen und der Förderung der NDAW-Kompetenzen befragt. Dazu wurden den Studierenden 5 konkrete Beispiele zum Vorkommen und der Förderung der NDAW-Kompetenzen vorgelegt, welche in Anlehnung an Kalthoff et al. (2018), Schwichow et al. (2016) sowie Vorholzer und von Aufschnaiter (2019) ausgewählt wurden und den drei Dimensionen von Lernunterstützungen zugeordnet werden können (Tab. 4). Um den Teilnehmenden die Beantwortung der Frage zu erleichtern, wurden neben den Items aus Tab. 3 ein Item aus der Zielkategorie *fachinhaltliche Kompetenzen* und ein Item aus der Zielkategorie *praktische Fähigkeiten* ergänzt. In der Aufgabe mussten Studierende ankreuzen, welche der Erwartungen sie zum Vorkommen und der Förderung der verschiedenen Items in Praktika haben. In Bezug auf das Verständnis der verschiedenen Antwortmöglichkeiten ist davon auszugehen, dass insbesondere die Items zu Anwendung, Beispiel und Rückmeldung relativ gut verständlich sein sollten, da sie als Instruktionselemente zu einzelnen Arbeitsweisen, wie beispielsweise dem Aufbereiten und Interpretieren von Daten, in vielen Praktika vorkommen (Rehfeldt, 2017; Sacher & Bauer, 2020).

Tabelle 4

Übersicht über Antwortmöglichkeiten zur Erwartung der Studierenden zum Vorkommen und der Förderung einzelner NDAW-Kompetenzen in Block C des Online-Fragebogens

Dimension	Vorkommen und Förderung	Antwortmöglichkeit
Grad der Autonomie	Anwendung	Studierende bekommen Gelegenheit, die Arbeitsweise selbst anzuwenden (z. B. Fragen zu formulieren).
	Beispiele	Studierende bekommen Beispiele für die sinnvolle Anwendung/Umsetzung der Arbeitsweise vorgestellt (z. B. ausformulierte Fragen).
Grad der konzeptuellen Informationsmitteilung	Mitteilung von Regeln und Strategien	Studierende bekommen Regeln und Strategien für die Anwendung der Arbeitsweise mitgeteilt und erläutert (z. B. für das Formulieren von Fragen).
	Rückmeldung	Studierende bekommen Rückmeldung dazu, wie gut/sinnvoll sie die Arbeitsweise umgesetzt haben.
keine	Keine Lernunterstützung	Die Arbeitsweise wird vermutlich keine Rolle spielen.

In Bezug auf die Prüfung der NDAW-Kompetenzen sollten die Studierenden die wahrgenommene Prüfungsrelevanz dieser angeben. Dazu sollten sie auf einer vier-stufigen Likert-Skala mit einer Abstufung von „relevant“ bis „irrelevant“ angeben, wie wichtig die 7 Kompetenzen (angepasste Items aus Tab. 3) aus ihrer Sicht für das Erfüllen von Aufgaben in naturwissenschaftlichen Praktika sind. Auch hier wurden zur Erleichterung der Beantwortung der Frage

sowie zur Ermöglichung einer Vergleichbarkeit mit anderen Zielkategorien die Items aus Tab. 3 verwendet und durch ein Item aus der Zielkategorie *fachinhaltliche Kompetenzen* und ein Item aus der Zielkategorie *praktische Fähigkeiten* ergänzt. Da in dieser Likert-Aufgabe auf eine eindeutige Positionierung abgezielt und eine Tendenz zur Mitte vermieden werden sollte, wurde eine gerade Skalierung für die Abstufungen verwendet (Döring & Bortz, 2016; Jonkisz et al., 2012) und die Limitation einer nicht äquidistanten Wahrnehmung der Antwortmöglichkeiten seitens der Studierenden akzeptiert.

In allen drei Blöcken ist für eine valide Erhebung und Auswertung ein mindestens ähnliches Verständnis der Items zwischen den Befragten und der Autorin dieser Arbeit Voraussetzung. Aus diesem Grund wurde in der bereits erwähnten Pilotierung mit $N = 14$ Lehrenden der Biologie, Chemie und Physik der Justus-Liebig-Universität Gießen überprüft, ob Lehrende ein ähnliches Verständnis der Items zu den Zielen und den NDAW haben. Dabei konnte kaum Diskrepanz bezüglich des Verständnisses festgestellt werden, sodass lediglich kleinere Anpassungen, wie beispielsweise Erläuterungen in Klammern, vorgenommen wurden.

4.2.2 Interview mit Lehrenden

Da die Möglichkeiten eines Fragebogens zur Erfassung der Ausgestaltung von Lernunterstützungen zur Förderung der NDAW begrenzt sind⁷, wurde zur Beantwortung von FF 3 ebenfalls ein Online-Interview mit Lehrenden durchgeführt. Dabei wurde das Format eines leitfadengestützten Interviews gewählt, da dieses als teilstandardisiertes Interviewformat im Vergleich zu standardisierten Interviewformaten mehr Offenheit bietet (Döring & Bortz, 2016; Hopf, 2008; Niebert & Gropengießer, 2014). Gleichzeitig wird – im Vergleich zu nicht-standardisierten Interviewformaten – eine relativ hohe Vergleichbarkeit zwischen den Interviews ermöglicht und somit die Durchführungsobjektivität erhöht (Döring & Bortz, 2016; Möhring & Schlütz, 2010; Nohl, 2017).

Zu Beginn des Interviews wurden den befragten Lehrenden nach einer Begrüßung einige Vorbemerkungen zur Beantwortung der Interviewfragen mitgeteilt. Da die Interviews ebenfalls während der Corona-Pandemie durchgeführt wurden, ging es in den Vorbemerkungen vor allem darum, dass die Befragten darum gebeten wurden, alle Interviewfragen jeweils auf den regulären Praktikumsbetrieb (d. h. vor Corona) bezogen zu beantworten. Sollten sich für die Gestaltung der Praktika jedoch zukünftig Änderungen in Folge der während der Pandemie gesammelten Erfahrungen ergeben, so durften diese immer angemerkt werden. Zudem wurde den Lehrenden deutlich gemacht, dass es in dem Interview nicht um die Bewertung von Praktika geht, sondern lediglich darum, einen Einblick in die Gestaltung dieser zu

⁷ Die Beantwortung der offenen Fragen im Fragebogen war freiwillig, um die Anzahl an Studienabbrechern zu verringern. Zudem war mit eher kurzen Beschreibungen des Vorkommens und der Lernunterstützungen in den offenen Aufgabenformaten zu rechnen.

erhalten. Ferner sollten die Lehrenden sich zur Beantwortung der Interviewfragen für eines der von ihnen betreuten Praktika entscheiden. Bevor die inhaltlichen Fragen des Interviews gestellt wurden, sollten sie Auskunft über einige praktikumsbezogene Daten geben. So wurden sie beispielsweise gefragt, ob das Praktikum als eigenständiges Modul oder in Kombination mit einer oder mehreren Vorlesungen oder Seminaren stattfindet. Der Kernteil des Interviews bestand aus zwei Fragenblöcken, welche die gleichen Fragen beinhalteten, jedoch einmal auf das Auswerten von Daten und einmal auf das Planen von Untersuchungen bezogen waren. Um ein allumfassendes Bild über die Lernunterstützung zur Förderung der Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW in Praktika zu erhalten, wäre eine Befragung zu allen sechs in Kapitel 2.1 herausgearbeiteten NDAW wünschenswert gewesen. Allerdings hätte der Umfang der Befragung den zeitlich angesetzten Rahmen der Interviews (ca. 45 Minuten) überschritten, weshalb zwei NDAW exemplarisch ausgewählt werden mussten. Dabei wurde das Planen von Untersuchungen und Auswerten von Daten gewählt, weil sich die beiden NDAW in ihren Tätigkeiten sowie der vermuteten Relevanz in Praktika (vgl. Kap. 2.2.2) unterscheiden. Die Parallelisierung der beiden Fragenblöcke dient dem Zweck der Vergleichbarkeit der Lernunterstützungen zur Förderung der beiden NDAW. Da auf Grundlage der empirischen Befunde zur Gestaltung von Praktika (Kap. 2.3.2) davon auszugehen ist, dass in Praktika häufiger das Auswerten von Daten vorkommt und gefördert wird und es den Lehrenden deshalb vermutlich leichter fällt, die Fragen in Bezug auf das Auswerten von Daten zu beantworten, wurde zuerst dieser Fragenblock bearbeitet und anschließend jener zum Planen von Untersuchungen. Im Folgenden werden die beiden Fragenblöcke am Beispiel des Blocks zum Auswerten von Daten beschrieben.

Die 10 Interviewfragen zur Gestaltung der Lernunterstützungen zur Förderung der beiden NDAW in Praktika wurden in Anlehnung an die Fragebogenstudie und aufbauend auf die in Kapitel 2.3.1 beschriebenen Dimensionen von Lernunterstützungen entwickelt (Tab. 5). Auf Grundlage der didaktischen Ausbildung von Lehrenden sowie bisheriger Befunde zur Gestaltung von Praktika (vgl. Kap. 2.3.2) ist in der Regel nicht davon auszugehen, dass Lehrende mit den verschiedenen Dimensionen von Lernunterstützungen sowie den Ausprägungen der einzelnen Dimensionen vertraut sind. Um die verschiedenen Instruktionselemente dennoch methodisch kontrolliert erfragen zu können, wurden deshalb ausschließlich bildungssprachliche und allgemeinverständliche Umschreibungen der Dimensionen verwendet (Niebert und Gropengießer 2014). Die in Tab. 5 dargestellte Reihenfolge der Fragen diente dabei zur Orientierung, nicht aber zur Festlegung des Gesprächsverlaufs (Niebert & Gropengießer, 2014). So war es beispielsweise möglich, dass die Lehrenden bei der Beantwortung einer Frage ebenfalls weitere, noch nicht gestellten Fragen beantworteten oder eine andere Reihenfolge der Fragen angewendet wurde. Zu den einzelnen in der Tab. 5 abgebildeten Fragen wurden abhängig von der jeweiligen Antwort teilweise weitere Differenzierungsfragen zur

vertiefenden Nachfrage und einem besseren Antwortverständnis gestellt (Niebert & Groppengießer, 2014). Sowohl die Fragen als auch die jeweils zugehörigen Differenzierungsfragen werden im Folgenden erläutert.

Zur Einschätzung des *Grads der Autonomie* in Bezug auf das Auswerten von Daten, also den Umfang der Möglichkeiten, den Studierende für individuelle Entscheidungen beim Ausführen dieser NDAW haben Vorholzer und von Aufschnaiter (2019), sollten die befragten Lehrenden angeben, was Studierende in ihrem Praktikum beim Auswerten von Daten genau machen. Um die Beschreibungen später besser einordnen zu können, wurden die Lehrenden u. a. mittels Differenzierungsfragen dazu angeregt, Angaben dazu zu machen, inwiefern Studierende die Möglichkeit haben, selbst Daten auszuwerten. Zudem wurden die Lehrenden nach mindestens einem konkreten Beispiel aus ihrem Praktikum gefragt, indem Studierende Daten auswerten.

Tabelle 5

Übersicht über die verschiedenen Fragen zum Auswerten von Daten im Online-Interview

Dimension	Zugehörige Interviewfrage(n)
Grad der Autonomie	(1) Könnten Sie dazu kurz erläutern, was Studierende in Ihrem Praktikum beim Auswerten von Daten machen?
Grad der konzeptuellen Informationsmitteilung und Kognitive Domäne der Lernunterstützung	(2) Könnten Sie nun erläutern, ob die Lehrenden noch zusätzlich etwas tun, um die Studierenden beim Erlernen des Auswertens von Daten zu unterstützen? (3) Bekommen die Studierenden eine Rückmeldung dazu, was beim Auswerten gut/nicht gut geklappt hat? (4) Für das Auswerten von Daten gibt es ja häufig Regeln und Strategien, z. B. für das Erstellen von Diagrammen oder für das Ermitteln bestimmter Werte. Thematisieren Sie solche Regeln und Strategien im Praktikum?
Keine	(5) Angenommen, Ihnen ständen alle Ressourcen zur Verfügung, die Sie benötigen, was wären die 2 – 3 zentralen Punkte in Ihrem Praktikum, die Sie ändern würden, um das Auswerten von Daten noch stärker zu fördern? (6) Welche Hürden sehen Sie, die die Umsetzung dieser Ideen in Ihrem Praktikum erschweren?

Da der *Grad der konzeptuellen Informationsmitteilung* sowohl das Vorhandensein von Lernunterstützungen als auch das Mitteilen und Erklären der angestrebten Konzepte beinhaltet (z. B. Kalthoff et al., 2018; Schwichow et al., 2016; Vorholzer & von Aufschnaiter, 2019), wur-

den Fragen zu beiden Facetten konstruiert. Um das Vorhandensein sowie die Form von Lernunterstützungen einschätzen zu können, wurden die Lehrenden zum einen gefragt, ob sie und andere Lehrende, die im Rahmen ihres Praktikums tätig sind, neben der Möglichkeit der Anwendung der NDAW etwas Zusätzliches tun, um die Studierenden beim Auswerten von Daten zu unterstützen. Zum anderen sollten sie angeben, ob die Studierenden in ihrem Praktikum Rückmeldung dazu bekommen, wie gut sie Daten ausgewertet haben. Bei beiden Fragen wurden die Lehrenden dazu aufgefordert, möglichst konkrete Beispiele anzugeben. In Bezug auf das Geben von Rückmeldungen wurde zudem erfragt, wie differenziert die Rückmeldungen sind, also ob die Studierenden nur gesagt bekommen, ob ihre Auswertung der Daten richtig oder falsch ist oder ob sie beispielsweise auch mitgeteilt bekommen, warum etwas falsch ist. In Bezug auf das Vorhandensein der Mitteilung und Erklärung der fachmethodischen Konzepte zum Auswerten von Daten wurden die Lehrenden gefragt, ob solche den Studierenden im Rahmen des Praktikums mindestens mitgeteilt werden. Um einschätzen zu können, ob die Lehrenden sich bei der Beantwortung der Frage auf fachmethodische Konzepte beziehen, wurde darauf geachtet, dass sie mindestens eine beispielhafte Regel oder Strategie zum Aufbereiten und Interpretieren von Daten angeben, die sie in ihrem Praktikum vermitteln möchten. Da insbesondere die Frage zum Vorkommen und der Förderung von Regeln und Strategien aber auch die Beschreibung der Lernunterstützungen sowie der Rückmeldungen ebenfalls Informationen darüber liefern, ob der inhaltliche Bereich der Lernunterstützung sich tatsächlich auf NDAW-Konzepte oder eher auf beispielsweise fachinhaltliche Konzepte bezieht, wurden diese Fragen auch zur Einschätzung der *kognitiven Domäne der Lernunterstützung* genutzt. Da die Planung und Gestaltung von Praktika mit verschiedenen organisatorischen Hürden verbunden ist (z. B. hohe Anzahl an Studierenden, begrenzte zur Verfügung stehende Zeit, vgl. Sacher & Bauer, 2020), wurden die Lehrenden zudem gefragt, ob sie Änderungen am Praktikum vornehmen würden, wenn sie alle Ressourcen, die sie benötigen, zur Verfügung hätten und welche Hürden sie bei der aktuellen Umsetzung dieser Änderungen sehen. Auch wenn die Fragen unabhängig von den drei Dimensionen von Lernunterstützungen entwickelt wurden, stehen sie dennoch eng in Verbindung mit diesen. So können sie beispielsweise weitere Hinweise über die *kognitive Domäne der Lernunterstützung*, als auch über die Überzeugungen zum Lernen von NDAW in Bezug auf die Dimensionen geben, welche die Befragten besitzen.

In der Beschreibung der Interviewfragen wurde bereits an verschiedenen Stellen aufgezeigt, durch welche Formulierungsprinzipien und Differenzierungsfragen die Auswertungsobjektivität erhöht werden soll. Darüber hinaus wurden bei der Datenerhebung die an Mayring (2010) angelehnten Gütekriterien von Niebert und Gropengießer (2014) berücksichtigt, die u. a. die „Datendokumentation“, die „Mitwirkung der Probanden“ und die „interne Triangulation“ umfassen. Für die „Datendokumentation“ wurde eine Audioaufzeichnung gewählt,

da Einzelinterviews stattfanden und für die Auswertung der Daten keine nonverbalen Äußerungen von Relevanz sind. Um sicherzustellen, dass die Äußerungen der Befragten authentisch und ehrlich sind („Mitwirkung der Probanden“), die Lehrenden also beispielsweise nicht nur positiv (verzerrte) Beschreibungen abgeben, wurde versucht, eine möglichst offene Gesprächsatmosphäre zu schaffen. Dazu wurde u. a. zu Beginn des Interviews deutlich gemacht, dass es nicht um die Bewertung von Praktika geht, sondern lediglich darum, einen Einblick in die Gestaltung dieser zu erhalten. Weiterhin wurde versucht, die offene Gesprächsatmosphäre durch das Verhalten der Interviewerin (z. B. Unvoreingenommenheit signalisieren, Verständnis zeigen) zu unterstützen. Die „interne Triangulation“ bezeichnet das Bezugnehmen auf gleiche inhaltliche Aspekte an mehreren Stellen im Interview und erhöht die Validität der Interpretation sinngemäßer Aussagen, da Äußerungen von Befragten zu verschiedenen Zeitpunkten miteinander verglichen werden können (Niebert & Gropengießer, 2014). Mit Blick auf den Grad der Autonomie wurde dieser Aspekt insbesondere durch die verschiedenen Differenzierungsfragen bzw. die von den Lehrenden selbst vorgenommenen differenzierten Beschreibungen der Anwendungsmöglichkeiten der jeweiligen NDAW umgesetzt, da auf diese Weise sowohl auf einer Metaebene als auch in konkreten Beispielen über den *Grad der Autonomie* gesprochen wurde. Der *Grad der konzeptuellen Informationsmitteilung* sowie die *kognitive Domäne der Lernunterstützung* wurde durch die drei zugehörigen Fragen aus verschiedenen Perspektiven beleuchtet. Zudem wurden die drei Dimensionen in den beiden Abschlussfragen zu möglichen Änderungen und Hürden dieser rekurriert.

4.3 Beschreibung der Stichprobe

Die teilnehmenden Lehrenden der Fragebogenstudie wurden durch das Versenden einer E-Mail an 75 Dekanate naturwissenschaftlicher Fachbereiche von 50 deutschen Universitäten akquiriert, in der um Weiterleitung einer Einladung zur Fragebogenstudie an die Lehrenden ihres Fachbereichs gebeten wurde. Wie viele und welche der angeschriebenen Dekanate die Mail tatsächlich weitergeleitet haben, ist uns jedoch unbekannt. Darüber hinaus wurde der Mitglieder-News-Letter der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) zur Akquise weiterer Lehrender der Chemie genutzt. Insgesamt haben $N = 86$ Lehrende der Biologie, Chemie und Physik an der Online-Befragung teilgenommen. Eine Übersicht über die Zusammensetzung der Stichprobe ist in Tab. 6 zu finden. Da aus datenschutzrechtlichen Gründen die Universitäten, an welchen die befragten Lehrenden tätig sind, nicht abgefragt wurden, kann keine Auskunft darüber gegeben werden, von wie vielen unterschiedlichen Universitäten die Lehrenden stammen.

Tabelle 6

Übersicht über grundlegende Charakteristika der Stichprobe der Online-Fragebogenstudie mit Lehrenden

Praktikumsdisziplin	Zielgruppe	Praktikumsniveau	Lehrende
Biologie 24	Hauptfachstudierende 70	Anfänger 30	studentische*r Assistent*in 2
Chemie 35	Nebenfachstudierende 21	Fortgeschritten 37	Angestellte*r Assistent 29
Physik 27		Sowohl als auch 19	Praktikumsverantwortliche*r 55
Gesamt 86			

Anmerkung 1: Im Bereich „Zielgruppe“ war eine Mehrfachantwort möglich.

Anmerkung 2: Block B wurde von einer Person (Chemie, Anfängerpraktikum) nicht bearbeitet.

Am Ende der Online-Fragebogenstudie haben $N = 36$ Lehrende angegeben, dass sie an einem weiterführenden Interview teilnehmen würden. Da es in dem weiterführenden Interview insbesondere um die Beschreibung von Lernunterstützungen zum Planen von Untersuchungen und Auswerten von Daten geht, wurden innerhalb dieser Gruppe nur Personen für ein solches Interview angefragt, welche mindestens angaben, dass eine der beiden NDAW in ihrem Praktikum gefördert werden soll. Von diesen Personen konnten insgesamt $N = 19$ für ein solches Interview gewonnen werden, wobei $N = 4$ ein biologisches, $N = 8$ ein chemisches und $N = 7$ ein physikalisches Praktikum betreuen (Tab. 7). Auch hier wurden aus datenschutzrechtlichen Gründen die Universitäten, an welchen die befragten Lehrenden tätig sind, nicht abgefragt.

Tabelle 7

Übersicht über grundlegende Charakteristika der Stichprobe der Online-Interviews mit Lehrenden

Praktikumsdisziplin	Zielgruppe	Praktikumsniveau	Lehrende
Biologie 4	Hauptfachstudierende 12	Anfänger 11	studentische*r Assistent*in 0
Chemie 8	Nebenfachstudierende 2	Fortgeschritten 8	Angestellte*r Assistent 2
Physik 7	Lehramtsstudierende 5	Sowohl als auch 0	Praktikumsverantwortliche*r 17
Gesamt 19			

Zur Akquise der teilnehmenden Studierenden der Fragebogenstudie wurde eine E-Mail an 38 Dekanate naturwissenschaftlicher Fachbereiche von 24 unterschiedlichen deutschen

Universitäten verteilt, mit der Bitte um Weiterleitung an die Studierenden ihrer Fachbereiche. Wie viele und welche der angeschriebenen Dekanate die Mail tatsächlich weitergeleitet haben, ist uns jedoch unbekannt. In der Einladungs-E-Mail wurde damit geworben, dass Studienteilnehmende die Chance auf einen von fünf Amazon-Gutscheinen im Wert von 20 € haben. Insgesamt haben $N = 399$ Studierende an der Befragung teilgenommen, welche aus dem Studiengang Biologie, Chemie und Physik sowie aus anderen Studiengängen (z. B. Materialwissenschaften, Biochemie, Lebensmittelchemie, Medizin) stammen (Tab. 8). Da auch hier aus datenschutzrechtlichen Gründen die Universitäten, an welchen Studierenden eingeschrieben sind, nicht abgefragt wurden, kann keine Auskunft darüber gegeben werden, von wie vielen unterschiedlichen Universitäten die Studierenden stammen.

Tabelle 8

Übersicht über grundlegende Charakteristika der Stichprobe des Online-Fragebogens mit Studierenden

Studiengang		Anzahl bereits belegter Praktika (präsenz und virtuell)		Anzahl bereits belegter Präsenz-Praktika	
Biologie	94	0	3	0 ^{a)}	59
Chemie	80	$1 \leq x \leq 3$	144	$1 \leq x \leq 3$	113
Physik	99	$4 \leq x \leq 6$	86	$4 \leq x \leq 6$	86
Anderer	126	$x \geq 7$	166	$x \geq 7$	141
Gesamt: 399					

Anmerkung zu „a)“: Aus der Gruppe der Personen, die bisher noch kein Präsenz-Praktikum, sondern nur virtuelle Praktika belegt haben ($N = 59$), stammen $N = 48$ Personen aus der Kategorie „Anderer Studiengang“

Da die Teilnahme an allen drei Studien freiwillig war, ist bei der Deutung der Ergebnisse der Erhebungen zu beachten, dass es sich bei den Teilnehmenden, insbesondere den Lehrenden, um eine Positivauswahl handeln könnte. Um zu verhindern, dass sich durch die Einladungs-E-Mail vor allem Lehrende angesprochen fühlen, die sich in ihren Praktika auf das Fördern der NDAW fokussieren, wurde das Thema in der Einladung allgemeiner als „Ziele naturwissenschaftlicher Praktika“ beschrieben. Mit Blick auf die Studierenden ist zu vermuten, dass sich diese im Studium in der Regel eher weniger selbst mit den Zielen von Praktika und der Förderung der NDAW beschäftigen. Daher ist die Wahrscheinlichkeit einer Positivauswahl bei dieser Gruppe eher geringer einzustufen.

4.4 Methodisches Vorgehen bei der Auswertung der Fragebogenstudie

Zur Untersuchung der Forschungsfragen wurden sowohl die Daten aus den beiden Fragebogenstudien mit Lehrenden und Studierenden als auch die Daten aus dem ersten Teil der Interviews genutzt. Das konkrete Vorgehen bei der Auswertung sowie die dazu verwendeten Methoden, werden im Folgenden beschrieben.

Zunächst wurden die demographischen Daten deskriptiv ausgewertet, um die Stichprobe zu charakterisieren. Aus der breiten Auswahl dieser Daten wurden zwei Aspekte (Praktikumszeitpunkt und Disziplin) für die weitere Auswertung des inhaltlichen Teils des Fragebogens (z. B. für Relevanz der NDAW, Vorkommen der NDAW) genutzt. Die inhaltlichen Daten wurden dementsprechend hinsichtlich dieser beiden Aspekte verglichen. Bzgl. des ersten Aspekts, des Praktikumszeitpunkts, wurden bei den Lehrenden solche Befragten miteinbezogen bzw. verglichen, welche angaben, ein Anfänger- oder ein Fortgeschrittenenpraktikum zu betreuen. Bei den Studierenden wurden aus der Angabe, wie viele Präsenzpraktika sie bereits belegt haben, vier Gruppen (0 Präsenzpraktika, 1-3 Präsenzpraktika, 4-6 Präsenzpraktika oder mehr als 7 Präsenzpraktika) gebildet⁸. Zu beachten ist bei dieser Einteilung, dass einige Studierende bedingt durch die Corona-Pandemie, welche im Zeitraum der Datenerhebung mit Einschränkungen für den Lehrbetrieb an Hochschulen einherging, z. T. auch virtuelle Praktika belegt haben. Da virtuelle Praktika vom Grundsatz her anders gestaltet sind als Präsenzpraktika, wurden sowohl die Studierenden als auch die Lehrenden zu Beginn der Befragung gebeten, alle Fragen in Bezug auf das reguläre Praktikumsformat, also Präsenzpraktika, zu beantworten. Da aber beispielsweise ein Großteil der Studierenden, die bisher noch kein Präsenzpraktikum belegt haben, schon mindestens ein virtuelles Praktikum absolviert haben ($N = 56$), muss diese Information bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden. Der zweite Aspekt hinsichtlich dessen die inhaltlichen Daten verglichen wurden, war die Disziplin, zu welchem das Praktikum der Lehrenden am ehesten zugeordnet werden kann, bzw. das Fach, welches die Studierenden als Studienfach angegeben haben. Da es bei den Lehrenden nur Praktika zu den Fächern Biologie, Chemie und Physik gab, wurden im Fächervergleich der Studierenden nur Personen miteinbezogen, die eines dieser Fächer studierten. Studierende, die z. B. Medizin oder Materialwissenschaften als Studienfach angaben, wurden in diesen Analysen nicht berücksichtigt.

Zur Auswertung der Daten aus den geschlossenen Aufgaben der Fragebogenstudie wurden neben deskriptiven Analysen auch inferenzstatistische Verfahren eingesetzt, um Kontraste zwischen ausgewählten Personengruppen und Praktikumsmerkmalen zu untersuchen. Diese Analysen erfolgten softwaregestützt mittels IBM SPSS Statistics (Version 28.0). Die Analyse der Daten aus den offenen Aufgaben des Fragebogens wurde mit MAXQDA 2022 durchgeführt. Im Folgenden werden die Analysen entlang der einzelnen Aufgabentypen im Fragebogen näher beschrieben.

⁸ Zur Unterstützung der Lesbarkeit wird im Folgenden von „Praktika“ statt „Präsenzpraktika“ gesprochen. Immer wenn „Praktika“ in Kombination mit der Einteilung der Gruppen 0, 1-3, 4-6 oder mehr als 7 genannt werden, sind „Präsenzpraktika“ gemeint.

4.4.1 Auswertung der Rangfolge-Aufgabe

Im Rahmen der beiden Fragebogenstudien sollten Lehrende und Studierende 11 Ziele naturwissenschaftlicher Praktika nach ihrer Wichtigkeit im Praktikum sortieren. Zur Auswertung der Aufgabe wurde für jedes der Ziele berechnet, welcher Rangplatz diesem Ziel im Mittel zugewiesen wurde (Median). Neben einer deskriptiven Analyse der Rangplatzverteilung wurden auch Vergleiche zwischen den Lehrenden für Praktika im Allgemeinen sowie für ihr eigenes Praktikum und zwischen den Personengruppen (Lehrende vs. Studierende) durchgeführt, wobei die Angaben der Studierenden sowohl mit den Angaben der Lehrenden für Praktika im Allgemeinen sowie für ihr eigenes Praktikum verglichen wurden. Da es sich bei dem mittleren Rangplatz eines Ziels um eine ordinalskalierte Variable handelt und der Vergleich zwischen den Angaben der Lehrenden für Praktika im Allgemeinen sowie für ihr eigenes Praktikum auf einer verbundenen Stichprobe beruht (gleiche Personengruppe, unterschiedliches Objekt), wurden zur Ermittlung von Unterschieden zwischen den Bezugspunkten Wilcoxon-Tests durchgeführt und die Effektstärke r nach Pearson berechnet (Field, 2013). Analog wurden beim Vergleich zwischen Lehrenden und Studierenden sowie des Praktikumszeitpunktes innerhalb der Gruppe der Lehrenden Mann-Whitney- U -Tests eingesetzt, da es sich hier jeweils um unverbundene Stichprobe handelt (Field, 2013). Bei den Vergleichen zwischen den Fächern sowie zwischen den Praktikumszeitpunkten innerhalb der Stichprobe der Studierenden handelt es sich ebenfalls um Vergleiche von unabhängigen Stichproben mit ordinalskalierten Variablen. Hierbei wurden jedoch mehr als zwei Gruppen verglichen, weshalb für diese Vergleiche der Kruskal-Wallis-Tests und ggf. ein post-hoc-Test zum Einsatz kamen (hier Dunn-Bonferroni-Test; Field, 2013). Um differenzielle Effekte zwischen den einzelnen Ausprägungen der Gruppen sichtbar zu machen, wurden paarweise die Effektstärken r nach Pearson für Vergleiche berechnet, welche signifikante Unterschiede aufweisen (Field, 2013). Die mit den entsprechenden Tests berechneten Signifikanzen (p) und Effektstärken (Pearsons r) wurden anschließend als Indikatoren zur Einschätzung möglicher Unterschiede zwischen den Gruppen genutzt, wobei zur Beurteilung des Signifikanzniveaus jeweils die empfohlene Grenze von $p < .05$ und zur Einordnung der Effektstärke die Einteilung nach Cohen verwendet wurde ($.10 \leq r < .30$ kleiner Effekt; $.30 \leq r < .50$ mittlerer Effekt; $r \geq .50$ großer Effekt; Cohen, 1988; Field, 2013).

4.4.2 Auswertung der Aufgaben mit Likert-Skala

Zur Erhebung der allgemeinen Relevanz einzelner NDAW in Praktika aus Sicht von Lehrenden und Studierenden wurde im Fragebogen eine fünf-stufige Likert-Skala eingesetzt. Eine weitere, vier-stufige Likert-Skala kam bei der Erhebung der von Studierenden wahrgenommenen Prüfungsrelevanz der NDAW zum Einsatz. Zur Auswertung der Aufgaben mit Likert-Skala wurden Signifikanzen (p) und Effektstärken berechnet und als Indikator zur Einschätzung möglicher Unterschiede zwischen den Gruppen genutzt, wobei als Signifikanzniveau jeweils

die empfohlene Grenze von $p < .05$ und zur Einordnung der Effektstärken die Einteilung nach Cohen verwendet wurde. Da nur bei Likert-Skalen mit einer ungeraden Anzahl an Abstufungen angenommen werden kann, dass die Abstufung als näherungsweise äquidistant wahrgenommen werden und somit von einer Intervallskalierung ausgegangen werden kann (Bühner, 2011; Döring & Bortz, 2016), wurde bei der Auswertung der beiden Aufgaben mit Likert-Skala unterschiedlich vorgegangen.

Bei der Erhebung der allgemeinen Relevanz der NDAW in Praktika konnte von einer Intervallskalierung ausgegangen werden. Zur Auswertung der fünf-stufigen Likert-Skala wurden deshalb Mittelwert und Standardabweichung der jeweils eingeschätzten bzw. wahrgenommenen Relevanzen berechnet. Zur Prüfung möglicher statistischer Unterschiede zwischen den Disziplinen und zwischen den Praktikumszeitpunkten in der Gruppe der Lehrenden und der Studierenden wurden anschließend einfaktorielle Varianzanalysen durchgeführt und Eta-Quadrat (η^2) zur Beurteilung der Effektstärke berechnet ($\eta^2 = .01$ kleiner Effekt, $\eta^2 = .06$: mittlerer Effekt, $\eta^2 = .14$ großer Effekt; Cohen, 1988; Richardson, 2011). Da die befragten Lehrenden die Relevanz der einzelnen NDAW bzgl. Praktika im Allgemeinen sowie in Hinblick auf ihr eigenes Praktikum einschätzen sollten, wurde in der Gruppe der Lehrenden ebenfalls auf Unterschiede zwischen diesen beiden Einschätzungen geprüft. Bei diesem Vergleich handelt es sich stets um die gleichen Personen, sodass t -Tests für abhängige Stichproben durchgeführt und die zugehörigen Effektstärken d nach Cohen berechnet wurden (Cohen's d ; $.20 \leq d < .50$ kleiner Effekt; $.50 \leq d < .80$ mittlerer Effekt; $d \geq .80$ großer Effekt; Cohen, 1988). Für den Vergleich zwischen Lehrenden (jeweils Praktika im Allgemeinen und im eigenen Praktikum) und Studierenden sowie für den Vergleich der Praktikumszeitpunkte in der Gruppe der Lehrenden (für ihr eigenes Praktikum) wurden t -Tests für unabhängige Stichproben durchgeführt, da es sich hier nicht mehr um die gleiche Stichprobe handelt, und die Effektstärke d nach Cohen berechnet (Field, 2013).

Zur Auswertung der vier-stufigen Likert-Skala wurden auf der einen Seite die prozentualen Häufigkeiten der verschiedenen Antwortmöglichkeiten und auf der anderen Seite die jeweiligen Mediane sowie Spannweiten berechnet und deskriptiv ausgewertet. Da die Aufgabe nur im Fragebogen der Studierenden gestellt wurde, erfolgten hier ausschließlich statistische Vergleiche zwischen den Fächern sowie zwischen den Praktikumszeitpunkten, wozu Kruskal-Wallis-Tests und ggf. Dunn-Bonferroni post-hoc Tests eingesetzt wurden. Um differenzielle Effekte zwischen den einzelnen Ausprägungen der Gruppen sichtbar zu machen, wurden paarweise die Effektstärken r nach Pearson für Vergleiche berechnet, welche signifikante Unterschiede aufweisen ($.10 \leq r < .30$ kleiner Effekt; $.30 \leq r < .50$ mittlerer Effekt; $r \geq .50$ großer Effekt; Cohen, 1988; Field, 2013).

4.4.3 Auswertung der Single-Choice- und Multiple-Choice-Aufgaben

Alle vier Single-Choice-Aufgaben wurden im Fragebogen für Lehrende gestellt und bezogen sich thematisch auf die Anforderung an die Kompetenzen der Studierenden bezüglich der einzelnen NDAW, das Vorkommen von Lernunterstützungen zur Förderung der NDAW sowie die Überprüfung der NDAW. Zur Auswertung der Single-Choice-Aufgabe zum Vorkommen der NDAW in Praktika wurden die Antwortmöglichkeiten „In einem informellen Setting, regelmäßig (z. B. in einem persönlichen Gespräch während des Praktikums)“ und „In einem informellen Setting, selten (z. B. in einem persönlichen Gespräch, wenn es sich zufällig ergibt)“ zusammengefasst. Auf diese Weise ist die Häufigkeit der beiden Antworten zu „In einem informellen Setting“ besser vergleichbar mit der Häufigkeit der Antwort „In einem formellen Setting“. Während der Auswertung wurde jedoch zusätzlich auch danach geschaut, ob es Unterschiede in der Häufigkeit der beiden unterschiedlichen Ausprägungen des informellen Settings gab. Das Format der Multiple-Choice-Aufgabe wurde im Fragebogen für Studierende eingesetzt und bezog sich thematisch auf die Erwartungen der Studierenden an das Vorkommen und mögliche Lernunterstützungen zu den einzelnen NDAW in Praktika.

Sowohl für die Auswertung der Single-Choice-Aufgaben in der Gruppe der Lehrenden als auch der Multiple-Choice-Aufgabe in der Gruppe der Studierenden wurden zunächst die prozentualen Häufigkeiten des Vorkommens der jeweiligen Antwortoptionen berechnet und deskriptiv ausgewertet. Da es sich bei allen Antwortoptionen um nominalskalierte Variablen handelt, wurden anschließend χ^2 -Tests und ggf. zugehörige post-hoc Tests mit Bonferroni-Korrektur genutzt, um zu ermitteln, ob es signifikante Unterschiede zwischen den Disziplinen oder Praktikumszeitpunkten innerhalb der Gruppe der Lehrenden bzw. der Studierenden gibt. Voraussetzung für die Durchführung der χ^2 -Tests ist dabei, dass keine der erwarteten Häufigkeiten kleiner 1 und weniger als 20 % der erwarteten Häufigkeiten kleiner 5 ist (Bortz, 2005; Field, 2013). Auf den χ^2 -Tests basierend wurde anschließend ebenfalls die Effektstärke berechnet (Odds Ratio und Cramérs V ; $.10 \leq V < .30$ kleiner Effekt; $.30 \leq V < .50$ mittlerer Effekt; $V \geq .50$ großer Effekt; Field, 2013). Auch hier wurden die berechneten p -Werte sowie die Effektstärken genutzt, um Hinweise auf mögliche Unterschiede zwischen den jeweiligen Gruppen zu erhalten.

4.4.4 Auswertung der offenen Aufgaben

Zur Auswertung der offenen Fragen wurde eine qualitative Inhaltsanalyse durchgeführt. Dabei kamen jeweils kategorienbasierte Analyseverfahren zum Einsatz, welche u. a. wegen der regelgeleiteten Interpretation der Daten und der daraus resultierenden intersubjektiven Auswertung für inhaltliche Klassifikationen empfohlen werden (Göhner, M. & Krell, M., 2020; Kuckartz, 2018; Mayring, 2015). Die dazu notwendigen Kategoriensysteme und Kodiermanuale wurden deduktiv aus der in Kapitel 2 beschriebenen Theorie entwickelt und

anschließend auf Grund verschiedener Beobachtungen in den Daten induktiv erweitert (Kuckartz, 2018; Mayring, 2015). Eine neue Kategorie wurde nur dann ergänzt, wenn es in den Antworten mehrere ähnliche Fälle gab, die keiner anderen Kategorie zugeordnet werden konnten. Antworten, die in keine Kategorie eingeordnet werden konnten und nur vereinzelt auftraten, wurden in der Kategorie *Andere oder zu ungenau* zusammengefasst. Zur Erhöhung der Validität der Auswertung der offenen Fragen wurde neben dem theoriegeleiteten Verfahren bei der Erstellung des Kodiermanuals darauf geachtet, dass der Interpretationsspielraum im Kodierprozess möglichst gering bleibt. So durften beispielsweise für das Verständnis der Antworten neben Kenntnis über die Fachzugehörigkeit der jeweiligen Person nur Informationen genutzt werden, die in der Antwort der Person enthalten sind. Das Geringhalten des Interpretationsspielraums trägt darüber hinaus auch zur Erhöhung der Objektivität der Auswertung bei. Diese wurde insbesondere auch durch die bei qualitativen Inhaltsanalysen üblichen Überarbeitungsschleifen (Mayring, 2015) und den damit verbundenen Diskussionen der Kodiermanuals mit den Betreuer*innen dieser Arbeit sowie deren Erprobungen erhöht. Aus diesem Prozess gingen neben der Identifizierung „blinder Flecken“ im Kodiermanual auch Anpassungen und Regeln zur Optimierung von Unschärfen zwischen den Kategorien hervor. Der vollständige Datensatz wurde nur von der Autorin dieser Arbeit ausgewertet. Zur empirischen Prüfung der Intersubjektivität wurden etwa 10 % der Antworten von einer zweiten unabhängigen Kodiererin kodiert. Die Antworten für die Doppelkodierung wurden dabei so ausgewählt, dass sie zum einen die Zusammensetzung der Gesamtstichprobe mit Blick auf die Fachzugehörigkeit sowie den Praktikumszeitpunkt prozentual widerspiegeln und zum anderen möglichst alle Kategorien in ihnen vorkommen. Nach der Doppelkodierung wurden die prozentualen Übereinstimmungen sowie das zufallsbereinigte Übereinstimmungsmaß Kappa (κ) nach Brennan und Prediger (1981) berechnet. Gemäß konventionellen Standards wird $\kappa \geq .75$ als sehr gute, $.60 \leq \kappa < .75$ als gute und $.40 \leq \kappa < .60$ als noch ausreichende Übereinstimmung bewertet (Döring & Bortz, 2016; Wirtz & Caspar, 2002). Als Übereinstimmung galt dabei, wenn für eine Kodiereinheit derselbe Kategorie-Code vergeben wurde. Für die Auswertung der Antworten sowie für die Berechnung der prozentualen Übereinstimmung und von Kappa wurde die Software MAXQDA 2022 genutzt. Im Folgenden werden die entwickelten Kategoriensysteme entlang der offenen Aufgaben des Online-Fragebogens beschrieben. Dabei werden die jeweils genutzten Kategorien, ggf. besondere Kodierregeln sowie das Ergebnis der Prüfung der Intercoder-Übereinstimmung berichtet.

Kategoriensystem zur Erfassung der Ziele naturwissenschaftlicher Praktika

In der ersten Aufgabe des Fragebogens sollten Lehrende und Studierende die drei für sie relevantesten Ziele in Praktika nennen. Ziel der Inhaltsanalyse dieser Aufgabe war es, zu überprüfen, ob die Items der Rangfolge-Aufgabe alle relevanten Zielkategorien abdecken

Tabelle 9

Beschreibung der Kategorien der qualitativen Inhaltsanalyse der offenen Aufgabe zur Nennung von Zielen naturwissenschaftlicher Praktika im Online-Fragebogen

Code	Beschreibung	Beispiel
Fachinhaltliche Kompetenzen	Studierende sollen Fähigkeiten und Kenntnisse zu biologischen, chemischen oder physikalischen Inhalten aufbauen (z. B. zu Theorien, Gesetzen, Modellen).	„Verknüpfung der in Vorlesungen erlernter Theorien mit der Praxis“ (L70_F) „physikalische Grundlagen der Versuche“ (L82_F) „Artenkenntnis“ (L16_F)
Praktische Fähigkeiten	Studierende sollen manuelle/handwerkliche Geschicklichkeit, z. B. im Umgang mit bestimmten Messgeräten und Versuchsapparaturen oder zur (sicheren) Durchführung bestimmter Arbeitstechniken/-methoden, aufbauen.	„Grundlegender Umgang mit einfachen Laborgeräten“ (L53_F) „Erlernen von einfachen mikrobiologischen Arbeitstechniken, die man zum sicheren Umgang mit Bakterien benötigt.“ (L2_F)
Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW	Studierende sollen lernen, naturwissenschaftlich zu denken und zu arbeiten (z. B. Fragen zu formulieren, Untersuchungen zu planen).	„Experimente nach wissenschaftlichen Aspekten planen, aufbauen, durchführen, auswerten und hinterfragen“ (L85_F)
Verständnis über die Natur der Naturwissenschaften	Studierende sollen ein Verständnis darüber aufbauen, <u>warum</u> naturwissenschaftliche Erkenntnisse auf eine bestimmte Art und Weise gewonnen werden.	„Entwicklung eines naturwissenschaftlichen Habitus“ (L24_F) „Kennenlernen wissenschaftlicher Praxis (nicht nur das Lernen der zugrundeliegenden Theorien)“ (L3_F)
Fächerübergreifende Kompetenzen	Studierende sollen fachunspezifische Fähigkeiten aufbauen (z. B. Problemlösefähigkeit, Teamfähigkeit).	„Problemlösung, Durchhaltevermögen, Stressresistenz“ (L5_F) „Zeitmanagement“ (L23_F) „einen praktischen Laborarbeitstag zu organisieren“ (L54_F)
Affektive Ziele	Studierende sollen Interesse und/oder Motivation am Fach und/oder am naturwissenschaftlichen Arbeiten entwickeln.	„Steigerung der Motivation für das Fachgebiet“ (L55_F)
Einblick in Beruf/aktuelle Forschung	Studierende sollen einen Einblick in Laborberufe oder die aktuelle Forschung bekommen. Auch die didaktische Einbettung von Versuchen für den späteren Berufsalltag zählt in diesen Bereich.	„Einblick in Industrie“ (L66_F) „Einblick in potentielle Forschungsgebiete“ (L80_F)

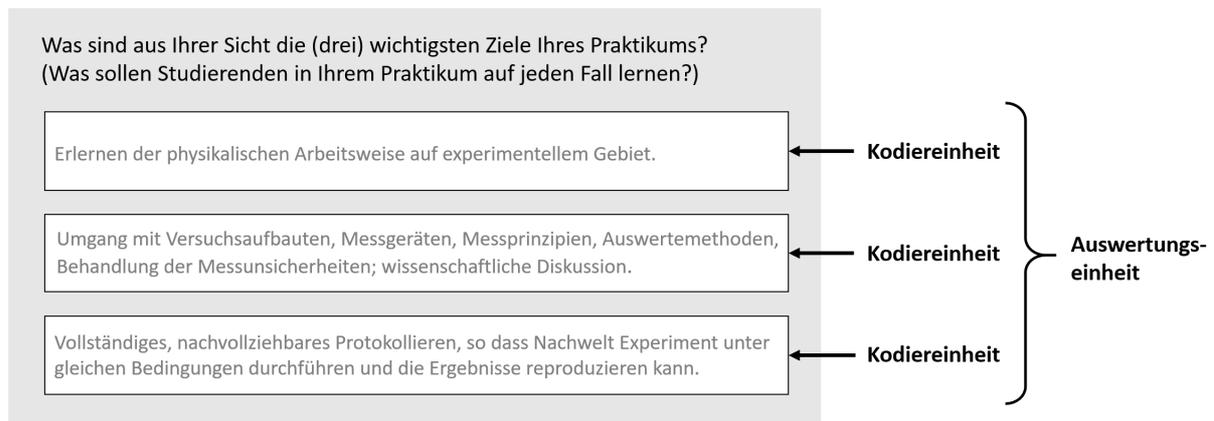
und herauszufinden, welche Zielkategorien aus Kapitel 2.2.1 dabei besonders häufig vorkommen und ob sich dieses Bild mit dem Bild der Ergebnisse aus der Rangfolge-Aufgabe deckt. Aus diesem Grund wurden die Kategorien zu dieser Aufgabe deduktiv aus den in Kapitel 2.2.1 herausgearbeiteten Zielkategorien entwickelt: *Fachinhaltliche Kompetenzen, praktische Fähigkeiten, Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW, Verständnis über die Natur der Naturwissenschaften, fächerübergreifende Kompetenzen, affektive Ziele*. Da in den Antworten zudem häufiger Ziele benannt wurden, welche sich darauf bezogen, einen Einblick in mögliche Berufe oder in die aktuelle Forschung zu erhalten und diese zu keiner der in Kapitel 2.2.1 beschriebenen Zielkategorien passt, wurde hierzu eine neue Kategorie *Einblick in Beruf/aktuelle Forschung* ergänzt. Darüber hinaus gab es auch einige Ziele, die auf Grund ihrer meist sehr allgemeingehaltenen Formulierung nicht einsortiert werden konnten. Für solche Fälle gab es eine Kategorie *andere oder zu ungenau*. Insgesamt umfasst das Kategoriensystem zur Auswertung der offenen Aufgabe zur Nennung von Zielen naturwissenschaftlicher Praktika 8 Kategorien, welche in Tab. 9 erläutert werden.

Der Großteil der Antworten ließ sich dabei sehr gut in die deduktiv entwickelten Kategorien einsortieren. Schwierigkeiten im Kodierprozess traten vor allem bei der Einordnung von Zielen auf, welche auf Grund der vagen Formulierungen sowohl in die Kategorie *Verständnis über die Natur der Naturwissenschaften* als auch in die Kategorie *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* einsortiert werden können. Aus theoretischer Perspektive ist ein wesentlicher Unterschied zwischen den beiden Kategorien, dass es bei dem Ziel *Verständnis über die Natur der Naturwissenschaft* nicht darum geht, wie die einzelnen NDAW sachangemessen ausgeführt werden, sondern warum es z. B. die einzelnen Schritte in einem Erkenntnisgewinnungsprozess gibt und welche Funktion diese für die Naturwissenschaften erfüllen (N. G. Lederman, 2007; Vorholzer, 2016). Häufig traten Formulierungen wie „Wissenschaftliche Arbeit [...] kennenlernen“ (F_S14) auf. Der Bedeutung des Verbs kennenlernen als „sich ein Wissen über etw., jmdn. aneignen“ (DWDS) folgend, beinhalten solche Formulierungen mehr das Aneignen von Wissen über eine (Teil-)fähigkeit, was von der Autorin dieser Arbeit als Wissen über das Warum und die spezielle Funktion (eines Schritts) des Erkenntnisgewinnungsprozesses verstanden wird. Aus dieser Auslegung des Verbs „kennenlernen“ ging die Kodierregel hervor, dass immer, wenn es um das Kennenlernen des wissenschaftlichen Arbeitens oder der wissenschaftlichen Praxis geht, es sich um die Zielkategorie *Verständnis über die Natur der Naturwissenschaften* handelt. Wurde als Ziel nur „Wissenschaftliches Arbeiten“ genannt, so wurde dieses in die Kategorie *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* einsortiert. Eine weitere Schwierigkeit stellte das Einsortieren von Zielen dar, welche das Wort „Methoden“ beinhalten, da diese teilweise sowohl in die Kategorie *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* als auch in die Kategorie *praktische Fähigkeiten* einsortiert werden können. Zur Vereinheitlichung der Einsortierung solcher Ziele wurde die Regel aufgestellt,

dass immer, wenn Methoden ohne Anwendungskontext benannt werden, z. B. „klassische biologische Methoden“, diese im Sinne von Methodenkenntnissen verstanden werden und es sich um die Kategorie *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* handelt. Wenn es um die konkrete Anwendung von Methoden geht, z. B. „Anwendung moderner Mikroskopiemethoden“, gehört das Ziel hingegen der Kategorie *praktische Fähigkeiten* an.

Abbildung 5

Illustration der Kodier- und Auswertungseinheiten bei der Auswertung der offenen Aufgabe zur Nennung von Zielen naturwissenschaftlicher Praktika an einem Beispieldatensatz



Bei der Auswertung der offenen Fragen bildete die Gesamtheit der drei Zielnennungen jeweils eine Auswertungseinheit (vgl. Abb. 5), welche zur Unterstützung des Verständnisses aller Ziele der jeweiligen Person genutzt werden durften. Eine Kodiereinheit stellte die Nennung eines Ziels dar. Zur Quantifizierung der Kategorie-Codes wurde die Anzahl der Auswertungseinheiten, welche einen bestimmten Code (z. B. *praktische Fähigkeiten*) enthalten, mithilfe von MAXQDA 2022 ausgezählt. Die Quantifizierung der Codes erfolgte dabei separat für die Gruppe der Lehrenden und die Gruppe der Studierenden. Teilweise wurden in einer Kodiereinheit mehrere Zielkategorien angesprochen. So beinhaltet beispielsweise die mittlere Kodiereinheit in Abb. 5 sowohl die Kategorie *praktische Fähigkeiten* (u. a. „Umgang mit [...] Messgeräten“), als auch die Kategorie *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* (u. a. „Umgang mit [...] Auswertungsmethoden“). In solchen Fällen wurde die Kodiereinheit mit allen enthaltenen Kategorie-Codes kodiert. Dies konnte dazu führen, dass eine Auswertungseinheit mehr als 3 Kategorie-Codes beinhaltet. Dieser Fall trat jedoch bei keinem Lehrenden und bei nur $N = 7$ Studierenden ein. Zudem gibt es auch Auswertungseinheiten, in denen zwei oder mehr Kodiereinheiten enthalten sind, welche der gleichen Zielkategorie angehören. So wurde in Abb. 5 beispielsweise sowohl in der mittleren als auch in der unteren Kodiereinheit der Kategorie-Code *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* vergeben. In solchen Fällen wurde der Code mehrmals kodiert, in der späteren Quantifizierung der Codes

jedoch nur ein Mal pro Auswertungseinheit gezählt. Dies führte dazu, dass eine Auswertungseinheit häufiger nur zwei oder seltener sogar nur einen Kategorie-Code beinhaltete.

Die Ergebnisse der Quantifizierung der Codes wurden anschließend deskriptiv ausgewertet. Da die offene Frage zur Nennung von Zielen naturwissenschaftlicher Praktika von einem Großteil der Lehrenden ($N = 82$) und Studierenden ($N = 393$) beantwortet wurde, konnte für diese offene Frage zusätzlich ein Vergleich zwischen den Lehrenden und Studierenden, zwischen den Fächern und zwischen den Praktikumszeitpunkten durchgeführt werden. Dazu wurden die Daten in IBM SPSS Statistics (Version 28.0) übertragen und χ^2 -Quadrat-Tests mit ggf. zugehörigen post-hoc Tests mit Bonferroni-Korrektur durchgeführt sowie anschließend die Effektstärken berechnet (Field, 2013). Für die Gesamtheit der Kategorie-Codes betrug die prozentuale Übereinstimmung 91 % und das zufallsbereinigte Übereinstimmungsmaß Kappa nach Brennan und Prediger (1981) einen Wert von $\kappa = .90$. Sowohl die prozentuale Übereinstimmung als auch Kappa weisen auf eine sehr gut Inter-coder-Übereinstimmung hin (Döring & Bortz, 2016; Wirtz & Caspar, 2002), womit eine intersubjektiv vergleichbare Interpretation der Antworten möglich ist.

Kategoriensystem zur Erfassung des Vorkommens der einzelnen NDAW in Praktika

Um mehr darüber zu erfahren, inwiefern die einzelnen NDAW im Praktikum vorkommen, sollten Lehrende beispielhaft skizzieren, in welcher Form Studierende diese NDAW in ihrem Praktikum anwenden. Das Ziel der Auswertung lag dabei auf der Analyse des Grads der Autonomie, welcher Studierenden zu den einzelnen NDAW im Praktikum ermöglicht wird. Bevor der Grad der Autonomie jedoch ausgewertet wurde, wurden die Antworten aus der offenen Aufgabe dahingehend überprüft, ob die beschriebenen Tätigkeiten den dieser Arbeit zugrundeliegenden Definitionen der einzelnen NDAW entsprechen. Nicht mit der entsprechenden Definition konforme Antworten wurden aussortiert und anschließend alle übrigen Antworten mit Blick auf den Grad der Autonomie analysiert. Im Folgenden wird zuerst das Kategoriensystem zum Abgleich der NDAW-Tätigkeiten und anschließend das Kategoriensystem zum Grad der Autonomie beschrieben.

Die Entwicklung des Kategoriensystems zum Abgleich der beschriebenen NDAW-Tätigkeiten mit den dieser Arbeit zugrundeliegenden Definitionen der einzelnen NDAW wurde auf Grundlage von Kapitel 2.1 vorgenommen. Daraus ergaben sich folgende Kategorien: *Fragestellung formulieren*, *Hypothese formulieren*, *Untersuchung planen*, *Untersuchung durchführen*, *Daten aufbereiten und interpretieren*, *Daten (kritisch) reflektieren* und *Erkenntnisprozess dokumentieren*. Darüber hinaus gab es auch einige Antworten, die entweder nicht einsortiert werden konnten, weil die Formulierungen zu ungenau waren oder zu keiner der genannten Kategorien passten. Für solche Fälle gab es eine Kategorie *Andere oder zu ungenau*. Das Kategoriensystem wird in Tab. 10 abgebildet.

Tabelle 10
Beschreibung der Kategorien der qualitativen Inhaltsanalyse der offenen Aufgabe zur Erläuterung des Vorkommens der einzelnen NDAW im Praktikum im Online-Fragebogen – Kategorien zur Definition der NDAW

Code	Beschreibung	Beispiel
Fragestellung formulieren	Entwicklung und Formulierung oder Klärung einer Fragestellung, die vorgibt, was in einer Untersuchung beforscht werden soll.	„Studierende sollen konkrete wissenschaftliche Projekte mit Fragestellung entwerfen.“ (Fragestellung, L22_F)
Hypothese formulieren	Entwicklung und Formulierung oder Klärung einer Hypothese, die eine begründete Vorhersage über den zu untersuchenden Zusammenhang oder die zu untersuchende Ursache eines Phänomens trifft.	„Studierende müssen sich im Voraus mit den Experimenten beschäftigen und sollten entsprechende Hypothesen aufstellen, was bei dem Experiment womöglich passieren wird.“ (Hypothese, L52_F)
Untersuchung planen	Entwicklung oder Klärung eines Plans oder einzelner Bestandteile eines Plans zur Untersuchung der Fragestellung/Hypothese.	„Nach Aufstellen einer wissenschaftlichen Fragestellung soll ein Versuch konzipiert werden, um diese Frage zu beantworten.“ (Planung, L51_F) „Die Versuche sind zwar grundsätzlich vorgegeben, die konkrete Durchführung muss aber im Detail von den Studierenden selbst erarbeitet werden (Reihenfolge der Probennahme, entsprechende Probengefäße usw.).“ (Planung, L55_F)
Untersuchung durchführen	Aktives Generieren oder Nachvollziehen der Generierung von Daten: Zusammenstellung geeigneter Geräte und Materialien, Aufbau der Versuchsanordnung und Durchführung des Versuchsplans.	„Trennung eines Stoffgemisches durch Chromatographie. Die Studis müssen mit Hilfe von DC als Pilotverfahren die Bedingungen ermitteln, unter denen sie dann präparativ das Stoffgemisch trennen.“ (Durchführung, L5_F)
Daten aufbereiten und interpretieren	Aufbereiten und Interpretieren oder Nachvollziehen der Aufbereitung und Interpretation von generierten Daten: Z. B. Messdaten gegebenenfalls tabellarisch oder grafisch aufbereiten; Zusammenhänge zwischen (physikalischen) Größen untersuchen.	„Grafische Darstellung von Messwerten z. B. bei Aufnahmen einer Diodenkennlinie und Ableiten von Kenngrößen aus der Grafik z. B. Tangente zur Bestimmung der Schleusenspannung.“ (Auswertung, L24_F)
Daten (kritisch) reflektieren	(Kritisches) Reflektieren oder Nachvollziehen einer Reflexion der generierten Daten: Z. B. Umgang mit nicht funktionierenden Aufbauten bei der Durchführung, Erkennen von Unsicherheiten in Messwerten oder in Interpretation der Daten.	„Die Studierenden müssen die Qualität ihrer Messwerte und Ergebnisse beurteilen. Sie müssen dies auch im Vergleich mit Literaturdaten tun.“ (Reflexion, L48_F)
Erkenntnisweg dokumentieren	Dokumentieren oder Nachvollziehen der Dokumentation der durchgeführten Schritte des Erkenntnisprozesses, z. B. in Form eines Protokolls.	„Die Studierenden müssen zum einen ein Laborbuch führen und zum anderen zum Abschluss des Praktikums ein Protokoll inkl. Hintergrundwissen, Methoden, Ergebnisse und Diskussion schreiben.“ (Dokumentation, L23_F)

Der Großteil der Antworten ließ sich dabei gut in die entwickelten Kategorien einsortieren. Schwierigkeiten traten in den Erprobungen des Kategoriensystems teilweise bei der Kodierung von Antworten zur Erläuterung des Vorkommens von *Fragestellung formulieren*, *Hypothese formulieren* sowie *Untersuchung planen* auf, woraus verschiedene NDAW-bezogene Kodierregeln hervorgingen. In den Antworten zum Formulieren von Fragestellungen wurde teilweise nicht explizit auf das Formulieren oder Nachvollziehen von Fragestellungen eingegangen, sondern mehr das Ziel einer Untersuchung fokussiert. So beschrieb ein*e Lehrende*r das Vorkommen des Formulierens von Fragestellungen beispielsweise wie folgt:

„Die Versuche sind vorher vorgegeben, aber wir diskutieren darüber (sozusagen rückwärts), warum wir diese Versuche machen“ (Fragestellung, L21_F)

Auf Basis dieser Beschreibung kann nicht entschieden werden, ob bei der Diskussion des „Warum“ auch eine konkrete Fragestellung (re)formuliert wird. Da das Formulieren von Fragestellungen jedoch eng mit der Zielsetzung einer Untersuchung verbunden ist, wurden auch solche Fälle als *Fragestellung formulieren* kodiert.

In den Beschreibungen zum Formulieren von Hypothesen betonten einige Lehrende die Nutzung fachinhaltlicher Kenntnisse. Wenn in der Antwort nur die fachinhaltlichen Kenntnisse angesprochen wurden, so wurde diese mit *Andere oder zu ungenau* kodiert. Wenn die fachinhaltlichen Kenntnisse jedoch mit der Vorhersage über den Ausgang einer Untersuchung verknüpft wurden, so wurde die Aussage mit *Hypothese formulieren* kodiert. An einigen Stellen, wie im folgenden Beispiel, gab es daran anknüpfend auch Unschärfen in der Definition des Formulierens von Hypothesen:

„Im Grundpraktikum, sollte auf Grund des Vorwissens bereits der zu überprüfende physikalische Zusammenhang bekannt sein.“ (Hypothese, L70_F)

In dieser Antwort stellte sich die Frage, ob „der zu überprüfende physikalische Zusammenhang“ als Hypothese gedeutet werden kann, da es keine Hypothese im eigentlichen Sinn darstellt, sondern mehr eine Verifizierung eines bekannten Sachverhalts anspricht. Da in der aus der Literatur herausgearbeiteten Definition jedoch die begründete Vorhersage des Ausgangs einer Untersuchung ein zentrales Element des Formulierens von Hypothesen ist, wurde auch das Vorhersagen eines bekannten Sachverhalts (als Ausgang einer Untersuchung) als *Hypothese formulieren* kodiert.

In den Antworten zum Planen von Untersuchungen wurden teilweise organisatorische Tätigkeiten wie die Folgende beschrieben:

„Bei der Mehrzahl der Experimente müssen die Studenten ihren Tages- und Wochenplan selbstständig aufbauen.“ (Planung, L67_F)

Zwar stellt das Aufbauen eines „Tages- oder Wochenplans“ eine Tätigkeit aus dem Bereich Planen dar. Allerdings fehlt bei dieser Tätigkeit die Beschäftigung mit der konkreten Untersuchungsplanung (z. B. Was ist die abhängige, was die unabhängige Variable? Welche Geräte sind am besten geeignet? Wie läuft die Untersuchung ab?). Aus diesem Grund wurde das Planen organisatorischer Aspekte nicht zur Kategorie *Planen von Untersuchungen* gezählt, sondern zur Kategorie *Andere oder zu ungenau*. In einigen Antworten wurden darüber hinaus mehrere NDAW angesprochen, wie beispielsweise in der folgenden Antwort zum Dokumentieren des Erkenntnisprozesses:

„Studierende müssen 1. Forschungsfragen und Hypothesen formulieren 2. Daten angemessen, sinnvoll und nachvollziehbar dokumentieren und auswerten 3. Grafisch oder tabellarisch sinnvoll und übersichtlich darstellen 4. in einem Fazit den Erkenntnisgewinn formulieren.“ (Durchführung L62_F)

In diesem Beispiel wird vermutlich aufgezählt, welche Ergebnisse der verschiedenen NDAW-Tätigkeiten im Protokoll von Studierenden beschrieben werden müssen. Gleichzeitig kann das Beispiel jedoch auch so verstanden werden, dass die verschiedenen NDAW-Tätigkeiten im Praktikum ausgeführt werden. Da zusätzliche Informationen zu anderen NDAW-Tätigkeiten als der gefragten jedoch für den Abgleich der Antworten mit den dieser Arbeit zugrundeliegenden Definitionen keine Rolle spielen, wurde in solchen Antworten nur die NDAW-Tätigkeit kodiert, nach welcher gefragt wurde.

Nachdem auf Grundlage der vorgestellten Kategorien und Kodierregeln Antworten aussortiert wurden, welche nicht mit der entsprechenden Definition der jeweils gefragten NDAW einhergingen, wurden die passenden Antworten mit Blick auf den Grad der Autonomie ausgewertet. Das Kategoriensystem zur Einschätzung des Grads der Autonomie wurde aufbauend auf die von Vorholzer und von Aufschnaiter (2019) verwendete Definition entwickelt. Entsprechend dieser Definition bezeichnet der Grad der Autonomie den Umfang der Möglichkeiten, welchen Studierende für individuelle Entscheidungen beim naturwissenschaftlichen Arbeiten im Praktikum haben (z. B. Untersuchung wird selbst geplant = viele individuelle Entscheidungen, Untersuchung wird vorgegeben = wenige bis keine individuellen Entscheidungen). Ähnlich zu den in Kapitel 2.3 vorgestellten typischen Klassifizierungen des Grads der Autonomie wurden im Kategoriensystem verschiedene Stufen in Abhängigkeit der Möglichkeiten individueller Entscheidungen entwickelt. Da die Antworten zum Vorkommen der verschiedenen NDAW lediglich rudimentäre Einblicke in Praktika geben, wurden nur drei Grade der Autonomie unterschieden: *vorgegeben*, *teilweise vorgegeben*, *offen* (vgl. Tab. 11). Dabei ist zu betonen, dass der Grad der Autonomie nicht in Zusammenhang damit steht, ob die Studierenden beim Ausführen der jeweiligen Tätigkeiten Hilfestellungen erhalten. Diese werden als Lernunterstützungen betrachtet, die über die Möglichkeit der Anwendung der jeweiligen NDAW hinausgehen und sollten in der offenen Frage zu den Lernunterstützungen

untersucht werden. Ein weiterer Punkt, der an dieser Stelle angemerkt werden soll, ist, dass sich der Code *teilweise vorgegeben* nicht darauf bezieht, dass z. B. einige Untersuchungspläne im Praktikum vorgegeben werden und andere nicht, sondern darauf, dass in einer Untersuchung Teile des Untersuchungsplans vorgegeben werden (z. B. zu verwendende Geräte). Darüber hinaus gab es auch einige Ziele, die auf Grund meist sehr allgemeingehaltener Formulierungen nicht einsortiert werden konnten. Für solche Fälle gab es eine Kategorie *Zu ungenau*. Das Kategoriensystem wird in Tab. 11 genauer erläutert.

Bei der Auswertung der offenen Fragen stellte eine Antwort sowohl eine Kodiereinheit als auch eine Auswertungseinheit dar, welche neben dem Wissen der Fachangehörigkeit zum Verständnis der jeweiligen Antworten genutzt werden durfte. Zur Quantifizierung der Codes wurde die Anzahl der Auswertungseinheiten, welche einen bestimmten Code enthalten, mithilfe von MAXQDA 2022 ausgezählt. Die Quantifizierung der Codes erfolgte dabei separat für das Kategoriensystem zu den Definitionen der NDAW und das Kategoriensystem zum Grad der Autonomie. Da nicht alle Befragten die Aufgabe beantwortet haben und somit teilweise eine prozentual stark divergierende Anzahl an Antworten aus den einzelnen Gruppen vorliegt, ist ein valider Vergleich zwischen den jeweiligen Gruppen mit den vorliegenden Daten nicht durchführbar. Aus diesem Grund wurde die Quantifizierung der Codes in dieser Aufgabe nur deskriptiv ausgewertet. Für die Gesamtheit der Codes aus dem Kategoriensystem zu den Definitionen der NDAW betrug die prozentuale Übereinstimmung 94 % und das zufallsbereinigte Übereinstimmungsmaß Kappa nach Brennan und Prediger (1981) einen Wert von $\kappa = .93$. Für die Gesamtheit der Codes aus dem Kategoriensystem zum Grad der Autonomie betrug die prozentuale Übereinstimmung 88 % und das zufallsbereinigte Übereinstimmungsmaß Kappa nach Brennan und Prediger (1981) einen Wert von $\kappa = .84$. Sowohl die prozentuale Übereinstimmung als auch Kappa weisen darauf hin, dass für das verwendete Kodiermanual eine sehr gute Intercoder-Übereinstimmung vorliegt (Döring & Bortz, 2016; Wirtz & Caspar, 2002). Somit ist mit beiden Kategoriensystemen eine intersubjektiv vergleichbare Interpretation der Antworten möglich.

Tabelle 11

Beschreibung der Kategorien der qualitativen Inhaltsanalyse der offenen Aufgabe zum Vorkommen der NDAW – Kategorien zum Grad der Autonomie

Code	Beschreibung	Beispiel
vorgegeben	Das Ergebnis der NDAW-Tätigkeit wird von Lehrenden vorgegeben und es gibt für Studierende keine Möglichkeit, die Arbeitsweise selbst auszuführen.	<p><u>Fragestellung formulieren:</u> „Die Versuche mit den zugrundeliegenden Fragestellungen sind vorher vorgegeben, aber wir diskutieren darüber (sozusagen rückwärts) warum wir diese Versuche machen.“ → <i>Fragestellung ist vorgegeben und soll lediglich nachvollzogen und formuliert werden.</i></p> <p><u>Daten aufbereiten und interpretieren:</u> „Die Reaktionsgleichungen werden entlang der Beobachtungen (bei korrekter Versuchsdurchführung) vorgegeben und anschließend mit den Studierenden besprochen.“ → <i>Datenauswertung ist vorgegeben</i></p>
teilweise vorgegeben	Das Ergebnis der NDAW-Tätigkeit wird von Lehrenden teilweise vorgegeben und Studierende können die Arbeitsweise z. T. selbst ausüben.	<p><u>Fragestellung formulieren:</u> „Ein vorgegebenes Problem, wie z. B. die schwierige Unterscheidung von verschiedenen Kunststoffproben, soll präzisiert und in eine wissenschaftliche Fragestellung übersetzt werden.“ → <i>Problem ist vorgegeben, konkrete Frage muss selbst gesucht und formuliert werden.</i></p> <p><u>Untersuchung planen:</u> „Es gibt aber auch ein paar Versuche, in denen die Studierenden selbst planen müssen, wie sie ihre Messwerte aufnehmen (z. B. welche Zeitabstände sie für Messwerte bei einer Temperaturmessung wählen).“ → <i>Versuch vorgegeben, Details wie Anzahl oder Abstände der Messungen müssen selbst geplant werden.</i></p>
selbst ausführen	Die Studierenden können die Arbeitsweise selbstständig ausüben.	<p><u>Untersuchung planen:</u> „Nach Aufstellen einer wissenschaftlichen Fragestellung soll ein Versuch konzipiert werden um diese Frage zu beantworten.“ → <i>Untersuchung wird selbst geplant.</i></p> <p><u>Daten aufbereiten und interpretieren:</u> „Messpunkte aus dem Praktikum müssen via Excel aufgetragen werden, um daraus ein Ergebnis abzuleiten.“ → <i>Daten werden selbst aufbereitet und interpretiert.</i></p>
Zu ungenau	Die Beschreibung der Tätigkeit ist zu vage.	<p><u>Fragestellung formulieren:</u> „Das wird im Protokoll gemacht.“</p>

Hinweis: Die Beispiele stammen zum Großteil aus den Antworten der offenen Frage und wurden geringfügig modifiziert und sprachlich geglättet.

Kategoriensystem zur Erfassung der Lernunterstützungen zur Förderung der einzelnen NDAW

In der offenen Aufgabe zur Erläuterung von Lernunterstützungen zur Förderung der entsprechenden NDAW sollten Lehrende, die zuvor angaben, dass die Kompetenz in ihrem Praktikum gelernt werden soll und es eine spezielle Lernunterstützung in ihrem Praktikum gibt, welche über die Möglichkeit der Anwendung hinausgeht, beschreiben, wie die Lernunterstützung aussieht. Bei der Auswertung der Aufgabe sollte der Fokus in Anlehnung an die in Kapitel 2.3 vorgestellten Dimensionen von Lernunterstützungen nach Vorholzer und von Aufschnaiter (2019) darauf liegen, welcher Grad der konzeptuellen Informationsmitteilung und welche kognitive Domäne in solchen Lernunterstützungen besonders häufig vorkommt. Allerdings konnte die geplante Auswertung nicht durchgeführt werden, da die Lernunterstützungen zum Großteil zu oberflächlich beschrieben wurden. Das ursprünglich geplante Kategoriensystem ist in der Beschreibung der Auswertungsmethoden des Interviews zu finden. Bei der Auswertung dieser Aufgabe fiel auf, dass es häufig Antworten gab, die darauf verwiesen, dass die Lernunterstützungen nicht im eigenen Praktikum stattfinden. Da die Information, ob es eine Lernunterstützung im Praktikum gibt, einen erheblichen Einfluss auf die Möglichkeiten der Interpretation der vorangestellten Aufgaben hat, wurde diese offene Aufgabe dahingehend deskriptiv ausgewertet, wie häufig solche Antworten vorkamen.

4.5 Methodisches Vorgehen bei der Auswertung der Interviewstudie

Im Rahmen der Interviewstudie wurden detailliertere Einblicke in die Gestaltung von Praktika mit Blick auf die Lernunterstützungen zum Planen von Untersuchungen sowie zum Auswerten von Daten gewonnen. Dazu wurden die Interviews in zwei Fragenblöcke unterteilt, welche jeweils die gleichen Fragen beinhalten, sich jedoch einmal auf das Planen von Untersuchungen und einmal auf das Auswerten von Daten bezogen. Der erste Teil eines Fragenblocks umfasste dabei die Beschreibung der Gestaltung der Lernunterstützungen zur Förderung der jeweiligen NDAW im Praktikum der befragten Lehrenden. Der zweite Teil eines Fragenblocks befasste sich mit möglichen Veränderungen der aktuellen Praktikumsgestaltung und damit verbundenen Hürden (Frage (5) und (6) in Tab. 5). Aus zeitlichen Gründen wurde nur der erste Teil der beiden Fragenblöcke ausgewertet. Darüber hinaus wurde ebenfalls aus zeitlichen Gründen sowie auf Grund sehr vager Aussagen über den Inhalt von Rückmeldungen (Frage (3) in Tab. 5) auch diese Interviewfrage nicht ausgewertet. Der Fokus der Auswertung lag – ähnlich der Auswertung der offenen Aufgaben des Fragebogens – auf der Analyse der beschriebenen Lernunterstützungen mit Blick auf den Grad der Autonomie, den Grad der konzeptuellen Informationsmitteilung sowie die kognitive Domäne der Lernunterstützung, welche in Kapitel 2.3 beschrieben wurden. Die Auswertung der Interviews diente dabei als Abgleich, aber auch Ergänzung der Auswertung der offenen Fragen, da die Interviews einen detaillierteren Einblick in die Praktika ermöglichen. So soll die Auswertung der

Interviews dazu genutzt werden, die Ergebnisse der offenen Fragen des Fragebogens zu prüfen oder Hinweise auf mögliche Artefakte oder Lücken zu erhalten. Insbesondere geben die Interviews Hinweise über die Ausgestaltung der Lernunterstützungen zum Planen von Untersuchungen und Auswerten von Daten, welche in der offenen Frage für unsere Zwecke nicht ausführlich genug beschrieben wurden.

Zur Auswertung der Interviews wurde wie bei der Auswertung der offenen Fragen eine qualitative Inhaltsanalyse durchgeführt. Da auch in den Interviews die inhaltliche Klassifikation der Lernunterstützungen das Ziel der Analyse war, wurden ebenfalls kategorienbasierte Analyseverfahren verwendet (Göhner, M. & Krell, M., 2020; Kuckartz, 2018; Mayring, 2015). Dabei kamen zwei Kategoriensysteme zum Einsatz: Ein Kategoriensystem zur Einschätzung des Grads der Autonomie sowie ein kombiniertes Kategoriensystem zur Einordnung der kognitiven Domäne der Lernunterstützung und des Grads der konzeptuellen Informationsmitteilung. Aus den verschiedenen Kategoriensystemen wurde jeweils ein Code pro Dokument (Ausnahmen werden später erläutert) vergeben. Da die Codes nicht für spezifische Textstellen, sondern die Gesamtheit des jeweiligen Interviewausschnittes entwickelt wurden, bildeten die verschiedenen Dokumente (Interviewausschnitte) zum Planen von Untersuchungen bzw. Auswerten von Daten die Auswertungseinheiten im Sinne von Mayring (2015). Als Kontexteinheit zum besseren Verständnis der jeweiligen Auswertungseinheiten konnte das gesamte Interview genutzt werden. Der Teil zum Planen von Untersuchungen und der Teil zum Auswerten von Daten wurden jeweils separat ausgewertet. Im Folgenden werden die Kategoriensysteme sowie deren Entwicklung genauer beschrieben und begründet.

Kategoriensystem zur Einordnung des Grads der Autonomie

Zur Einordnung des Grads der Autonomie wurde das Kategoriensystem aus der Auswertung der offenen Frage zum Vorkommen der NDAW in Praktika verwendet (Tab. 11). Die einzige Schwierigkeit, die sich bei der Einschätzung des Grades der Autonomie ergab, lag darin, dass bzgl. des Planens von Untersuchungen häufiger betont wurde, dass die Versuche zwar in der Regel vorgegeben sind, es aber eine zusätzliche Aufgabe gibt, in welcher die Studierenden eine Untersuchung selbst planen müssen. Für diese Fälle wurde noch eine spezielle Kategorie *vorgegeben + eine Aufgabe mit selbst planen* hinzugefügt, welche in Kombination mit dem Code *vorgegeben* vergeben werden konnte.

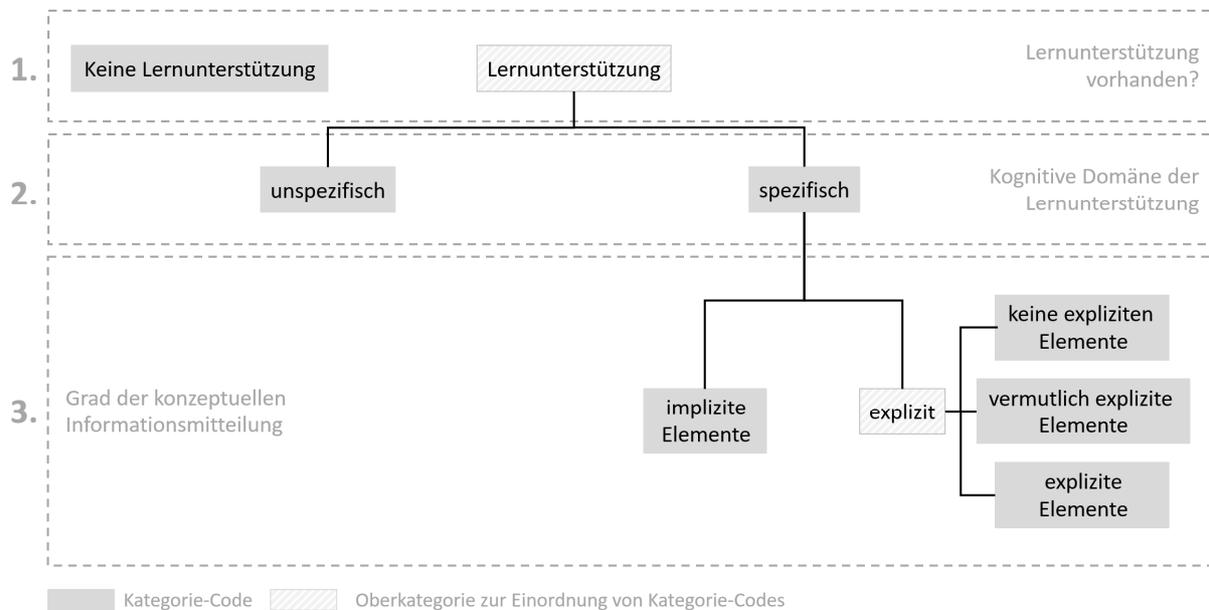
Kategoriensystem zur Einordnung der kognitiven Domäne der Lernunterstützung sowie des Grads der konzeptuellen Informationsmitteilung

Da der Grad der konzeptuellen Informationsmitteilung mit Blick auf die Forschungsfragen nur von Relevanz ist, wenn dieser sich auf eine fachmethodische Lernunterstützung bezieht, wurde zur Einordnung der kognitiven Domäne der Lernunterstützung sowie des Grads der

konzeptuellen Informationsmitteilung ein kombiniertes, hierarchisches Kategoriensystem mit drei Stufen verwendet, welches in der folgenden Abb. 6 dargestellt ist.

Abbildung 6

Aufbau des hierarchischen Kategoriensystems zur Einordnung der kognitiven Domäne der Lernunterstützung sowie des Grads der konzeptuellen Informationsmitteilung



Auf der ersten Stufe wurde erfasst, ob die Lehrenden auf die Frage nach einer Lernunterstützung zur Förderung des Planens von Untersuchungen bzw. Auswertens von Daten antworteten, dass es eine solche in ihrem Praktikum gibt. Dabei war es egal, ob die Lernunterstützung auf die Förderung der NDAW oder beispielsweise Fachinhalte ausgerichtet war. Wurde die Frage damit beantwortet, dass es keine Lernunterstützung gibt, so wurde der Code *Keine Lernunterstützung* vergeben. Auf der zweiten Stufe des Kategoriensystems musste für die Fälle, in denen es Lernunterstützungen gab, die Entscheidung getroffen werden, ob sich diese auf die Förderung der NDAW (spezifisch) oder die Förderung anderer Inhalte (unspezifisch) bezieht. Wenn die Lernunterstützung sich nicht spezifisch auf die NDAW-betreffende Domäne bezog, sondern z. B. auf die fachinhaltliche Domäne, wurde der Code *unspezifisch* vergeben. Bezog sich die Lernunterstützung auf die NDAW-betreffende Domäne, so wurde anschließend in einer dritten Stufe erfasst, welcher Grad der konzeptuellen Informationsmitteilung vorliegt. In Anlehnung an Vorholzer und von Aufschneider (2019) wurden die Lernunterstützungen hier dahingehend untersucht, ob sie implizite und/oder explizite Elemente enthalten oder nicht (vgl. Kap. 2.3). Da die Aussagen der Lehrenden in den Interviews z. T. zwar auf explizite Elemente hindeuteten, die Andeutungen jedoch oft nur sehr vage blieben, wurde zudem die Option *vermutlich explizite Elemente*

hinzugefügt⁹. Im Vergleich zu den ersten beiden Stufen konnten auf der dritten Stufe zwei Codes vergeben werden: Ein Code für die Beurteilung der impliziten und ein Code für die Beurteilung der expliziten Elemente. Konnte nicht beurteilt werden, ob explizite und implizite Elemente vorhanden sind oder nicht, wurde nur der Code *spezifisch* als überliegender Kategorie-Code vergeben. In Tab. 13 werden die einzelnen Kategorien genauer erläutert.

Nachdem alle Dokumente (Interviewausschnitte) von der Autorin dieser Arbeit ausgewertet wurden, wurden etwa 10 % der Dokumente gewählt und von einer unabhängigen Kodiererin erneut kodiert. Bei der Auswahl der Interviewausschnitte wurden vor allem solche gewählt, welche auf Grund ihrer oberflächlichen Beschreibungen eher schwierig auszuwerten waren. Diese Auswahl lag vor allem darin begründet, dass bei einer guten Übereinstimmung der Codeverteilung in diesen Dokumenten davon ausgegangen werden kann, dass es vermutlich auch in den eindeutiger auszuwertenden Dokumenten eine ähnlich hohe oder höhere Übereinstimmung gibt. Dabei ergaben sich für alle Kategoriensysteme eine gute Übereinstimmung zwischen den Kodierenden (Tab. 12). Die Ergebnisse der Kodierung wurden anschließend mittels MAXQDA 2022 quantifiziert und deskriptive ausgewertet.

Tabelle 12

Ergebnisse für die Intercoder-Übereinstimmung der verschiedenen Kategoriensysteme zur Auswertung der Interviewausschnitte

Kategoriensystem	Prozentuale Übereinstimmung	Kappa (κ) nach Brennan und Prediger (1981)
zur Einordnung des Grads der Autonomie	75 %	.63
zur Einordnung der kognitiven Domäne der Lernunterstützung sowie des Grads der konzeptuellen Informationsmitteilung	80 %	.73

⁹ In der ursprünglichen Fassung des Kategoriensystems gab es weiterhin die Codes „spezifisch – vermutlich implizite Elemente“ und „spezifisch – keine impliziten Elemente“, welche inhaltlich jedoch zu viele Überschneidungen mit anderen Codes aufwiesen und entfernt wurden.

Tabelle 13

Beschreibung der Kategorien der qualitativen Inhaltsanalyse der Lernunterstützung sowie des Grads der konzeptuellen Informationsmitteilung im Interview

Code	Beschreibung	Beispiel
Keine Lernunterstützung	Es gibt im Praktikum keine Lernunterstützung für Studierende, weder fachinhaltlicher, noch fachmethodischer oder anderweitiger Natur.	Die Studierenden haben bei uns die Möglichkeit, Daten auszuwerten. Dabei unterstützen wir sie aber nicht und in der Rückmeldung wird lediglich angemerkt, was richtig und was falsch ist, nicht aber warum z. B. etwas falsch ist. <i>In diesem fiktiven Beispiel wird explizit darauf hingewiesen, dass es bei der Auswertung von Daten keine Lernunterstützung gibt.</i>
Unspezifisch	Es gibt Lernunterstützungen für Studierende. Es ist jedoch unklar, ob diese Lernunterstützung auf die Förderung der NDAW abzielt.	I: Okay, ja, und die Praktikumsbetreuenden sprechen die mit den Studierenden über den Aufbau der Versuche? [...] L27: Ich glaube jetzt nicht unbedingt grundlegend so: Warum haben wir jetzt genau dieses Gerät gewählt? Das ist häufig sehr offensichtlich. Also wenn ich die Entfärbung einer Lösung messen will, dann mache ich das natürlich mit einem Spektrometer und nicht mit einem pH-Meter. Oder wenn es auch klar ist: Ich muss eine Lösung irgendwie auch einen bestimmten pH einstellen, dann messen wir natürlich den pH-Wert. Also, das ist eigentlich selbsterklärend. Was die Betreuenden vorher natürlich, äh, sehr detailliert machen, ist die Studierenden einzuweisen, wie solche Geräte eigentlich funktionieren. (Planung, L27_I) <i>Das Besprechen der verwendeten Geräte stellt die Lernunterstützung dar. Als unspezifisch wurde diese Aussage kodiert, weil deutlich wird, dass es in der Lernunterstützung nicht um die Planung von Untersuchungen (z. B. warum wird genau dieses Gerät verwendet) geht, sondern um die Förderung praktischer Fähigkeiten („einzuweisen, wie solche Geräte [...] funktionieren“).</i>
Spezifisch	Es gibt Lernunterstützungen für Studierende, die (auch) auf die Förderung der NDAW abzielen. Es ist jedoch unklar, ob diese Lernunterstützungen in expliziter oder in impliziter Weise umgesetzt werden.	I: Und was sind da so typische Sachen, bei der Auswertung von Daten, auf die die Studierenden achten sollen oder was ist dabei wichtig? L48: Ja, also was bei uns da wichtig wäre, die müssen bei der Auswertung auf Reproduzierbarkeit achten. Ähm, für viele Methoden, die die anwenden, gibt es amtlich Methoden, amtlich festgelegten Methoden [...]. Und beim Arbeiten mit den amtlichen Methoden, dastehen [in der zur Verfügung gestellten Literatur] eben auch Qualitätsparameter für die Methoden drin, die in Ringversuchen ermittelt wurden und die können jetzt nicht [...] diese Ringversuchs Qualitätsparameter erreichen, aber die sollen sich trotzdem mal mit diesen Parametern vergleichen und schauen, wie das so ist und wenn man da sehr stark von abweicht, überlegen, woran es gelegen haben kann. (Auswertung, L48_I) <i>Die zur Verfügung gestellte Literatur stellt eine Lernunterstützung dar. Da es um das (kritische) Reflektieren, speziell das Abgleichen von Parametern und die Ursachensuche geht, handelt es sich um eine NDAW-betreffende Lernunterstützung. Aus der Beschreibung lassen sich jedoch keine Hinweise auf das (Nicht-)Vorhandensein expliziter und impliziter Elemente ableiten.</i>

<p>Spezifisch – implizite Elemente</p>	<p>Bei der Lernunterstützung geht es um die Förderung der NDAW. Dabei werden die zugehörigen Regeln und Strategien implizit thematisiert. Es wird beispielsweise nur über konkrete Fälle oder Beispiele gesprochen.</p>	<p>Es gibt 45 Minuten pro Woche, in denen ich mir meistens die Sachen aus den vergangenen Jahren rauspicke, die klassische Fehlerquellen sind oder klassische Sachen, die bei der Auswertung oder Fehleranalyse nicht verstanden werden. Und daran zeige ich, dass es so und so richtig aussieht und da und da falsch ist. (Auswertung, L62_1)</p> <p>Das Aufzeigen von richtigen und falschen Beispielen stellt eine Lernunterstützung dar und es werden NDAW-betreffende Inhalte (z. B. Fehlerquellen bei einer Fehleranalyse) besprochen. Die Regeln und Strategien werden an Beispielen aufgezeigt, jedoch nicht expliziert.</p>
<p>Spezifisch – explizite Elemente</p>	<p>Bei der Lernunterstützung geht es um die Förderung der NDAW. Dabei werden die zugehörigen Regeln und Strategien genannt, erläutert oder begründet.</p>	<p>Sie bekommen im Vorfeld einen Einführungskurs, wo ich alles erkläre, wie bestimmte Sachen aufgebaut werden müssen, wie Grafiken aussehen, wie Tabellen aussehen, wie Legenden geschrieben werden und so weiter. Ich zeige ihnen Beispiele, wie was auszusehen hat und wie es nicht auszusehen hat. (Auswertung, L2_1)</p> <p>Der Einführungskurs stellt eine Lernunterstützung dar und es werden NDAW-betreffende Inhalte (u. a. Aufbau von Grafiken, Tabellen, Legenden) besprochen. Da der konkrete Aufbau von Grafiken, Tabellen und Legenden im Allgemeinen wird besprochen wird, wurde der erste Satz der Aussage mit spezifisch – explizite Elemente kodiert. Da zudem die Regeln zum Aufbau solcher Darstellungen an Beispielen erläutert wird, wurde der zweite Satz der Aussage mit Spezifisch – implizite Elemente kodiert.</p>
<p>Spezifisch – vermutlich explizite Elemente</p>	<p>Bei der Lernunterstützung geht es um die Förderung der NDAW. Dabei werden die zugehörigen Regeln und Strategien vermutlich explizit genannt. Die konkrete Anwendung der Regeln und Strategien wird an einem Beispiel beschrieben und es ist naheliegend, dass diese dabei expliziert werden. Ob und wie genau die Regeln und Strategien jedoch expliziert werden, bleibt unklar.</p>	<p>i: Und die Untersuchungsform, [...] also z. B. das Mikroskopieren, [...] wird da in irgendeiner Form thematisiert, warum man dafür jetzt diese Methode gewählt hat oder warum man das macht?</p> <p>L28: Ja, also gerade was so Keimzahlbestimmungen angeht, gibt es verschiedene Methoden, und [...] wir versuchen immer zu erklären, wann man welche Methode benutzt und den Unterschied zwischen der Zählung von lebenden Zellen oder einfach Zellen, die man unterm Mikroskop sieht und auch der Unterschied zwischen den beiden Parametern. Da hatten wir schon immer relativ ausführlichen Teil dazu. (Planung, L28_1)</p> <p>Zuvor wurde im Interview die Besprechung von Praktikumsinhalten in einem zugehörigen Seminar als Lernunterstützung genannt. Aussagen wie „wann man welche Methode benutzt“ deuten auf das Vorhandensein expliziter Elemente hin. Allerdings lässt die beispielsbezogene Beschreibung am Ende der Aussage nicht sicher sagen, ob die Regeln expliziert oder nur an Beispielen beschrieben werden.</p>
<p>Spezifisch – keine expliziten Elemente</p>	<p>Bei der Lernunterstützung geht es um die Förderung der NDAW. Dabei weisen die Lehrenden ausdrücklich darauf hin, dass die zugehörigen Regeln und Strategien nicht explizit thematisiert werden.</p>	<p>Wir zeigen verschiedene Beispiele von richtig und falsch angelegten Graphiken. Regeln oder Strategien zum Erstellen von Graphiken nennen wir aber nicht.</p> <p>In diesem fiktiven Beispiel wird darauf hingewiesen, dass Regeln und Strategien zum Erstellen von Graphiken nicht expliziert werden.</p>

5 Ergebnisse der Fragebogenstudien

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Fragebogenstudie beschrieben, wobei diese einzeln und thematisch sortiert (Ziele, Relevanz, Vorkommen/Förderung, Überprüfung) vorgestellt werden. Die Ergebnisse der Fragen, die bei Lehrenden und Studierenden in parallelisierter Form zum Einsatz kamen, werden dabei zusammen in einem Unterkapitel beschrieben. Bei allen anderen Fragen wird zu Beginn kurz erläutert, von welcher der beiden Gruppen die Frage beantwortet wurde.

5.1 Ziele von Praktika (allgemein)

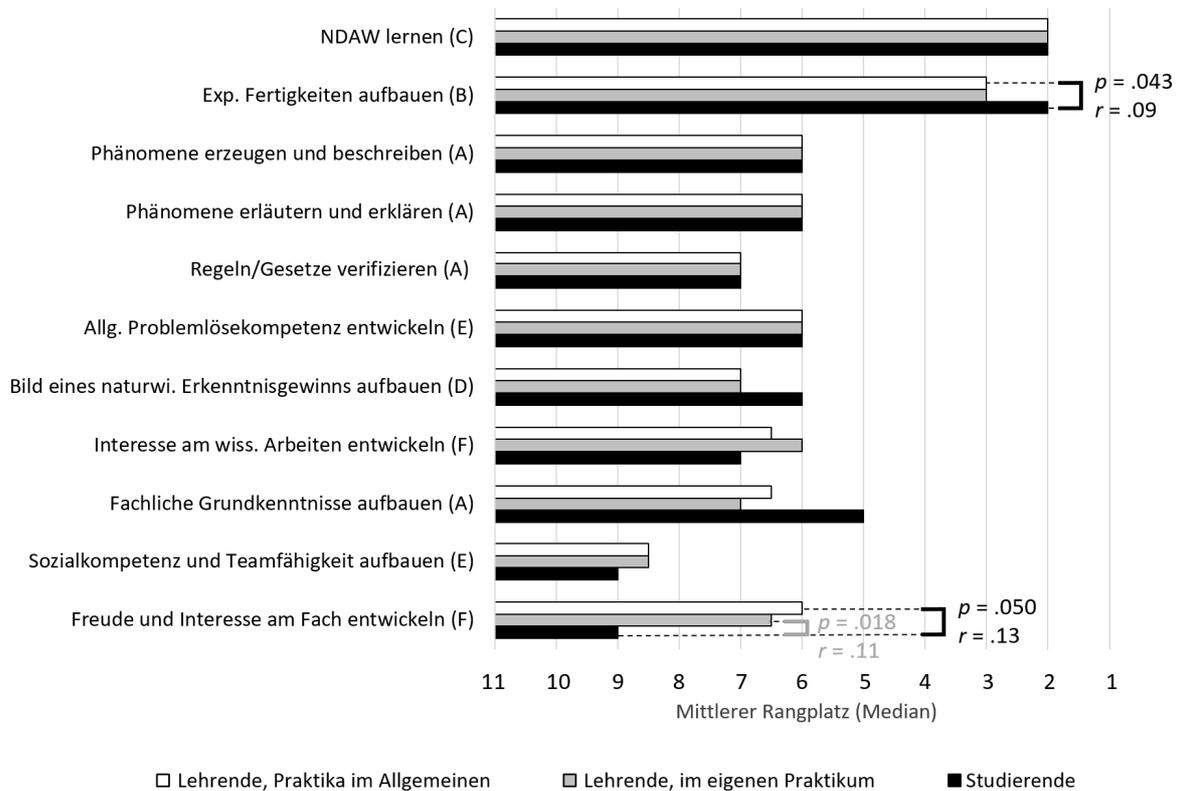
Zur Beantwortung der FF 1a, welche Relevanz Ziele aus dem Bereich der NDAW in naturwissenschaftlichen Praktika aus Sicht von Lehrenden haben, wurden diese gebeten, Ziele aus den in Kapitel 2.2.1 herausgearbeiteten Kategorien (z. B. praktische Fähigkeiten, fachinhaltliche Kompetenzen, Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW) nach ihrer Relevanz in Praktika im Allgemeinen sowie in ihrem eigenen Praktikum zu sortieren. Um die Sichtweise der Lehrenden durch die Wahrnehmung der Studierenden zu ergänzen (FF 2), sollten zudem auch Studierende die verschiedenen Ziele nach der von ihnen wahrgenommenen Relevanz in den von ihnen bereits belegten Praktika sortieren. Zudem sollten beide Gruppen in einer vorgestellten offenen Frage drei Ziele nennen, die sie in naturwissenschaftlichen Praktika als besonders relevant erachten bzw. wahrnehmen. Im Folgenden werden zuerst die Ergebnisse der Rangfolge-Aufgabe und anschließend die Ergebnisse der offenen Aufgabe beschrieben.

5.1.1 Ziele von Praktika – Rangfolge-Aufgabe

Aus dem breiten Spektrum der abgefragten Ziele wurde der Aufbau von *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW (Zielkategorie C)* sowohl von Lehrenden als auch Studierenden als das relevanteste Ziel von Praktika angesehen. Als ähnlich relevant wurde zudem der *Aufbau praktischer Fähigkeiten (Zielkategorie B)* eingeschätzt. Die drei darauffolgenden Ziele, welche im Mittel zwei Rangplätze niedriger bewertet wurden, stammen aus der *Zielkategorie A – fachinhaltliche Kompetenzen*. Ziele, welche zu der *Zielkategorie F – affektive Ziele* gehören, wurden im Vergleich zu den anderen Zielen als eher weniger relevant bewertet (Abb. 7).

Abbildung 7

Mittlere Rangplätze der verschiedenen Ziele naturwissenschaftlicher Praktika (Median) für die Gesamtstichprobe der Lehrenden (N = 86) und Studierenden (N = 399)



Anmerkung: Buchstaben in Klammern zeigen die Zuordnung der Ziele zu den Zielbereichen A bis F an.

Bei einem Vergleich zwischen der Sichtweise der Lehrenden auf Praktika im Allgemeinen und der auf ihr eigenes Praktikum konnten keine signifikanten Unterschiede gefunden werden (Abb. 7, Tab. 14). Auch ein Vergleich der Wahrnehmung der Studierenden in den von ihnen bereits belegten Praktika mit der Sichtweise der Lehrenden auf Praktika im Allgemeinen sowie der Sichtweise der Lehrenden auf ihr eigenes Praktikum liefert kaum signifikante Unterschiede (Abb. 7, Tab. 15). Lediglich beim Ziel „Freude und Interesse am Fach entwickeln (F)“ lässt sich jeweils ein signifikanter Unterschied mit kleinem Effekt finden. Darüber hinaus lässt sich auch beim Ziel „Experimentelle Fertigkeiten entwickeln (B)“ ein signifikanter Unterschied zwischen der Sichtweise der Lehrenden für ihr eigenes Praktikum sowie der Wahrnehmung der Studierenden finden, welcher jedoch keinem Effekt entspricht.

Tabelle 14

Ergebnisse der Wilcoxon-Tests zum Vergleich der zugewiesenen Rangplätze der Ziele von Praktika zwischen der Ansicht der Lehrenden (N = 86) für Praktika im Allgemeinen und ihr eigenes Praktikum

Ziel mit Zielkategorie	Allgemein		Eigenes		z	p	r
	Mdn	R	Mdn	R			
NDAW lernen (C)	2	10	2	10	-0,028	.977	.00
Experimentelle Fertigkeiten aufbauen (B)	3	10	3	10	-1,423	.155	.15
Phänomene erzeugen und beschreiben (A)	6	10	6	10	-0,348	.728	.04
Phänomene erläutern und erklären (A)	6	10	6	10	-0,200	.841	.02
Regeln und/oder Gesetze verifizieren (A)	7	10	7	10	-0,762	.446	.08
Allgemeine Problemlösekompetenz entwickeln (E)	6	10	6	10	-0,063	.950	.01
Bild eines naturwi. Erkenntnisgewinns aufbauen (D)	7	10	7	10	-0,095	.924	.01
Interesse am wiss. Arbeiten entwickeln (F)	6,5	10	6	10	-1,356	.175	.15
Fachliche Grundkenntnisse aufbauen (A)	6,5	10	7	10	-0,561	.575	.06
Sozialkompetenz/Teamfähigkeit aufbauen (E)	8,5	9	8,5	9	-1,162	.245	.13
Freude und Interesse am Fach entwickeln (F)	6	10	6,5	10	-0,285	.776	.03

Tabelle 15

Ergebnisse der Mann-Whitney-U-Tests zum Vergleich der zugewiesenen Rangplätze der Ziele von Praktika zwischen der Ansicht der Lehrenden (für Praktika im Allgemeinen und ihr eigenes Praktikum; N = 86) und Studierenden (N = 399)

Ziel mit Zielkategorie	Lehrende		Studierende		U	z	p	r
	Mdn	R	Mdn	R				
Lehrende, Praktika im Allgemeinen - Studierende								
NDAW lernen (C)	2	10	2	10	15929,0	-1,064	.287	.05
Experimentelle Fertigkeiten aufbauen (B)	3	10	2	10	14807,5	-2,028	.043	.09
Phänomene erzeugen und beschreiben (A)	6	10	6	10	16874,5	-0,241	.810	.01
Phänomene erläutern und erklären (A)	6	10	6	10	17035,0	-0,104	.917	.01
Regeln und/oder Gesetze verifizieren (A)	7	10	7	10	16513,5	-0,549	.583	.02
Allgemeine Problemlösekompetenz entwickeln (E)	6	10	6	10	16793,0	-0,310	.756	.01
Bild eines naturwi. Erkenntnisgewinns aufbauen (D)	7	10	6	10	15337,5	-1,552	.121	.07
Interesse am wiss. Arbeiten entwickeln (F)	6,5	10	7	10	15257,0	-1,620	.105	.07
Fachliche Grundkenntnisse aufbauen (A)	6,5	10	5	10	15202,5	-1,667	.096	.08
Sozialkompetenz/Teamfähigkeit aufbauen (E)	8,5	9	9	10	17150,0	-0,006	.995	.00
Freude und Interesse am Fach entwickeln (F)	6	10	9	10	13837,5	-2,840	.005	.13
Lehrende, im eigenen Praktikum - Studierende								
NDAW lernen (C)	2	10	2	10	15821,5	-1,157	.247	.05
Experimentelle Fertigkeiten aufbauen (B)	3	10	2	10	15903,5	-1,083	.279	.05
Phänomene erzeugen und beschreiben (A)	6	10	6	10	17102,0	-0,047	.963	.01
Phänomene erläutern und erklären (A)	6	10	6	10	16750,5	-0,347	.729	.02
Regeln und/oder Gesetze verifizieren (A)	7	10	7	10	17006,0	-0,129	.897	.01
Allgemeine Problemlösekompetenz entwickeln (E)	6	10	6	10	16873,0	-0,242	.809	.01
Bild eines naturwi. Erkenntnisgewinns aufbauen (D)	7	10	6	10	15502,5	-1,411	.158	.06
Interesse am wiss. Arbeiten entwickeln (F)	6	10	7	10	15948,0	-1,031	.303	.05
Fachliche Grundkenntnisse aufbauen (A)	7	10	5	10	14875,5	-1,945	.052	.09
Sozialkompetenz/Teamfähigkeit aufbauen (E)	8,5	9	9	10	16548,5	-0,523	.601	.02
Freude und Interesse am Fach entwickeln (F)	6,5	10	9	10	14396,0	-2,363	.018	.11

In der Gruppe der Lehrenden (im eigenen Praktikum) gibt es zwischen den naturwissenschaftlichen Disziplinen in Bezug auf die Bewertung der Rangplätze keine signifikanten Unterschiede (Tab. 16).

Tabelle 16

Ergebnisse der Kruskal-Wallis-Tests zum Vergleich der zugewiesenen Rangplätze zwischen den Fächern (Biologie, Chemie, Physik) in der Gruppe der Lehrenden im eigenen Praktikum (N = 86) und der Studierenden (N = 273)

Ziel mit Zielkategorie	Biologie		Chemie		Physik		H	p
	Mdn	R	Mdn	R	Mdn	R		
Fächervergleich in der Gruppe der Lehrenden, im eigenen Praktikum								
NDAW lernen (C)	3	8	2	9	1	10	1,32	.517
Experimentelle Fertigkeiten aufbauen (B)	3,5	10	2	10	3	5	5,92	.052
Phänomene erzeugen und beschreiben (A)	6	9	6	7	6	10	1,28	.528
Phänomene erläutern und erklären (A)	6,5	9	6	8	6	10	0,25	.882
Regeln und/oder Gesetze verifizieren (A)	8	9	8	10	6	9	4,52	.104
Allgemeine Problemlöse-kompetenz entwickeln (E)	7	9	6	10	6	10	1,24	.537
Bild eines naturwi. Erkenntnisgewinns aufbauen (D)	5,5	10	8	10	6	9	3,63	.163
Interesse am wiss. Arbeiten entwickeln (F)	5,5	9	6	10	7	9	2,89	.236
Fachliche Grundkenntnisse aufbauen (A)	4	10	6	10	8	10	4,80	.091
Sozialkompetenz/Teamfähigkeit aufbauen (E)	10	9	8	8	8	8	4,01	.135
Freude und Interesse an Fach entwickeln (F)	6	10	7	10	7	10	0,24	.886
Fächervergleich in der Gruppe der Studierenden								
NDAW lernen (C)	3_{BP}	10	2	9	2_{BP}	10	6,61	.037
Experimentelle Fertigkeiten aufbauen (B)	2	10	2	10	2	10	2,70	.259
Phänomene erzeugen und beschreiben (A)	7	10	6	10	6	10	1,51	.470
Phänomene erläutern und erklären (A)	8_{BP}	10	6	10	6_{BP}	10	6,72	.035
Regeln und/oder Gesetze verifizieren (A)	8_{BP}	10	7	10	6_{BP}	10	7,06	.029
Allgemeine Problemlöse-kompetenz entwickeln (E)	6	10	7	10	6	10	1,22	.544
Bild eines naturwi. Erkenntnisgewinns aufbauen (D)	5_{BC}	10	7_{BC}	9	6	10	6,50	.039
Interesse am wiss. Arbeiten entwickeln (F)	6	10	7	10	7	10	3,47	.176
Fachliche Grundkenntnisse aufbauen (A)	5_{BP}	10	5	10	6_{BP}	10	7,39	.025
Sozialkompetenz/Teamfähigkeit aufbauen (E)	9	9	9	10	8	10	4,57	.102
Freude und Interesse an Fach entwickeln (F)	9	10	7_{CP}	10	9_{CP}	10	8,19	.017

Anmerkung: Bei Medianen mit tiefgestellten Buchstaben unterscheidet sich die Verteilung auf die Rangplätze paarweise zwischen den naturwissenschaftlichen Fächern (B, C, P) auf einem Signifikanzniveau von 5 % (Dunn-Bonferroni post-hoc Test). Die Buchstabenkombination BP kennzeichnet beispielsweise, dass es einen signifikanten Unterschied zwischen den Fächern Biologie und Physik gibt. Eine genauere Auflistung der Ergebnisse ist im Anhang in Tab. A1 zu finden.

In der Gruppe der Studierenden konnten signifikante Fächerunterschiede bei den Zielen „fachliche Grundkenntnisse aufbauen“, „Phänomenen erläutern und erklären“ und „Regeln/Gesetzen verifizieren“ aus der Zielkategorie A – fachinhaltliche Kompetenzen gefunden werden. Ebenfalls konnten signifikante Fächerunterschiede bei den Zielen „NDAW lernen (C)“, „Bild eines naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinns aufbauen (D)“ und „Freude und Interesse am Fach entwickeln (F)“ gefunden werden (Tab. 16, siehe auch Tab. A1 im Anhang). Ziele aus der Zielkategorie A – fachinhaltlichen Kompetenzen sowie aus der Zielkategorie C – Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW werden dabei von Studierenden der Biologie häufig als etwas weniger relevant wahrgenommen als von Studierenden der Physik

und/oder Chemie. Im Vergleich zwischen der Biologie und Physik treten hier signifikante Unterschiede mit einem kleinen Effekt ($r = .18$) auf. Das Ziel „Bild eines naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinns aufbauen (D)“ wird hingegen in der Biologie als relevanter eingestuft als in der Chemie und Physik, wobei die Tendenzen jeweils einen kleinen Effekt ($.12 \leq r \leq .19$) aufweisen und der Unterschied zur Physik nicht signifikant ist. Das Ziel „Freude und Interesse am Fach entwickeln (F)“ wird in der Chemie als relevanter bewertet als in der Biologie und Physik, wobei die Tendenzen einen kleinen Effekt ($.13 \leq r \leq .21$) aufweisen und der Unterschied zur Biologie nicht signifikant ist.

Auch bei einem Vergleich zwischen Anfänger- und Fortgeschrittenenpraktika lassen sich in der Gruppe der Lehrenden mit einer Ausnahme keine statistisch signifikanten Unterschiede bzgl. der Rangfolge der Ziele finden (Tab. 17). Bei der Ausnahme handelt es sich um das Ziel „Bild eines naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinns aufbauen (D)“, welches von Lehrende von Fortgeschrittenenpraktika im Mittel zwei Rangplätze höher (d. h. relevanter) einsortiert wird als von Lehrenden von Anfängerpraktika. Der Unterschied entspricht dabei einem mittleren Effekt.

Tabelle 17

Ergebnisse der Mann-Whitney-U-Tests zum Vergleich der zugewiesenen Rangplätze zwischen den Praktikumszeitpunkten in der Gruppe der Lehrenden (N = 67)

Ziel mit Zielkategorie	Anfängerpraktika		Fortgeschrittenenpraktika		U	z	p	r
	Mdn	R	Mdn	R				
NDAW lernen (C)	2	10	2	8	464	-1,191	.234	.15
Experimentelle Fertigkeiten aufbauen (B)	3	10	3	10	451,5	-1,318	.187	.16
Phänomene erzeugen und beschreiben (A)	7	10	5	8	460	-1,207	.228	.15
Phänomene erläutern und erklären (A)	5,5	9	6	10	544	-0,140	.889	.02
Regeln und/oder Gesetze verifizieren (A)	7	9	7	9	444	-1,410	.159	.17
Allgemeine Problemlösekompetenz entwickeln (E)	6	9	6	10	515,5	-0,501	.617	.06
Bild eines naturwi. Erkenntnisgewinns aufbauen (D)	8	8	6	10	419	-1,725	.084	.21
Interesse am wiss. Arbeiten entwickeln (F)	6	10	6	9	543,5	-0,146	.884	.02
Fachliche Grundkenntnisse aufbauen (A)	5,5	10	8	10	528	-0,342	.732	.04
Sozialkompetenz/Teamfähigkeit aufbauen (E)	9	9	8	7	505	-0,639	.523	.08
Freude und Interesse an Fach entwickeln (F)	6	10	8	10	448	-1,357	.175	.17

In der Gruppe der Studierenden gibt es signifikante Unterschiede bzgl. des Praktikumszeitpunktes bei den Zielen „Phänomene erläutern und erklären (A)“, „Experimentelle Fertigkeiten aufbauen (B)“ und „Bild eines naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses aufbauen (D)“ (Tab. 18, siehe auch Tab. A2 im Anhang).

Tabelle 18

Ergebnisse der Kruskal-Wallis-Tests zum Vergleich der zugewiesenen Rangplätze zwischen den Praktikumszeitpunkten in der Gruppe der Studierenden (N = 399)

Ziel mit Zielkategorie	0 Praktika		1-3 Praktika		4-6 Praktika		>7 Praktika		H	p
	Mdn	R	Mdn	R	Mdn	R	Mdn	R		
NDAW lernen (C)	3	10	2	10	2	10	3	10	7,420	.060
Experimentelle Fertigkeiten aufbauen (B)	4_{a,b,c}	10	2_a	10	2_b	10	2_c	10	19,148	<.001
Phänomene erzeugen und beschreiben (A)	5	10	6	10	7	10	6	10	1,902	.593
Phänomene erläutern und erklären (A)	5_{a,b}	10	6	10	6_a	10	7_b	10	15,617	.001
Regeln und/oder Gesetze verifizieren (A)	6	10	7	10	7,5	10	7	10	7,429	.059
Allgemeine Problemlösekompetenz entwickeln (E)	7	10	7	10	6	10	6	10	6,177	.103
Bild eines naturwi. Erkenntnisgewinns aufbauen (D)	7_a	10	7	10	6	10	5_a	10	8,729	.033
Interesse am wiss. Arbeiten entwickeln (F)	8	10	6	10	6	10	7	10	1,670	.374
Fachliche Grundkenntnisse aufbauen (A)	3	10	5	10	6	10	6	10	7,406	.060
Sozialkompetenz/Teamfähigkeit aufbauen (E)	9	10	9	10	9	10	9	9	0,463	.927
Freude und Interesse an Fach entwickeln (F)	9	10	8	10	8	10	9	10	3,118	.644

Anmerkung: Bei Medianen mit gleichen tiefgestellten Buchstaben unterscheidet sich die Verteilung auf die Rangplätze paarweise zwischen den Praktikumszeitpunkten auf einem Signifikanzniveau von 5 % (Dunn-Bonferroni post-hoc Test). Eine genauere Auflistung der Ergebnisse ist im Anhang in Tab. A2 zu finden.

Das Ziel „Phänomene erläutern und erklären (A)“ wird dabei von Studierenden, die noch kein Praktikum belegt haben als weniger relevant und das Ziel „Experimentelle Fertigkeiten aufbauen (B)“ als relevanter wahrgenommen als von Studierenden, die bereits mindestens ein Praktikum belegt haben. Mit einer Ausnahme sind die Unterschiede zwischen der Gruppe der Studierenden, die noch kein Praktikum belegt hat und den jeweiligen anderen Gruppen signifikant. Die Ausnahme bildet beim Ziel „Phänomene erläutern und erklären (A)“ der Unterschied zwischen der Gruppe der Studierenden, die noch kein Praktikum belegt haben, und jener, die bereits 1-3 Praktika belegt haben, und ist lediglich vorsignifikant ($p = .063$). Bei dem Ziel „Bild eines naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses aufbauen

(D)“ liegt ein signifikanter Unterschied zwischen der Gruppe der Studierende vor, die bereits mehr als 7 Präsenzpraktika belegt haben, und der Gruppen der Studierende, die noch kein Praktikum belegt haben. Die Unterschiede entsprechen dabei in fast allen Fällen einem kleinen Effekt.

5.1.2 Ziele von Praktika – offene Aufgabe

Bezüglich der in der offenen Aufgabe genannten Ziele zeigt sich insgesamt ein ähnliches Bild wie in der Rangfolge-Aufgabe (Abb. 8, Tab. 19). Am häufigsten wurde als eines von drei zentralen Zielen ein Ziel aus der *Zielkategorie C – Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* von Lehrenden (79,3 %) und Studierenden (69,7 %) genannt¹⁰. Ebenfalls besonders häufig wurden zudem Ziele aus der *Zielkategorie B – praktische Fähigkeiten* genannt (65,9 % der Lehrenden und 73,3 % der Studierenden). Ähnlich zum Ergebnis der Rangfolge-Aufgabe nennen Lehrende und Studierende am dritthäufigsten Ziele aus der *Zielkategorie A – fachinhaltliche Kompetenzen*. Auffällig ist bei der Nennung von Zielen aus der *Zielkategorie A*, dass solche signifikant häufiger von Studierenden (51,4 %) als von Lehrenden (30,5 %) genannt werden. Der Unterschied beträgt einen kleinen Effekt. Nur selten wurden Ziele aus der *Zielkategorie E – fächerübergreifende Kompetenzen* (17,1 % Lehrende und 22,1 % Studierende), der *Zielkategorie F – affektive Ziele* mit dem Schwerpunkt Entwicklung des Interesses (2,4 % Lehrende und 2,8 % Studierende) und *Zielkategorie D – Bild eines naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinns* (2,4 % Lehrende und 1,5 % Studierende) genannt. Mit 6,1 % der Lehrenden und 10,2 % der Studierenden wurden ebenfalls selten Ziele aus dem Bereich *Einblick in Beruf/Forschung* genannt. Auf Grund der nur selten vorkommenden Nennung von Zielen aus den *Zielkategorien F – affektive Ziele*, *D – Bild des naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses aufbauen* sowie *Einblick in Beruf/Forschung*, werden im Folgenden nur Unterschiede in den vier am häufigsten auftretenden Zielkategorien im Vergleich zwischen den Fächern sowie zwischen den Praktikumszeitpunkten näher beleuchtet.

¹⁰ Prozentzahlen beziehen sich auf Anzahl der Personen, die offene Aufgabe beantwortet haben (Studierende: $N = 394$, Lehrende: $N = 82$).

Abbildung 8

Prozentualer Anteil an Personen aus der Gruppe der Lehrenden ($N = 82$) und Studierenden ($N = 394$), welche die offene Aufgabe beantwortet und Ziele aus den entsprechenden Kategorien genannt haben

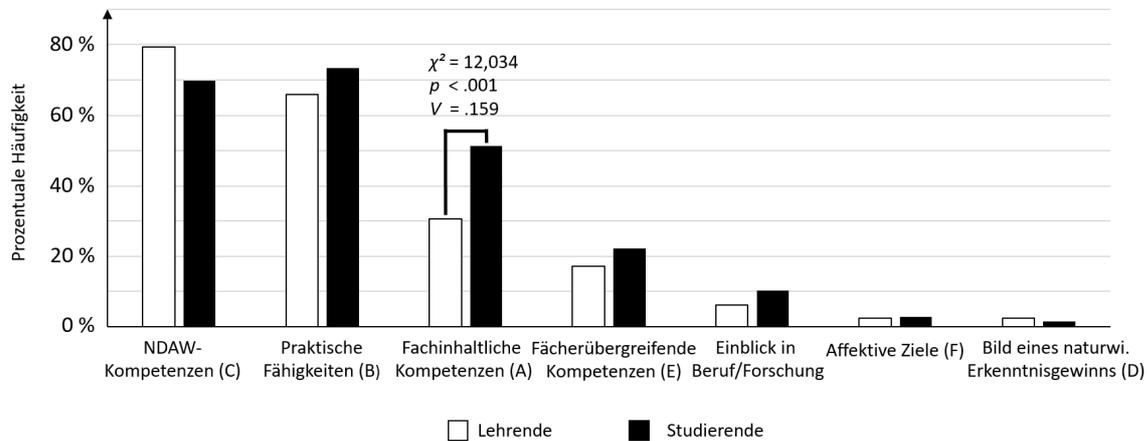


Tabelle 19

Ergebnisse der χ^2 -Quadrat-Tests zum Vergleich der Häufigkeit der Zielnennungen naturwissenschaftlicher Praktika zwischen Lehrenden ($N = 82$) und Studierenden ($N = 394$), welche die offene Aufgabe beantwortet haben

Zielkategorie	Lehrende		Studierende		$\chi^2(1)$	p	Cramérs V/ Odds Ratio
	N	%	N	%			
NDAW lernen (C)	65	79,3	274	69,5	2,39	.122	.07/0,6
Praktische Fähigkeiten (B)	54	65,9	291	73,9	1,06	.302	.05/1,3
Fachinhaltliche Fähigkeiten (A)	25	30,5	203	51,5	12,03	<.001	.16/2,4
Allg. Fähigkeiten (E)	14	17,1	86	21,8	0,92	.336	.04/1,4
Einblick in Beruf/Forschung	5	6,1	40	10,2	1,30	.254	.05/1,7
Affektive Ziele (F)	2	2,4	12	3,0	Voraussetzung nicht erfüllt		
Bild eines naturwi. Erkenntnisgewinns (D)	2	2,4	6	1,5	Voraussetzung nicht erfüllt		

Im Fächervergleich nannten in der Gruppe der Studierenden signifikant häufiger Studierende mit dem Hauptfach Physik Ziele aus der Zielkategorie C – Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW (Tab. 20). Im Vergleich zu Studierenden mit dem Hauptfach Biologie oder Chemie wurden solche Ziele von Studierenden mit dem Hauptfach Physik mit einer höheren Wahrscheinlichkeit genannt. Auch bei der Häufigkeit der Nennung von Zielen aus der Zielkategorie B – praktische Fähigkeiten lässt sich in der Gruppe der Studierenden ein signifikanter Unterschied finden. Hier nannten Studierende der Chemie mit einer höheren Wahrscheinlichkeit Ziele aus dieser Kategorie als Studierende der Biologie bzw. Physik. Alle Unterschiede entsprechen einem kleinen Effekt.

In der Gruppe der Lehrenden gibt es keine signifikanten Fächerunterschiede (Tab. 20). Allerdings weist die Häufigkeit der Nennung von Zielen aus der *Zielkategorie C – Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* ebenfalls mit kleinem Effekt eine ähnliche Tendenz im Fächerunterschied auf wie in der Gruppe der Studierenden. So nennen Lehrende von Physikpraktika mit einer höheren Wahrscheinlichkeit Ziele aus der *Zielkategorie C – Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* als Lehrende von Biologie- bzw. Chemiepraktika. Bei einem Vergleich der Häufigkeit der Nennung von Zielen aus der *Zielkategorie C – Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* zwischen Lehrenden und Studierenden der Biologie ist auffällig, dass deutlich mehr Lehrende ($\Delta = 22,1\%$) solche Ziele nennen als Studierende. Der Unterschied zwischen Lehrenden und Studierenden der Chemie und Physik fällt im Vergleich deutlich geringer aus ($\Delta < 6\%$).

Tabelle 20

Ergebnisse der χ^2 -Quadrat-Tests zum Vergleich der Häufigkeit der Nennung einzelner Ziele naturwissenschaftlicher Praktika zwischen den Fächern in der Gruppe der Lehrenden ($N = 82$) und Studierenden ($N = 273$), welche die offene Aufgabe beantwortet haben

Zielkategorie	Biologie		Chemie		Physik		$\chi^2(1)$	p	Cramérs V/ Odds Ratio (B-C|B-P|C-P)
	<i>N</i>	%	<i>N</i>	%	<i>N</i>	%			
Lehrende									
Kompetenzen aus Bereich der NDAW (C)	20	87,0	23	65,7	22	91,7	5,99	.050	.27/ 0,4|2,3|5,7
Praktische Fähigkeiten (B)	15	65,2	23	65,7	16	66,7	0,20	.907	.05/ 0,8|1,0|1,3
Fachinhaltliche Kompetenzen (A)	11	47,8	9	25,7	5	20,8	4,69	.096	.24/ 0,4|0,3|0,8
Fächerübergreifende Kompetenzen (E)	3	13,0	9	25,7	2	8,3	Voraussetzung nicht erfüllt		
Einblick in Beruf/Forschung	1	4,3	2	5,7	2	8,3	Voraussetzung nicht erfüllt		
Affektive Ziele (F)	0	0,0	2	5,7	0	0,0	Voraussetzung nicht erfüllt		
Bild eines naturwi. Erkenntnisgewinns (D)	1	4,3	0	0,0	1	4,2	Voraussetzung nicht erfüllt		
Studierende									
Kompetenzen aus Bereich der NDAW (C)	61	64,9	48	60,8	82	86,3	16,45	<.001	.25/ 0,9|3,5|4,0
Praktische Fähigkeiten (B)	72	76,6	68	86,1	54	56,8	16,16	<.001	.25/ 1,9|0,5|0,2
Fachinhaltliche Kompetenzen (A)	51	54,3	41	51,9	39	41,1	4,05	.132	.12/ 0,9|0,6|0,7
Fächerübergreifende Kompetenzen (E)	22	23,4	22	27,8	20	21,1	0,87	.649	.06/ 1,2|0,9|0,7
Einblick in Beruf/Forschung	14	14,9	5	6,3	9	9,5	3,58	.167	.12/ 0,4|0,6|1,5
Affektive Ziele (F)	2	2,1	1	1,3	3	3,2	Voraussetzung nicht erfüllt		
Bild eines naturwi. Erkenntnisgewinns (D)	2	2,1	0	0,0	4	4,2	Voraussetzung nicht erfüllt		

Betrachtet man die Häufigkeit der Zielnennung im Vergleich zwischen den Praktikumszeitpunkten, so lässt sich in der Gruppe der Lehrenden zu keinem Zielbereich ein signifikanter Unterschied finden (Tab. 21). In der Gruppe der Studierenden lassen sich hingegen bei 2 Zielkategorien signifikante Unterschiede feststellen (Tab. 22, Tab. 23). Diese sind *Zielkategorie C – Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* und *Zielkategorie A – fachinhaltliche Kompetenzen*. In der *Zielkategorie C – Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* ist auffällig, dass Studierende, die bereits 4-6 oder mehr als 7 Praktika belegt haben, solche Ziele mit einer höheren Wahrscheinlichkeit nannten als Studierende, die noch kein oder erst 1-3 Praktika belegt haben. Ziele aus der *Zielkategorie A – fachinhaltliche Kompetenzen* wurden mit einer höheren Wahrscheinlichkeit von Studierenden genannt, die noch kein Praktikum belegt haben als von Studierenden, die schon mindestens ein Praktikum belegt haben.

Tabelle 21

Ergebnisse der χ^2 -Quadrat-Tests zum Vergleich Häufigkeit der Nennung einzelner Ziele naturwissenschaftlicher Praktika zwischen den Praktikumszeitpunkten in der Gruppe der Lehrenden (N = 67)

Zielkategorie	Anfängerpraktikum		Fortgeschrittenpraktikum		$\chi^2(1)$	p	Cramérs V/ Odds Ratio
	N	%	N	%			
Kompetenzen aus Bereich der NDAW (C)	24	82,8	29	85,3	0,11	.746	.04/1,3
Praktische Fähigkeiten (B)	20	69,0	19	55,9	1,61	.205	.16/0,5
Fachinhaltliche Kompetenzen (A)	7	24,1	10	29,4	0,42	.518	.08/1,4
Fächerübergreifende Kompetenzen (E)	5	17,2	3	8,8	Voraussetzung nicht erfüllt		
Einblick in Beruf/Forschung	2	6,9	2	5,9	Voraussetzung nicht erfüllt		
Affektive Ziele (F)	1	3,4	1	2,9	Voraussetzung nicht erfüllt		
Bild eines naturwi. Erkenntnisgewinns (D)	0	0,0	2	5,9	Voraussetzung nicht erfüllt		

Tabelle 22

Ergebnisse der χ^2 -Quadrat-Tests zum Vergleich Häufigkeit der Nennung einzelner Ziele naturwissenschaftlicher Praktika zwischen den Praktikumszeitpunkten in der Gruppe der Studierenden (N = 394)

Zielkategorie	0 Praktika		1-3 Praktika		4-6 Praktika		>7 Praktika		$\chi^2(1)$	p	Cramérs V
	N	%	N	%	N	%	N	%			
Kompetenzen aus Bereich der NDAW (C)	33	56,9	70	64,2	65	74,7	106	76,3	12,08	.007	.18
Prakt. Fähigkeiten (B)	41	70,7	76	69,7	65	74,7	106	76,3	1,03	.794	.05
Fachinhaltliche Kompetenzen (A)	40	69,0	60	55,0	38	43,7	64	46,0	13,59	.004	.19
Fächerübergreifende Kompetenzen (E)	9	15,5	18	16,5	20	23,0	40	28,8	7,88	.049	.14
Einblick in Beruf/Forschung	6	10,3	17	15,6	6	6,9	11	7,9	5,15	.161	.11
Affektive Ziele (F)	3	5,2	4	3,7	1	1,1	3	2,2	Voraussetzung nicht erfüllt		
Bild eines naturwi. Erkenntnisgewinns (D)	0	0,0	3	2,8	1	1,1	2	1,4	Voraussetzung nicht erfüllt		

Tabelle 23

Ergänzende Angaben zum Vergleich der Häufigkeit der Nennung einzelner Ziele naturwissenschaftlicher Praktika zwischen den Praktikumszeitpunkten in der Gruppe der Studierenden (N = 394): Odds Ratio für Zielbereiche mit signifikanten Unterschieden in Tab. 25

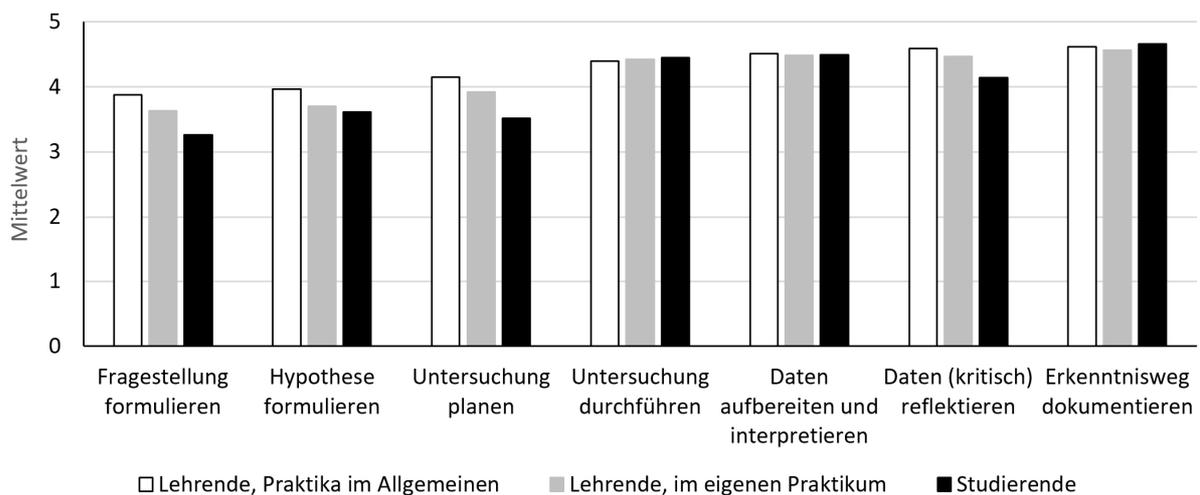
Vergleich (Anzahl an bereits belegten Praktika)	Kompetenzen aus Bereich der NDAW (C)	Fachinhaltliche Kompetenzen (A)	Fächerübergreifende Kompetenzen (E)
0 vs. 1-3	1,4	0,5	1,1
0 vs. 4-6	2,5	0,3	1,4
0 vs. ≥ 7	2,6	0,3	2,3
1-3 vs. 4-6	1,8	0,6	1,4
1-3 vs. ≥ 7	1,9	0,7	2,1
4-6 vs. ≥ 7	1,0	1,1	1,6

5.2 Relevanz einzelner NDAW

Um mehr darüber zu erfahren, welche NDAW aus Sicht von Lehrenden in naturwissenschaftlichen Praktika besonders relevant sind (FF 1b) und welche NDAW Studierende im Vergleich als besonders relevant wahrnehmen (FF 2), sollten beide Gruppen auf einer fünf-stufigen Likert-Skala die Relevanz verschiedener NDAW bewerten. Die Lehrenden sollten die Frage erneut für ihr eigenes Praktikum sowie für Praktika im Allgemeinen beantworten.

Abbildung 9

Mittelwerte der Befragung der Lehrenden (N = 86) und Studierenden (N = 399) zur Relevanz der einzelnen NDAW



Anmerkung: In der Darstellung steht ein Mittelwert von 5 für „spielt eine zentrale Rolle“ und ein Wert von 1 für „spielt keine Rolle“.

Sowohl bei den beiden Befragungen der Lehrenden als auch der Studierenden liegen die Mittelwerte aller sieben NDAW über dem Mittelwert der fünf-stufigen Likert-Skala (Abb. 9;

Tab. 24). Dies spiegelt auch die hohe zugeschriebene Relevanz der *Zielkategorie C – Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* aus der offenen Aufgabe sowie der Rangfolge-Aufgabe wider (Kap. 5.1). Ein Vergleich der einzelnen Teilfähigkeiten zeigt jedoch, dass es unterschiedliche Tendenzen zwischen der Relevanz der einzelnen NDAW gibt. So werden von Lehrenden (für ihr eigenes Praktikum sowie für Praktika im Allgemeinen) insbesondere dem Durchführen von Untersuchungen, Dokumentieren des Erkenntnisprozesses, Aufbereiten und Interpretieren von Daten und (kritischen) Reflektieren von Daten eine große Relevanz zugeschrieben (alle Mittelwerte größer als 4 = Die Fähigkeit sollte eine große Rolle spielen).

Tabelle 24

Mittelwerte und Standardabweichung der Befragung der Lehrenden (N = 86) und Studierenden (N = 399) zur Relevanz der einzelnen NDAW

NDAW	Lehrende (Prakt. im Allgemeinen)		Lehrende (im eigenen Prakt.)		Studierende	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD
Fragestellung formulieren	3,9	1,0	3,6	1,1	3,3	1,1
Hypothese formulieren	4,0	0,9	3,7	1,0	3,6	1,0
Untersuchung planen	4,2	0,9	3,9	1,2	3,5	1,2
Untersuchung durchführen	4,4	0,8	4,4	0,8	4,5	0,8
Daten aufbereiten und interpretieren	4,5	0,7	4,5	0,7	4,5	0,7
Daten reflektieren	4,6	0,7	4,5	0,7	4,1	0,9
Erkenntnisprozess dokumentieren	4,6	0,6	4,6	0,7	4,7	0,6

Tabelle 25

Ergebnisse der t-Tests zum Vergleich der Einschätzung der Relevanz der einzelnen Teilfähigkeiten in naturwissenschaftlichen Praktika zwischen der Sichtweise von Lehrenden für Praktika im Allgemeinen sowie für ihr eigenes Praktikum (N = 86)

Teilfähigkeit	Lehrende (Prakt. im Allgemeinen)		Lehrende (im eigenen Prakt.)		MW-Differenz	T	p	d
	MW	SD	MW	SD				
Fragestellung formulieren	3,9	1,0	3,6	1,1	0,3	3,022	.003	.33
Hypothese formulieren	4,0	0,9	3,7	1,0	0,3	3,207	.002	.35
Untersuchung planen	4,2	0,9	3,9	1,2	0,3	2,581	.012	.28
Untersuchung durchführen	4,4	0,8	4,4	0,8	0,0	-0,575	.567	.06
Erkenntnisweg dokumentieren	4,5	0,7	4,5	0,7	0,0	0,773	.442	.08
Daten aufbereiten und interpretieren	4,6	0,7	4,5	0,7	0,1	2,607	.011	.28
Daten (kritisch) reflektieren	4,6	0,6	4,6	0,7	0,0	1,092	.278	.12

Ein Vergleich der Relevanzeinschätzungen zwischen der Sichtweise der Lehrenden für Praktika im Allgemeinen sowie für ihr eigenes Praktikum zeigt, dass es bei der Einschätzung sig-

nifikante Unterschiede beim Formulieren von Fragestellungen und Formulieren von Hypothesen mit einem mittleren Effekt und beim Planen von Untersuchungen und (kritischen) Reflektieren von Daten mit einem kleinen Effekt gibt (Tab. 25). In all diesen Fällen werden die entsprechenden NDAW jeweils für Praktika im Allgemeinen als relevanter bewertet.

Ein ähnliches Bild zeigt sich auch für die Differenzen der Bewertung der Relevanz zwischen der Wahrnehmung der Studierenden und der Sichtweise der Lehrenden für Praktika im Allgemeinen bzw. ihr eigenes Praktikum (Tab. 26). So gibt es zwischen der Bewertung der Lehrenden für Praktika im Allgemeinen und der Wahrnehmung der Studierende ebenfalls beim Formulieren von Fragestellungen, Planen von Untersuchungen und (kritischen) Reflektieren von Daten signifikante Unterschiede, die einen starken Effekt aufweisen. Auch beim Vergleich zwischen der Bewertung der Lehrenden für ihr eigenes Praktikum und der Wahrnehmung der Studierenden liegen für diese NDAW signifikante Unterschiede vor, die einem mittleren Effekt entsprechen. Für das Formulieren von Hypothesen liegt hingegen nur beim Vergleich der Bewertung der Lehrenden für Praktika im Allgemeinen und der Wahrnehmung der Studierenden ein signifikanter Unterschied mit mittlerem Effekt vor und beim Vergleich der Lehrenden im eigenen Praktikum und Studierende ist kein signifikanter Unterschied vorhanden. In allen genannten Fällen mit signifikanten Unterschieden schätzen die Studierenden die NDAW als weniger relevant ein.

Tabelle 26

Ergebnisse der t-Tests zum Vergleich der Einschätzung der Relevanz der einzelnen Teilfähigkeiten in naturwissenschaftlichen Praktika zwischen Lehrenden (im Allgemeinen sowie im eigenen Praktikum; N = 86) und Studierenden (N = 399)

Teilfähigkeit	Lehrende		Studierende		MW-Differenz	T	p	d
	MW	SD	MW	SD				
Vergleich Lehrende (Praktika im Allgemeinen) - Studierende								
Fragestellung formulieren	3,9	1,0	3,3	1,1	0,6	5,088	<.001	.57
Hypothese formulieren	4,0	0,9	3,6	1,0	0,4	3,302	.001	.36
Untersuchung planen	4,2	0,9	3,5	1,2	0,7	5,609	<.001	.55
Untersuchung durchführen	4,4	0,8	4,5	0,8	0,1	-0,546	.585	.07
Daten aufbereiten und interpretieren	4,6	0,7	4,1	0,9	0,5	5,148	<.001	.52
Daten (kritisch) reflektieren	4,6	0,6	4,7	0,6	0,1	-0,541	.589	.06
Erkenntnisweg dokumentieren	4,5	0,7	4,5	0,7	0,0	0,278	.781	.03
Vergleich Lehrende (im eigenen Praktikum) – Studierende								
Fragestellung formulieren	3,6	1,1	3,3	1,1	0,3	2,819	.005	.34
Hypothese formulieren	3,7	1,0	3,6	1,0	0,1	0,753	.452	.09
Untersuchung planen	3,9	1,2	3,5	1,2	0,4	2,778	.006	.33
Untersuchung durchführen	4,4	0,8	4,5	0,8	0,1	-0,308	.758	.04
Daten aufbereiten und interpretieren	4,5	0,7	4,1	0,9	0,4	3,071	.002	.37
Daten (kritisch) reflektieren	4,6	0,7	4,7	0,6	0,1	-1,142	.256	.15
Erkenntnisweg dokumentieren	4,5	0,7	4,5	0,7	0,0	-0,144	.886	.02

Bei der zugeschriebenen Relevanz gibt es zudem einige Unterschiede zwischen den naturwissenschaftlichen Fächern (Tab. 27, Tab. 28). Mittels einer einfaktoriellen Varianzanalyse konnten in der Gruppe der Lehrenden signifikante Unterschiede mit mittlerem Effekt beim Formulieren von Fragestellungen, Formulieren von Hypothesen und Durchführen von Untersuchungen festgestellt werden. Anschließend durchgeführte Bonferroni post-hoc Tests zeigen, dass die genannten NDAW insbesondere in der Physik als deutlich weniger relevant bewertet werden als in der Biologie und Chemie, während die Relevanzeinschätzung zwischen der Biologie und Chemie häufig ähnlich ist.

Auch bei einem Vergleich der Studierenden der Biologie, Chemie und Physik konnten signifikante Unterschiede beim Formulieren von Fragestellungen und Formulieren von Hypothesen festgestellt werden, welche jedoch lediglich einen kleinen Effekt aufweisen (Tab. 27, Tab. 28). Anschließend durchgeführte Bonferroni post-hoc Tests zeigen hier, dass die jeweiligen NDAW von Studierenden der Biologie als relevanter wahrgenommen werden als von Studierenden der Physik und/oder Chemie.

Tabelle 27

Ergebnisse der einfaktoriellen Varianzanalyse zum Vergleich Relevanzeinschätzungen der einzelnen Teilfähigkeiten zwischen den Disziplinen in der Gruppe der Lehrenden (N = 86) und Studierenden (N = 273)

Teilfähigkeit	Biologie		Chemie		Physik		F	p	η^2
	MW	SD	MW	SD	MW	SD			
Fächervergleich – Lehrende									
Fragestellung formulieren	4,1	0,8	3,7	1,0	3,2	1,3	4,952	.009	.11
Hypothese formulieren	4,0	0,9	3,9	0,8	3,3	1,1	4,299	.017	.09
Untersuchung planen	4,0	1,0	4,0	1,1	3,7	1,3	0,911	.406	.02
Untersuchung durchführen	4,5	0,6	4,6	0,6	4,1	1,0	3,283	.042	.07
Daten aufbereiten und interpretieren	4,6	0,6	4,4	0,7	4,4	0,9	0,352	.704	.01
Daten (kritisch) reflektieren	4,4	0,7	4,6	0,6	4,4	0,9	0,962	.386	.02
Erkenntnisweg dokumentieren	4,8	0,4	4,6	0,7	4,4	0,9	1,685	.192	.04
Fächervergleich – Studierende									
Fragestellung formulieren	3,5	1,0	3,1	1,2	3,2	1,0	3,568	.030	.03
Hypothese formulieren	3,8	1,0	3,7	1,0	3,4	1,0	3,543	.030	.03
Untersuchung planen	3,4	1,2	3,8	1,1	3,5	1,2	2,211	.112	.02
Untersuchung durchführen	4,5	0,7	4,7	0,6	4,4	0,9	3,033	.050	.02
Daten aufbereiten und interpretieren	4,3	0,7	4,6	0,6	4,6	0,6	7,791	<.001	.05
Daten (kritisch) reflektieren	4,1	0,9	4,3	0,8	4,3	0,7	1,939	.146	.01
Erkenntnisweg dokumentieren	4,6	0,6	4,8	0,4	4,6	0,7	3,881	.022	.03

Darüber hinaus ergab die einfaktorielle Varianzanalyse der Fächerunterschiede in der Gruppe der Studierenden, dass es signifikante Fächerunterschiede beim Dokumentieren des Erkenntnisprozesses sowie Aufbereiten und Interpretieren von Daten mit ebenfalls jeweils mit einem kleinen Effekt gibt. Das Aufbereiten und Interpretieren von Daten wird im Mittel

in der Biologie als weniger relevant bewertet als in Chemie bzw. Physik. Das Dokumentieren von Daten schätzen jedoch die Studierenden der Chemie typischerweise als relevanter ein als die in der Biologie und Physik.

Tabelle 28

Ergebnisse der Bonferroni post-hoc Tests für NDAW mit signifikanten Unterschieden im Fächervergleich in der einfaktoriellen Varianzanalyse in der Gruppe der Lehrenden (N = 86) und der Studierenden (N = 273)

Vergleich	Lehrende			Studierende		
	MW-Differenz	Std.- Fehler	p	MW-Differenz	Std.- Fehler	p
Fragestellung formulieren						
Phy. – Bio.	-0,9	0,3	.007	-0,3	0,2	.125
Phy. – Chem.	-0,5	0,3	.159	0,1	0,2	>.999
Bio. – Chem.	0,4	0,3	.492	0,4	0,2	.040
Hypothesen formulieren						
Phy. – Bio.	-0,7	0,3	.030	-0,4	0,1	.036
Phy. – Chem.	-0,6	0,3	.047	-0,3	0,2	.171
Bio. – Chem.	0,1	0,3	>.999	0,1	0,2	>.999
Untersuchung durchführen						
Phy. – Bio.	-0,4	0,2	.135	-	-	-
Phy. – Chem.	-0,5	0,2	.058	-	-	-
Bio. – Chem.	-0,1	0,2	>.999	-	-	-
Daten aufbereiten und interpretieren						
Phy. – Bio.	-	-	-	-0,3	0,1	.033
Phy. – Chem.	-	-	-	0,0	0,1	>.999
Bio. – Chem.	-	-	-	-0,3	0,1	.064
Erkenntnisweg dokumentieren						
Phy. – Bio.	-	-	-	0,0	0,1	>.999
Phy. – Chem.	-	-	-	-0,2	0,1	<.001
Bio. – Chem.	-	-	-	-0,2	0,1	.007

Anmerkung: Leere Zellen sind darauf zurückzuführen, dass in der jeweiligen Gruppe kein signifikanter Fächerunterschied in der einfaktoriellen Varianzanalyse festgestellt wurde.

Bei einem Vergleich der Einschätzung der befragten Lehrenden der Physik (für ihr eigenes Praktikum) mit der Wahrnehmung der Studierenden der Physik lassen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen finden (Tab. 29). Ein Vergleich der beiden Gruppen in der Chemie liefert signifikante Unterschiede beim Formulieren von Fragestellungen und (kritischen) Reflektieren von Daten mit einem mittleren Effekt, wobei Lehrende die beiden NDAW jeweils als relevanter einschätzen als Studierende diese wahrnehmen. In der Biologie zeigt ein Vergleich der Einschätzung der Lehrenden und Wahrnehmung der Studierenden signifikante Unterschiede beim Formulieren von Fragestellungen und Planen von Untersuchungen mit einem mittleren Effekt auf, wobei auch hier Lehrende die NDAW jeweils als relevanter einschätzen als die Studierenden diese wahrnehmen.

Tabelle 29

Ergebnisse der t-Tests zum Vergleich der Einschätzung der Relevanz der einzelnen Teilfähigkeiten in naturwissenschaftlichen Praktika zwischen Lehrenden (N = 86) und Studierenden (N = 273) in den verschiedenen Fächern

Teilfähigkeit	Lehrende		Studierende		MW-Differenz	T	p	d
	MW	SD	MW	SD				
Biologie								
Fragestellung formulieren	4,1	0,8	3,5	1,0	0,6	2,534	.013	.58
Hypothese formulieren	4,0	0,9	3,8	1,0	0,2	0,842	.401	.19
Untersuchung planen	4,0	1,0	3,4	1,2	0,6	2,412	.017	.55
Untersuchung durchführen	4,5	0,6	4,5	0,7	0,0	0,065	.948	.02
Daten aufbereiten und interpretieren	4,6	0,6	4,3	0,7	0,3	1,814	.072	.42
Daten (kritisch) reflektieren	4,4	0,7	4,1	0,9	0,3	1,331	.186	.30
Erkenntnisweg dokumentieren	4,8	0,4	4,6	0,6	0,2	1,282	.304	.24
Chemie								
Fragestellung formulieren	3,7	1,0	3,1	1,2	0,6	2,536	.013	.51
Hypothese formulieren	3,9	0,8	3,7	1,0	0,2	0,837	.405	.17
Untersuchung planen	4,0	1,1	3,8	1,1	0,2	1,052	.295	.21
Untersuchung durchführen	4,6	0,6	4,7	0,6	0,1	-0,751	.454	.15
Daten aufbereiten und interpretieren	4,4	0,7	4,6	0,6	0,2	-1,359	.177	.28
Daten (kritisch) reflektieren	4,6	0,6	4,3	0,8	0,3	2,477	.015	.45
Erkenntnisweg dokumentieren	4,6	0,7	4,8	0,4	0,2	-1,920	.062	.49
Physik								
Fragestellung formulieren	3,2	1,3	3,2	1,0	0,0	-0,183	.855	.04
Hypothese formulieren	3,3	1,1	3,4	1,0	-0,1	-0,668	.505	.15
Untersuchung planen	3,7	1,3	3,5	1,2	0,2	0,448	.655	.10
Untersuchung durchführen	4,1	1,0	4,4	0,9	-0,3	-1,448	.150	.32
Daten aufbereiten und interpretieren	4,4	0,9	4,6	0,6	-0,2	-1,007	.212	.27
Daten (kritisch) reflektieren	4,4	0,9	4,3	0,7	0,1	0,160	.873	.04
Erkenntnisweg dokumentieren	4,4	0,9	4,6	0,7	-0,2	-1,265	.208	.28

In der Gruppe der Lehrenden zeigen sich in Bezug auf Anfänger- und Fortgeschrittenenpraktika kaum Unterschiede zwischen der Einschätzung der Relevanz der einzelnen NDAW (Tab. 30). So zeigen hierzu durchgeführten t-Tests, dass die eher kleinen Mittelwertunterschiede nicht statistisch signifikant sind.

Tabelle 30

Ergebnisse der t-Tests zum Vergleich der Einschätzung der Relevanz einzelner Teilfähigkeiten in Praktika zwischen dem Praktikumszeitpunkt in der Gruppe der Lehrenden (N = 67)

Teilfähigkeit	Anfängerpraktikum		Fortgeschrittenpraktikum		MW-Differenz	T	p	d
	MW	SD	MW	SD				
Fragestellung formulieren	3,4	1,2	3,7	1,2	0,3	0,823	.414	.21
Hypothese formulieren	3,6	1,0	3,6	1,0	0,0	0,083	.934	.02
Untersuchung planen	4,1	1,1	3,7	1,4	0,4	1,199	.235	.29
Untersuchung durchführen	4,4	0,9	4,5	0,7	0,1	0,726	.471	.18
Daten aufbereiten und interpretieren	4,4	0,9	4,6	0,6	0,2	-1,034	.305	.25
Daten (kritisch) reflektieren	4,4	0,9	4,5	0,7	0,1	-0,620	.537	.15
Erkenntnisweg dokumentieren	4,5	0,9	4,7	0,6	0,2	0,783	.436	.20

In der Gruppe der Studierenden gibt es zwischen den Praktikumszeitpunkten, genauer der Anzahl der bereits belegten Praktika, hingegen einen Unterschied zwischen der Wahrnehmung der Relevanz der einzelnen NDAW (Tab. 31, Tab. 32). So lassen sich in dieser Gruppe signifikante Unterschiede beim Durchführen von Untersuchungen, Aufbereiten und Interpretieren von Daten sowie beim (kritischen) Reflektieren der Daten mit kleinem Effekt bzw. beim (kritischen) Reflektieren mit mittlerem Effekt finden. Der Bonferroni post-hoc Test zeigt, dass vor allem Unterschiede zwischen der Wahrnehmung der Studierenden vorliegen, welche noch kein Praktikum belegt haben und jenen, die bereits mindestens ein Praktikum – bzw. beim Aufbereiten und Interpretieren von Daten mind. 3 Praktika – belegt haben. Auffällig ist bei einem Vergleich der Mittelwerte, dass diese in der Tendenz mit der Anzahl an bereits belegten Praktika steigend sind.

Tabelle 31

Ergebnisse der einfaktoriellen Varianzanalyse zum Vergleich der Einschätzung der Relevanz einzelner Teilfähigkeiten in Praktika zwischen dem Praktikumszeitpunkt in der Gruppe der Studierenden (N = 399)

Teilfähigkeit	0 Praktika		1-3 Praktika		4-6 Praktika		>7 Praktika		F	p	η^2
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD			
Fragestellung formulieren	3,1	1,2	3,1	1,1	3,3	1,1	3,4	1,1	1,700	.166	.01
Hypothese formulieren	3,5	1,2	3,6	1,0	3,7	1,0	3,6	1,0	0,451	.717	>.01
Untersuchung planen	3,4	1,3	3,6	1,1	3,6	1,2	3,5	1,2	0,463	.,708	>.01
Untersuchung durchführen	4,0	1,2	4,4	0,8	4,6	0,7	4,6	0,7	6,694	<.001	.05
Daten aufbereiten und interpretieren	4,3	0,7	4,4	0,7	4,6	0,7	4,6	0,7	2,614	.051	.02
Daten (kritisch) reflektieren	3,6	1,1	4,2	0,8	4,4	0,8	4,2	0,9	8,754	<.001	.06
Erkenntnisweg dokumentieren	4,6	0,7	4,6	0,7	4,7	0,5	4,7	0,6	1,809	.145	.01

Tabelle 32

Ergebnisse der Bonferroni post-hoc Tests für NDAW mit signifikanten Unterschieden im Fächervergleich in der einfaktoriellen Analyse in der Gruppe der Studierenden (N = 399)

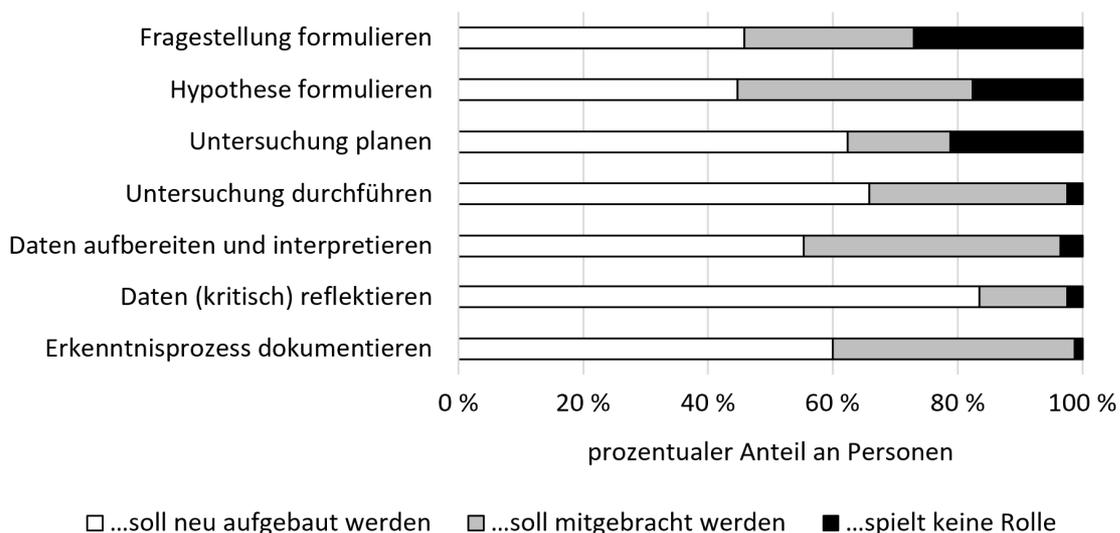
Vergleich (Anzahl an bereits be- legten Prak- tika)	Untersuchung durchführen			Daten aufbereiten und interpretieren			Daten (kritisch) reflektieren		
	MW- Differenz	Std.- Fehler	p	MW- Differenz	Std.- Fehler	p	MW- Differenz	Std.- Fehler	p
0 vs. 1-3	-0,4	0,1	.014	-0,1	0,1	>.999	-0,6	0,1	.002
0 vs. 4-6	-0,6	0,1	<.001	-0,3	0,1	.084	-0,8	0,1	<.001
0 vs. ≥ 7	-0,6	0,1	<.001	-0,3	0,1	.149	-0,6	0,1	<.001
1-3 vs. 4-6	-0,2	0,1	>.999	-0,2	0,1	.643	-0,2	0,1	.321
1-3 vs. ≥ 7	-0,2	0,1	>.999	-0,2	0,1	>.999	-0,0	0,1	>.999
4-6 vs. ≥ 7	0,0	0,1	>.999	0,0	0,1	>.999	0,2	0,1	.555

5.3. Anforderung an die Kompetenzen der Studierenden bzgl. der einzelnen NDAW

Um zu untersuchen, welche Relevanz Lehrende den einzelnen NDAW-Kompetenzen in Praktika zuschreiben (FF 1b) sowie inwiefern NDAW-Kompetenzen in naturwissenschaftlichen Praktika gefördert werden (FF 3), sollten Lehrende angeben, welche dieser Kompetenzen von Studierenden mitgebracht werden müssen und im Praktikum gebraucht werden, welche von Studierenden im Praktikum (neu) aufgebaut / gelernt werden sollen und welche im Praktikum keine Rolle spielen.

Abbildung 10

Prozentualer Anteil an Lehrenden (N = 85) mit den entsprechenden Anforderungen an die verschiedenen NDAW-Kompetenzen der Studierenden



Bei der Beantwortung der Frage gab nur ein geringer Anteil an Lehrenden an, dass die verschiedenen Kompetenzen in ihrem Praktikum keine Rolle spielen (Abb. 10, schwarze Balken; Tab. 33). Vielmehr sollen im Grunde alle NDAW-Kompetenzen in den Praktika vor allem

(neu) aufgebaut / gelernt werden (Abb. 10, weiße Balken). Diese Option wurde bei jeder NDAW von fast mindestens der Hälfte der befragten Lehrenden gewählt. Seltener waren die Lehrenden der Ansicht, dass die NDAW-Kompetenzen in Praktika mitgebracht – also vorausgesetzt – und dort gebraucht werden (Abb. 10, graue Balken). Besonders häufig, d. h. von mindestens 60 % der befragten Lehrenden, wurde dabei angegeben, dass die Kompetenzen des Planens, Durchführens und Dokumentierens von Untersuchungen sowie das (kritischen) Reflektierens von Daten neu aufgebaut werden sollen und damit jeweils ein Lerngegenstand des Praktikums darstellen. Am häufigsten (83,5 %) wurde diese Option für das (kritische) Reflektieren von Daten gewählt.

Tabelle 33

Prozentualer Anteil an Lehrenden (N = 85) mit den entsprechenden Anforderungen an die verschiedenen NDAW-Kompetenzen der Studierenden

NDAW	...soll neu aufgebaut werden		...soll mitgebracht werden		...spielt keine Rolle	
	N	%	N	%	N	%
Fragestellung formulieren	39	45,9	23	27,1	23	27,1
Hypothese formulieren	38	44,7	32	37,6	15	17,6
Untersuchung planen	53	62,4	14	16,5	18	21,2
Untersuchung durchführen	56	65,9	27	31,8	2	2,4
Daten aufbereiten und interpretieren	47	55,3	35	41,2	3	3,5
Daten (kritisch) reflektieren	71	83,5	12	14,1	2	2,4
Erkenntnisprozess dokumentieren	51	60,0	33	38,8	1	1,2

Im Vergleich der Praktikumszeitpunkte sollen laut Angaben der Lehrenden NDAW-Kompetenzen in Anfängerpraktika häufiger neu aufgebaut werden als in Fortgeschrittenenpraktika (Mittelwert über NDAW in AP: 68,0 %, Mittelwert über NDAW in FP: 48,3 %; Tab. 34). Umgekehrt scheinen NDAW-Kompetenzen in Anfängerpraktika deutlich seltener vorausgesetzt zu werden (sollen bereits mitgebracht werden) als in Fortgeschrittenenpraktika (Mittelwert über NDAW in AP: 18,2 %, Mittelwert über NDAW in FP: 40,5 %). Trotzdem gibt die Mehrheit der Lehrenden auch in den Fortgeschrittenenpraktika an, dass diese dort neu aufgebaut werden sollen. Dies wird in der Tendenz auch durch die Ergebnisse der durchgeführten χ^2 -Tests gestützt, denn in der prozentualen Antworthäufigkeit liegen Unterschiede mit einem kleinen bzw. mittleren Effekt zwischen den beiden Praktikumsformaten vor, welche jedoch nur beim Formulieren von Hypothesen und Dokumentieren des Erkenntnisprozesses signifikant sind.

Tabelle 34

Ergebnisse der χ^2 -Tests zum Vergleich der Häufigkeit der Anforderungen an die jeweiligen NDAW-Kompetenzen im Praktikum zwischen den Praktikumszeitpunkten in der Gruppe der Lehrenden ($N = 66$)

NDAW	Anfänger- praktikum		Fortgeschrittenen- praktikum		$\chi^2(1)$	p	Cramérs V
	N	%	N	%			
Fragestellung formulieren							
soll (neu) aufgebaut werden	13	44,8	14	37,8	2,71	.258	.20
soll mitgebracht werden	5	17,2	13	35,1			
spielt keine Rolle	11	37,9	10	27,0			
Hypothese formulieren							
soll (neu) aufgebaut werden	14	48,3	14	37,8	6,27	.044	.31
soll mitgebracht werden	6	20,7	18	48,6			
spielt keine Rolle	9	31,0	5	13,5			
Untersuchung planen							
soll (neu) aufgebaut werden	20	69,0	16	43,2	4,36	.113	.26
soll mitgebracht werden	4	13,8	10	27,0			
spielt keine Rolle	5	17,2	11	29,7			
Untersuchung durchführen							
soll (neu) aufgebaut werden	23	79,3	20	54,1	5,08	.079	.28
soll mitgebracht werden	5	17,2	16	43,2			
spielt keine Rolle	1	3,4	1	2,7			
Daten aufbereiten und interpretieren							
soll (neu) aufgebaut werden	24	82,8	16	43,2	4,14	.126	.25
soll mitgebracht werden	4	13,8	21	56,8			
spielt keine Rolle	1	3,4	0	0,0			
Daten (kritisch) reflektieren							
soll (neu) aufgebaut werden	19	65,5	16	43,2	2,64	.267	.20
soll mitgebracht werden	10	34,5	19	51,4			
spielt keine Rolle	0	0,0	2	5,4			
Erkenntnisprozess dokumentieren							
soll (neu) aufgebaut werden	25	86,2	29	78,4	13,39	.001	.45
soll mitgebracht werden	3	10,3	8	21,6			
spielt keine Rolle	1	3,4	0	0,0			

Im Fächervergleich scheinen in der Biologie Praktika in der Tendenz etwas häufiger als Ort für das Erlernen von NDAW-Kompetenzen betrachtet zu werden als in der Chemie und Physik (Mittelwert über NDAW in Biol.: 68,5 %; Mittelwert über NDAW in Chem.: 56,7 %; Mittelwert über NDAW in Phys.: 55,6 %; Tab. 35). Umgekehrt werden die Kompetenzen in der Chemie und Physik etwas häufiger vorausgesetzt als in der Biologie (Mittelwert über NDAW in Biol.: 19,0 %, Mittelwert über NDAW in Chem.: 31,5 %, Mittelwert über NDAW in Phys.: 36,5 %). Auffällig ist zudem, dass in der Physik insgesamt weniger häufig angegeben wird, dass die verschiedenen Kompetenzen keine Rolle spielen als in der Biologie und Chemie (Mittelwert über NDAW in Biol.: 12,5 %, Mittelwert über NDAW in Chem.: 11,8 %, Mittelwert

über NDAW in Phys.: 7,9 %). Auch hier zeigen die Ergebnisse der χ^2 -Tests zum Großteil unterschiedliche Tendenzen mit einem kleinen Effekt, welche hier jedoch alle nicht signifikant sind.

Tabelle 35

Ergebnisse der χ^2 -Tests zum Vergleich der Häufigkeit der Anforderungen an die jeweiligen NDAW im Praktikum zwischen den drei naturwissenschaftlichen Disziplinen in der Gruppe der Lehrenden (N = 85)

NDAW	Biologie		Chemie		Physik		$\chi^2(1)$	p	Cramérs V
	N	%	N	%	N	%			
Fragestellung formulieren									
soll (neu) aufgebaut werden	16	66,7	13	38,2	10	29,4	6,81	.147	.20
soll mitgebracht werden	3	12,5	10	29,4	10	29,4			
spielt keine Rolle	5	20,8	11	32,4	7	20,6			
Hypothese formulieren									
soll (neu) aufgebaut werden	15	62,5	14	41,2	9	26,5	9,46	.051	.24
soll mitgebracht werden	3	12,5	15	44,1	14	41,2			
spielt keine Rolle	6	25,0	5	14,7	4	11,8			
Untersuchung planen									
soll (neu) aufgebaut werden	16	66,7	19	55,9	18	52,9	3,82	.430	.15
soll mitgebracht werden	2	8,3	6	17,6	6	17,6			
spielt keine Rolle	6	25,0	9	26,5	3	8,8			
Untersuchung durchführen									
soll (neu) aufgebaut werden	17	70,8	23	67,6	16	47,1	2,40	.663	.12
soll mitgebracht werden	6	25,0	10	29,4	11	32,4			
spielt keine Rolle	1	4,2	1	2,9	0	0,0			
Daten aufbereiten und interpretieren									
soll (neu) aufgebaut werden	14	58,3	18	52,9	15	44,1	3,13	.536	.14
soll mitgebracht werden	8	33,3	15	44,1	12	35,3			
spielt keine Rolle	2	8,3	1	2,9	0	0,0			
Daten (kritisch) reflektieren									
soll (neu) aufgebaut werden	20	83,3	29	85,3	22	64,7	1,43	.838	.09
soll mitgebracht werden	3	12,5	5	14,7	4	11,8			
spielt keine Rolle	1	4,2	0	0,0	1	2,9			
Erkenntnisprozess dokumentieren									
soll (neu) aufgebaut werden	17	70,8	19	55,9	15	44,1	3,00	.558	.13
soll mitgebracht werden	7	29,2	14	41,2	12	35,3			
spielt keine Rolle	0	0,0	1	2,9	0	0,0			

5.4 Vorkommen von NDAW in Praktika aus Sicht von Lehrenden

Um mehr über den Grad der Autonomie zu erfahren, welcher Studierenden in Praktika bei der Ausführung der NDAW-Kompetenzen zugesprochen wird (FF 3), sollten Lehrende, die zuvor angaben, dass die jeweilige Kompetenz in ihrem Praktikum mitgebracht oder gelernt werden soll, exemplarisch beschreiben, inwieweit diese in ihrem Praktikum angewendet wird. Im Schnitt wurde die Frage von ca. 67 % der Lehrenden beantwortet, welche die

Aufgabe angezeigt bekamen. Eine detaillierte Auflistung der Anzahl an Antworten ist in Tab. 36 zu finden.

Tabelle 36

Anzahl und prozentuale Häufigkeit der Antworten zur offenen Frage des Vorkommens der einzelnen NDAW in der Gruppe der Lehrenden

NDAW	Frage wurde beantwortet		N _{Ges}
	N	%	
Fragestellung formulieren	40	64,5	62
Hypothese formulieren	48	68,6	70
Untersuchung planen	38	56,7	67
Untersuchung durchführen	58	69,9	83
Daten aufbereiten und interpretieren	54	65,9	82
Daten (kritisch) reflektieren	55	66,3	83
Erkenntnisprozess dokumentieren	60	71,4	84

Anmerkung: N_{Ges} gibt die Anzahl an Personen an, welche die offene Frage angezeigt bekamen.

Zur Auswertung dieser offenen Aufgabe wurde zuerst abgeglichen, ob die beschriebenen NDAW-Tätigkeiten zu den dieser Arbeit zugrundeliegenden Definitionen der einzelnen NDAW passen (Tab. 37). Dabei zeigte sich, dass Lehrende insgesamt unter den NDAW relativ ähnliche Tätigkeiten verstehen. Insbesondere beim Durchführen von Untersuchungen, Aufbereiten und Interpretieren von Daten sowie beim Dokumentieren des Erkenntnisprozesses liegt eine sehr hohe Passung mit bis zu 100 % vor. Beim Formulieren von Fragestellungen, Formulieren von Hypothesen, Planen von Untersuchungen sowie (kritischen) Reflektieren von Daten ist die Passung mit einem Anteil von ca. 60-75 % hingegen etwas niedriger.

Tabelle 37

Anzahl und prozentuale Häufigkeit der definitionskonformen und nicht definitionskonformen Beschreibungen von Anwendungsmöglichkeiten der einzelnen NDAW in der Gruppe der Lehrenden

NDAW	zur Definition passende Beschreibung		nicht zur Definition passende Beschreibung		N _{Ges}
	N	%	N	%	
Fragestellung formulieren	30	75,0	10	25,0	40
Hypothese formulieren	33	68,8	15	31,3	48
Untersuchung planen	23	60,5	15	39,5	38
Untersuchung durchführen	57	98,3	1	1,7	58
Daten aufbereiten und interpretieren	54	100,0	0	0,0	54
Daten (kritisch) reflektieren	46	72,7	9	27,3	55
Erkenntnisprozess dokumentieren	60	100,0	0	0,0	60

Auffällig ist bei Beschreibungen zum Vorkommen des Formulierens von Fragestellungen, welche nicht zu der dieser Arbeit zugrundeliegenden Definitionen passen, dass hier in 7 der

10 Beschreibungen Tätigkeiten genannt werden, welche dem Planen von Untersuchungen zuzuordnen wären. So beschreibt beispielsweise ein*e Lehrende*r folgende Tätigkeit als Anwendungsmöglichkeit des Formulierens von Fragestellungen:

„Warum lautet die Versuchsvorschrift wie sie lautet (Lösungsmittel, eingesetzte Hilfsstoffe wie Säuren oder Basen, Reaktionstemperatur, Reaktionszeit, ...). Welche Technik wende ich an, um eine Substanz aufzureinigen?“ (L1_F, Fragestellung formulieren)

Auch beim Formulieren von Hypothesen werden in 5 der 15 nicht zur zugrundeliegenden Definition passenden Beschreibungen Tätigkeiten genannt, welche dem Planen von Untersuchungen zuzuordnen sind. Noch häufiger (in 9 der 15 Beschreibungen) werden Tätigkeiten genannt, bei denen unklar ist, welche NDAW dabei beschrieben wird, weil sie z. B. zu allgemein formuliert sind (z. B. „im Protokoll“ (L47_F, Hypothese formulieren)).

Beim Planen von Untersuchungen sind 11 der 15 nicht zur zugrundeliegenden Definition passenden Beschreibungen darauf zurückzuführen, dass hier Tätigkeiten genannt werden, welche dem Durchführen von Untersuchungen zugeordnet werden können. Hierzu schreibt beispielsweise ein*e Lehrende*r:

„Verdünnungen in adäquater Konzentration herstellen um Titration mit entsprechender (vorgegebener) Schrittgröße durchzuführen. Zeitliche Planung (viele Versuche haben lange Dauer, während der schon mit Datenauswertung, Protokoll, usw. begonnen werden kann).“ (L39_F, Untersuchungen planen)

Beim (kritischen) Reflektieren der Daten ist ein Großteil der nicht zur zugrundeliegenden Definition passenden Beschreibungen (5 von 9) darauf zurückzuführen, dass hier Tätigkeiten beschrieben werden, welche eher dem Aufbereiten und Interpretieren von Daten zuzuordnen sind, wie z. B.:

„Fällungsniederschlag erkennen und interpretieren bzw. Folgerungen daraus ziehen“ (L56_F, Daten (kritisch) reflektieren)

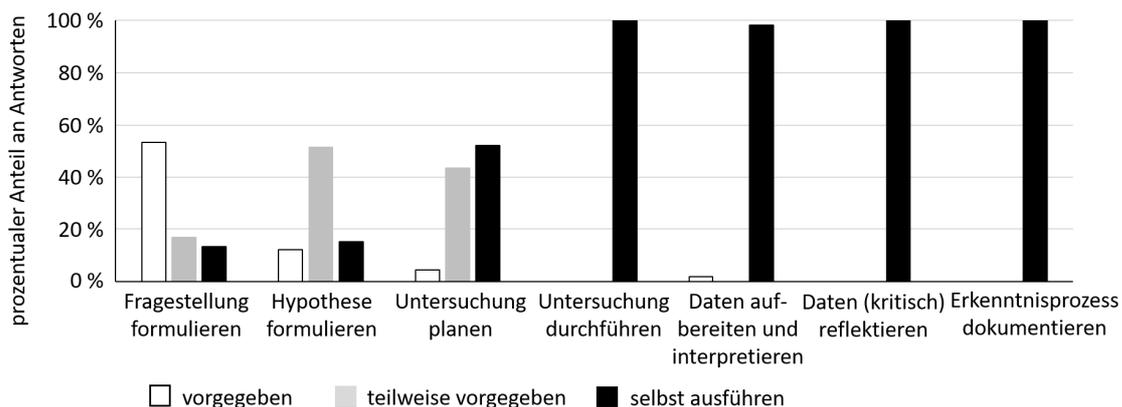
Die 4 übrigen nicht zur zugrundeliegenden Definition passenden Beschreibungen zum (kritischen) Reflektieren von Daten konnten keiner NDAW zugeordnet werden, da sie zu allgemein formuliert sind (z. B. „Literaturseminar“ (L37_F, Daten (kritisch) reflektieren)). Die Ergebnisse im Folgenden beziehen sich ausschließlich auf Beschreibungen, welche zur zugrundeliegenden Definitionen passen.

Die Auswertung der qualitativen Inhaltsanalyse zum zugesprochenen Grad der Autonomie der einzelnen NDAW in Praktika zeigt, dass Studierenden in Praktika vor allem beim Durchführen von Untersuchungen, Aufbereiten und Interpretieren von Daten, (kritischen) Reflektieren von Daten sowie beim Dokumentieren des Erkenntnisprozesses ein hoher Grad an Autonomie zugesprochen wird, Studierenden diese Tätigkeiten in Praktika also besonders

häufig selbst ausführen (Abb. 11, siehe auch Tab. A3 im Anhang). Bei den anderen drei NDAW zeigen sich unterschiedliche Tendenzen. So gibt etwa die Hälfte der Lehrenden zum Formulieren von Fragestellungen vor allem solche Tätigkeiten an, in welchen Studierende die Fragestellung vorgegeben bekommen und diese lediglich nachvollziehen müssen. Beim Formulieren von Hypothesen nennt die Hälfte der Lehrende vor allem solche Tätigkeiten, bei welchen Studierende diese teilweise vorgegeben bekommen. Diese Vorgaben beziehen sich in der Regel vor allem darauf, dass Studierende das Fachwissen bereits besitzen oder vorgegeben bekommen und auf Basis dieses Wissens eine Hypothese formulieren müssen. Beim Planen von Untersuchungen nennt ca. die eine Hälfte der Lehrenden Tätigkeiten, bei welchen Studierende den Untersuchungsplan teilweise vorgegeben bekommen, und die andere Hälfte der Lehrenden Tätigkeiten, in denen Studierenden selbst Untersuchungen planen.

Abbildung 11

Prozentualer Anteil an Lehrenden, welche zu den einzelnen NDAW Tätigkeiten mit dem jeweiligen Grad der Autonomie beschreiben



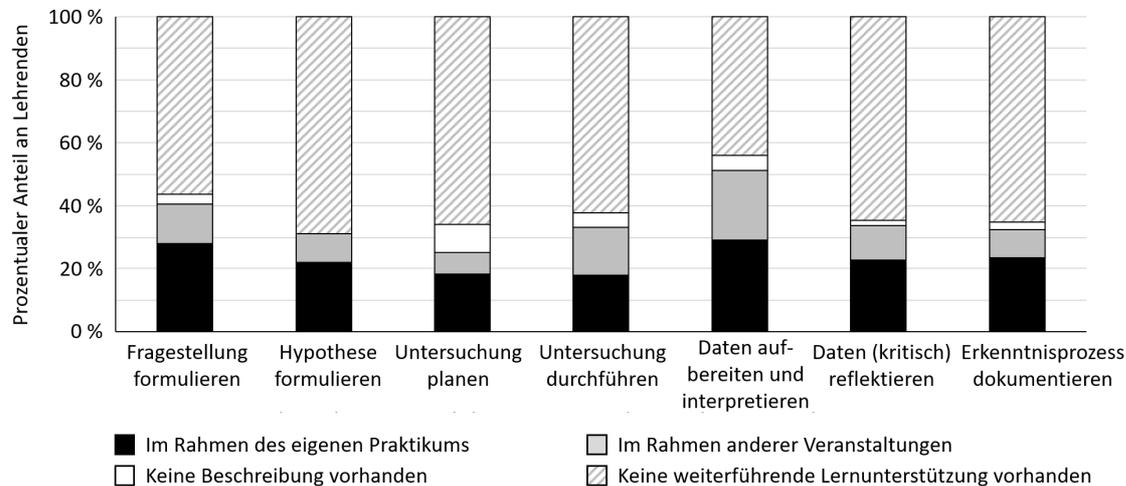
Anmerkung: 100 % entspricht der Anzahl an Personen, die eine definitionskonforme Tätigkeitsbeschreibung zur jeweiligen NDAW abgegeben haben.

5.5 Lernunterstützung zu NDAW-Kompetenzen in Praktika aus Sicht von Lehrenden

Da es über die Anwendungsmöglichkeiten hinaus viele weitere Möglichkeiten gibt, die Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW zu fördern, wurden Lehrende, die zuvor angaben, dass die jeweilige NDAW-Kompetenz in ihrem Praktikum gelernt werden soll, gefragt, ob es in ihrem Praktikum zu der entsprechenden Kompetenz eine Lernunterstützung gibt, welche über die Anwendung der Kompetenz hinausgeht (FF 3). Anschließend wurden die Lehrenden in einer offenen Aufgabe gebeten, diese Lernunterstützungen genauer zu beschreiben. Im Folgenden werden die Ergebnisse beider Aufgaben beschrieben.

Abbildung 12

Prozentualer Anteil an Lehrenden, die angaben, dass es eine weiterführende Lernunterstützung zu den NDAW in ihrem Praktikum gibt, welche dort (neu) aufgebaut/gelernt werden sollen



Anmerkung: 100% entspricht der Anzahl an Personen, welche angaben, dass jeweilige NDAW im Praktikum gelernt werden soll.

Im Durchschnitt gaben 38,8 % der Personen, die zuvor sagten, dass die Kompetenz in ihrem Praktikum gelernt werden soll, an, dass es in ihrem Praktikum eine Lernunterstützung gibt, welche über die Anwendungsmöglichkeit der entsprechenden NDAW-Kompetenz hinausgeht (Abb. 12, Tab. 38). Vergleichsweise häufig gaben Lehrende an, dass es eine zusätzliche Lernunterstützung zum Aufbereiten und Interpretieren von Daten (56,1 %) sowie zum Formulieren von Fragestellungen (43,8 %) gibt. Dabei konnten zwischen den verschiedenen Disziplinen sowie zwischen Anfänger- und Fortgeschrittenenpraktika mit χ^2 -Quadrat-Tests kleinere Unterschiede gefunden werden, die jedoch alle nicht signifikant sind (Tab. 39, Tab. 40). Bei der Analyse der offenen Aufgabe ist auffällig, dass in den Beschreibungen der einzelnen Lernunterstützungen häufig Beispiele für Lernunterstützungen genannt wurden, die nicht im Rahmen des eigenen Praktikums oder zugehöriger Vorlesungen, Seminare oder Tutorien, sondern im Rahmen einer anderen Veranstaltung stattfinden.

Tabelle 38

Häufigkeit und prozentualer Anteil an Lehrenden, die angaben, dass es ein weiterführendes Lernunterstützung zu den NDAW in ihrem Praktikum gibt, welche dort (neu) aufgebaut/gelernt werden sollen

NDAW	Im Rahmen des eigenen Praktikums		Im Rahmen anderer Veranstaltungen		Keine Beschreibung abgegeben		Lernunterstützung vorhanden		N _{Ges}
	N	%	N	%	N	%	N	%	
Fragestellung formulieren	9	28,1	4	12,5	1	3,1	14	43,8	32
Hypothese formulieren	7	21,9	3	9,4	0	0,0	10	31,3	32
Untersuchung planen	8	18,2	3	6,8	4	9,1	15	34,1	44
Untersuchung durchführen	8	17,8	7	15,6	2	4,4	17	37,8	45
Daten aufbereiten und interpretieren	12	29,3	9	22,0	2	4,9	23	56,1	41
Daten (kritisch) reflektieren	14	22,6	7	11,3	1	1,6	22	35,5	62
Erkenntnisprozess dokumentieren	10	23,3	4	9,3	1	2,3	15	34,9	43

Anmerkung: N_{Ges} entspricht der Anzahl an Personen, die zuvor angaben, dass die jeweilige NDAW im Praktikum (neu) aufgebaut / gelernt werden soll.

Tabelle 39

Ergebnisse der χ^2 -Tests zum Vergleich der Häufigkeit des Vorkommens von zusätzlichen Lernunterstützungen zu den jeweiligen NDAW im Praktikum zwischen den drei naturwissenschaftlichen Disziplinen in der Gruppe der Lehrenden

NDAW	Biologie		Chemie		Physik		$\chi^2(1)$	p	Cramérs V / Odds Ratio (B-C|B-P|C-P)
	N	%	N	%	N	%			
Fragestellung formulieren	7	50,0	4	40,0	3	37,5	0,41	.816	.11/ 1,5|1,7|1,1
Hypothese formulieren	5	41,7	3	25,0	2	25,0	0,97	.616	.17/ 2,1|2,1|1,0
Untersuchung planen	5	41,7	3	18,8	7	43,8	2,65	.266	.25/ 3,1|0,9|0,3
Untersuchung durchführen	7	53,8	7	35,0	3	25,0	2,33	.312	.23/ 2,2|3,5|1,6
Daten aufbereiten und interpretieren	6	50,0	8	50,0	9	69,2	1,33	.513	.18/ 1,0|0,8|0,4
Daten (kritisch) reflektieren	7	41,2	6	23,1	9	47,4	3,16	.206	.23/ 2,3|0,4|0,3
Erkenntnisprozess dokumentieren	4	28,6	6	37,5	5	38,5	0,37	.832	.09/ 0,7|0,6|1,0

Anmerkung: Die Frage wurde nur Personen angezeigt, die zuvor angaben, dass die Kompetenz in ihrem Praktikum eine Rolle spielt.

Tabelle 40

Ergebnisse der χ^2 -Tests zum Vergleich der Häufigkeit des Vorkommens von zusätzlichen Lernunterstützungen zu den jeweiligen NDAW im Praktikum zwischen den Praktikumszeitpunkten in der Gruppe der Lehrenden

NDAW	Anfängerpraktikum		Fortgeschrittenenpraktikum		$\chi^2(1)$	p	Cramér's V / Odds Ratio
	N	%	N	%			
Fragestellung formulieren	4	33,3	5	50,0	0,63	.429	.17 / 0,5
Hypothese formulieren	5	38,5	3	25,0	0,52	.471	.14 / 1,9
Untersuchung planen	5	27,8	5	38,5	0,39	.530	.11 / 0,6
Untersuchung durchführen	7	35,0	6	37,5	0,02	.877	.03 / 0,9
Daten aufbereiten und interpretieren	7	41,2	11	68,8	2,53	.112	.28 / 0,3
Daten (kritisch) reflektieren	5	22,7	11	40,7	1,80	.181	.19 / 0,4
Erkenntnisprozess dokumentieren	8	38,0	6	42,9	0,08	.778	.05 / 0,8

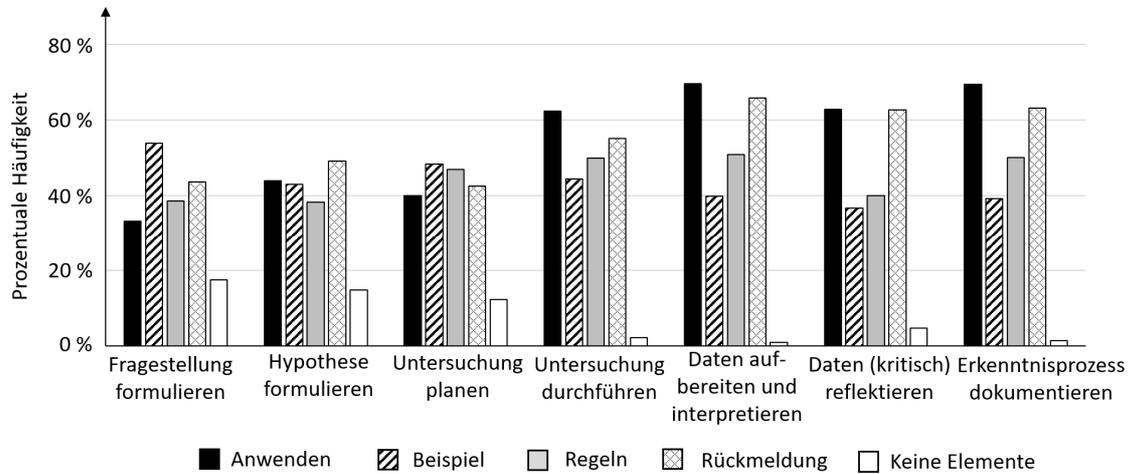
Anmerkung: Die Frage wurde nur Personen angezeigt, die zuvor angaben, dass die Kompetenz in ihrem Praktikum eine Rolle spielt

5.6 Erwartungen von Studierenden an das Vorkommen und die Förderung der NDAW-Kompetenzen

Um einen Vergleich zwischen den Intentionen der Lehrenden und den Erwartungen der Studierenden zu ermöglichen, wurden Studierende dazu befragt, inwiefern sie erwarten, dass die einzelnen NDAW in Praktika vorkommen und gefördert werden und in welcher Form diese Förderung stattfindet (FF 3). Dabei konnten die befragten Studierenden pro NDAW mehrere Antworten auswählen (Abb. 13, siehe auch Tab. A4 im Anhang). Nur ein geringer Teil der Studierenden gab dabei an, dass sie zu den verschiedenen NDAW keine Elemente im Praktikum erwarten. Besonders selten (< 5 %) wurde diese Antwortoption beim Durchführen von Untersuchungen, Aufbereiten und Interpretieren von Daten, (kritischen) Reflektieren von Daten und Dokumentieren des Erkenntnisprozesses ausgewählt. Auffällig ist dabei, dass zu ebendiesen NDAW besonders häufig (> 62 %) Anwendungsmöglichkeiten in Praktika erwartet werden. Im Vergleich dazu wurde beim Formulieren von Fragestellungen, Formulieren von Hypothesen und Planen von Untersuchung häufiger (12-18 %) angegeben, dass zu diesen im Praktikum eher keine Elemente erwartet werden. Gleichzeitig werden bei diesen NDAW auch Anwendungsmöglichkeiten von weniger Studierenden erwartet (< 44 %).

Abbildung 13

Übersicht über die Häufigkeit der Erwartungen der Studierenden (N = 399) an das Vorkommen und die Förderung der einzelnen NDAW-Kompetenzen in Praktika



Mit Blick auf die Erwartung, Rückmeldungen dazu zu erhalten, wie gut eine NDAW angewendet wurde, zeigt sich ein ähnliches Bild zwischen den beiden eben kontrastierten Gruppen an NDAW (Abb. 13, siehe auch Tab. A4 im Anhang). Insgesamt ist jedoch die Differenz zwischen der prozentualen Häufigkeit der Erwartung solcher Rückmeldungen etwas geringer. So werden zum Formulieren von Fragestellungen, Formulieren von Hypothesen und Planen von Untersuchungen in der Tendenz etwas häufiger Rückmeldungen als Anwendungsmöglichkeiten erwartet ($2,5\% \leq \Delta \leq 10,3\%$) und zum Durchführen von Untersuchungen, Aufbereiten und Interpretieren von Daten und Dokumentieren des Erkenntnisprozesses etwas seltener ($3,8\% \leq \Delta \leq 7,3\%$).

In Bezug auf das Erhalten von Regeln und Strategien zur Anwendung der einzelnen NDAW erwarten Studierende solche etwas häufiger zum Durchführen von Untersuchungen, Aufbereiten und Interpretieren von Daten sowie zum Dokumentieren des Erkenntnisprozesses ($\geq 49,9\%$) als zum Formulieren von Fragestellungen, Formulieren von Hypothesen und (kritischen) Reflektieren der Daten ($\leq 40,1\%$; Abb. 13, siehe auch Tab. A4 im Anhang). Mit Ausnahme der Planung von Untersuchungen und dem (kritischen) Reflektieren von Daten zeigt die Erwartung an das Erhalten von Regeln und Strategien also ein ähnliches, wenn auch im Vergleich etwas abgeschwächtes Bild bezüglich der beiden kontrastierten Gruppen an NDAW wie das Erhalten von Anwendungsmöglichkeiten und Rückmeldungen.

In Bezug auf die Erwartung, Beispiele zur korrekten Anwendung zu erhalten, zeigt sich, dass häufiger Beispiele zum Formulieren von Fragestellungen und Planen von Untersuchungen erwartet werden ($> 48\%$) als zum Aufbereiten und Interpretieren von Daten, (kritischen) Reflektieren von Daten und Dokumentieren des Erkenntnisprozesses ($< 40\%$; Abb. 13, siehe

auch Tab. A4 im Anhang). Im Vergleich zum Erhalten von Anwendungsmöglichkeiten und Rückmeldungen zeigt sich bezüglich der beiden kontrastierten NDAW-Gruppen hier also ein umgekehrtes Bild. Ausnahmen bilden dabei das Formulieren von Hypothesen und Durchführung von Untersuchungen, da diese NDAW in keine der beiden Gruppen einsortiert werden kann.

Im Fächervergleich zeigen sich basierend auf durchgeführten χ^2 -Quadrat-Tests signifikante Unterschiede bei der Erwartung Anwendungsmöglichkeiten zu erhalten bei 3 der 7 abgefragten NDAW mit kleinem Effekt: Dem Formulieren von Hypothesen, Aufbereiten und Interpretieren von Daten und (kritischen) Reflektieren von Daten (Tab. 41). Bei den beiden Kompetenzen zum Auswerten von Daten werden in der Physik mit einer höheren Wahrscheinlichkeit Anwendungsmöglichkeiten erwartet als in der Biologie und Chemie. Beim Formulieren von Hypothesen werden hingegen von Studierenden der Biologie mit einer höheren Wahrscheinlichkeit solche Anwendungsmöglichkeiten erwartet als in der Chemie bzw. Physik. Darüber hinaus konnte beim Formulieren von Hypothesen ein signifikanter Unterschied bei der Erwartung, Regeln und Strategien mitgeteilt zu bekommen, gefunden werden, welche in der Biologie und in der Chemie mit einer höheren Wahrscheinlichkeit erwartet werden als in der Physik.

Bezogen auf die Anzahl an bereits belegten Praktika konnten bei 2 der 7 abgefragten NDAW signifikante Unterschiede mit jeweils einem kleinen Effekt identifiziert werden (Tab. 42, Tab. 43). Hierzu gehören das Durchführen von Untersuchungen sowie das (kritische) Reflektieren von Daten. Mit Blick auf das Durchführen von Untersuchungen konnten mit dem χ^2 -Quadrat-Test signifikante Unterschiede bei der Erwartung Anwendungsmöglichkeiten zu erhalten, Beispiele zur korrekten Umsetzung zu bekommen sowie der Erwartung, dass keine Elemente zur Förderung vorhanden sein werden, gefunden werden. Dabei erwarten Personen, die bereits mindestens ein Praktikum belegt haben, mit einer höheren Wahrscheinlichkeit Anwendungsmöglichkeiten zum Durchführen von Untersuchungen als Personen, die noch kein Praktikum belegt haben. Umgekehrt erwarten Personen, die noch kein Praktikum belegt haben, mit einer höheren Wahrscheinlichkeit, dass es keine Elemente zur Förderung dieser Kompetenz im Praktikum geben wird als Personen, die bereits mindestens ein Praktikum belegt haben. Weitere signifikante Unterschiede in Abhängigkeit von der Anzahl der bereits belegten Praktika lassen sich beim (kritischen) Reflektieren von Daten finden. Hier erwarten Studierende, die bereits mindestens ein Praktikum belegt haben, mit höherer Wahrscheinlichkeit Anwendungsmöglichkeiten zum (kritischen) Reflektieren von Daten zu erhalten als Studierende, die noch kein Praktikum belegt haben. Die Erwartung, Regeln und Strategien zum (kritischen) Reflektieren von Daten mitgeteilt zu bekommen, sinkt hingegen tendenziell mit der Anzahl an bereits belegten Praktika und steigt dann bei der Gruppe der Personen, die mindestens 7 Präsenzpraktika belegt haben, wieder stark an.

Tabelle 41

Ergebnisse der χ^2 -Tests zum Vergleich der Häufigkeit der Erwartungen der Studierenden ($N = 273$) an das Vorkommen und die Förderung der einzelnen NDAW-Kompetenzen in Praktika zwischen den drei naturwissenschaftlichen Disziplinen

NDAW	Biologie		Chemie		Physik		$\chi^2(1)$	p	Cramérs V / Odds Ratio (B-C|B-P|C-P)
	N	%	N	%	N	%			
Fragestellung formulieren									
Anwendung	40	42,6	24	30,0	30	30,3	4,19	.123	.12 / 0,6|0,6|1,0
Beispiele	53	56,4	39	48,8	53	53,5	1,02	.600	.06 / 0,7|0,9|1,2
Regeln & Strategien	38	40,4	30	37,5	29	29,3	2,80	.247	.10 / 0,8|0,6|0,7
Rückmeldung	38	40,4	33	41,3	37	37,4	0,32	.851	.03 / 1,0|0,9|0,9
Keine Elemente	11	11,7	16	20,0	23	23,2	4,50	.105	.13 / 1,9|2,3|1,2
Hypothese formulieren									
Anwendung	53	56,4	29	36,3	45	45,5	7,11	.029	.16 / 0,4|0,6|1,5
Beispiele	41	43,6	35	43,8	43	43,4	0,00	.999	.00 / 1,0|1,0|1,0
Regeln & Strategien	40	42,6	28	35,0	23	23,2	8,24	.016	.17 / 0,7|0,4|0,6
Rückmeldung	45	47,9	39	48,8	43	43,4	0,61	.738	.05 / 1,0|0,8|0,8
Keine Elemente	8	8,5	13	16,3	22	22,2	6,85	.033	.16 / 2,0|3,1|1,5
Untersuchung planen									
Anwendung	36	38,3	41	51,3	39	39,4	3,58	.167	.11 / 1,7|1,0|0,6
Beispiele	45	47,9	35	43,8	52	52,5	1,38	.502	.07 / 0,8|1,2|1,4
Regeln & Strategien	49	52,1	32	40,0	43	43,4	2,81	.245	.10 / 0,6|0,7|1,2
Rückmeldung	40	42,6	35	43,8	36	36,4	1,21	.545	.07 / 1,0|0,8|0,7
Keine Elemente	5	5,3	8	10,0	16	16,2	6,02	.049	.15 / 2,0|3,4|1,7
Untersuchung durchführen									
Anwendung	61	64,9	53	66,3	64	64,6	0,06	.972	.01 / 1,1|1,0|0,9
Beispiele	42	44,7	35	43,8	48	48,5	0,47	.790	.04 / 1,0|1,2|1,2
Regeln & Strategien	47	50,0	43	53,8	48	48,5	0,51	.776	.04 / 1,2|0,9|0,8
Rückmeldung	49	52,1	46	57,5	54	54,5	0,50	.778	.04 / 1,3|1,1|0,9
Keine Elemente	0	0,0	1	1,3	2	2,0	Voraussetzung nicht erfüllt		
Daten aufbereiten und interpretieren									
Anwendung	62	66,0	54	67,5	80	80,8	6,28	.043	.15 / 1,1|2,2|2,0
Beispiele	31	33,0	37	46,3	35	35,4	3,61	.164	.12 / 1,7|1,1|0,6
Regeln & Strategien	43	45,7	39	48,8	52	52,5	0,89	.640	.06 / 1,1|1,3|1,2
Rückmeldung	55	58,5	56	70,0	67	67,7	2,93	.231	.10 / 1,7|1,5|0,9
Keine Elemente	1	1,1	1	1,3	1	1,0	Voraussetzung nicht erfüllt		
Daten (kritisch) reflektieren									
Anwendung	56	59,6	46	57,5	75	75,8	8,21	.016	.17 / 0,9|2,1|2,3
Beispiele	23	24,5	29	36,3	37	37,4	4,34	.114	.13 / 1,8|1,8|1,0
Regeln & Strategien	35	37,2	30	37,5	38	38,4	0,03	.985	.01 / 1,0|1,1|1,0
Rückmeldung	53	56,4	54	67,5	64	64,6	2,55	.279	.10 / 1,6|1,4|0,9
Keine Elemente	4	4,3	4	5,0	3	3,0	Voraussetzung nicht erfüllt		
Erkenntnisprozess dokumentieren									
Anwendung	69	73,4	52	65,0	72	72,7	1,78	.410	.08 / 0,7|1,0|1,4
Beispiele	27	28,7	32	40,0	41	41,4	3,90	.142	.12 / 1,7|1,8|1,1
Regeln & Strategien	42	44,7	36	45,0	56	56,6	3,49	.175	.11 / 1,0|1,6|1,6
Rückmeldung	51	54,3	52	65,0	67	67,7	4,06	.132	.12 / 1,6|1,8|1,1
Keine Elemente	1	1,1	1	1,3	1	1,0	Voraussetzung nicht erfüllt		

Tabelle 42

Ergebnisse der χ^2 -Tests zum Vergleich der Häufigkeit der Erwartungen der Studierenden ($N = 399$) an das Vorkommen und die Förderung der einzelnen NDAW-Kompetenzen in Praktika zwischen den Praktikumszeitpunkten

	0 Praktika		1-3 Praktika		4-6 Praktika		>7 Praktika		$\chi^2(1)$	p	Cra- mér's V
	<i>N</i>	%	<i>N</i>	%	<i>N</i>	%	<i>N</i>	%			
Fragestellung formulieren											
Anwendung	17	28,8	34	30,1	29	33,7	53	46,5	2,23	.526	.08
Beispiele	33	55,9	58	51,3	51	59,3	73	64,0	1,67	.645	.07
Regeln & Strategien	26	44,1	40	35,4	32	37,2	56	49,1	1,38	.711	.06
Rückmeldung	30	50,8	47	41,6	37	43,0	60	52,6	1,52	.678	.06
Keine Elemente	10	16,9	22	19,5	12	14,0	26	22,8	1,15	.765	.05
Hypothese formulieren											
Anwendung	21	35,6	50	44,2	37	43,0	67	58,8	2,44	.487	.08
Beispiele	28	47,5	52	46,0	40	46,5	52	45,6	3,48	.323	.09
Regeln & Strategien	28	47,5	40	35,4	25	29,1	60	52,6	6,67	.083	.13
Rückmeldung	32	54,2	56	49,6	41	47,7	67	58,8	0,84	.839	.05
Keine Elemente	6	10,2	13	11,5	14	16,3	26	22,8	3,61	.307	.10
Untersuchung planen											
Anwendung	20	33,9	48	42,5	34	39,5	58	50,9	1,29	.733	.06
Beispiele	25	42,4	60	53,1	38	44,2	70	61,4	2,56	.465	.08
Regeln & Strategien	33	55,9	47	41,6	38	44,2	69	60,5	3,70	.296	.10
Rückmeldung	27	45,8	40	35,4	33	38,4	70	61,4	6,13	.106	.12
Keine Elemente	9	15,3	16	14,2	12	14,0	12	10,5	2,94	.401	.09
Untersuchung durchführen											
Anwendung	27	45,8	79	69,9	53	61,6	90	78,9	9,82	.020	.16
Beispiele	28	47,5	36	31,9	38	44,2	75	65,8	11,84	.008	.17
Regeln & Strategien	29	49,2	52	46,0	42	48,8	76	66,7	1,64	.652	.06
Rückmeldung	30	50,8	58	51,3	46	53,5	86	75,4	3,15	.369	.09
Keine Elemente	6	10,2	1	0,9	1	1,2	1	0,9	19,72	.001	.22
Daten aufbereiten und interpretieren											
Anwendung	37	62,7	78	69,0	65	75,6	98	86,0	2,80	.424	.08
Beispiele	29	49,2	37	32,7	37	43,0	56	49,1	4,87	.181	.11
Regeln & Strategien	32	54,2	53	46,9	42	48,8	76	66,7	1,64	.650	.06
Rückmeldung	34	57,6	74	65,5	54	62,8	101	88,6	4,24	.237	.10
Keine Elemente	1	1,7	1	0,9	1	1,2	1	0,9	Voraussetzung nicht erfüllt		
Daten (kritisch) reflektieren											
Anwendung	29	49,2	71	62,8	63	73,3	88	77,2	8,75	.033	.15
Beispiele	30	50,8	40	35,4	29	33,7	48	42,1	5,91	.116	.12
Regeln & Strategien	26	44,1	39	34,5	27	31,4	68	59,6	8,45	.038	.15
Rückmeldung	34	57,6	73	64,6	50	58,1	93	81,6	2,23	.527	.08
Keine Elemente	5	8,5	4	3,5	4	4,7	6	5,3	2,25	.523	.08
Erkenntnisprozess dokumentieren											
Anwendung	40	67,8	73	64,6	60	69,8	104	91,2	2,56	.464	.08
Beispiele	30	50,8	45	39,8	37	43,0	45	39,5	7,03	.071	.13
Regeln & Strategien	27	45,8	53	46,9	43	50,0	88	77,2	2,05	.561	.07
Rückmeldung	35	59,3	72	63,7	52	60,5	93	81,6	1,13	.770	.05
Keine Elemente	2	3,4	3	2,7	0	0,0	1	0,9	Voraussetzung nicht erfüllt		

Tabelle 43

Ergänzende Angaben zum Vergleich der Häufigkeit der Erwartungen der Studierenden (N = 399) an das Vorkommen und die Förderung der einzelnen NDAW-Kompetenzen in Praktika zwischen den Praktikumszeitpunkten: Odds Ratio für signifikante Unterschiede in Tab. 42

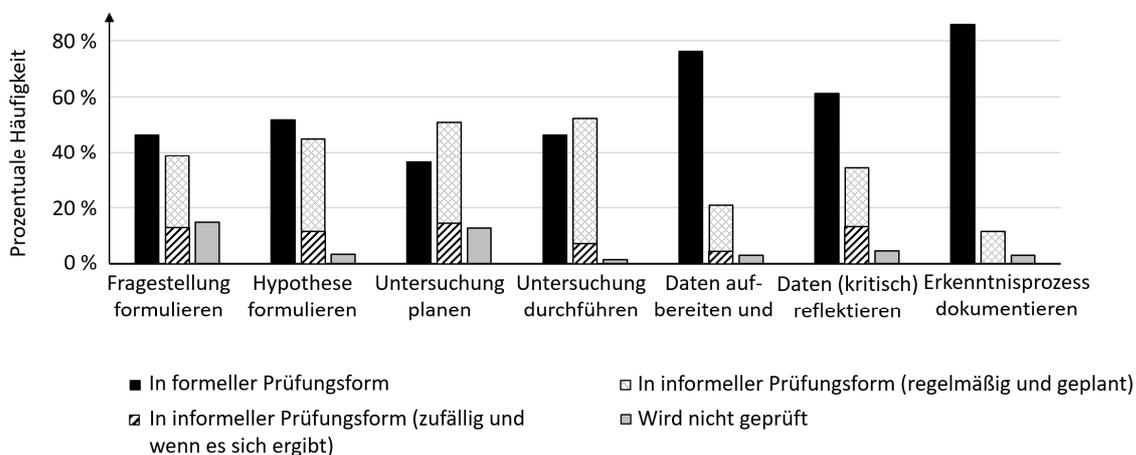
Vergleich (Anzahl an bereits belegten Praktika)	Untersuchung durchführen			Daten (kritisch) reflektieren	
	Anwendung	Beispiele	Keine Elemente	Anwendung	Regeln & Strategien
0 vs. 1-3	2,8	0,5	0,1	1,7	0,7
0 vs. 4-6	1,9	0,9	0,1	2,8	0,6
0 vs. ≥ 7	2,1	1,3	0,1	1,7	1,2
1-3 vs. 4-6	0,7	1,7	1,3	1,6	0,9
1-3 vs. ≥ 7	0,8	2,4	0,8	1,0	1,8
4-6 vs. ≥ 7	1,1	1,4	0,6	0,6	2,0

5.7 Überprüfung der NDAW-Kompetenzen aus Sicht von Lehrenden

Ein weiterer untersuchter Indikator für die Relevanz eines bestimmten Ziels ist (FF 1b), ob dessen Erreichung geprüft wird. Vor diesem Hintergrund sollten Lehrende, welche angeben, dass bestimmte NDAW in ihrem Praktikum vorkommen, Auskunft darüber geben, ob und in welcher Form die entsprechenden Kompetenzen geprüft werden.

Abbildung 14

Übersicht über prozentualen Anteil an Lehrenden, welche die jeweiligen NDAW-Kompetenzen in den verschiedenen Formen prüfen



Anmerkung: Die Frage wurde nur Personen angezeigt, die zuvor angaben, dass die Kompetenz in ihrem Praktikum eine Rolle spielt

Von einem Großteil der Lehrenden (> 85 %) wurde angegeben, dass die verschiedenen NDAW-Kompetenzen in irgendeiner Form geprüft werden (Abb. 14; siehe auch Tab. A5 im Anhang). Die Antwort, dass eine NDAW-Kompetenz nicht geprüft wird, kam im Verhältnis häufiger zum Formulieren von Fragestellungen und Planen von Untersuchungen vor (12-15 % vs. sonst < 5 %). Bezüglich der Form, in der die NDAW-Kompetenzen geprüft werden,

zeigt sich, dass das Dokumentieren des Erkenntnisprozesses, das Aufbereiten und Interpretieren von Daten und (kritische) Reflektieren dieser besonders häufig in formeller Form ($\geq 61\%$) geprüft wird. Im Gegensatz dazu werden das Formulieren von Fragestellungen und Hypothesen sowie das Planen und Durchführen von Untersuchungen ungefähr mit gleicher Häufigkeit in formeller und informeller Form geprüft. Spezifisch für die Prüfungen in informeller Form fällt auf, dass diese laut Angaben der Lehrenden häufiger regelmäßig und geplant als zufällig und wenn es sich ergibt geprüft werden.

Tabelle 44

Ergebnisse der χ^2 -Tests zum Vergleich der Häufigkeit der Prüfungsformen der jeweiligen NDAW im Praktikum zwischen den drei naturwissenschaftlichen Disziplinen in der Gruppe der Lehrenden

Prüfungsform	Biologie		Chemie		Physik		$\chi^2(1)$	p	Cramérs V
	N	%	N	%	N	%			
Fragestellung formulieren									
In formeller Prüfungsform	8	47,1	9	45,0	8	47,1	2,48	.871	.21
In informeller Prüfungsform	7	41,2	7	35,0	7	41,2			
Wird nicht geprüft	2	11,8	4	20,0	2	11,8			
Hypothese formulieren									
In formeller Prüfungsform	8	53,3	15	57,7	8	42,1	5,64	.465	.22
In informeller Prüfungsform	6	40,0	11	42,3	10	52,6			
Wird nicht geprüft	1	6,7	0	0,0	1	5,3			
Untersuchung planen									
In formeller Prüfungsform	4	28,6	10	47,6	6	30,0	3,99	.678	.19
In informeller Prüfungsform	8	57,1	9	42,9	11	55,0			
Wird nicht geprüft	2	14,3	2	9,5	3	15,0			
Untersuchung durchführen									
In formeller Prüfungsform	12	41,4	8	32,0	12	57,1	7,65	.265	.23
In informeller Prüfungsform	17	58,6	17	68,0	8	38,1			
Wird nicht geprüft	0	0,0	0	0,0	1	4,8			
Daten aufbereiten und interpretieren									
In formeller Prüfungsform	13	72,2	23	79,3	15	78,9	3,21	.782	.16
In informeller Prüfungsform	4	22,2	6	20,7	4	21,1			
Wird nicht geprüft	1	5,6	0	0,0	0	0,0			
Daten (kritisch) reflektieren									
In formeller Prüfungsform	10	52,6	18	62,1	13	59,1	4,40	.623	.18
In informeller Prüfungsform	7	36,8	10	34,5	7	31,8			
Wird nicht geprüft	2	10,5	1	3,4	2	9,1			
Erkenntnisprozess dokumentieren									
In formeller Prüfungsform	14	70,0	28	96,6	18	85,7	7,30	.121	.32
In informeller Prüfungsform	5	25,0	1	3,4	2	9,5			
Wird nicht geprüft	1	5,0	0	0,0	1	4,8			

Anmerkung: Die Frage wurde nur Personen angezeigt, die zuvor angaben, dass die Kompetenz in ihrem Praktikum eine Rolle spielt

Anschließend durchgeführte χ^2 -Tests zeigen, dass es zwischen den einzelnen Fächern keine signifikanten Unterschiede bzgl. des Vorkommens der Prüfungsformen gibt (Tab. 44). Ein

Blick auf Cramérs V weist jedoch darauf hin, dass es beim Dokumentieren des Erkenntnisprozesses zwischen den Fächern unterschiedliche Tendenzen mit einem mittleren Effekt gibt. Bei einem Vergleich der prozentualen Häufigkeiten fällt auf, dass hier besonders häufig Lehrende aus der Chemie (ca. 97 %) angeben, dass diese Kompetenz in formeller Form geprüft wird.

Im Vergleich zwischen den Praktikumszeitpunkten geben in der Tendenz Lehrende von Fortgeschrittenenpraktika häufiger an, dass das Formulieren von Fragestellungen sowie das (kritische) Reflektieren von Daten in formeller Form geprüft wird (Tab. 45). Diese Tendenzen zeigen sich auch in einem mittleren Effekt basierend auf den χ^2 -Quadrat-Test, wobei diese nicht signifikant sind.

Tabelle 45

Ergebnisse der χ^2 -Tests zum Vergleich der Häufigkeit der Prüfungsformen der jeweiligen NDAW im Praktikum zwischen den Praktikumszeitpunkten in der Gruppe der Lehrenden

NDAW	Anfängerpraktikum		Fortgeschrittenenpraktikum		$\chi^2(1)$	p	Cramérs V
	N	%	N	%			
Fragestellung formulieren							
In formeller Prüfungsform	6	35,3	12	54,5	3,88	.275	.32
In informeller Prüfungsform	6	35,3	7	31,8			
Wird nicht geprüft	5	29,4	3	13,6			
Hypothese formulieren							
In formeller Prüfungsform	10	55,6	14	51,9	0,85	.837	.14
In informeller Prüfungsform	8	44,4	12	44,4			
Wird nicht geprüft	0	0,0	1	3,7			
Untersuchung planen							
In formeller Prüfungsform	9	42,9	9	42,9	2,82	.420	.26
In informeller Prüfungsform	7	33,3	10	47,6			
Wird nicht geprüft	5	23,8	2	9,5			
Untersuchung durchführen							
In formeller Prüfungsform	11	45,8	14	46,7	1,30	.729	.16
In informeller Prüfungsform	13	54,2	15	50,0			
Wird nicht geprüft	0	0,0	1	3,3			
Daten aufbereiten und interpretieren							
In formeller Prüfungsform	18	72,0	26	89,7	3,31	.346	.25
In informeller Prüfungsform	6	24,0	2	6,9			
Wird nicht geprüft	1	4,0	1	3,4			
Daten (kritisch) reflektieren							
In formeller Prüfungsform	10	41,7	23	74,2	7,50	.057	.37
In informeller Prüfungsform	13	54,2	6	19,4			
Wird nicht geprüft	1	4,2	2	6,5			
Erkenntnisprozess dokumentieren							
In formeller Prüfungsform	21	87,5	28	90,3	3,16	.206	.24
In informeller Prüfungsform	3	12,5	1	3,2			
Wird nicht geprüft	0	0,0	2	6,5			

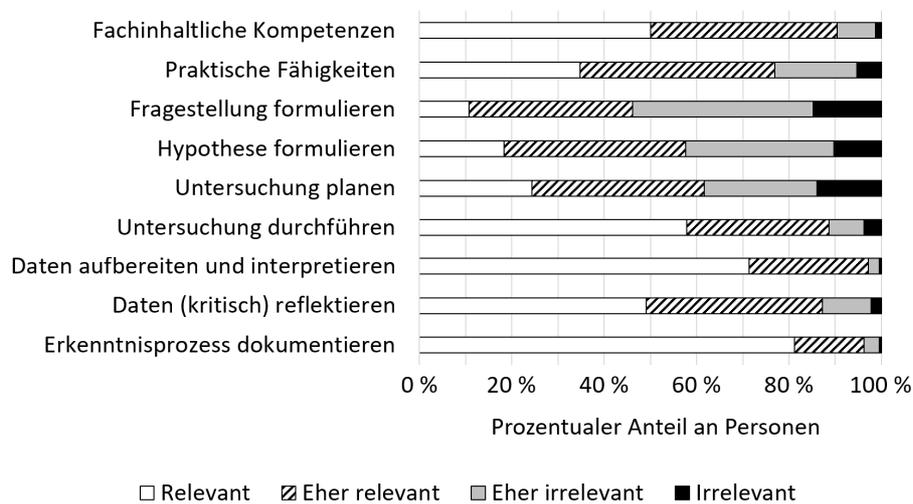
Anmerkung: Die Frage wurde nur Personen angezeigt, die zuvor angaben, dass die Kompetenz in ihrem Praktikum eine Rolle spielt

5.8 Wahrnehmung von Studierenden bzgl. der Prüfungsrelevanz von NDAW-Kompetenzen

Um seitens der Studierenden einen Einblick in die Prüfungsrelevanz der NDAW zu bekommen (FF 2), wurden sie danach gefragt, als wie relevant sie das Beherrschen einzelner NDAW-Kompetenzen für das Bestehen eines Praktikums wahrnehmen. Dabei wurden neben den NDAW-Kompetenzen noch jeweils ein Ziel aus dem Bereich der fachinhaltlichen Kompetenzen und der praktischen Fähigkeiten aufgenommen, um den Studierenden die Beantwortung der Frage zu erleichtern und einen Vergleich zu diesen Zielkategorien zu ermöglichen.

Abbildung 15

Übersicht über prozentuale Häufigkeit der Angaben von Studierenden (N = 399) zur Prüfungsrelevanz der verschiedenen Kompetenzen



Mit einer Ausnahme werden die einzelnen NDAW-Kompetenzen für das Bestehen eines Praktikums von teils deutlich mehr als der Hälfte der Studierenden als „eher relevant“ oder „relevant“ wahrgenommen (Abb. 15, Tab. 46). Bei der Ausnahme handelt es sich um das Formulieren von Fragestellungen, welches von etwas mehr als der Hälfte der befragten Studierenden als „eher irrelevant“ oder „irrelevant“ für das Bestehen von Praktika eingeschätzt wird. Auffällig ist darüber hinaus, dass über 87 % der Studierenden die Kompetenzen zum Durchführen von Untersuchungen, Auswerten von Daten sowie Dokumentieren des Erkenntnisprozesses als mindestens eher prüfungsrelevant wahrnehmen. Mit ähnlicher Häufigkeit werden auch fachinhaltliche Kompetenzen sowie praktische Fähigkeiten als mindestens eher prüfungsrelevant wahrgenommen. Seltener (< 62 %) werden hingegen die untersuchungsvorbereitenden Kompetenzen (Fragestellung formulieren, Hypothese formulieren, Untersuchung planen) als mindestens eher prüfungsrelevant wahrgenommen.

Tabelle 46

Häufigkeit und prozentualer Anteil an Studierenden (N = 399) zu Angaben der Prüfungsrelevanz der verschiedenen Kompetenzen mit zugehörigen Medianen und Spannweiten

NDAW	irrelevant (1)		eher irrelevant (2)		eher relevant (3)		relevant (4)		Mdn	R
	N	%	N	%	N	%	N	%		
Fachinhaltliche Kompetenzen	5	1,3	33	8,3	161	40,4	200	50,1	4	3
Praktische Fähigkeiten	21	5,3	71	17,8	168	42,1	139	34,8	3	3
Fragestellung formulieren	59	14,8	156	39,1	141	35,3	43	10,8	2	3
Hypothese formulieren	41	10,3	128	32,1	157	39,3	73	18,3	3	3
Untersuchung planen	56	14,0	97	24,3	149	37,3	97	24,3	3	3
Untersuchung durchführen	15	3,8	30	7,5	123	30,8	231	57,9	4	3
Daten aufbereiten und interpretieren	2	0,5	9	2,3	103	25,8	285	71,4	4	3
Daten (kritisch) reflektieren	9	2,3	42	10,5	152	38,1	196	49,1	3	3
Erkenntnisprozess dokumentieren	2	0,5	13	3,3	60	15,0	324	81,2	4	3

Im Fächervergleich wurden mittels Kruskal-Wallis-Tests signifikante Unterschiede bei der Wahrnehmung der Prüfungsrelevanz von fachinhaltlichen Kompetenzen, praktischen Fähigkeiten, der Formulierung von Fragestellungen, der Formulierung von Hypothesen, der Planung von Untersuchungen sowie der Aufbereitung und Interpretation von Daten identifiziert (Tab. 47, siehe auch Tab. A6 im Anhang). Studierende der Chemie nehmen im Vergleich zu Studierenden der Biologie und Physik fachinhaltliche Kompetenzen, praktische Fähigkeiten sowie die Kompetenz zur Planung von Untersuchungen als relevanter für das Bestehen von Praktika wahr. Im Gegensatz dazu nehmen Studierende der Biologie im Vergleich zu Studierenden der Chemie und Physik die Kompetenzen des Formulierens von Fragestellungen, des Formulierens von Hypothesen sowie des Aufbereitens und Interpretierens von Daten als relevanter für das Bestehen von Praktika wahr. Der Unterschied beim Aufbereiten und Interpretieren von Daten zwischen der Wahrnehmung der Studierenden der Biologie und Physik entspricht einen mittleren Effekt ($r = .31$). Alle anderen identifizierten Unterschiede entsprechen einem kleinen Effekt ($.17 \leq r \leq .26$).

Bei einem Vergleich der Anzahl der bereits belegten Praktika konnten signifikante Unterschiede bei der Wahrnehmung der Prüfungsrelevanz der praktischen Fähigkeiten, der Durchführung von Untersuchungen, dem (kritischen) Reflektieren von Daten sowie der Dokumentation des Erkenntnisprozesses festgestellt werden (Tab. 48, siehe auch Tab. A7 im Anhang). Dabei wird das Beherrschen von praktischen Fähigkeiten, der Durchführung von Untersuchungen und dem (kritischen) Reflektieren von Daten von Personen, die noch kein Praktikum belegt haben, in der Regel als etwas weniger relevant für das Bestehen von Praktika wahrgenommen als von Personen, die bereits mehrere Praktika belegt haben. Der Effekt ist ausgehend von Dunn-Bonferroni post-hoc Tests bei den experimentellen Fertigkeiten und

dem (kritischen) Reflektieren in einem Großteil der Fälle jedoch klein. Die Unterschiede beim Durchführen von Untersuchungen besitzen hingegen einen mittleren Effekt ($.34 \leq r \leq .36$). Das Beherrschen des Dokumentierens von Daten wird hingegen von Personen, die 1-3 Präsenzpraktika bereits belegt haben, als etwas weniger wichtig für das Bestehen von Praktika wahrgenommen als von Personen, die bisher mehr als mindestens 4 Präsenzpraktika belegt haben. Auch diese Unterschiede besitzen lediglich einen kleinen Effekt ($.18 \leq r \leq .20$).

Tabelle 47

Ergebnisse der Kruskal-Wallis-Tests zum Vergleich der eingeschätzten Prüfungsrelevanz der verschiedenen Kompetenzen zwischen den Disziplinen in der Gruppe der Studierenden (N = 273)

Teilfähigkeit	Biologie		Chemie		Physik		H	p
	Mdn	R	Mdn	R	Mdn	R		
Fachinhaltliche Kompetenzen	3	3	4_{CP}	2	3_{CP}	3	8,127	.017
Praktische Fähigkeiten	3_{BC}	3	4_{BC,CP}	3	3_{CP}	3	12,965	.002
Fragestellung formulieren	3_{BP}	3	2	3	2_{BP}	3	13,448	.001
Hypothese formulieren	3_{BP}	3	3	3	2_{BP}	3	12,993	.002
Untersuchung planen	3_{BC}	3	3_{BC,CP}	3	3_{CP}	3	12,149	.002
Untersuchung durchführen	4	2	4	3	4	3	2,720	.257
Daten aufbereiten und interpretieren	4_{BC,BP}	3	4_{BC}	2	4_{BP}	2	20,385	<.001
Daten (kritisch) reflektieren	3,5	3	3,5	3	4	3	0,744	.689
Erkenntnisweg dokumentieren	4	2	4	1	4	3	1,523	.467

Anmerkung: Bei Medianen mit tiefgestellten Buchstaben unterscheidet sich die Verteilung auf die Relevanzabstufungen paarweise zwischen den naturwissenschaftlichen Fächern (B, C, P) auf einem Signifikanzniveau von 5 % (Dunn-Bonferroni post-hoc Test). Die Buchstabenkombination BP kennzeichnet beispielsweise, dass es einen signifikanten Unterschied zwischen den Fächern Biologie und Physik gibt. Eine genauere Auflistung der Ergebnisse ist im Anhang in Tab. A6 zu finden.

Tabelle 48

Ergebnisse der Kruskal-Wallis-Tests zum Vergleich der eingeschätzten Prüfungsrelevanz der verschiedenen Kompetenzen zwischen den Praktikumszeitpunkten in der Gruppe der Studierenden (N = 399)

Teilfähigkeit	0 Praktika		1-3 Praktika		4-6 Praktika		>7 Praktika		H	p
	Mdn	R	Mdn	R	Mdn	R	Mdn	R		
Fachinhaltliche Kompetenzen	4	3	3	3	3,5	2	3	3	2,403	.493
Praktische Fähigkeiten	3_{a,b,c}	3	3_a	3	3_b	3	3_c	3	24,209	<.001
Fragestellung formulieren	2	3	2	3	2	3	3	3	6,068	.108
Hypothese formulieren	3	3	3	3	3	3	3	3	4,651	.199
Untersuchung planen	3	3	3	3	3	3	3	3	2,572	.462
Untersuchung durchführen	3_{a,b,c}	3	4_a	3	4_b	3	4_c	2	28,245	<.001
Daten aufbereiten und interpretieren	4	2	4	3	4	1	4	3	6,096	.107
Daten (kritisch) reflektieren	3_{a,b}	3	3	3	4_a	3	4_b	3	10,666	.014
Erkenntnisweg dokumentieren	4	2	4_{a,b}	3	4_a	2	4_b	2	11,348	.010

Anmerkung: Bei Medianen mit gleichen tiefgestellten Buchstaben unterscheiden sich die Angaben paarweise zwischen den Praktikumszeitpunkten auf einem Signifikanzniveau von 5 % (Dunn-Bonferroni post-hoc Test). Eine genauere Auflistung der Ergebnisse ist im Anhang in Tab. A7 zu finden.

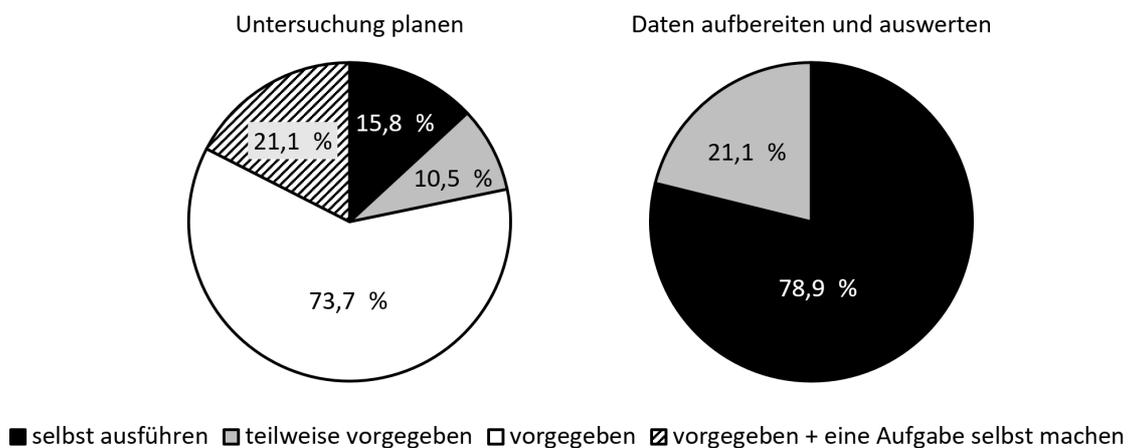
6 Ergebnisse der Interviewstudien

Zur Untersuchung der Frage, inwiefern NDAW-Kompetenzen in naturwissenschaftlichen Praktika gefördert werden (FF 3), wurde anknüpfend an die Fragebogenstudien eine Interviewstudie mit $N = 19$ Lehrenden durchgeführt. Insbesondere sollten die Interviews dazu genutzt werden, detailliertere Einblicke in die Gestaltung von Praktika mit Blick auf die Lernunterstützungen zum Planen von Untersuchungen sowie zum Aufbereiten und Interpretieren von Daten zu generieren als es mit Fragebögen alleine möglich ist. Der Fokus der Analyse der Interviews lag dabei auf der Untersuchung des Grads der Autonomie, der kognitiven Domäne der Lernunterstützungen sowie des Grads der konzeptuellen Informationsmitteilung (Kap. 2.3.1). Auf Grund der kleinen Stichprobe, wurden hier keine Vergleiche zwischen den Fächern und Praktikumszeitpunkten durchgeführt. In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der kategoriengestützten Analysen beschrieben.

Ähnlich zu den Ergebnissen der offenen Aufgabe zum Vorkommen der NDAW in Praktika (Kap. 5.4), zeigt die Auswertung der Interviewdaten, dass Studierende in Praktika besonders häufig Daten selbst aufbereiten und interpretieren (Abb. 16, siehe auch Tab. A8 im Anhang). Die Planung von Untersuchungen wird den Studierenden hingegen zum Großteil vorgegeben. Teilweise bekommen Studierende, welche in Praktika normalerweise die Untersuchungsplanungen vorgegeben bekommen, jedoch eine Aufgabe im Rahmen des Praktikums gestellt, in der sie eine Untersuchung selbst planen müssen. Häufig merkten die befragten Lehrenden bei der Beschreibung einer solchen zusätzlichen Aufgabe an, dass diese eher gegen Ende des Praktikums gestellt wird.

Abbildung 16

Übersicht über prozentualen Anteil an Lehrenden ($N = 19$), welche im Interview zum Vorkommen der Planung von Untersuchungen und der Aufbereitung und Auswertung von Daten im Praktikum Tätigkeiten mit dem jeweiligen Grads der Autonomie beschreiben

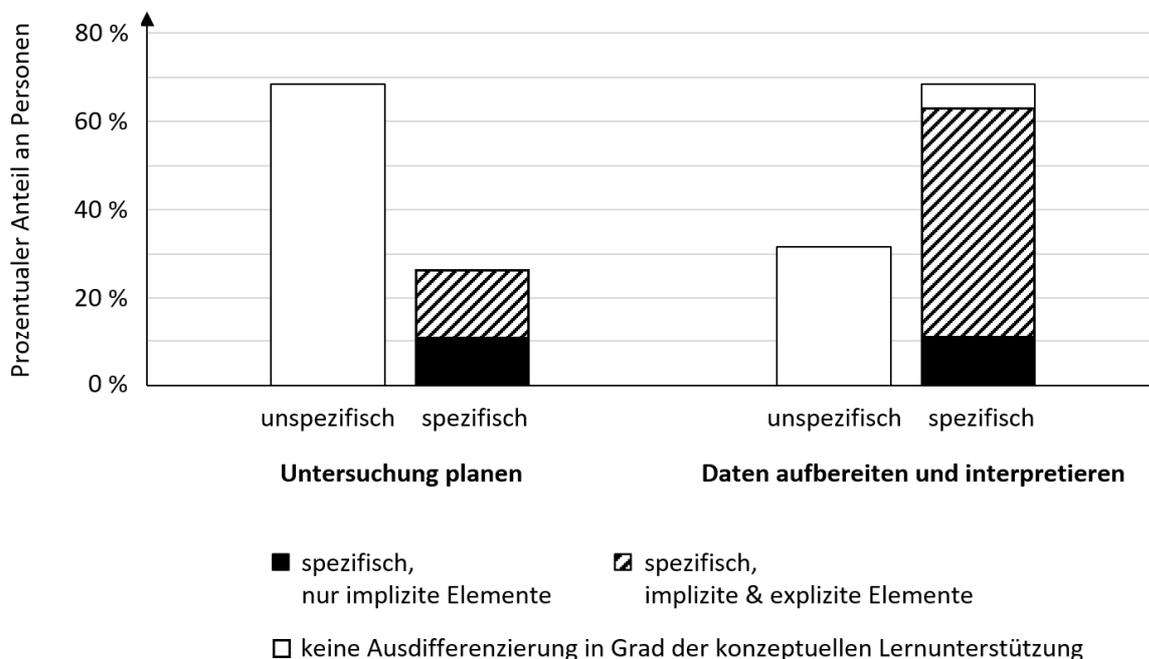


In Bezug auf die kognitive Domäne der Lernunterstützungen zeigt sich in den Interviews, dass die Beschreibungen der Lernunterstützungen zum Planen von Untersuchungen häufig „unspezifisch“ sind, es also unklar ist, ob die beschriebenen Lernunterstützungen inhaltlich (auch) auf die Förderung der NDAW-Kompetenzen abzielen (Abb. 17, siehe auch Tab. A9 & Tab. A10 im Anhang). Zum Aufbereiten und Interpretieren von Daten wurden hingegen häufiger Lernunterstützungen beschrieben, welche Elemente enthalten, die inhaltlich „spezifisch“ auf die Förderung der NDAW-Kompetenzen abzielen.

In den Fällen, in denen Lehrende Lernunterstützungen zum Planen von Untersuchungen mit inhaltlich „spezifisch“ auf die Förderung der NDAW-Kompetenzen ausgerichteten Elementen beschrieben, wiesen 3 der 5 Lernunterstützungen ausschließlich implizite Elemente auf und 2 Lernunterstützungen beinhalteten sowohl implizite als auch explizite Elemente (Abb. 17; siehe auch Tab. A9 & Tab. A10 im Anhang). Bei „spezifischen“ Lernunterstützungen zum Aufbereiten und Interpretieren von Daten beinhalteten 10 der 13 Lernunterstützungen sowohl explizite als auch implizite Elemente. In 2 von 13 Lernunterstützungen waren nur implizite Elemente enthalten und in einer Lernunterstützung konnte keine Aussage darüber getroffen werden, ob explizite und/oder implizite enthalten sind.

Abbildung 17

Übersicht über Häufigkeit der Angaben der Lehrenden (N = 19) zu den verschiedenen Ausprägungen der kognitiven Domäne der Lernunterstützung und des Grads der konzeptuellen Informationsmitteilung



Anmerkung: In der Auswertung wurden die Codes "spezifisch - vermutlich explizite Elemente" und "spezifisch - explizite Elemente" als gleichwertig behandelt. Eine Aufschlüsselung der Häufigkeit des Vorkommens der beiden Codes ist in Tab. A9 im Anhang zu finden.

7 Zusammenfassung und Diskussion

Im Rahmen naturwissenschaftlicher Studiengänge stellen Praktika einen wichtigen Lernort dar, an dem Studierende Kompetenzen aus dem Bereich der naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen (NDAW) aufbauen können. Hierzu gehört beispielsweise, dass Studierende naturwissenschaftliche Untersuchungen planen, Daten auswerten und den Erkenntnisprozess dokumentieren können. Studien haben gezeigt, dass unter anderem das praktisch-experimentelle Arbeiten sowie das explizite Thematisieren zugehöriger Regeln und Strategien für das Erlernen von Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW eine wichtige Rolle spielen (z. B. Kirschner et al., 2006; Matlen et al., 2013; Schalk et al., 2019; Vorholzer, 2016). Bisher ist jedoch weitgehend unklar, welchen Stellenwert das Erlernen der Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW in Praktika einnimmt und inwiefern Gestaltungsmerkmale zur Förderung der Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW in Praktika tatsächlich adressiert werden. Empirisch fundierte Einblicke in die aktuelle Praxis naturwissenschaftlicher Praktika können nicht nur wichtig Erkenntnisse, sondern auch einen Ausgangspunkt für die Weiterentwicklung von Praktika liefern. Aus diesem Grund wurde in dieser Arbeit die Relevanz der Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW als Ziel von Praktika (FF 1a, FF 1b, FF 2) sowie deren Vorkommen und Förderung in Praktika (FF 3) erforscht. Dabei lag der Fokus auf der Untersuchung der Sichtweise von Lehrenden von Praktika, von Studierenden, die diese Praktika besuchen, sowie auf dem Vergleich der beiden Perspektiven.

Zur Untersuchung der Forschungsfragen wurden einerseits mittels zwei parallelisierter Fragebögen 86 Lehrende und 399 Studierende befragt. Andererseits wurden weiterführende Interviews mit 19 Lehrenden durchgeführt. In den parallelisierten Fragebögen wurden Lehrende und Studierende in verschiedenen geschlossenen und offenen Fragen bzgl. der Relevanz, dem Vorkommen, der Förderung sowie der Überprüfung der NDAW in universitären Praktika befragt. Zur Auswertung der geschlossenen Fragen wurden statistische Analysen genutzt, die u. a. zum Ziel hatten, Unterschiede zwischen der Gruppe der Lehrenden und der Gruppe der Studierenden, zwischen den Fächern Biologie, Chemie und Physik sowie zwischen den Praktikumszeitpunkten (für Lehrende: Anfänger- vs. Fortgeschrittenenpraktikum bzw. für Studierende: Anzahl bereits belegter Praktika) aufzudecken. Die Auswertung der offenen Fragen erfolgte mittels qualitativer Inhaltsanalysen, welche anschließend quantifiziert wurden. Die Interviews kamen zum Einsatz, um eine genauere Beschreibung der Lernunterstützungen zur Förderung der einzelnen NDAW aus Perspektive der Lehrenden von Praktika zu erhalten und wurden mit einer an die Auswertung der offenen Fragen des Fragebogens angelehnten kategorialen Inhaltsanalyse ausgewertet.

In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse aus der Fragebogen- und der Interviewstudie entlang der Forschungsfragen bzw. geordnet nach Themen (z. B. Relevanz, Vorkommen und Förderung der NDAW) zusammengefasst und diskutiert. Da die Ergebnisse dieser Arbeit auf der Einschätzung und Beschreibung der befragten Lehrenden sowie der Wahrnehmung der befragten Studierenden basieren, ist bei deren Deutung immer zu berücksichtigen, dass diese Selbstauskünfte von der tatsächlichen Praxis in Praktika abweichen können. Darüber hinaus ist zu beachten, dass die der Arbeit zugrundeliegenden Erhebungen zu Beginn der Corona-Pandemie durchgeführt wurden, wodurch viele Praktika zum Zeitpunkt der Erhebung virtuell abgehalten (Alaee et al., 2022) oder durch Heimexperimente ersetzt werden mussten (Teichmann et al., 2022). Obwohl in allen durchgeführten Untersuchungen darauf hingewiesen wurde, dass die Befragung für den regulären Praktikumsbetrieb vor der Corona-Pandemie beantwortet werden sollen, ist nicht auszuschließen, dass die aktuellen Eindrücke zu leichten Verzerrungen in der Wahrnehmung geführt haben. Zusätzlich zu diesen Einschränkungen, die für alle Ergebnisse dieser Studie gelten, werden in den folgenden Absätzen Limitationen zu spezifischen Ergebnissen diskutiert.

7.1 Relevanz von NDAW als Ziel von Praktika

7.1.1 Relevanz der NDAW im Vergleich zu anderen Praktikumszielen

Mit Blick auf die Stellung von NDAW innerhalb der typischen Ziele naturwissenschaftlicher Praktika (FF 1a, FF 1b, FF 2) ist zusammenfassend festzuhalten, dass sowohl Studierende als auch Lehrende die Ziele *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* sowie *praktische Fähigkeiten* im Vergleich zu allen anderen abgefragten Zielen als besonders relevant einstufen (Kap. 5.1.). *Fachinhaltliche Kompetenzen* scheinen aus Sicht von Studierenden und Lehrenden als Ziel von Praktika ebenfalls wichtig, im Vergleich zu *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* sowie *praktische Fähigkeiten* jedoch weniger wichtig zu sein (vgl. Kap. 5.1.2). Auch empirische Befunde aus anderen Studien deuten darauf hin, dass sowohl Lehrende als auch Studierende den Aufbau von *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW*, *praktischen Fähigkeiten* sowie *fachinhaltlichen Kompetenzen* als besonders relevant einschätzen bzw. wahrnehmen, während andere Ziele wie z. B. der Aufbau *allgemeiner Kompetenzen* oder *affektive Ziele* in der Regel als weniger relevant eingeschätzt bzw. wahrgenommen werden (z. B. Haller, 1999; Nagel et al., 2018; Welzel et al., 1998; vgl. auch Kap. 2.2.1). Die in dieser Arbeit festgestellte geringere Relevanzeinschätzung und -wahrnehmung der *fachinhaltlichen Kompetenzen* als Ziel von Praktika ist überraschend, da ein solcher Befund in den anderen genannten Studien nicht festgestellt werden konnte.

Im Hinblick auf den Vergleich zwischen den naturwissenschaftlichen Disziplinen liefern die Befunde basierend auf der Rangfolgeaufgabe (Kap. 5.1.1) und der offenen Aufgabe (Kap. 5.1.2) Hinweise darauf, dass die *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* in der Physik sowohl von Lehrenden als auch von Studierenden als etwas relevanter angesehen werden

als in der Biologie und Chemie. Außerdem scheint es in der Biologie eine Diskrepanz in der Relevanzeinschätzung und -wahrnehmung zwischen Lehrenden und Studierenden zu geben. Ein solcher Unterschied zwischen den Fächern wäre insofern interessant, als dass in der Studie von Welzel et al. (1998) festgestellt wurde, dass Lehrende der Biologie *Kompetenzen aus dem Bereich NDAW* als relevanter bewerten als Lehrende der Chemie und Physik. Es ist nicht ausgeschlossen, dass es sich bei diesen Befunden um Artefakte handelt. Gleichzeitig sind seit der Studie von Welzel et al. (1998) mehr als 20 Jahre vergangen, weshalb ein solcher Unterschied in den Befunden auch auf eine Veränderung der Praktika in den verschiedenen Disziplinen hindeuten könnte.

Mit Blick auf den Praktikumszeitpunkt ist festzustellen, dass Studierende *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* als Ziel von Praktika als umso relevanter wahrnehmen, je mehr Praktika sie bereits belegt haben (Kap. 5.1). Dieser Befund ist einerseits vor dem Hintergrund der Studie von Nagel et al. (2018) plausibel, welche Hinweise darauf liefert, dass Studierende in Anfänger- und Fortgeschrittenenpraktika die *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* als Ziel von Praktika als unterschiedlich relevant wahrnehmen. Andererseits ist dieser Befund jedoch interessant, da er in einem gewissen Widerspruch zur Einschätzung der innerhalb der in dieser Arbeit beschriebenen Studie befragten Lehrenden steht, welche angeben, dass die *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* in Anfänger- und Fortgeschrittenenpraktika eine ähnlich große Rolle spielen (Kap. 5.1). Eine Ursache für die Diskrepanz in der Wahrnehmung könnte z. B. sein, dass Studierende vermutlich eher in Fortgeschrittenenpraktika Untersuchungen (eigenständig) selbst entwickeln als in Anfängerpraktika und somit die *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* als relevanter wahrnehmen.

7.1.2 Relevanz der einzelnen NDAW als Praktikumsziel

Die hohe Relevanz der *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* als Ziele von Praktika spiegelt sich auch in der Relevanzeinschätzung der einzelnen NDAW wider (Kap. 5.2). Dennoch gibt es zwischen den einzelnen NDAW Unterschiede. Sowohl von Lehrenden als auch Studierenden werden *Kompetenzen zur Vorbereitung einer Untersuchung* (Fragestellungen und Hypothesen formulieren, Untersuchungen planen) in Praktika als weniger relevant eingeschätzt als *Kompetenzen zur Durchführung, Auswertung und Dokumentation von Untersuchungen* (FF 1b, FF 2). Dieser Befund gleicht den von Nagel et al. (2018) und Boud et al. (1980) berichteten Ergebnissen, dass Ziele, die dem Bereich der Vorbereitung von Untersuchungen zuzuordnen sind, im Vergleich zu anderen Zielen aus dem Bereich der NDAW von Lehrenden und Studierenden als weniger relevant bewertet werden. Ein solcher Unterschied in der wahrgenommenen Relevanz der verschiedenen NDAW erscheint auch deshalb plausibel, da anzunehmen ist, dass in universitären Praktika typischerweise ein Großteil der Vorbereitung einer Untersuchung vorgegeben ist und von den Studierenden höchstens nachvollzogen werden muss (Holmes & Lewandowski, 2020; Holmes & Wieman, 2018; Reid

& Shah, 2007; Sacher & Bauer, 2020; vgl. auch Kap. 5.4). Vor diesem Hintergrund ist es interessant, dass die drei *Kompetenzen zur Vorbereitung einer Untersuchung* von Lehrenden zwar im Vergleich zu den anderen Zielen als weniger, aber absolut gesehen immer noch als eher relevant eingeschätzt werden (Kap. 5.2). Auffällig ist darüber hinaus, dass in der Gruppe der Lehrenden die *Kompetenzen zur Vorbereitung einer Untersuchung* für Praktika im Allgemeinen als relevanter bewertet werden als für das eigene Praktikum (Kap. 5.2). Insgesamt könnte dies ein Hinweis darauf sein, dass die befragten Lehrenden zwar der Ansicht sind, dass alle *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* in Praktika gefördert werden sollen, sich jedoch auch darüber bewusst sind, dass die *Kompetenzen zur Vorbereitung einer Untersuchung* in ihren eigenen Praktika weniger stark gefördert werden. Dass die *Kompetenzen zur Vorbereitung einer Untersuchung* für die eigenen Praktika absolut gesehen dennoch als eher relevant eingeschätzt werden, könnte auf ein sozial erwünschtes Antwortverhalten zurückzuführen sein: Wenn die befragten Lehrenden der Ansicht sind, dass von ihnen erwartet wird, alle NDAW-Kompetenzen in Praktika zu fördern, besteht die Möglichkeit, dass sie diese Ziele mit Blick auf ihr eigenes Praktikum relevanter darstellen als sie es aus ihrer Sicht tatsächlich sind (Bühner, 2011; Moosbrugger & Kelava, 2012).

Auch bei der Relevanzeinschätzung bzw. -wahrnehmung der einzelnen NDAW-Kompetenzen konnten vereinzelt Unterschiede zwischen den Disziplinen festgestellt werden. Während Lehrende der Biologie und Chemie die Relevanz *aller* NDAW-Kompetenzen sehr ähnlich einschätzen (Kap. 5.2), bewerten Lehrende der Physik die NDAW-Kompetenzen zwar ebenfalls in der Mehrheit als ähnlich relevant, jedoch mit der Ausnahme, dass den *Kompetenzen zur Vorbereitung einer Untersuchung* im Vergleich eine geringere Relevanz zugeschrieben wird. In der Gruppe der Studierenden zeigt sich ein ähnliches Bild, wobei hier Studierende der Biologie und Chemie die Relevanz der *Kompetenzen zur Vorbereitung einer Untersuchung* als weniger relevant wahrnehmen als Lehrende der jeweiligen Disziplin diese einschätzen (Kap. 5.2). Der Befund, dass Lehrende und Studierende der Physik die *Kompetenzen zur Vorbereitung einer Untersuchung* als ähnlich relevant einschätzen bzw. wahrnehmen, lässt sich auch in Befunden von Nagel et al. (2018) wiederfinden, welche ebenfalls eine solche ähnliche Relevanzeinschätzung feststellten. Mit Blick auf die Diskrepanz bei der Relevanzeinschätzung bzw. -wahrnehmung ebendieser NDAW-Kompetenzen in den anderen beiden Fächern könnte dieser Befund ein Hinweis darauf sein, dass Lehrende von Physikpraktika sich eher darüber bewusst sind, dass sie diese Kompetenzen in ihren Praktika eher weniger fördern. Weiterhin konnten Unterschiede zwischen den Disziplinen in der Einschätzung bzw. Wahrnehmung der Relevanz des *Aufbereiten und Interpretierens von Daten* gefunden werden. So nehmen Studierende der Biologie zum einen das *Aufbereiten und Interpretieren von Daten* als weniger relevant wahr als Studierende der anderen beiden Fächer. Zum anderen nehmen Studierende des jeweiligen Faches diese NDAW-Kompetenz auch als weniger

relevant wahr als Lehrende des jeweiligen Faches diese bewerten (Kap. 5.2). Dieser Befund sowie die zuvor aufgezeigten Hinweise auf eine geringere Relevanzwahrnehmung der *Kompetenzen zur Vorbereitung einer Untersuchung* von Studierenden der Biologie ähneln den Befunden zur Relevanzeinschätzung der *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* als Ziel von Praktika (Kap. 5.1) und eröffnet einen weiteren Erklärungsansatz für den Befund des vorherigen Kapitels 6.1.1: Da ein Großteil der NDAW-Kompetenzen von Studierende der Biologie als weniger relevant wahrgenommen wird, schätzen sie in Folge dessen auch die *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* (als Ganzes betrachtet) als weniger relevant ein.

Im Vergleich zwischen den Praktikumszeitpunkten zeigt sich, dass sowohl Lehrende als auch Studierende die einzelnen NDAW-Kompetenzen insgesamt als ähnlich relevant einschätzen. Eine Ausnahme bilden die *Kompetenzen zum Durchführen und Auswerten von Untersuchungen*, welche von Studierenden in der Tendenz als umso relevanter wahrgenommen werden, je mehr Praktika sie belegt haben (Kap. 5.2). Dieses Ergebnis erscheint plausibel, da anzunehmen ist, dass Studierende vor allem ebendiese Kompetenzen in universitären Praktika typischerweise ausführen (Holmes & Lewandowski, 2020; Holmes & Wieman, 2018; Reid & Shah, 2007; Sacher & Bauer, 2020; vgl. auch Kap. 5.4) und sie somit mit zunehmender Anzahl an bereits belegten Praktika als zentraler wahrnehmen dürften.

7.1.3 Überprüfung der NDAW-Kompetenzen in Praktika

Neben der Relevanzeinschätzung bzw. -wahrnehmung der einzelnen NDAW-Kompetenzen in Praktika wurde auch die Überprüfung der NDAW-Kompetenzen in den Fragebögen thematisiert, welche weitere Hinweise auf die Relevanz der jeweiligen NDAW-Kompetenzen in Praktika liefern kann. Wird eine Kompetenz in formeller Form geprüft (z. B. im Rahmen eines Protokolls, das alle Studierenden abgeben müssen), kann dies ein Hinweis darauf sein, dass diese Kompetenz in dem entsprechenden Praktikum besonders relevant ist. Wird im Gegensatz dazu eine Kompetenz nur informell geprüft (z. B. in einem persönlichen Gespräch während des Praktikums), kann dies darauf hindeuten, dass diese Kompetenz im Vergleich zu einer formell geprüften Kompetenz lediglich mehr oder weniger relevant ist. Wird eine Kompetenz nicht geprüft, so könnte diese Kompetenz im Praktikum (eher) irrelevant sein. Da die *Kompetenzen zum Auswerten und Dokumentieren von Untersuchungen* besonders häufig in formeller Form geprüft werden (> 60 %, Kap. 5.7), ist anzunehmen, dass diese Kompetenzen in Praktika besonders relevant sind. Diese Schlussfolgerung deckt sich mit den Befunden des vorherigen Kapitels 6.1.2, dass die genannten Kompetenzen als besonders relevant eingeschätzt bzw. wahrgenommen werden. Die *Kompetenzen zur Durchführung von Untersuchungen* werden hingegen ähnlich häufig in formeller wie in informeller Form geprüft (Kap. 5.7). Diese Angaben können darauf hindeuten, dass diese Kompetenz in Praktika ebenfalls als relevant, im Vergleich zu den zuvor genannten Kompetenzen jedoch als etwas weniger relevant bewertet wird. Allerdings steht diese Schlussfolgerung im Widerspruch zum vorherigen

Kapitel 7.1.2 bzw. dem Auswertungskapitel 5.2, da dort die *Kompetenzen zum Durchführen von Untersuchungen* von Lehrenden als ähnlich relevant eingeschätzt werden wie die *Kompetenzen zum Auswerten und Dokumentieren von Untersuchungen*. Ein Grund für diesen Widerspruch könnte sein, dass es möglicherweise keine typische Prüfungsform für das Überprüfen der *Kompetenzen zur Durchführung von Untersuchungen* gibt, weshalb häufig angegeben wurde, dass diese lediglich in informeller Form geprüft werden. Die *Kompetenzen zur Vorbereitung einer Untersuchung* werden ebenfalls ähnlich häufig in formeller wie in informeller Form geprüft (Kap. 5.7). Auffällig ist dabei, dass zum *Formulieren von Fragestellungen* und *Planen von Untersuchungen* im Kontrast zu den anderen NDAW häufiger angegeben wurde, dass diese Kompetenzen nicht geprüft werden (Kap. 5.7). Auf Grundlage dieser Angaben kann vermutet werden, dass die *Kompetenzen zur Vorbereitung einer Untersuchung* zwar ebenfalls als eher relevant, im Vergleich zu den anderen Kompetenzen jedoch als weniger relevant eingestuft werden. Diese Schlussfolgerung gleicht den Befunden des vorherigen Kapitels 6.1.2.

Ähnlich zu Lehrenden von Praktika nehmen auch Studierende überraschenderweise alle abgefragten *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* als mindestens eher prüfungsrelevant wahr. Auffällig ist dabei, dass die *Kompetenzen zur Vorbereitung einer Untersuchung* sowie zum (*kritische*) *Reflektieren von Daten* als etwas weniger prüfungsrelevant eingeschätzt werden als die anderen NDAW-Kompetenzen (Kap. 5.8). Mit Ausnahme des (*kritischen*) *Reflektierens von Daten* deckt sich dieser Befund mit den Befunden zu den Lehrenden sowie den Befunden des vorherigen Kapitel 7.1.2, dass die *Kompetenzen zur Vorbereitung einer Untersuchung* in Praktika als weniger relevant eingeschätzt bzw. wahrgenommen werden als die *Kompetenzen zur Durchführung, Auswertung und Dokumentation*. Neben der geringeren Relevanz der *Kompetenzen zur Vorbereitung einer Untersuchung* könnten jedoch auch diese Ergebnisse darauf zurückzuführen sein, dass es keine typische Prüfungsform für diese Kompetenzen gibt.

7.1.4 Fazit

Insgesamt ist festzuhalten, dass die *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* im Vergleich zu anderen Praktikumszielen sowie die einzelnen NDAW-Kompetenzen als Ziel von Praktika sowohl von Studierenden als auch Lehrenden als (sehr) relevant bewertet bzw. wahrgenommen werden. Eine Ausnahme bilden die *Kompetenzen zur Vorbereitung einer Untersuchung*, welche in beiden Personengruppen im Vergleich als etwas weniger relevant eingeschätzt bzw. wahrgenommen werden. Der Vergleich der von Lehrenden angestrebten und von Studierenden wahrgenommen Zielen liefert ein gemischtes Bild. Grundsätzlich scheinen Studierende und Lehrende sowohl bzgl. der Stellung des Ziels *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* im Vergleich zu anderen Zielbereichen sowie der Relevanz der einzelnen NDAW in

Praktika zu ähnlichen Einschätzungen zu gelangen. Insbesondere die *Kompetenzen zur Vorbereitung einer Untersuchung* werden von Studierenden jedoch als deutlich weniger relevant wahrgenommen als von Lehrenden. Die höhere Relevanzeinschätzung der *Kompetenzen zur Vorbereitung einer Untersuchung* durch die Lehrenden erscheint aus Sicht der Autorin überraschend, da diese auf Grund der traditionellen Praktikumsgestaltung (Holmes & Wieman, 2018; Sacher & Bauer, 2020; Terkowsky et al., 2020; Volkwyn et al., 2008) eher erwartet hätte, dass ebendiese NDAW-Kompetenzen sowohl von Studierenden als auch Lehrenden als deutlich weniger relevant bewertet werden. Eine grundsätzliche Diskrepanz zwischen der Perspektive der Lehrenden und Studierenden ist jedoch nicht überraschend, da auch empirische Befunde aus anderen Studien darauf hinweisen, dass die von Lernenden als primär wahrgenommenen Ziele praktisch-experimentellen Arbeitens z. T. von den von Lehrenden primär angestrebten Zielen abweichen (Haller, 1999; Hofstein & Lunetta, 2004; Nagel et al., 2018; Reid & Shah, 2007).

7.2 Vorkommen und Förderung der NDAW-Kompetenzen in Praktika

7.2.1 Vorkommen der NDAW in Praktika aus Sicht von Lehrenden

Neben der Frage, welche NDAW-Kompetenzen von Lehrenden und Studierenden als besonders relevant eingeschätzt werden, geht diese Arbeit auch der Frage nach, wie einzelne NDAW-Kompetenzen aus Sicht von Lehrenden in Praktika gefördert werden und welche Gestaltungsmerkmale die zugehörigen Lernunterstützungen aufweisen (FF 3). Hierbei deuten die Ergebnisse der Aufgabe zum Vorkommen der NDAW (Kap. 5.3) darauf hin, dass alle abgefragten *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* sowohl in Anfänger- als auch in Fortgeschrittenenpraktika vorkommen und dort zum Großteil auch (neu) aufgebaut/gelernt werden sollen. Die *Kompetenzen zur Vorbereitung von Untersuchungen* kommen dabei etwas seltener in Praktika vor (Kap. 5.3). Diese Befunde spiegeln sowohl die hohe zugeschriebene Relevanz aller *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* von Seiten der Lehrenden als auch die etwas geringere Relevanz der *Kompetenzen zur Vorbereitung von Untersuchungen* im Vergleich zu anderen NDAW-Kompetenzen wider. Insgesamt scheinen Praktika aus Sicht von Lehrenden vor allem ein Lernort für das *Planen von Untersuchungen, Durchführen von Untersuchungen, (kritische) Reflektieren von Daten und Dokumentieren des Erkenntnisprozesses* darzustellen (Kap. 5.3).

Im Kontrast zwischen Anfänger- und Fortgeschrittenenpraktika deutet sich insgesamt an, dass verschiedene NDAW-Kompetenzen in Anfängerpraktika häufiger (neu) aufgebaut/gelernt werden sollen als in Fortgeschrittenenpraktika (Kap. 5.3). Dieser Unterschied erscheint insofern plausibel, da angenommen werden kann, dass gerade Anfängerpraktika die Orte sind, an denen Studierende die notwendigen Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens erlernen sollen. Überraschend ist dabei jedoch der Befund, dass auch die *Kompetenzen zur Vorbereitung von Untersuchungen* in Praktika überwiegend (neu) aufgebaut/gelernt werden

sollen (Kap. 5.3). Denn Praktika sind typischerweise so gestaltet, dass Studierende vor allem selbst *Untersuchungen durchführen, Daten auswerten sowie Erkenntnisse dokumentieren* und nur selten eigenständig *Fragestellungen formulieren, Hypothesen formulieren* oder *Untersuchungen planen* (Buck et al., 2008; Haller, 1999; Holmes & Lewandowski, 2020; Holmes & Wieman, 2018; Tiberghien et al., 2001).

Im Vergleich zwischen den Disziplinen stellen aus Sicht von Lehrenden vor allem Biologiepraktika ein Lernort für die verschiedenen *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* dar (Kap. 5.3). Dass diese Kompetenzen insbesondere in der Biologie als besonders relevant angesehen werden, ist auch vor dem Hintergrund interessant, dass vor allem in der Biologie Lehrende das Ziel *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* als relevanter bewerten als Studierende der gleichen Disziplin dieses wahrnehmen (Kap. 5.1). Dies könnte darauf hinweisen, dass Lehrende der Biologie das Aufbauen von *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* zwar als etwas relevanter einschätzen, dies aber nicht zu deutlichen Unterschieden in der Gestaltung der Praktika im Kontrast der Disziplinen führt. Ein weiterer Unterschied zwischen den Disziplinen wird darin deutlich, dass in Physikpraktika die *Kompetenzen zur Vorbereitung einer Untersuchung* häufiger keine Rolle spielen als in anderen Disziplinen (Kap. 5.3). Diese Tendenz scheint sich auch in der Relevanzeinschätzung der einzelnen NDAW-Kompetenzen widerzuspiegeln (Kap. .2), denn ebendiese Kompetenzen werden von Lehrenden der Physik als weniger relevant bewertet als von Lehrenden der anderen beiden Disziplinen (Kap. 5.1).

7.2.2 Förderung der NDAW-Kompetenzen aus Sicht von Lehrenden

Anknüpfend an den Befund, dass viele Praktika aus Sicht von Lehrenden grundsätzlich ein bedeutender Lernort für eine Reihe unterschiedlicher NDAW-Kompetenzen darstellen, wurde im Rahmen der Arbeit ebenfalls untersucht, in welcher Form die NDAW-Kompetenzen in Praktika gefördert werden (FF 3). Hierzu wurde basierend auf der Selbstauskunft der Lehrenden in offenen Aufgaben im Fragebogen sowie im Interview herausgearbeitet, wie die universitären Praktika im Hinblick auf die drei Dimensionen *Grad der Autonomie, kognitive Domäne der Lernunterstützung* und *Grad der konzeptuellen Informationsmitteilung* gestaltet sind. Beim Verknüpfen der Ergebnisse aus beiden Datenquellen ist zu berücksichtigen, dass a) im Interview auf die NDAW-Kompetenzen *Planen von Untersuchungen* und *Auswerten von Daten* fokussiert wurde und b) in der offenen Aufgabe nur auf Ausschnitte von Praktika eingegangen wurde, während im Interview über das komplette Praktikum gesprochen wurde.

Grad der Autonomie

In Bezug auf den Grad der Autonomie deuten die Befunde der offenen Aufgabe zum Vorkommen der NDAW (Kap. 5.4) sowie der Interviews (Kap. 6) darauf hin, dass das *Durchführen, Auswerten und Dokumentieren von Untersuchungen* von Studierenden in der Regel

selbst durchgeführt wird. *Fragestellungen* scheinen den Studierenden hingegen in der Regel vorgegeben und *Hypothesen* teilweise vorgegeben zu werden, indem beispielsweise das notwendige Grundwissen oder einige Hinweise zum Aufstellen der Hypothesen bereitgestellt werden (Kap. 5.4). In Hinblick auf das *Planen von Untersuchungen* zeigt sich ein gemischtes Bild. Die Ergebnisse der offenen Aufgabe zum Vorkommen der NDAW (Kap. 5.4) deuten darauf hin, dass Studierende in Praktika, in denen die Kompetenz eine Rolle spielt, in ähnlichem Maße Untersuchungen selbst planen müssen und Untersuchungspläne teilweise vorgegeben bekommen. Die Ergebnisse der Interviews (Kap. 6) deuten hingegen darauf hin, dass die Untersuchungspläne den Studierenden zum Großteil vorgegeben werden. Gleichwohl zeigen die Interviews jedoch auch auf, dass Studierende in einigen Praktika, in welchen Untersuchungspläne vorgegeben werden, zusätzlich eine Aufgabe bearbeiten müssen, in denen sie eine Untersuchung selbst planen (Kap. 6). Die Kombination der Ergebnisse der offenen Aufgabe zum Vorkommen der Planung von Untersuchungen (Kap. 5.4) mit den Ergebnissen der Interviews (Kap. 6) legt die Vermutung nahe, dass viele der in der offenen Aufgabe als „selbst machen“ kodierten Praktika ebensolche beschreiben, in welchen die Untersuchungspläne in der Regel zwar vorgegeben werden, die Studierenden aber eine zusätzliche Aufgabe zum eigenständigen Planen einer Untersuchung bekommen.

Der hohe Grad der Autonomie bei den *Kompetenzen zur Durchführung, Auswertung und Dokumentation einer Untersuchung* sowie der eher geringe Grad der Autonomie beim *Formulieren einer Fragestellung* und *Formulieren einer Hypothese* spiegelt die bisher aus anderen Studien bekannte Gestaltung von Praktika wider (z. B. Buck et al., 2008; Haller, 1999; Holmes & Wieman, 2018; Tiberghien et al., 2001). Der etwas höhere Grad an Autonomie zum *Planen von Untersuchungen* sticht hingegen im Vergleich zu den Ergebnissen früherer Studien hervor und passt besser zu den neueren Hinweisen, dass in den letzten Jahren ein Wandel in der Gestaltung von Praktika begonnen hat, der dazu führt, dass Studierende etwas häufiger die Möglichkeit haben, die *Kompetenzen zur Vorbereitung einer Untersuchung* selbst auszuführen (Holmes & Lewandowski, 2020; Wu et al., 2022). Dass dieser Wandel noch nicht abgeschlossen und mit verschiedenen Schwierigkeiten verbunden ist, wird in vielen Aussagen der im Interview befragten Lehrenden deutlich, welche angaben, dass sie im Praktikum zwar gerne Studierende selbst planen lassen würden, eine Umgestaltung des Praktikums jedoch aus organisatorischen, personellen und/oder finanziellen Gründen kaum möglich ist. Beispielhafte Aussagen hierzu sind die Folgenden:

„Na ja, ideal wäre es natürlich, wenn wir sozusagen wirklich ein Problem definieren könnten und dann [zu den Studierenden] sagen könnten, Sie sind eine Arbeitsgruppe, Sie haben jetzt zwei Wochen Zeit und in dem Rahmen gehen Sie jetzt bitte her und entwickeln eine Lösung. Und das ist etwas, was wir [...] so sicher nicht machen können, weil wir dazu weder die technischen Ressourcen haben, ich brauche ja dann

hinterher auch die Möglichkeit, wenn ich so ein Experiment entwickeln lasse, die [Studierenden] das dann auch wirklich ausprobieren und umsetzen zu lassen, das haben wir in dem Fall nicht.“ (Planung, L1_I)

„Aber selber wirklich planen, das geht zeitlich einfach nicht. Wir haben vier Stunden für das Grundpraktikum pro Woche mit à 50 Leuten dieses Jahr, das bekomme ich nicht organisiert, jeden Einzelnen einen Versuch planen zu lassen. Das bekomme ich logistisch einfach nicht hin und auch personell nicht.“ (Planung, L2_I)

„Aber es ist halt einfach auch nicht wirklich der geistige Freiraum [zur Umgestaltung des Praktikums] da, sich so ein Konzept [in dem Studierende selbst Untersuchungen planen] einfach mal zu überlegen und wirklich mal genau zu überlegen: Mensch, was bräuchte ich dafür eigentlich? Wo krieg ich das her? Was kostet das eigentlich alles? Das ist so viel Zeit, die man da [als Lehrender] reingesteckt, während man ja parallel das Praktikum am Laufen halten muss, dass da eigentlich kaum der Freiraum da ist.“ (Planung, L27_I)

Um eine genauere Aussage über die mit dem Wandel von Praktika verbundenen Schwierigkeiten und die damit zusammenhängenden Gründe für die häufig vorgegebenen Untersuchungsplanungen treffen zu können, müssten die Daten der Interviews jedoch systematisch mit einem solchen Fokus analysiert werden, was aus zeitlichen Gründen bisher nicht möglich war.

Kognitive Domäne der Lernunterstützung

In Bezug auf die kognitive Domäne der Lernunterstützungen zum *Planen von Untersuchungen* kann auf Grundlage der Befunde der Interviews (Kap. 6) keine eindeutige Aussage darüber getroffen werden, ob diese auch auf die Förderung des Planens als naturwissenschaftliche Arbeitsweise oder beispielsweise nur auf die Förderung von fachinhaltlichen Kompetenzen abzielen, da die Beschreibungen der Lehrenden hierzu zu vage blieben. Mit Blick auf das *Auswerten von Daten* kann hingegen festgehalten werden, dass zugehörige Lernunterstützungen häufig Elemente enthalten, die spezifisch auf die Förderung zugehöriger NDAW-Kompetenzen abzielen (Kap. 6). Dieser Hinweis überrascht teilweise vor dem Hintergrund empirischer Befunde, die darauf hindeuten, dass Lernunterstützungen in Praktika häufig eher auf die Förderung von fachinhaltlichen Kompetenzen als von NDAW-Kompetenzen ausgerichtet sind (Holmes & Wieman, 2018; Taylor, 1997).

Die Unterschiede in der Aussagekraft der Beschreibungen der Lernunterstützungen zum *Planen von Untersuchungen* und *Auswerten von Daten* können auf der einen Seite darin begründet sein, dass es Lehrenden schlicht schwerfällt, die inhaltliche Ausrichtung der Lernunterstützungen zum *Planen von Untersuchungen* zu beschreiben. Eine Ursache hierfür könnte beispielsweise sein, dass methodische Regeln und Strategien zum *Planen von Untersuchungen*

gen für sie schwerer verbalisierbar sind als solche zum *Auswerten von Daten*. Auf der anderen Seite könnte ein Grund für die vagen Beschreibungen der Lernunterstützungen zum *Planen von Untersuchungen* darin liegen, dass diese häufig nicht auf das Planen als naturwissenschaftliche Arbeitsweise ausgerichtet sind, sondern beispielsweise eher auf fachinhaltliche Kompetenzen. Ein solcher Grund könnte ebenfalls eine Erklärung für die Diskrepanz der Relevanzeinschätzung von Lehrenden und Relevanzwahrnehmung von Studierenden bei den *Kompetenzen zur Vorbereitung einer Untersuchung* sein. Fokussieren nämlich Lernunterstützungen zu *Kompetenzen zur Vorbereitung einer Untersuchung* z. B. stärker fachinhaltliche Kompetenzen, so wäre dies eine mögliche Erklärung dafür, dass die fachinhaltliche Domäne von Studierenden als relevanter wahrgenommen wird als das Erlernen spezifischer NDAW-Kompetenzen (vgl. Kap. 2.3.1, Kap. 7.1).

Grad der konzeptuellen Informationsmitteilung

Zum Grad der konzeptuellen Informationsmitteilung wird ein Kontrast für die beiden im Interview fokussierten NDAW-Kompetenzen, dem *Planen von Untersuchungen* und *Auswerten von Daten*, deutlich: Während zum *Auswerten von Daten* erkennbar häufiger auf NDAW ausgerichtete Lernunterstützungen mit expliziten Elementen als ohne explizite Elemente beschrieben wurden, konnte zum *Planen von Untersuchungen* eine solche Auffälligkeit in diesem Maße nicht festgestellt werden. Allerdings lagen zum *Planen von Untersuchungen* auch deutlich weniger Beschreibungen vor, welche spezifisch auf NDAW ausgerichtete Elemente enthalten. Dass das Vorkommen expliziter Elemente in Lernunterstützungen jedoch insgesamt selten ist, wie es von Smith und Holmes (2020) zum *(kritischen) Reflektieren* in Praktikumsskripten festgestellt wurde, konnte für das *Planen von Untersuchungen* und *Auswerten von Daten* nicht bestätigt werden. Da die Grundlage der Untersuchung jedoch nur auf der Selbstauskunft von Lehrenden beruhen, erscheinen weitere, praktikumsbeobachtende Untersuchungen notwendig, um genauere Aussage über das Vorkommen expliziter Instruktionselemente in spezifisch auf die NDAW ausgerichteten Lernunterstützungen in Praktika treffen zu können.

Weitere Auffälligkeiten

Über die Befunde zum Grad der Autonomie hinaus zeigten sich insbesondere in den Antworten der offenen Frage zum Vorkommen der NDAW in Praktika (Kap. 5.4) einige interessante Vorstellungen von Lehrenden über Tätigkeiten, in denen Studierende untersuchungsvorbereitende Aktivitäten ausführen. So wurden zum *Formulieren von Fragestellungen und Hypothesen* häufig Tätigkeiten genannt, in denen die *Planung von Untersuchungen* nachvollzogen

werden muss, und zum *Planen von Untersuchungen* wurden häufig Tätigkeiten genannt, welche auf Basis des Kategoriensystems eher der *Durchführung von Untersuchungen* zuzuordnen sind. Dieser Befund kann auf der einen Seite darauf hindeuten, dass Lehrende von Praktika unter den untersuchungsvorbereitenden NDAW andere Tätigkeiten verstehen, als sie typischerweise in der Literatur beschrieben werden (vgl. Kap. 2.1). Auf der anderen Seite könnte der Befund ein weiterer Hinweis dafür sein, dass bei einigen Lehrenden ein sozial erwünschtes Antwortverhalten vorliegt und sie auf Grund der hohen Relevanzeinschätzung aller NDAW-Kompetenzen nach Tätigkeiten in Praktika suchen, welche das Ausführen der jeweiligen Tätigkeiten beinhalten könnte.

Auffälligkeiten gibt es weiterhin in den Beschreibungen der weiterführenden Lernunterstützungen zur Förderung der jeweiligen NDAW. Obwohl in der Fragestellung explizit nach solchen Angeboten im eigenen Praktikum gefragt wurde, beschrieben viele Befragte Lernunterstützungen, welche in anderen Veranstaltungen angesiedelt sind (Kap. 5.5), weshalb bei den Ergebnissen dieser Aufgabe vermutet wird, dass die Anzahl an zusätzlichen Lernunterstützungen, welche tatsächlich in Praktika angeboten werden, geringer ausfällt. Beispielhafte Aussagen hierzu sind die folgenden:

„Während Bachelor- und Masterarbeiten“ (L37_F)

„In anderen Lehrveranstaltungen“ (L113_F)

„weitere freiwillige Praktika“ (L127_F)

Ein Grund für das Aufführen von Lernunterstützungen, die in anderen Veranstaltungen angesiedelt sind, könnte ebenfalls ein sozial erwünschtes Antwortverhalten sein. Ein anderer Grund könnte auch ein Missverständnis der Fragestellung im Fragebogen sein, was auf Grund des expliziten Hinweises jedoch eher unwahrscheinlich erscheint.

7.2.3 Vorkommen und Förderung der NDAW-Kompetenzen aus Sicht von Studierenden

Um die Sichtweise von Lehrenden auf das Vorkommen und die Förderung der NDAW-Kompetenzen in Praktika durch die Perspektive der Studierenden zu ergänzen, wurden diese bzgl. ihrer Erwartung zum Vorkommen und der Förderung der einzelnen NDAW-Kompetenzen in Praktika befragt (Kap. 5.6). Da Erwartungen u. a. durch Erfahrungen entstehen (Dimbath & Sebald, 2022; Jahnke, 1982), wird davon ausgegangen, dass die Erwartungen bzgl. des Vorkommens und der Förderung einzelner NDAW auch Hinweise auf die tatsächliche Gestaltung von Praktika zulassen. Die Ergebnisse der Abfrage der Erwartungen von Studierenden zum Vorkommen und der Förderung der einzelnen NDAW deuten darauf hin, dass der Grad der Autonomie bei den *Kompetenzen zur Vorbereitung einer Untersuchung* in Praktika der Regel geringer ist als der Grad der Autonomie bei den *Kompetenzen der Durch-*

führung, Auswertung und Dokumentation von Untersuchungen (Kap. 5.6). In den Erwartungen der Studierenden bzgl. dem Vorkommen und der Förderung einzelner NDAW konnte festgestellt werden, dass zu den *Kompetenzen zur Vorbereitung einer Untersuchung* tendenziell häufiger Beispiele als Regeln und Strategien erwartet werden und zu den *Kompetenzen zur Durchführung, Auswertung und Dokumentation von Untersuchungen* größtenteils deutlich häufiger Regeln und Strategien als Beispiele. Mit Blick auf den Grad der konzeptuellen Informationsmitteilung stützt dieser Befund die oben beschriebene Vermutung, dass Lernunterstützungen zum *Auswerten von Daten* häufiger explizite Elemente enthalten könnten als Lernunterstützungen zum *Planen von Untersuchungen*. Darüber hinaus könnten die Befunde zur Erwartung der Studierende darauf hindeuten, dass ein solcher Kontrast auch breiter für die Gestaltung der Lernunterstützungen zu *Kompetenzen zur Vorbereitung einer Untersuchung* und Lernunterstützungen zu *Kompetenzen zum Durchführen, Auswerten und Dokumentieren von Daten* gilt.

Neben allgemeinen Hinweisen zu den Dimensionen von Lernunterstützungen konnten durch die Aufgabe zur Erwartung von Studierenden an das Vorkommen und die Förderung der einzelnen NDAW-Kompetenzen (Kap. 5.6) auch Hinweise auf Unterschiede zwischen den Disziplinen gewonnen werden. So scheint in der Physik der Grad der Autonomie bei der *Auswertung von Daten* höher und bei der *Planung von Untersuchungen* niedriger zu sein als in der Biologie und Chemie. In der Biologie scheint hingegen der Grad der Autonomie beim *Formulieren von Hypothesen* höher zu sein und zugehörige Lernunterstützungen häufiger explizite Elemente (Grad der konzeptuellen Informationsmitteilung) zu enthalten als solche in der Chemie und Physik (Kap. 5.6). Diese Unterschiede zwischen den Disziplinen erscheinen mit Blick auf die zuvor berichteten unterschiedliche Relevanzeinschätzung und -wahrnehmung der *Kompetenzen zur Vorbereitung einer Untersuchung* sowie der *Kompetenzen zur Durchführung, Auswertung und Dokumentation von Untersuchungen* zwischen Biologie-, Chemie- und Physikpraktika passend.

In Bezug auf den Praktikumszeitpunkt konnte u. a. festgestellt werden, dass Studierende, die noch kein Praktikum belegt haben, häufiger erwarten, dass die *Durchführung von Untersuchungen* keine Rolle spielen wird (Kap. 5.6). Dieser Befund erscheint in Anbetracht der Bedeutung von Praktika als Ort für die praktische Durchführung von Untersuchungen widersprüchlich. Allerdings bezieht sich in dieser Studie die Anzahl an bereits belegten Praktika auf die Anzahl der belegten *Präsenzpraktika*, weshalb sich in der Gruppe der Studierenden, die noch kein Praktikum belegt haben, einige Studierende befinden, die auf Grund der Corona-Pandemie bereits virtuelle Praktika belegt haben. Da in solchen Praktika Untersuchungen vermutlich häufig nicht selbst durchgeführt werden, ist zu vermuten, dass dieses Ergebnis eben daraus resultiert. Ein weiterer Unterschied zwischen den Praktikumszeitpunkten konnte in Bezug auf den Grad der Autonomie festgestellt werden. So scheint dieser beim

(kritischen) Reflektieren von Daten mit der Anzahl an belegten Praktika zu steigen. Dieser Befund erscheint insofern passend, als dass Studierende im Idealfall die *Kompetenzen zum Aufbereiten und Interpretieren von Daten* umso besser beherrschen, je mehr Praktika sie belegt haben und dass das Beherrschen dieser Kompetenzen wiederum eine Voraussetzung zum (kritischen) Reflektieren von Daten darstellt.

7.2.4 Fazit

Zum Vorkommen und der Förderung der NDAW-Kompetenzen in Praktika lässt sich in dieser Arbeit zusammenfassend feststellen, dass diese in der Mehrheit in Praktika (neu) aufgebaut/gelernt werden sollen, wobei der Fokus insbesondere auf den *Kompetenzen der Durchführung, Auswertung und Dokumentation von Untersuchungen* zu liegen scheint. Die *Kompetenzen zur Vorbereitung einer Untersuchung* spielen zwar im Vergleich zu den anderen NDAW in Praktika etwas seltener eine Rolle, sollen absolut gesehen jedoch auch häufig (neu) aufgebaut/gelernt werden. In Bezug auf die Gestaltungsmerkmale der Praktika zur Förderung der NDAW-Kompetenzen spiegeln sich die Relevanzunterschiede zwischen den einzelnen NDAW-Kompetenzen wider. So konnte festgestellt werden, dass der Grad der Autonomie bei den Tätigkeiten zur *Durchführung, Auswertung und Dokumentation von Untersuchungen* in Praktika sehr hoch ist, die Studierenden diese Tätigkeiten also größtenteils selbst ausführen. Die untersuchungsvorbereitenden NDAW werden hingegen häufiger vorgegeben oder teilweise vorgegeben. Zusätzlich bekommen Studierende jedoch auch in einigen Praktika eine Aufgabe gestellt, in der sie eine Untersuchung selbst planen müssen. Dieser Befund reiht sich in Beobachtungen anderer Studien ein, welche Hinweise auf einen Wandel in der Gestaltung von Praktika liefern (Holmes & Lewandowski, 2020; Wu et al., 2022). Gleichzeitig konnten in dieser Arbeit auch Hinweise auf verschiedene Schwierigkeiten gefunden werden, welche im Zusammenhange mit diesem Wandel stehen. Zu nennen sind hier beispielsweise organisatorische, personelle und finanzielle Gründe (Kap. 7.2.1). In Hinblick auf die kognitive Domäne der Lernunterstützung konnte vor allem bei Lernunterstützungen zum *Auswerten von Daten* festgestellt werden, dass solche häufig auf NDAW ausgerichtet sind. An dieser Stelle muss jedoch angemerkt werden, dass dies nicht bedeutet, dass die Lernunterstützungen ausschließlich auf die Förderung von *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* ausgerichtet ist, sondern gleichzeitig beispielsweise auch die Förderung fachinhaltlicher Kompetenzen beinhalten kann. Mit Blick auf den Grad der konzeptuellen Informationsmitteilung lassen die Ergebnisse der Arbeit vermuten, dass diese zum *Auswerten von Daten* tendenziell häufiger explizite Elemente enthalten als zum *Planen von Untersuchungen*. Zusammengekommen scheinen in Praktika also *Kompetenzen zur Vorbereitung einer Untersuchung* seltener gefördert zu werden und in Bezug auf die Ausgestaltung der drei Dimensionen von Lernunterstützungen häufig weniger lernförderlich gestaltet zu sein (vgl. Kap. 2.3.1) als beispiels-

weise Lernunterstützungen zum *Auswerten von Daten*. Mit Blick auf die Relevanzeinschätzung der *Kompetenzen zur Vorbereitung einer Untersuchung* bedeutet dieser Befund jedoch nicht, dass Lehrende diese NDAW-Kompetenzen als weniger wichtig oder weniger zu fördernd ansehen. Viel mehr könnte hier, ähnlich zum schulischen Kontext, ein Grund für diese Praktikumsgestaltung darin liegen, dass Lehrende konträr zur Forschung bzgl. der Förderung von NDAW-Kompetenzen davon ausgehen, dass Studierende allein durch das Ausführen praktischer Tätigkeiten auch die NDAW bezogenen Kompetenzen erlernen (vgl. im schulischen Kontext (Abrahams & Millar, 2008; Börlin & Labudde, 2014; Petermann & Vorholzer, 2022)).

Abschließend kann festgehalten werden, dass in fast allen Ergebnissen der Studie deutlich wird, dass das Erlernen der *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* ein relevantes Ziel von Praktika ist, es zwischen den *Kompetenzen zur Vorbereitung einer Untersuchung* und den *Kompetenzen zur Durchführung, Auswertung und Dokumentation von Untersuchungen* jedoch Unterschiede zu geben scheint. Die Relevanz der *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* zeigt sich dabei zum einen in der Relevanzeinschätzung bzw. -wahrnehmung selbst, zum anderen aber z. B. auch in Aussagen zu Prüfungsformen, dem Vorkommen der NDAW oder der Gestaltung von Lernunterstützungen. Diese klare Relevanz von *Kompetenzen aus dem Bereich NDAW* wird grundsätzlich sowohl in den drei naturwissenschaftlichen Disziplinen als auch für Praktika zu unterschiedlichen Zeitpunkten im Studium deutlich. Trotzdem scheint es teilweise leichte Unterschiede zwischen den Fächern sowie zwischen den Praktikumszeitpunkten zu geben.

8 Ausblick

Im Rahmen dieser Arbeit wurde die zugeschriebene bzw. wahrgenommene Relevanz der *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* von Lehrenden von Praktika bzw. Studierenden erhoben sowie die Gestaltungsmerkmale zur Förderung von NDAW-Kompetenzen in Praktika untersucht. In Bezug auf die Relevanz von *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* kann zusammenfassend festgehalten werden, dass sowohl Lehrende als auch Studierende diese als ein sehr relevantes Ziel von Praktika einschätzen bzw. wahrnehmen. Hierbei scheint es zwischen den einzelnen NDAW-Kompetenzen kleinere Unterschiede in der Relevanz zu geben. Darüber hinaus spielen neben den *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* aber auch eine Reihe weiterer Ziele eine mehr oder weniger zentrale Rolle (vgl. z. B. Nagel et al., 2018; Reid & Shah, 2007; Welzel et al., 1998). Für die Planung und Gestaltung von Praktika erscheint es deshalb sinnvoll, für jedes Praktikum und ggf. sogar für jeden Versuch innerhalb eines Praktikums zu klären, zu welchen Zielen (vgl. Kap. 2.2) diese einen Beitrag leisten sollen. Mit einer solchen Zielfestsetzung könnte insbesondere die Lernunterstützung, in die das praktisch-experimentelle Arbeiten eingebettet ist (z. B. Skript, Kolloquium, Nachbesprechung), entsprechend (optimaler) angepasst und auf diese Ziele ausgerichtet werden (Reid & Shah, 2007; Vorholzer & von Aufschnaiter, 2019). Mit Blick auf die Befunde dieser Arbeit ist zu bedenken, dass diese auf Aussagen der befragten Lehrenden und den Angaben der Studierenden beruhen. Zwar erscheinen die Ergebnisse mindestens insofern plausibel, als dass sie zu anderen Befunden (z. B. Analysen von Praktikumsskripten; Buck et al., 2008) passen, allerdings kann mit den vorhandenen Daten nicht geprüft werden, wie präzise diese Selbstauskunft die Realität in Praktika wiedergibt. Um der Frage nach der in Praktika tatsächlich gelebte Relevanz und angewendeten Gestaltungsmerkmale zur Förderung der NDAW-Kompetenzen nachzugehen, könnte beispielsweise die Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung von Praktika von Studierenden und Lehrenden videographiert und gemeinsam mit den zusätzlich bzw. ergänzend eingesetzten Lernunterstützungen (z. B. Skripten) analysiert werden. Dabei wäre es spannend, den Fokus auch auf die Interaktionen zwischen Lehrenden von Praktika und Studierenden zu legen, da bekannt ist, dass diese Interaktionen in Praktika das Lernverhalten von Studierenden besonders stark prägen (Wu et al., 2022). Entsprechende Erkenntnisse würden dazu beitragen, ein noch genaueres Bild der aktuellen Umsetzung von naturwissenschaftlichen Praktika zu bekommen und ggf. Ansatzpunkte für deren Weiterentwicklung zu generieren. Wie in Kapitel 2.3.1 herausgearbeitet wurde, ist es für eine effektive Förderung der *Kompetenzen aus dem Bereich der NDAW* wichtig, dass insbesondere bei Studierenden mit wenig Vorwissen und Erfahrungen die entsprechenden Kompetenzen und Konzepte nicht alle gleichzeitig, sondern aufeinander auf-

bauend gefördert werden. Daran anknüpfend erscheinen auch Untersuchungen zur Vernetzung der verschiedenen Praktika, welche Studierende innerhalb eines naturwissenschaftlichen Studiums belegen müssen, von Relevanz.

Aus den Befunden dieser Arbeit geht hervor, dass die Förderung der *Kompetenzen zur Vorbereitung von Untersuchungen* zwar im Vergleich zur Förderung der *Kompetenzen zum Durchführen, Auswerten und Dokumentieren von Untersuchungen* als etwas weniger wichtig, aber dennoch sehr relevant betrachtet werden. Gleichzeitig konnten in dieser Arbeit Hinweise darauf gefunden werden, dass es Unterschiede in der Gestaltung der Lernunterstützungen zu diesen beiden Kompetenz-Gruppen gibt. Als besonders lernförderlich haben sich Lernunterstützungen erwiesen, in denen Studierende die jeweiligen NDAW-Tätigkeiten selbst ausführen und die entsprechenden Konzepte – im besten Fall explizit – thematisiert werden (Matlen et al., 2013; Vorholzer, Hägele & von Aufschnaiter, 2020; Wagensveld et al., 2015). Da dies gleichermaßen für beide Kompetenz-Gruppen gilt, scheint es – unter Annahme, dass die Befunde dieser Arbeit auch der tatsächlichen Gestaltung von Praktika entsprechen – notwendig, insbesondere die Lernunterstützungen zur Förderung der *Kompetenzen zur Vorbereitung von Untersuchungen* in Praktika umzugestalten. Mögliche Ansätze zur Umgestaltung von Praktika mit Blick auf die Förderung dieser Kompetenzen werden beispielsweise von Sacher und Bauer (2020) oder Seery et al. (2019) aufgezeigt. Allerdings scheinen solche Ansätze in Anbetracht der Befunde dieser Studie noch nicht flächendeckend eingesetzt zu werden. Da je nach Ursache für den seltenen Einsatz solcher Ansätze andere Maßnahmen zur Weiterentwicklung der Praktika notwendig sein können, erscheinen weitere Kenntnisse über ebensolche Ursachen notwendig. Eine Ursache für den seltenen Einsatz solcher Ansätze könnte sein, dass die Umgestaltung von Praktika in der Regel sehr zeitintensiv und teilweise auch mit hohen Kosten verbunden ist (z. B. Holmes & Wieman, 2018; Kap. 7.2.2). Deshalb werden neben der Bereitstellung entsprechender Ressourcen von Seiten der Universitäten auch Konzepte benötigt, welche mit wenig Aufwand an die verschiedenen Praktika angepasst werden können. Eine vergleichsweise leichte und flächendeckend umsetzbare Möglichkeit wäre hier z. B. die Bereitstellung von online Lernangeboten, die vor, während oder nach einem Praktikumsbesuch von Studierenden bearbeitet werden können. Solche Zugänge könnten z. B. aus einer Kombination aus fachmethodischen Konzepten, Erläuterungen, Aufgaben und Rückmeldungen bestehen und erscheinen vielversprechend, da sie einfach in bereits bestehende Praktika implementiert werden können (Ortmann et al., 2022; Reith & Nehring, 2022).

Literaturverzeichnis

- Abraham, M. R. (2011). What can be learned from laboratory activities? Revisiting 32 years of research. *Journal of Chemical Education*(88), 1020–1025.
- Abrahams, I. & Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30, 1945–1969. <https://doi.org/10.1080/09500690701749305>
- Agustian, H. Y. & Seery, M. K. (2017). Reasserting the role of pre-laboratory activities in chemistry education: a proposed framework for their design. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(4), 518–532.
- Akuma, F. V. & Callaghan, R. (2019). A systematic review characterizing and clarifying intrinsic teaching challenges linked to inquiry-based practical work. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(5), 619–648. <https://doi.org/10.1002/tea.21516>
- Alaee, D. Z., Campbell, M. K. & Zwickl, B. M. (2022). Impact of virtual research experience for undergraduates experiences on students' psychosocial gains during the COVID-19 pandemic. *Physical Review Physics Education Research*, 18(1). <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.010101>
- Alfieri, L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J. & Tenenbaum, H. R. (2011). Does discoverybased instruction enhance learning? *Journal of Educational Psychology*, 103(1), 1–18. <https://doi.org/10.1037/a0021017>
- Arnold, J. C., Boone, W. J., Kremer, K. & Mayer, J. (2018). Assessment of Competencies in Scientific Inquiry Through the Application of Rasch Measurement Techniques. *Education Science*, 8(4), 184. <https://doi.org/10.3390/educsci8040184>
- Arnold, J. C., Kremer, K. & Mayer, J. (2012). Wissenschaftliches Denken beim Experimentieren – Kompetenzdiagnose in der Sekundarstufe II. In D. Krüger, A. Upmeyer zu Belzen, P. Schmie-mann, A. Möller, Elster & D. (Hrsg.), *Erkenntnisweg Biologiedidaktik* (11. Aufl., S. 7–20).
- Arnold, J. C., Kremer, K. & Mayer, J. (2014). Understanding students' experiments—what kind of support do they need in inquiry tasks? *International Journal of Science Education*, 36(16), 2719–2749.
- ASIIN. (2019a, 29. März). *Fachspezifisch Ergänzende Hinweise des Fachausschusses 09 – Chemie: zur Akkreditierung von Bachelor- und Masterstudiengängen der Chemie*. https://www.asiin.de/files/content/kriterien/ASIIN_FEH_09_Chemie_2019-03-29.pdf
- ASIIN. (2019b, 28. Juni). *Fachspezifisch Ergänzende Hinweise des Fachausschusses 10 – Biowissenschaften: zur Akkreditierung von Bachelor- und Masterstudiengängen der Biowissenschaften*. https://www.asiin.de/files/content/kriterien/ASIIN_FEH_10_Biowissenschaften_2019-06-28.pdf
- ASIIN. (2020, 20. März). *Fachspezifisch Ergänzende Hinweise des Fachausschusses 13 – Physik: Zur Akkreditierung von Bachelor- und Masterstudiengängen der Physik und verwandter physikalisch orientierter Studiengänge*. https://www.asiin.de/files/content/kriterien/ASIIN_FEH_13_Physik_2020-03-20.pdf

- Baur, A. & Emden, M. (2021). How to open inquiry teaching? An alternative teaching scaffold to foster students' inquiry skills. *Chemistry Teacher International*, 3(1).
<https://doi.org/10.1515/cti-2019-0013>
- Belland, B. R., Kim, C. & Hannafin, M. J. (2013). A framework for designing scaffolds that improve motivation and cognition. *Educational Psychologist*, 48(4), 243–270.
<https://doi.org/10.1080/00461520.2013.838920>
- Bevins, S. & Price, G. (2016). Reconceptualising inquiry in science education. *International Journal of Science Education*, 38(1), 17–29. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1124300>
- Blanchard, M. R., Southerland, S. A., Osborne, J. W., v. d. Sampson, Annetta, L. A. & Granger, E. (2010). Is inquiry possible in light of accountability? A quantitative comparison of the relative effectiveness of guided inquiry and verification laboratory instruction. *Science Education*, 94(4), 577–616. <https://doi.org/10.1002/sce.20390>
- Blumenfeld, P. C., Kempler, T. M. & Krajcik, J. S. (2005). Motivation and cognitive engagement in learning environments. In K. Sawyer (Hrsg.), *Cambridge handbook of the learning sciences* (S. 475–488). Cambridge University Press.
- Börlin, J. & Labudde, P. (2014). Practical work in physics instruction: An opportunity to learn? In H. E. Fischer, P. Labudde, K. Neumann & L. Viiri (Hrsg.), *Quality of Instruction in Physics: Comparing Finland, Germany and Switzerland* (S. 111–127). Waxmann.
- Boud, D. J., Dunn, J., Kennedy, T. & Thorley, R. (1980). The aims of science laboratory courses: A survey of students, graduates and practising scientists. *European Journal of Science Education*, 2(4), 415–428.
- Brennan, R. L. & Prediger, D. J. (1981). Coefficient kappa: Some uses, misuses, and alternatives. *Educational and Psychological Measurement*, 41(3), 687–699.
- Buck, L. B., Bretz, S. L. & Towns, M. H. (2008). Characterizing the level of inquiry in the undergraduate laboratory. *Journal of college science teaching*, 38(1), 52–58.
- Bühner, M. (2011). *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion* (2. Aufl.). Pearson Studium.
- Bunterm, T., Lee, K., Ng Lan Kong, J., Srikoon, S., Vangpoomyai, P., Rattanavongsa, J. & Rachahoon, G. (2014). Do different levels of inquiry lead to different learning outcomes? A comparison between guided and structured inquiry. *International Journal of Science Education*, 32(12), 1937–1959. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.886347>
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2. Auflage). Lawrence Erlbaum Associates.
- Dean, D. & Kuhn, D. (2007). Direct instruction vs. discovery: The long view. *Science Education*, 91(3), 384–397. <https://doi.org/10.1002/sce.20194>
- Dimbath, O. & Sebald, G. (2022). Erwartung. In *Handbuch Sozialwissenschaftliche Gedächtnisforschung* (S. 1–19). Springer Fachmedien.
- Döring, N. & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften* (5. Aufl.). Springer-Verlag.
- Eichler, H. J., Kronfeldt, H. D. & Sahm, J. (2006). *Das neue physikalische Grundpraktikum*. Springer-Verlag.

- Emden, M. (2011). *Prozessorientierte Leistungsmessung des naturwissenschaftlich-experimentellen Arbeitens. Eine vergleichende Studie zu Diagnoseinstrumenten zu Beginn der Sekundarstufe*. Logos Verlag.
- Emden, M. & Sumfleth, E. (2016). Assessing students' experimentation pro-cesses in guided inquiry. *International Journal of Science an Mathematics Education*, 14(1), 29–54. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9564-7>
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics: And sex and drugs and rock 'n' roll* (4. Auflage). Sage.
- Gerstenmaier, J. & Mandl, H. (1995). Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. *Zeitschrift für Pädagogik*, 41(6), 867–888. <https://doi.org/10.25656/01:10534>
- Göhner, M. & Krell, M. (2020). Qualitative Inhaltsanalyse in naturwissenschaftsdidaktischer Forschung unter Berücksichtigung von Gütekriterien: Ein Review. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 26, 207–225. <https://doi.org/10.1007/s40573-020-00111-0>
- Graf, D. (2013). *Experimente für den Biologieunterricht: Erkenntnisgewinnung und kompetenzorientierte Vermittlung biologischer Inhalte*.
- Haller, K. (1999). *Über den Zusammenhang von Handlungen und Zielen. Eine empirische Untersuchung zu Lernprozessen im physikalischen Praktikum*. Logos Verlag.
- Hammann, M., Thanh Hoi Phan, T., Ehmer, M. & Bayrhuber, H. (2006). Fehlerfrei Experimentieren. *Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Unterricht*, 59(5), 292–299.
- Hild, P., Buff, A., Gut, C. & Parchmann, I. (2020). Adaptives kompetenzbezogenes Feedback beim selbstständigen praktisch-naturwissenschaftlichen Arbeiten. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 26(1), 19–35. <https://doi.org/10.1007/s40573-020-00109-8>
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G. & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and Achievement in Problem-Based and Inquiry Learning: A Response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99–107.
- Hofstein, A. & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28–54.
- Holmes, N. G. & Lewandowski, H. J. (2020). Investigating the landscape of physics laboratory instruction across North America. *Physical Review Physics Education Research*, 16.
- Holmes, N. G. & Wieman, C. E. (2018). Introductory physics labs: we can do. *Physics Today*, 71, 1–38. <https://doi.org/10.1063/PT.3.3816>
- Hopf, C. (2008). Qualitative Interviews – ein Überblick. In E. von Kardorff, U. Flick & I. Steinke (Hrsg.), *Qualitative Forschung. Ein Handbuch* (S. 349–360). Rowohlt Taschenbuch-Verlag.
- Höttecke, D. & Hopf, M. (2018). Schülervorstellungen zur Natur der Naturwissenschaften. In H. Schecker, T. Wilhelm, M. Hopf, R. Duit & H. Fischler (Hrsg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht* (S. 271–287). Springer Verlag.
- Jahnke, J. (1982). Wie Erwartungen entstehen. In *Sozialpsychologie der Schule. Grundlagen der Psychologie*. VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-322-87362-0_7
- Johnstone, A. H. & Wham, A. J. B. (1982). The demands of practical work. *Eduction in Chemistry*, 19(3), 71–73.

- Jonkisz, E., Moosbrugger, H. & Brandt, H. (2012). Planung und Entwicklung von Tests und Fragebogen. In H. Moosbrugger & A. Kelava (Hrsg.), *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (S. 27–74). Springer.
- Joußen, N., Thiel, J. & Heinke, H. (2019). Scaffolding im Anfängerpraktikum für Lehramtsstudierende. In *PhyDid B-Didaktik der Physik: Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*.
- Kalthoff, B., Theyssen, H. & Schreiber, N. (2018). Explicit promotion of experimental skills. And what about the content-related skills? *International Journal of Science Education*, 40(11), 1305–1326. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1477262>
- Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P. & Sweller, J. (2003). The expertise reversal effect. *Educational Psychologist*, 38(1), 23–31. <https://doi.org/10.4018/978-1-60566-048-6.ch003>
- Kirschner, P. & Meester, M [M.A.M.] (1988). The laboratory in higher science education, problems, premises and objectives. *Studies in Higher Education*, 17, 81–98.
- Kirschner, P., Meester, M [M.], Middelbeek, E. & Hermans, H. (1993). Agreement between student expectations, experiences and actual objectives of practicals in the natural sciences at the Open university of The Netherlands. *International Journal of Science Education*, 15(2), 175–197. <https://doi.org/10.1080/0950069930150206>
- Kirschner, P. A., Sweller, J. & Clark, R. E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75–86.
- KMK. (2017, 16. Februar). *Qualifikationsrahmen für deutsche Hochschulabschlüsse: Im Zusammenwirken von Hochschulrektorenkonferenz und Kultusministerkonferenz und in Abstimmung mit Bundesministerium für Bildung und Forschung erarbeitet und von der Kultusministerkonferenz am 16.02.2017 beschlossen*. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2017/2017_02_16-Qualifikationsrahmen.pdf
- Krell, M., Vorholzer, A. & Nehring, A. (2022). Scientific reasoning in science education: From global measures to fine-grained descriptions of students' competencies. *Education Science*, 12(2), 97. <https://doi.org/10.3390/educsci12020097>
- Kuckartz, U. (2018). *Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Computerunterstützung*. Beltz Juventa.
- Lazonder, A. W. & Harmsen, R. (2016). Meta-Analysis of Inquiry-Based Learning: Effects of Guidance. *Review of Educational Research*, 83(3), 681–718. <https://doi.org/10.3102/0034654315627366>
- Lederman, J. S., Lederman, N. G., Bartos, S. A., Bartels, S. L., Meyer, A. A. & Schwartz, R. S. (2014). Meaningful assessment of learners' understandings about scientific inquiry—The views about scientific inquiry (VASI) questionnaire. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(1), 65–83.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: past, present, and future. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Hrsg.), *Handbook of research on science education*. N.J: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lorch, R. F., Lorch, E. P., Calderhead, W. J., Dunlap, E. E., Hodell, E. C. & Freer, B. D. (2010). Learning the control of variables strategy in higher and lower achieving classrooms: Contributions of

- explicit instruction and experimentation. *Journal of Educational Psychology*, 102(1), 90–101. <https://doi.org/10.1037/a0017972>
- Lunetta, V. N. (1998). The school science laboratory: Historical perspectives and centers for contemporary teaching. *International handbook of science education*, 1, 249–262.
- Matlen, J. B., Klahr & D. (2013). Sequential effects of high and low instructional guidance on children's acquisition of experimentation skills: Is it all in the timing? *Instructional Science*, 41(3), 621–634. <https://doi.org/10.1007/s11251-012-9248-z>
- Mayring, P. (2010). *Qualitative Inhaltsanalyse – Grundlagen und Techniken* (11. Aufl.). Beltz.
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (12., überarbeitete Auflage). Beltz.
- McComas, W. F. & Olson, J. K. (1998). The nature of science in international science education standards documents. In W. F. McComas (Hrsg.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies*. Dordrecht: Kluwer.
- Merli, A., Kanngießer, B. & Möller, T. (2020). Kreatives forschendes Lernen im Projektlabor Physik fördern. In C. Terkowsky, D. May, S. Frye, T. Haertel, T. R. Ortelt, S. Heix & K. Lensing (Hrsg.), *Labore in der Hochschullehre: Didaktik, Digitalisierung, Organisation*. wbv Media.
- Minstrell, J. (2000). Implications for teaching and learning inquiry: A summary. In J. Minstrell & E. van Zee (Hrsg.), *Inquiring into inquiry learning and teaching in science* (S. 471–496).
- Möhring, W. & Schlütz, D. (2010). *Die Befragung in der Medien- und Kommunikationswissenschaft*. VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Moosbrugger, H. & Kelava, A. (Hrsg.). (2012). *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion*. Springer.
- Nagel, C., Scholz, R. & Weber, K. A. (2018). Umfrage zu den Lehr/Lernzielen in physikalischen Praktika. In *PhyDid B-Didaktik der Physik: Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*.
- Nawrath, D., Maiseyenko, V. & Schecker, H. (2011). Experimentelle Kompetenz - Ein Modell für die Unterrichtspraxis. *Praxis der Naturwissenschaften - Physik in der Schule*, 60(6), 42–49.
- Nehring, A. (2014). *Wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen im Fach Chemie: Eine kompetenzorientierte Modell- und Testentwicklung für den Bereich der Erkenntnisgewinnung*. Logos.
- Nehring, A., Stiller, J., Nowak, K. H., Belzen, A. U. zu & Tiemann, R. (2016). Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen im Chemieunterricht – eine modellbasierte Videostudie zu Lerngelegenheiten für den Kompetenzbereich der Erkenntnisgewinnung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 22(1), 77–96.
- Niebert, K. & Gropengießer, H. (2014). Leitfadengestützte Interviews. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 121–132). Springer.
- Nohl, A.-M. (2017). *Interview und dokumentarische Methode. Anleitungen für die Forschungspraxis* (5. Aufl.). Springer.
- Ortmann, J., Graulich, N. & Vorholzer, A. (2022). Chemiestudium: Fragen stellen, Versuche planen, Variablen kontrollieren. *Nachrichten aus der Chemie*, 70(4), 14–17. <https://doi.org/10.1002/nadc.20224123791>

- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. & Duschl, R. (2003). 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.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., Jong, T. de, van Riesen, S. A., Kamp, E. T., Mano-li, C. C., Zacharia, Z. C. & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational research review*, 14, 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.edu-rev.2015.02.003>
- Petermann, V. & Vorholzer, A. (2022). Relationship between Beliefs of Teachers about and Their Use of Explicit Instruction When Fostering Students’ Scientific Inquiry Competencies. *Education Science*, 12(9), 593. <https://doi.org/10.3390/educsci12090593>
- Popper, K. (1994). *Logik der Forschung (Die Einheit der Gesellschaftswissenschaften)* (10. Aufl.). Mohr.
- Rehfeldt, D. (2017). *Erfassung der Lehrqualität naturwissenschaftlicher Experimentalpraktika*. Logos Verlag.
- Reid, N. & Shah, I. (2007). The role of laboratory work in university chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 172–185.
- Reith, M. & Nehring, A. (2022). Fostering Scientific Reasoning Competencies in Undergraduate Laboratories Using “Classical” Kinetics Experiments. *Journal of Chemical Education*. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00340>
- Richardson, J. T. (2011). Eta squared and partial eta squared as measures of effect size in educational research. *Educational research review*, 6(2), 135–147.
- Richardson, V. (1996). The role of attitudes and beliefs in learning to teach. *Handbook of research on teacher education*, 273–290.
- Rönnebeck, S., Bernholt & Ropohl, M. (2016). Searching for a common ground – A literature review of empirical research on scientific inquiry activities. *Studies in Science Education*, 52(2), 161–197. <https://doi.org/10.1080/03057267.2016.1206351>
- Ropohl, M. & Scheuermann, H. (2018). Welche Rückmeldungen wirken am besten? *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 24(1), 151–165. <https://doi.org/10.1007/s40573-018-0080-0>
- Sacher, M. D. & Bauer, A. B. (2020). Kompetenzförderung im Laborpraktikum. In C. Terkowsky, D. May, S. Frye, T. Haertel, T. R. Ortelt, S. Heix & K. Lensing (Hrsg.), *Labore in der Hochschul-lehre: Didaktik, Digitalisierung, Organisation*. wbv Media.
- Schalk, L., Edelsbrunner, P. A., Deiglmayr, A., Schumacher, R. & Stern, E. (2019). Improved application of the control-of-variables strategy as a collateral benefit of inquiry-based physics education in elementary school. *Learning and Instruction*, 59, 34–45. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.09.006>
- Schreiber, N. (2012). *Diagnostik experimenteller Kompetenz – Validierung technologiegestützter Testverfahren im Rahmen eines Kompetenzstrukturmodells*. Logos.
- Schreiber, N., Theyßen, H. & Schecker, H. (2009). Experimentelle Kompetenz messen?! *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*, 8(3), 92–101.

- Schulz, A., Wirtz, M. & Starauschek, E. (2012). Das Experiment in den Naturwissenschaften. *Experimentieren im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. Schüler lernen wissenschaftlich denken und arbeiten*, 15–38.
- Schwab, J. J. (1962). *The teaching of science as enquiry*. Harvard University Press.
- Schwichow, M., Croker, S., Zimmerman, C., Höffler, T. & Härtig, H. (2016). Teaching the control-of-variables strategy: A meta-analysis. *Developmental Review*, 39, 37–63.
<https://doi.org/10.1016/j.dr.2015.12.001>
- Seery, M. K., Agustian, H. Y. & Zhang, X. (2019). A framework for learning in the chemistry laboratory. *Israel Journal of Chemistry*, 59(6-7), 546–553. <https://doi.org/10.1002/ijch.201800093>
- Skott, J. (2014). The promises, problems, and prospects of research on teachers' beliefs. *Handbook of research on teacher education*, 25–42.
- Smith, E. M. & Holmes, N. G. (2020). Evaluating instructional labs' use of deliberate practice to teach critical thinking skills. *Physical Review Physics Education Research*, 16(2), 20150.
- Sonnenschein, I. (2019). *Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsprozesse Studierender im Labor*. Logos Verlag.
- Sweller, J. (2010). Element Interactivity and Intrinsic, Extraneous, and Germane Cognitive Load. *Educational psychology review*, 22(2), 123–138. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9128-5>
- Sweller, J. (2011). Cognitive load theory. In J. P. Mestre & B. H. Ross (Hrsg.), *Psychology of learning and motivation* (S. 37–76). Academic Press.
- Sweller, J., Kirschner, P. A. & Clark, R. E. (2007). Why Minimally Guided Teaching Techniques Do Not Work: A Reply to Commentaries, 42(2), 115–121.
- Taylor, J. R. (1997). *An Introduction to Error Analysis: The Study of Uncertainties in Physical Measurements* (2. Aufl.). University Science Books.
- Teichmann, E., Lewandowski, H. J. & Alemani, M. (2022). Investigating students' views of experimental physics in German laboratory classes. *Physical Review Physics Education Research*, 18(1).
- Terkowsky, C., May, D., Frye, S., Haertel, T., Ortelt, T. R., Heix, S. & Lensing, K. (Hrsg.). (2020). *Labor in der Hochschullehre: Didaktik, Digitalisierung, Organisation*. wbv Media.
- Tiberghien, A., Veillard, L., Le Maréchal, J. F., Buty, C. & Millar, R. (2001). An analysis of labwork tasks used in science teaching at upper secondary school and university levels in several European countries. *Science Education*, 85(5), 483–508.
- Tiemann, R. & Körbs, C. (2014). Die Fragebogenmethode, ein Klassiker der empirischen didaktischen Forschung. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 283–295). Springer.
- Tobin, K. (1990). Research on science laboratory activities: In pursuit of better questions and answers to improve learning. *School Science and Mathematics*, 90(5), 403–418.
- Tyler, F. (1988). *A Laboratory Manual of Physics* (6. Aufl.). Arnold.
- Volkwyn, T. S., Allie, S., Buffler, A. & Lubben, F. (2008). Impact of a conventional introductory laboratory course on the understanding of measurement. *Physical Review Physics Education Research*, 4(1).

- von Aufschnaiter, C. & Hofmann, J. (2014). Kompetenz und Wissen – Wechselseitige Zusammenhänge und Konsequenzen für die Unterrichtsplanung. *Der mathematisch und naturwissenschaftliche Unterricht*, 67(1), 10–16.
- Vorholzer, A. (2016). *Wie lassen sich Kompetenzen des experimentellen Denkens und Arbeitens fördern? Eine empirische Untersuchung der Wirkung eines expliziten und eines impliziten Instruktionsansatzes*. Logos Verlag.
- Vorholzer, A., Hägele, J. J. & von Aufschnaiter, C. (2020). Instruktionen kohärent anlegen und Kompetenzaufbau untersuchen: Zugänge und Herausforderungen am Beispiel experimentbezogener Kompetenz. *Unterrichtswissenschaften*, 48(1), 67–89.
<https://doi.org/10.1007/s42010-019-00064-5>
- Vorholzer, A. & von Aufschnaiter, C. (2019). Guidance in inquiry-based instruction – an attempt to disentangle a manifold construct. *International Journal of Science Education*, 2(3), 1–16.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1616124>
- Vorholzer, A., von Aufschnaiter, C. & Boone, W. J. (2020). Fostering upper secondary students' ability to engage in practices of scientific investigation: a comparative analysis of an explicit and an implicit instructional approach. *Research in Science Education*, 50(1), 333–359.
<https://doi.org/10.1007/s11165-018-9691-1>
- Wagensveld, B., Segers, E., Kleemans, T. & Verhoeven, L. (2015). Child predictors of learning to control variables via instruction or self-discovery. *Instructional Science*, 43(3), 365–379.
<https://doi.org/10.1007/s11251-014-9334-5>
- Wan, T., Doty, C. M., Geraets, A. A., Nix, C. A., Saitta, E. K. & Chini, J. J. (2021). Evaluating the impact of a classroom simulator training on graduate teaching assistants' instructional practices and undergraduate student learning. *Physical Review Physics Education Research*, 17(1), 10146.
- Welzel, M., Haller, K., Bandiera, M., Hammelev, D., Koumaras, P., Niedderer, H., Paulsen, A., Robinault, K. & von Aufschnaiter, S. (1998). Ziele, die Lehrende mit dem Experimentieren in der naturwissenschaftlichen Ausbildung verbinden. Ergebnisse einer europäischen Umfrage. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 4(1), 29–44.
- White, B. Y., Shimoda, T. A. & Frederiksen, J. R. (1999). Enabling Students to Construct Theories of Collaborative Inquiry and Reflective Learning: Computer Support for Metacognitive Development. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 10, 151–182.
- Wiberg, N. (2008). Kapitel XIII. Die Gruppe der Chalkogene. In N. Wiberg (Hrsg.), *Lehrbuch der Anorganischen Chemie* (102. Aufl., S. 497–650). de Gruyter.
- Wirtz, M. & Caspar, F. (2002). *Beurteilerübereinstimmung und Beurteilerreliabilität*. Hogrefe-Verlag.
- Wu, D. G., Heim, A. B., Sundstrom, M., Walsh, C. & Holmes, N. G. (2022). Instructor interactions in traditional and nontraditional labs. *Physical Review Physics Education Research*, 18(1).
- Zhang, L. & van Reet, J. (2021). How is “Knowledge” constructed during science activities? Detaching instructional effects of “Playing” and “Telling” to optimize integration of scientific investigations. *Research in Science Education*, 1–15. <https://doi.org/10.1007/s11165-021-09990-w>

Zohar, A. & Peled, B. (2008). The effects of explicit teaching of metastrategic knowledge on low- and high-achieving students. *Learning and Instruction, 18*(4), 337–353.
<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.07.001>

Anhang

A: Ergänzende Tabellen

Tabelle A1

Dunn-Bonferroni post-hoc Test zum paarweisen Vergleich der zugewiesenen Rangplätze zwischen den Disziplinen in der Gruppe Studierender (N = 273)

Teilfähigkeit	Biologie - Chemie			Biologie-Physik			Chemie-Physik		
	<i>p</i>	<i>z</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>z</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>z</i>	<i>r</i>
NDAW lernen (C)	.874	1,055	0,08	.031	2,562	0,18	.497	1,387	0,10
Phänomene erläutern und erklären (A)	.329	1,599	0,12	.031	2,561	0,18	<.999	0,835	0,06
Regeln und/oder Gesetze verifizieren (A)	<.999	0,483	0,04	.035	2,519	0,18	.163	1,924	0,14
Bild eines naturwi. Erkenntnisgewinns aufbauen (D)	.036	-2,511	0,19	.327	-1,603	0,12	.944	1,005	0,08
Fachliche Grundkenntnisse aufbauen (A)	>.999	-0,948	0,07	.022	-2,687	0,19	.319	-1,615	0,12
Freude, Interesse entwickeln (F)	.244	1,743	0,13	.766	-1,138	0,08	.013	-2,853	0,21

Tabelle A2

Dunn-Bonferroni post-hoc Test zum paarweisen Vergleich der zugewiesenen Rangplätze zwischen den Praktikumszeitpunkten in der Gruppe der Studierender (N = 399)

Vergleich (Anzahl an belegten Praktika)	Experimentelle Fertigkeiten aufbauen (B)			Phänomene erläutern und erklären (A)			Bild eines naturwi. Erkenntnisgewinns aufbauen (D)		
	<i>p</i>	<i>z</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>z</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>z</i>	<i>r</i>
0 vs. 1-3	.009	3,170	0,24	.065	-2,547	-0,19	>.999	0,543	0,04
0 vs. 4-6	.004	3,420	0,28	.028	-2,835	-0,24	>.999	0,769	0,06
0 vs. ≥ 7	<.001	4,293	0,30	.001	-3,920	-0,28	.085	2,452	0,17
1-3 vs. 4-6	>.999	0,482	0,03	>.999	-0,490	-0,03	>.999	0,299	0,02
1-3 vs. ≥ 7	>.999	1,239	0,08	.693	-1,574	-0,10	.122	2,320	0,15
4-6 vs. ≥ 7	>.999	0,639	0,04	>.999	-0,940	-0,06	.405	1,829	0,12

Tabelle A3

Häufigkeit und prozentualer Anteil an Lehrenden, welche in der offenen Aufgabe zum Vorkommen der einzelnen NDAW im Praktikum Tätigkeiten mit dem jeweiligen Autonomiegrad beschrieben haben

NDAW	selbst ausführen		teilweise vorgegeben		vorgegeben		zu allgemein beschrieben		<i>N</i> _{Ges}
	<i>N</i>	%	<i>N</i>	%	<i>N</i>	%	<i>N</i>	%	
Fragestellung formulieren	4	13,3	5	16,7	16	53,3	5	16,7	30
Hypothese formulieren	5	15,2	17	51,5	4	12,1	7	21,2	33
Untersuchung planen	12	52,2	10	43,5	1	4,3	0	0,0	23
Untersuchung durchführen	57	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	57
Daten aufbereiten und interpretieren	53	98,1	0	0,0	1	1,9	0	0,0	54
Daten (kritisch) reflektieren	46	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	46
Erkenntnisprozess dokumentieren	60	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	60

Tabelle A4

Häufigkeit und prozentualer Anteil an Studierenden (N = 399) mit den jeweiligen Erwartung an das Vorkommen und die Förderung der einzelnen NDAW-Kompetenzen

NDAW	Anwendungsmöglichkeiten		Beispiel		Regeln und Strategien		Rückmeldung		Keine Elemente	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Fragestellung formulieren	133	33,3	215	53,9	154	38,6	174	43,6	70	17,5
Hypothese formulieren	175	43,9	172	43,1	153	38,3	196	49,1	59	14,8
Untersuchung planen	160	40,1	193	48,4	187	46,9	170	42,6	49	12,3
Untersuchung durchführen	249	62,4	177	44,4	199	49,9	220	55,1	9	2,3
Daten aufbereiten und interpretieren	278	69,7	159	39,8	203	50,9	263	65,9	4	1,0
Daten (kritisch) reflektieren	251	62,9	147	36,8	160	40,1	250	62,7	19	4,8
Erkenntnisprozess dokumentieren	277	69,4	157	39,3	200	50,1	252	63,2	6	1,5

Tabelle A5

Häufigkeit und prozentualer Anteil an Lehrenden, welche angeben, dass die einzelnen NDAW-Kompetenzen in den jeweiligen Formen geprüft werden

NDAW	In formeller Prüfungsform		In informeller Prüfungsform, regelmäßig		In informeller Prüfungsform, wenn es sich ergibt		Wird nicht geprüft		N _{ges}
	N	%	N	%	N	%	N	%	
Fragestellung formulieren	25	46,3	14	25,9	7	13,0	8	14,8	54
Hypothese formulieren	31	51,7	20	33,3	7	11,7	2	3,3	60
Untersuchung planen	20	36,4	20	36,4	8	14,5	7	12,7	55
Untersuchung durchführen	32	46,4	31	44,9	5	7,2	1	1,4	69
Daten aufbereiten und interpretieren	51	76,1	11	16,4	3	4,5	2	3,0	67
Daten (kritisch) reflektieren	41	61,2	14	20,9	9	13,4	3	4,5	67
Erkenntnisprozess dokumentieren	60	85,7	8	11,4	0	0,0	2	2,9	70

Tabelle A6

Dunn-Bonferroni post-hoc Test zum paarweisen Vergleich der eingeschätzten Prüfungsrelevanz der einzelnen NDAW-Kompetenzen sowie der fachlichen Kompetenzen und praktischen Fähigkeiten zwischen den Disziplinen in der Gruppe der Studierenden (N = 273)

Teilfähigkeit	Biologie - Chemie			Biologie-Physik			Chemie-Physik		
	p	z	r	p	z	r	p	z	r
Fachinhaltliche Kompetenzen	.063	2,307	0,17	>.999	-0,344	0,02	.023	-2,664	0,20
Praktische Fähigkeiten	.037	2,506	0,19	.890	-3,535	0,25	.001	-1,044	0,08
Fragestellung formulieren	.424	-1,471	0,11	.001	-3,651	0,26	.134	-2,009	0,15
Hypothese formulieren	.106	-2,104	0,16	.001	-3,580	0,26	.580	-1,300	0,10
Untersuchung planen	.010	2,930	0,22	>.999	0,228	0,02	.004	-3,183	0,24
Daten aufbereiten und interpretieren	.003	3,272	0,25	<.001	4,309	0,31	>.999	0,817	0,06

Tabelle A7

Dunn-Bonferroni post-hoc Test zum paarweisen Vergleich der eingeschätzten Prüfungsrelevanz der einzelnen NDAW-Kompetenzen sowie der fachlichen Kompetenzen und praktischen Fähigkeiten zwischen den Praktikumszeitpunkten in der Gruppe der Studierenden (N = 399)

Vergleich (Anzahl an bereits belegten Praktika)	Praktische Fähigkeiten			Untersuchung durchführen			Daten (kritisch) reflektieren			Erkenntnisweg dokumentieren		
	p	z	r	p	z	r	p	z	r	p	z	r
0 vs. 1-3	.002	3,539	0,27	<.001	4,744	0,36	.197	2,134	0,16	.139	-2,270	0,17
0 vs. 4-6	.027	2,843	0,24	<.001	4,280	0,36	.015	3,032	0,25	>.999	0,171	0,01
0 vs. ≥ 7	<.001	4,882	0,35	<.001	4,744	0,34	.025	2,862	0,20	>.999	0,001	0,00
1-3 vs. 4-6	>.999	-0,614	0,04	>.999	0,269	0,02	>.999	1,187	0,08	.036	2,751	0,20
1-3 vs. ≥ 7	.814	1,492	0,09	>.999	0,071	0,00	>.999	0,801	0,05	.023	2,890	0,18
4-6 vs. ≥ 7	.261	2,019	0,13	>.999	0,216	0,01	>.999	-0,503	0,03	>.999	-0,210	0,01

Tabelle A8

Häufigkeit und prozentualer Anteil an Lehrenden ($N = 19$), welche in Interview zum Vorkommen der einzelnen NDAW im Praktikum Tätigkeiten mit dem jeweiligen Grad an Autonomie beschrieben

NDAW	selbst ausführen		teilweise vorgegeben		vorgegeben		vorgegeben + eine Aufgabe selbst machen	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Untersuchung planen	3	15,8	2	10,5	14	73,7	4	21,1
Daten aufbereiten und interpretieren	15	78,9	4	21,1	0	0,0	-	-

Tabelle A9

Quantitative Ergebnisse der qualitativen Inhaltsanalyse des Kategoriensystems zur kognitiven Domäne der Lernunterstützung und des Grads der konzeptuellen Lernunterstützung ($N = 19$)

Kategoriecode	Untersuchung planen		Daten aufbereiten und interpretieren	
	N	%	N	%
unspezifisch	14	73,7	6	31,6
spezifisch	0	0,0	1	5,3
spezifisch – implizit ja	5	26,3	12	63,2
Spezifisch – explizit ja	2	10,5	8	42,1
Spezifisch – explizit vermutlich	1	5,3	2	10,5
Spezifisch – explizit nein	2	10,5	2	10,5

Tabelle A10

Aufspaltung der Codes des zusammengefassten Kategoriensystems zur Kognitiven Domäne der Lernunterstützung und des Grads der konzeptionellen Lernunterstützung nach den beiden Dimensionen

	Untersuchung planen		Daten aufbereiten und interpretieren	
	N	%	N	%
Kognitive Domäne der Lernunterstützung				
unspezifisch	14	73,7	6	31,6
spezifisch	5	26,3	13	68,4
Grad der konzeptionellen Lernunterstützung (Aufgliederung von spezifisch)				
nur implizite Elemente	2	10,5	2	10,5
nur explizite Elemente	0	0,0	0	0,0
implizite & explizite Elemente	3	15,8	10	52,6

Anmerkung: In dieser Tabelle wurden die Codes "spezifisch - vermutlich explizite Elemente" und "spezifisch - explizite Elemente" als gleichwertig behandelt. Eine Aufschlüsselung der Häufigkeit des Vorkommens der beiden Codes ist in Tab. A9 zu finden.

B: Fragebogen für Lehrende

Im Folgenden ist der Fragebogen aus der Befragung der Lehrenden dargestellt. Die grauen Querlinien kennzeichnen jeweils einen neuen Abschnitt in der Online-Befragung.

Sehr geehrte Praktikumsbetreuende,

im Rahmen eines Promotionsprojekts untersuchen die Institute für Didaktik der Biologie, Chemie und Physik der Justus-Liebig-Universität Gießen, welche Ziele Lehrende an deutschen Hochschulen mit den naturwissenschaftlichen Praktika verbinden und welche Rolle insbesondere naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen in diesen Praktika spielen.

Im Fragebogen werden Sie unter anderem zu den Zielen eines von Ihnen betreuten Praktikums befragt sowie zu Ihren konkreten Erfahrungen aus diesem Praktikum. Es gibt dabei keine „richtigen“ oder „falschen“ Antworten und Sichtweisen. Unser Ziel ist es, ein umfassendes Bild Ihrer ganz persönlichen Einschätzung und Erfahrung zu bekommen.

Die Bearbeitungsdauer des Fragebogens wird etwa 30 Minuten betragen.

Wir danken Ihnen ganz herzlich für Ihre Unterstützung!

Um die Befragung zu öffnen, akzeptieren Sie bitte unsere Datenschutzerklärung [auf Wunsch konnte diese eingesehen werden].

Teil A: Allgemeine Informationen zu Ihrer Person

Zunächst möchten wir etwas über die Rahmenbedingungen Ihres Praktikums erfahren, um Ihre Einschätzungen und Erfahrungen besser einordnen zu können. Sollten Sie mehrere Praktika betreuen, bitten wir Sie darum, sich für die Beantwortung dieser Fragen für ein Praktikum zu entscheiden und die Fragen immer bezogen auf dieses Praktikum zu beantworten. Uns ist bewusst, dass viele Praktika bedingt durch die anhaltende Corona-Pandemie gegenwärtig nicht in ihrer typischen Form stattfinden. Wir möchten Sie deshalb bitten, alle Fragen bezogen auf den regulären Praktikumsbetrieb zu beantworten, zu dem wir hoffentlich bald wieder zurückkehren können.

A 1

Was ist Ihre Rolle im Praktikum?

- Praktikumsverantwortliche*r / Praktikumsleiter*in
- angestellte*r Assistent*in / Betreuer*in (z. B. wissenschaftliche*r Mitarbeiter*in)
- studentische*r Assistent*in / Betreuer*in mit Abschluss
- studentische*r Assistent*in / Betreuer*in ohne Abschluss
- Sonstige (bitte ausfüllen):

A 2

Welcher naturwissenschaftlichen Disziplin fühlen Sie sich am ehesten zugehörig?

- Biologie
- Chemie
- Physik
- Sonstige (bitte ausfüllen):

A 3a

Zu welchem Fach- bzw. Inhaltsgebiet gehört Ihr Praktikum am ehesten?

Biologie

Chemie

Physik

A 3b (Biologie)

WENN Biologie, DANN (Mehrfachauswahl möglich):

Zu welchem Inhaltsgebiet der Biologie gehört Ihr Praktikum am ehesten?

	Zoologie	Botanik	Mikrobiologie
Evolution	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ökologie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Morphologie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Physiologie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zellbiologie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Genetik	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Biochemie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

A 3b (Chemie)

WENN Chemie, DANN (Mehrfachauswahl möglich):

Zu welchem Inhaltsgebiet der Chemie gehört Ihr Praktikum am ehesten?

Anorganische Chemie

Analytische Chemie

Organische Chemie

Physikalische Chemie

Lebensmittelchemie

Biochemie

Sonstiges (bitte ausfüllen):

A 4

Welchen Abschluss streben Studierende an, die typischerweise Ihr Praktikum belegen? (Mehrfachauswahl möglich)

Bachelor

Master

Staatsexamen

andere:

A 5

Aus welcher Studiengruppe stammen die Studierenden in Ihrem Praktikum typischerweise? (Mehrfachauswahl möglich)

Hauptfach

Nebenfach

Lehramt

A 5

Handelt es sich bei Ihrem Praktikum eher um ein Anfängerpraktikum oder eher um ein Praktikum für Fortgeschrittene (z. B. für Studierende, die typischerweise schon über Praktikumserfahrung aus vorangegangenen Praktika verfügen)?

Eher für Anfänger

Eher für Fortgeschrittene

Sowohl als auch

Teil B: Ziele von naturwissenschaftlichen Praktika**B 1**

Was sind aus Ihrer Sicht die (max.) drei wichtigsten Ziele Ihres Praktikums? (Was sollen Studierenden in Ihrem Praktikum auf jeden Fall lernen?)

1.	
----	--

2.	
----	--

3.	
----	--

B 2

In der Literatur und in curricularen Vorgaben findet sich ein breites Spektrum von Zielen, zu den naturwissenschaftliche Praktika einen Beitrag leisten können. In der nächsten Frage möchten wir mehr darüber erfahren, welche Rolle diese Ziele in naturwissenschaftlichen Praktika im Allgemeinen spielen sollten. Sortieren Sie dazu bitte die folgenden Ziele nach ihrer Relevanz. Beginnen Sie oben mit dem Ziel, dass aus Ihrer Sicht in naturwissenschaftliche Praktika am relevantesten sein sollte.

Studierende sollen biologische / chemische / physikalische Grundkenntnisse aufbauen.
Studierende sollen lernen, biologische / chemische / physikalische Phänomene zu erzeugen oder aufzufinden und sie zu beschreiben.
Studierende sollen lernen, biologische / chemische / physikalische Phänomene zu erläutern / erklären.
Studierende sollen lernen, biologische / chemische / physikalische Regeln und / oder Gesetzmäßigkeiten zu verifizieren.
Studierende sollen experimentelle Fertigkeiten aufbauen, z. B. zum Umgang mit bestimmten Messgeräten und Versuchsaapparaturen oder zur Durchführung bestimmter Nachweise.
Studierende sollen lernen, naturwissenschaftlich zu denken und zu arbeiten, z. B. ein aussagekräftiges Experiment zu planen, Daten auszuwerten und eigene Erkenntnisprozesse zu dokumentieren.
Studierende sollen ein angemessenes Bild davon aufbauen, wie in den Naturwissenschaften neue Erkenntnisse gewonnen werden.
Studierende sollen allgemeine Problemlösekompetenz aufbauen.
Studierende sollen Sozialkompetenz und Teamfähigkeit aufbauen.
Studierende sollen Freude und Interesse an Biologie / Physik / Chemie entwickeln.
Studierende sollen Interesse am wissenschaftlichen Arbeiten entwickeln.

B 3a

Neben der allgemeinen Relevanz dieser Ziele in Praktika interessiert uns auch, wie Sie die Relevanz dieser Ziele mit Blick auf Ihr Praktikum einschätzen. Würde sich in Ihrer Sortierung oben etwas ändern, wenn Sie die Relevanz der Ziele nur für Ihr Praktikum einschätzen?

- An der Reihenfolge würde sich nichts ändern
- An der Reihenfolge würde sich etwas ändern

B 3b (An der Reihenfolge würde sich etwas ändern)

WENN 3a mit „An der Reihenfolge würde sich etwas ändern“ angekreuzt wurde, DANN:

Sortieren Sie die folgenden Ziele nun bitte nach ihrer Relevanz für Ihr Praktikum. Beginnen Sie oben mit dem Ziel, dass am relevantesten ist.

Studierende sollen biologische / chemische / physikalische Grundkenntnisse aufbauen.
Studierende sollen lernen, biologische / chemische / physikalische Phänomene zu erzeugen oder aufzufinden und sie zu beschreiben.
Studierende sollen lernen, biologische / chemische / physikalische Phänomene zu erläutern / erklären.
Studierende sollen lernen, biologische / chemische / physikalische Regeln und / oder Gesetzmäßigkeiten zu verifizieren.
Studierende sollen experimentelle Fertigkeiten aufbauen, z. B. zum Umgang mit bestimmten Messgeräten und Versuchsapparaturen oder zur Durchführung bestimmter Nachweise.
Studierende sollen lernen, naturwissenschaftlich zu denken und zu arbeiten, z. B. ein aussagekräftiges Experiment zu planen, Daten auszuwerten und eigene Erkenntnisprozesse zu dokumentieren.
Studierende sollen ein angemessenes Bild davon aufbauen, wie in den Naturwissenschaften neue Erkenntnisse gewonnen werden.
Studierende sollen allgemeine Problemlösekompetenz aufbauen.
Studierende sollen Sozialkompetenz und Teamfähigkeit aufbauen.
Studierende sollen Freude und Interesse an Biologie / Physik / Chemie entwickeln.
Studierende sollen Interesse am wissenschaftlichen Arbeiten entwickeln.

Teil C: Rolle der Kompetenzen in naturwissenschaftlichen Praktika

C.1

Aus dem weiten Spektrum der Ziele, die im Kontext naturwissenschaftlicher Praktika relevant sind, möchten wir in dieser Befragung vor allem die Rolle der Kompetenzen des naturwissenschaftlichen Denkens und Arbeitens in den Blick nehmen. Im Folgenden möchten wir mehr darüber erfahren, welche Rolle die folgenden Kompetenzen in naturwissenschaftlichen Praktika spielen sollten und welche Rolle sie in Ihrem Praktikum spielen.

Geben Sie in dieser Frage bitte an, welche Rolle die folgenden Kompetenzen allgemein in naturwissenschaftlichen Praktika spielen sollten.

	Sollte keine Rolle spielen.	Sollte kaum eine Rolle spielen.	Sollte teilweise eine Rolle spielen.	Sollte eine große Rolle spielen.	Sollte eine zentrale Rolle spielen.
Studierende können naturwissenschaftliche Fragestellungen formulieren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Studierende können Hypothesen über den Ausgang einer Untersuchung formulieren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Studierende können Untersuchungen planen (z. B. Experimente, Beobachtungen, Vergleiche).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Studierende können Untersuchungen durchführen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Studierende können ihre Erkenntnisprozesse dokumentieren (z. B. Protokolle anfertigen).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Studierende können Daten aufbereiten und auswerten (z. B. rechnerisch, tabellarisch oder grafisch).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Studierende können Daten (kritisch) interpretieren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

C2

Geben Sie in dieser Frage bitte an, welche Rolle die folgenden Kompetenzen in Ihrem Praktikum spielen.

Spielt in meinem Praktikum ...	... keine Rolle.	... kaum eine Rolle.	... teilweise eine Rolle.	... eine große Rolle.	... eine zentrale Rolle.
Studierende können naturwissenschaftliche Fragestellungen formulieren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Studierende können Hypothesen über den Ausgang einer Untersuchung formulieren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Studierende können Untersuchungen planen (z. B. Experimente, Beobachtungen, Vergleiche).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Studierende können Untersuchungen durchführen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Studierende können ihre Erkenntnisprozesse dokumentieren (z. B. Protokolle anfertigen).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Studierende können Daten aufbereiten und auswerten (z. B. rechnerisch, tabellarisch oder grafisch).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Studierende können Daten (kritisch) interpretieren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

C 3

Nun möchten wir gerne mehr darüber erfahren, welche Anforderungen Sie bezüglich der unten genannten Kompetenzen an die Studierenden in Ihrem Praktikum haben.

Die Kompetenz...	... muss von den Studierenden mitgebracht werden und wird im Praktikum gebraucht.	...soll von den Studierenden im Praktikum (neu) aufgebaut / gelernt werden.	...spielt im Praktikum keine Rolle.
Studierende können naturwissenschaftliche Fragestellungen formulieren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Studierende können Hypothesen über den Ausgang einer Untersuchung formulieren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Studierende können Untersuchungen planen (z. B. Experimente, Beobachtungen, Vergleiche).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Studierende können Untersuchungen durchführen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Studierende können ihre Erkenntnisprozesse dokumentieren (z. B. Protokolle anfertigen).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Studierende können Daten aufbereiten und auswerten (z. B. rechnerisch, tabellarisch oder grafisch).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Studierende können Daten (kritisch) interpretieren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

WENN in Frage C 3 bei „[...] naturwissenschaftliche Fragestellungen formulieren“ „Die Kompetenz muss von den Studierenden mitgebracht werden und wird im Praktikum gebraucht“ ausgewählt wurde, DANN werden Fragen C 4 – C 5 angezeigt (analog für anderen Kompetenzen aus Frage C 3).

C 4

Sie haben angegeben, dass Studierende die Kompetenz „naturwissenschaftliche Fragestellungen formulieren“ in Ihr Praktikum mitbringen müssen und die Kompetenz in Ihrem Praktikum gebraucht wird. Könnten Sie ein bis zwei beispielhafte Situationen skizzieren, in denen die Studierende diese Kompetenzen brauchen bzw. anwenden müssen?

C 5a

(Wie) wird geprüft, ob die Studierenden über die Kompetenz „naturwissenschaftliche Fragestellungen formulieren“ verfügen?

- In einem formellen Setting (z. B. in einem Kolloquium, Protokoll)
- In einem informellen Setting, regelmäßig (z. B. in einem persönlichen Gespräch während des Praktikums)
- In einem informellen Setting, selten (z. B. in einem persönlichen Gespräch, wenn es sich zufällig ergibt)
- Wird nicht geprüft

C 5b (in formellen Setting)

WENN in Frage 5a „In einem formellen Setting“ angekreuzt wurde, DANN:

Bitte spezifizieren Sie, wie die Kompetenz „naturwissenschaftliche Fragestellungen formulieren“ in einem formellen Setting geprüft wird.

- In einem Kolloquium o. Ä. vor Beginn des Praktikumsversuchs / der Untersuchung
- Als Teil der Dokumentation des Versuchs / der Untersuchung (z. B. im Protokoll)
- Als Teil einer Prüfungsleistung nach der Untersuchung bzw. Praktikum (z. B. Klausur, mündliche Prüfung)
- Sonstige (bitte ausfüllen):

WENN in Frage C 3 bei „Studierende können naturwissenschaftliche Fragestellungen formulieren“ „Die Kompetenz soll von den Studierenden im Praktikum (neu) aufgebaut / gelernt werden“ ausgewählt wurde, DANN werden Fragen C 6 – C 8 angezeigt (analog für alle anderen Kompetenzen aus Frage C 3).

C 6a

Sie haben angegeben, dass Studierende in Ihrem Praktikum die Kompetenz „naturwissenschaftliche Fragestellungen formulieren“ (neu) aufbauen / lernen sollen. Gibt es Situationen in Ihrem Praktikum, in denen die Kompetenz gebraucht / angewendet wird?

- Ja
- Nein

C 6b (Ja)

WENN in Frage C 6a „Ja“ angekreuzt wurde, DANN:

Könnten Sie ein bis zwei beispielhafte Situationen skizzieren, in denen die Kompetenz „naturwissenschaftliche Fragestellungen formulieren“ in Ihrem Praktikum gebraucht / angewendet wird?

C 7a

Gibt es über die Anwendungsmöglichkeiten hinaus ein ergänzendes Lern- oder Förderangebot, indem die Studierenden die Kompetenz „naturwissenschaftliche Fragestellungen formulieren“ aufbauen können?

- Ja
- Nein

C 7b (Ja)

WENN in Frage C 7a „Ja“ angekreuzt wurde, DANN:

Könnten Sie an einem kurzen Beispiel erläutern, wie dieses Lern- bzw. Förderangebot aussieht?

C 8a

(Wie) wird geprüft, ob die Studierenden die Kompetenz „naturwissenschaftliche Fragestellungen formulieren“ aufgebaut haben?

- In einem formellen Setting (z. B. in einem Kolloquium, Protokoll)
- In einem informellen Setting, regelmäßig (z. B. in einem persönlichen Gespräch während des Praktikums)
- In einem informellen Setting, selten (z. B. in einem persönlichen Gespräch, wenn es sich zufällig ergibt)
- Wird nicht geprüft

C 8b (in formellen Setting)

WENN in Frage C 8a „In einem formellen Setting“ angekreuzt wurde, DANN:

Könnten Sie angeben, inwiefern Sie in einem formellen Setting prüfen, ob die Studierenden die Kompetenz „naturwissenschaftliche Fragestellungen formulieren“ aufgebaut haben?

- In einem Kolloquium o. Ä. vor Beginn des Praktikumsversuchs / der Untersuchung
- Als Teil der Dokumentation des Versuchs / der Untersuchung (z. B. im Protokoll)
- Als Teil einer Prüfungsleistung nach der Untersuchung bzw. Praktikum (z. B. Klausur, mündliche Prüfung)
- Sonstige (bitte ausfüllen):

Teil D: Abschluss**D 1**

Wir würden gerne mit einigen Teilnehmer*innen im Anschluss an diese Befragung ein kurzes Interview zum Thema naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten in den Praktika führen, um ein noch genaueres Bild Ihrer Perspektiven und Erfahrungen zu bekommen. Wenn Sie grundsätzlich dazu bereit sind, an einem solchen Interview teilzunehmen, hinterlassen Sie bitte im Feld unten Ihre E-Mail-Adresse, damit wir Sie kontaktieren können. Ihre E-Mail-Adresse wird in jedem Fall getrennt von den Antworten im Fragebogen gespeichert, nicht mit den Fragebogendaten in Verbindung gebracht und ausschließlich zum Zweck der Kontaktaufnahme genutzt.

Vielen herzlichen Dank dafür, dass Sie sich die Zeit genommen haben, um an unsere Befragung teilzunehmen.

Herzliche Grüße und gute Gesundheit

Julia Ortmann, Prof. Andreas Vorholzer, Prof. Nicole Graulich und Prof. Dittmar Graf

C: Fragebogen für Studierende

Im Folgenden ist der Fragebogen aus der Befragung der Studierenden dargestellt. Die grauen Querlinien kennzeichnen jeweils eine neue Seite in der Online-Befragung.

Sehr geehrte Studierende,

im Rahmen eines Promotionsprojekts untersuchen die Institute für Didaktik der Chemie und Physik der Justus-Liebig-Universität Gießen, welche Ziele mit naturwissenschaftlichen Praktika an Hochschulen verbunden werden und welche Rolle insbesondere naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen in diesen Praktika spielen.

Dazu möchten wir sowohl Studierende befragen, die bereits naturwissenschaftliche Praktika in ihrem Studium belegt haben, als auch Studierende, in deren Studiengang naturwissenschaftliche Praktika vorgesehen sind, sie aber noch keins belegt haben. Bei den Fragen gibt es keine „richtigen“ oder „falschen“ Antworten und Sichtweisen. Unser Ziel ist es, ein umfassendes Bild Ihrer ganz persönlichen Einschätzung und Erfahrung zu bekommen.

Die Befragung dauert insgesamt ca. 15 Minuten. Sie haben jederzeit die Möglichkeit, die Bearbeitung zu unterbrechen und zu einem späteren Zeitpunkt fortzusetzen.

Wir danken Ihnen ganz herzlich für Ihre Unterstützung!

Julia Ortmann, Prof. Andreas Vorholzer, Prof. Nicole Graulich und Prof. Dittmar Graf

Um die Befragung zu öffnen, akzeptieren Sie bitte unsere Datenschutzerklärung [auf Wunsch konnte diese eingesehen werden].

Teil A: Allgemeine Informationen zu Ihrer Person

Zunächst möchten wir etwas über Ihre Person und die Anzahl und Art der belegten naturwissenschaftlichen Praktika in Ihrem Studium erfahren, um Ihre Einschätzungen besser einordnen und vergleichen zu können. Mit naturwissenschaftlichen Praktika bezeichnen wir – in Abgrenzung zu Betriebs- oder Schulpraktika – Module (z. B. Laborpraktika) Ihres Studiengangs, in denen Sie naturwissenschaftliche Untersuchungen (z. B. Versuche) praktisch durchführen.

A 1

Welchen Studiengang studieren Sie?

Biologie

Chemie

Physik

Medizin/Veterinärmedizin

anderen:

A 2

Mit welchem Abschluss endet Ihr aktuelles Studium? (Sollten Sie sich momentan im Bachelor befinden, aber einen Masterabschluss anstreben, kreuzen Sie Bachelor an.)

Bachelor

Master

Staatsexamen

andere:

A 3

In welchem Fachsemester Ihres aktuellen Studiums befinden Sie sich?

A 4

Wie viele naturwissenschaftliche Praktika haben Sie bereits absolviert?

Biologie

Anzahl an bereits belegten Präsenz-Praktika in Biologie:

Anzahl an bereits belegten virtuellen Praktika in Biologie:

Chemie

Anzahl an bereits belegten Präsenz-Praktika in Chemie:

Anzahl an bereits belegten virtuellen Praktika in Chemie:

Physik

Anzahl an bereits belegten Präsenz-Praktika in Physik:

Anzahl an bereits belegten virtuellen Praktika in Physik:

Teil B: Ziele von naturwissenschaftlichen Praktika

Uns ist bewusst, dass viele Praktika bedingt durch die anhaltende Corona-Pandemie gegenwärtig nicht in ihrer typischen Form stattfinden. Dennoch möchten wir Sie darum bitten, zu versuchen, alle Fragen bezogen auf den regulären Praktikumsbetrieb zu beantworten. Sollten Sie noch kein Praktikum belegt haben, beantworten Sie die Fragen bitte immer so, wie sie es erwarten würden.

B 1

Was denken Sie, sind die drei wichtigsten Ziele eines naturwissenschaftlichen Praktikums? (Was sollen Studierende in naturwissenschaftlichen Praktika auf jeden Fall lernen?)

1.

2.

3.

B 2

Lehrende geben verschiedene Ziele an, zu den naturwissenschaftliche Praktika einen Beitrag leisten sollen. In der nächsten Frage möchten wir mehr darüber erfahren, was Sie denken, wie wichtig die Ziele in naturwissenschaftlichen Praktika an der Universität sind.

Sortieren Sie dazu bitte die folgenden Ziele nach ihrer Relevanz.

Wenn Sie schon mindestens ein naturwissenschaftliches Praktikum belegt haben, beginnen Sie oben mit dem Ziel, das aus Ihrer Sicht in diesen Praktika (insgesamt) am relevantesten war/ist.

Wenn Sie noch kein naturwissenschaftliches Praktikum belegt haben, beginnen Sie oben mit dem Ziel, das aus Ihrer Sicht in den Ihn bevorstehenden Praktika am relevantesten sein wird.

Studierende sollen biologische / chemische / physikalische Grundkenntnisse aufbauen.
Studierende sollen lernen, biologische / chemische / physikalische Phänomene zu erzeugen oder aufzufinden und sie zu beschreiben.
Studierende sollen lernen, biologische / chemische / physikalische Phänomene zu erläutern / erklären.
Studierende sollen lernen, biologische / chemische / physikalische Regeln und / oder Gesetzmäßigkeiten zu verifizieren.
Studierende sollen experimentelle Fertigkeiten aufbauen, z. B. zum Umgang mit bestimmten Messgeräten und Versuchsapparaturen oder zur Durchführung bestimmter Nachweise.
Studierende sollen lernen, naturwissenschaftlich zu denken und zu arbeiten, z. B. ein aussagekräftiges Experiment zu planen, Daten auszuwerten und eigene Erkenntnisprozesse zu dokumentieren.
Studierende sollen ein angemessenes Bild davon aufbauen, wie in den Naturwissenschaften neue Erkenntnisse gewonnen werden.
Studierende sollen allgemeine Problemlösekompetenz aufbauen.
Studierende sollen Sozialkompetenz und Teamfähigkeit aufbauen.
Studierende sollen Freude und Interesse an Biologie / Physik / Chemie entwickeln.
Studierende sollen Interesse am wissenschaftlichen Arbeiten entwickeln.

Teil C: Rolle der Kompetenzen in naturwissenschaftlichen Praktika

C 1

Aus dem weiten Spektrum der Ziele, die im Kontext naturwissenschaftlicher Praktika relevant sind, möchten wir in dieser Befragung vor allem die Rolle der Kompetenzen des naturwissenschaftlichen Denkens und Arbeitens in den Blick nehmen.

Im Folgenden möchten wir mehr darüber erfahren, welche Relevanz die folgenden Kompetenzen aus Ihrer Sicht in den von Ihnen belegten naturwissenschaftlichen Praktika hatten/haben (*falls noch kein Praktikum belegt*: haben werden).

Spielt in naturwissenschaftlichen Praktika ...	... keine Rolle.	... kaum eine Rolle.	... teilweise eine Rolle.	... eine große Rolle.	... eine zentrale Rolle.
Studierende können naturwissenschaftliche Fragestellungen formulieren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Studierende können Hypothesen über den Ausgang einer Untersuchung formulieren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Studierende können Untersuchungen planen (z. B. Experimente, Beobachtungen, Vergleiche).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Studierende können Untersuchungen durchführen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Studierende können ihre Erkenntnisprozesse dokumentieren (z. B. Laborjournal oder Protokolle anfertigen).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Studierende können Daten aufbereiten und auswerten (z. B. rechnerisch, tabellarisch oder grafisch).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Studierende können Daten (kritisch) interpretieren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

C 2

Wie relevant war/ist es (falls noch kein Praktikum belegt: wird es sein) aus Ihrer Sicht für das erfolgreiche Erfüllen der Aufgaben, die in naturwissenschaftlichen Praktika an Sie gestellt werden, ...

	relevant	Eher relevant	Eher irrelevant	Irrelevant
... gute biologische / chemische / physikalische Grundkenntnisse zu haben?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... gute experimentelle Fertigkeiten zu besitzen (z. B. zum Umgang mit bestimmten Messgeräten und Versuchsaappareturen oder zur Durchführung bestimmter Nachweise)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... naturwissenschaftliche Fragestellungen formulieren zu können?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... Hypothesen über den Ausgang einer Untersuchung formulieren zu können?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... Untersuchungen planen zu können (z. B. Experimente, Beobachtungen, Vergleiche)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... Untersuchungen durchführen zu können?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... Ihre Erkenntnisprozesse dokumentieren zu können (z. B. Protokolle anfertigen)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... Daten aufbereiten und auswerten zu können (z. B. rechnerisch, tabellarisch oder grafisch)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... Daten (kritisch) interpretieren zu können?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

C 3

Nun möchten wir gerne mehr darüber erfahren, in welcher Weise Sie erwarten, dass die unten genannten naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen im Praktikum thematisiert werden. (Mehrfachantwort möglich)

	Studierende bekommen Gelegenheit, die Arbeitsweise selbst anzuwenden (z. B. Fragen zu formulieren).	Studierende bekommen Beispiele für die sinnvolle Anwendung/Umsetzung der Arbeitsweise vorgelegt (z. B. ausformulierte Fragen).	Studierende bekommen Regeln und Strategien für die Anwendung der Arbeitsweise mitgeteilt und erläutert (z. B. für das Formulieren von Fragen).	Studierende bekommen Rückmeldung dazu, wie gut/sinnvoll sie die Arbeitsweise umgesetzt haben.	Die Arbeitsweise wird vermutlich keine Rolle spielen.
Formulieren von Fragestellungen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Formulieren von Hypothesen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Planen von Untersuchungen (z. B. Experimente, Beobachtungen, Vergleiche)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Durchführen einer Untersuchung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dokumentieren von Erkenntnisprozesse (z. B. Protokolle anfertigen)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aufbereitung und Auswertung von Daten (z. B. rechnerisch, tabellarisch oder grafisch)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
(kritisches) Interpretieren von Daten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Teil D: Abschluss

D 1

Wie zu Beginn angekündigt, haben Sie als Teilnehmer*in die Chance einen von 3 Amazon- Gutscheinen im Wert von je 50 € zu gewinnen. Möchten Sie an der Verlosung teilnehmen?

Ja Nein

D 2

Bitte hinterlassen Sie hier Ihre E-Mail-Adresse, wenn Sie eine der beiden obenstehenden Fragen mit „Ja“ beantwortet haben.

Ihre E-Mail-Adresse wird in jedem Fall getrennt von den Antworten im Fragebogen gespeichert, nicht mit den Fragebogendaten in Verbindung gebracht und ausschließlich zum Zweck der Kontaktaufnahme genutzt.

Vielen herzlichen Dank dafür, dass Sie sich die Zeit genommen haben, an unsere Befragung teilzunehmen.

Herzliche Grüße und gute Gesundheit,

Julia Ortmann, Prof. Andreas Vorholzer und Prof. Nicole Graulich

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich von Herzen bei allen Menschen bedanken, die mich während meiner Promotion begleitet und unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt Andreas Vorholzer, der mich mit großem Engagement durch viele hilfreiche Anmerkungen und Diskussionen unterstützt, gefördert und gefordert hat. Während du mich mit viel Liebe zum Detail gelehrt hast, stets kritisch zu sein, hast du mir gleichzeitig in der durch die Corona-Pandemie geprägten Promotionszeit beigebracht, wie ein Arbeitsleben mit einer gesunden „Work-Life-Balance“ aussehen kann. Mein besonderer Dank gilt auch Nicole Graulich, die mich ebenfalls durch viele hilfreiche Anmerkungen, Fragen und kreative Ideen bei meiner Promotion unterstützt und mich gefördert hat. Du warst mir stets eine große Motivationsquelle, indem du mich daran erinnerst hast, an mich zu glauben, den Blick nach vorne zu richten und auch die kleinen Erfolge immer zu feiern.

Ein großer Dank gilt auch allen aktuellen und ehemaligen Mitgliedern der Arbeitsgruppen der Physikdidaktik sowie der Chemiedidaktik in Gießen. Die vielen spannenden inhaltlichen Diskussionen sowie die interessanten, lustigen und freundschaftlichen Gespräche haben zu viel Motivation und Spaß in meiner Promotionszeit beigetragen und diese noch kürzer erscheinen lassen. Besonders bedanken möchte ich mich an dieser Stelle bei Claudia von Aufschneider, die mir bei allen möglichen Fragen – insbesondere auch den vielen organisatorischen – immer mit einer Antwort und gutem Rat zur Seite stand. Mein herzlicher Dank gilt insbesondere Irina und Verena, die mich in jeglicher Hinsicht – sei es den Inhalt, die Wortwahl oder das Design betreffend – unterstützt haben und auch auf emotionaler und freundschaftlicher Ebene immer für mich da waren.

Ebenfalls bedanken möchte ich mich bei allen Lehrenden und Studierenden, die an meinen Befragungen teilgenommen und die Vielzahl an Fragen beantwortet haben. Ohne Ihre Unterstützung wäre diese Arbeit nicht zu realisieren gewesen.

Herzlich bedanken möchte ich mich bei meiner Familie und meinen Freunden, die schon immer an mich geglaubt, mich bestärkt und mir den Rücken freigehalten haben. Die vielen lieben Worte sowie die lustigen und herzerwärmenden Unternehmungen haben auch während der stressigen Phasen der Promotion für viel Abwechslung und schöne Momente gesorgt.

Bisher erschienene Bände der Reihe „*Studien zum Physik- und Chemielernen*“

ISSN 1614-8967 (vormals *Studien zum Physiklernen* ISSN 1435-5280)

- 1 Helmut Fischler, Jochen Peuckert (Hrsg.): Concept Mapping in fachdidaktischen Forschungsprojekten der Physik und Chemie
ISBN 978-3-89722-256-4 40.50 EUR
- 2 Anja Schoster: Bedeutungsentwicklungsprozesse beim Lösen algorithmischer Physikaufgaben. *Eine Fallstudie zu Lernprozessen von Schülern im Physiknachhilfeunterricht während der Bearbeitung algorithmischer Physikaufgaben*
ISBN 978-3-89722-045-4 40.50 EUR
- 3 Claudia von Aufschnaiter: Bedeutungsentwicklungen, Interaktionen und situatives Erleben beim Bearbeiten physikalischer Aufgaben
ISBN 978-3-89722-143-7 40.50 EUR
- 4 Susanne Haerberlen: Lernprozesse im Unterricht mit Wasserstromkreisen. *Eine Fallstudie in der Sekundarstufe I*
ISBN 978-3-89722-172-7 40.50 EUR
- 5 Kerstin Haller: Über den Zusammenhang von Handlungen und Zielen. *Eine empirische Untersuchung zu Lernprozessen im physikalischen Praktikum*
ISBN 978-3-89722-242-7 40.50 EUR
- 6 Michaela Horstendahl: Motivationale Orientierungen im Physikunterricht
ISBN 978-3-89722-227-4 50.00 EUR
- 7 Stefan Deylitz: Lernergebnisse in der Quanten-Atomphysik. *Evaluation des Bremer Unterrichtskonzepts*
ISBN 978-3-89722-291-5 40.50 EUR
- 8 Lorenz Hucke: Handlungsregulation und Wissenserwerb in traditionellen und computergestützten Experimenten des physikalischen Praktikums
ISBN 978-3-89722-316-5 50.00 EUR
- 9 Heike Theyßen: Ein Physikpraktikum für Studierende der Medizin. *Darstellung der Entwicklung und Evaluation eines adressatenspezifischen Praktikums nach dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion*
ISBN 978-3-89722-334-9 40.50 EUR
- 10 Annette Schick: Der Einfluß von Interesse und anderen selbstbezogenen Kognitionen auf Handlungen im Physikunterricht. *Fallstudien zu Interessenhandlungen im Physikunterricht*
ISBN 978-3-89722-380-6 40.50 EUR
- 11 Roland Berger: Moderne bildgebende Verfahren der medizinischen Diagnostik. *Ein Weg zu interessanterem Physikunterricht*
ISBN 978-3-89722-445-2 40.50 EUR

- 12 Johannes Werner: Vom Licht zum Atom. *Ein Unterrichtskonzept zur Quantenphysik unter Nutzung des Zeigermodells*
ISBN 978-3-89722-471-1 40.50 EUR
- 13 Florian Sander: Verbindung von Theorie und Experiment im physikalischen Praktikum. *Eine empirische Untersuchung zum handlungsbezogenen Vorverständnis und dem Einsatz grafikorientierter Modellbildung im Praktikum*
ISBN 978-3-89722-482-7 40.50 EUR
- 14 Jörn Gerdes: Der Begriff der physikalischen Kompetenz. *Zur Validierung eines Konstruktes*
ISBN 978-3-89722-510-7 40.50 EUR
- 15 Malte Meyer-Arndt: Interaktionen im Physikpraktikum zwischen Studierenden und Betreuern. *Feldstudie zu Bedeutungsentwicklungsprozessen im physikalischen Praktikum*
ISBN 978-3-89722-541-1 40.50 EUR
- 16 Dietmar Höttecke: Die Natur der Naturwissenschaften historisch verstehen. *Fachdidaktische und wissenschaftshistorische Untersuchungen*
ISBN 978-3-89722-607-4 40.50 EUR
- 17 Gil Gabriel Mavanga: Entwicklung und Evaluation eines experimentell- und phänomenorientierten Optikcurriculums. *Untersuchung zu Schülervorstellungen in der Sekundarstufe I in Mosambik und Deutschland*
ISBN 978-3-89722-721-7 40.50 EUR
- 18 Meike Ute Zastrow: Interaktive Experimentieranleitungen. *Entwicklung und Evaluation eines Konzeptes zur Vorbereitung auf das Experimentieren mit Messgeräten im Physikalischen Praktikum*
ISBN 978-3-89722-802-3 40.50 EUR
- 19 Gunnar Friege: Wissen und Problemlösen. *Eine empirische Untersuchung des wissenszentrierten Problemlösens im Gebiet der Elektrizitätslehre auf der Grundlage des Experten-Novizen-Vergleichs*
ISBN 978-3-89722-809-2 40.50 EUR
- 20 Erich Starauschek: Physikunterricht nach dem Karlsruher Physikkurs. *Ergebnisse einer Evaluationsstudie*
ISBN 978-3-89722-823-8 40.50 EUR
- 21 Roland Paatz: Charakteristika analogiebasierten Denkens. *Vergleich von Lernprozessen in Basis- und Zielbereich*
ISBN 978-3-89722-944-0 40.50 EUR
- 22 Silke Mikelskis-Seifert: Die Entwicklung von Metakzepten zur Teilchenvorstellung bei Schülern. *Untersuchung eines Unterrichts über Modelle mithilfe eines Systems multipler Repräsentationsebenen*
ISBN 978-3-8325-0013-9 40.50 EUR
- 23 Brunhild Landwehr: Distanzen von Lehrkräften und Studierenden des Sachunterrichts zur Physik. *Eine qualitativ-empirische Studie zu den Ursachen*
ISBN 978-3-8325-0044-3 40.50 EUR

- 24 Lydia Murmann: Physiklernen zu Licht, Schatten und Sehen. *Eine phänomenografische Untersuchung in der Primarstufe*
ISBN 978-3-8325-0060-3 40.50 EUR
- 25 Thorsten Bell: Strukturprinzipien der Selbstregulation. *Komplexe Systeme, Elementarisierungen und Lernprozessstudien für den Unterricht der Sekundarstufe II*
ISBN 978-3-8325-0134-1 40.50 EUR
- 26 Rainer Müller: Quantenphysik in der Schule
ISBN 978-3-8325-0186-0 40.50 EUR
- 27 Jutta Roth: Bedeutungsentwicklungsprozesse von Physikerinnen und Physikern in den Dimensionen Komplexität, Zeit und Inhalt
ISBN 978-3-8325-0183-9 40.50 EUR
- 28 Andreas Saniter: Spezifika der Verhaltensmuster fortgeschrittener Studierender der Physik
ISBN 978-3-8325-0292-8 40.50 EUR
- 29 Thomas Weber: Kumulatives Lernen im Physikunterricht. *Eine vergleichende Untersuchung in Unterrichtsgängen zur geometrischen Optik*
ISBN 978-3-8325-0316-1 40.50 EUR
- 30 Markus Rehm: Über die Chancen und Grenzen moralischer Erziehung im naturwissenschaftlichen Unterricht
ISBN 978-3-8325-0368-0 40.50 EUR
- 31 Marion Budde: Lernwirkungen in der Quanten-Atom-Physik. *Fallstudien über Resonanzen zwischen Lernangeboten und SchülerInnen-Vorstellungen*
ISBN 978-3-8325-0483-0 40.50 EUR
- 32 Thomas Reyer: Oberflächenmerkmale und Tiefenstrukturen im Unterricht. *Exemplarische Analysen im Physikunterricht der gymnasialen Sekundarstufe*
ISBN 978-3-8325-0488-5 40.50 EUR
- 33 Christoph Thomas Müller: Subjektive Theorien und handlungsleitende Kognitionen von Lehrern als Determinanten schulischer Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-0543-1 40.50 EUR
- 34 Gabriela Jonas-Ahrend: Physiklehrvorstellungen zum Experiment im Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-0576-9 40.50 EUR
- 35 Dimitrios Stavrou: Das Zusammenspiel von Zufall und Gesetzmäßigkeiten in der nicht-linearen Dynamik. *Didaktische Analyse und Lernprozesse*
ISBN 978-3-8325-0609-4 40.50 EUR
- 36 Katrin Engeln: Schülerlabors: authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken
ISBN 978-3-8325-0689-6 40.50 EUR
- 37 Susann Hartmann: Erklärungsvielfalt
ISBN 978-3-8325-0730-5 40.50 EUR

- 38 Knut Neumann: Didaktische Rekonstruktion eines physikalischen Praktikums für Physiker
ISBN 978-3-8325-0762-6 40.50 EUR
- 39 Michael Späth: Kontextbedingungen für Physikunterricht an der Hauptschule. *Möglichkeiten und Ansatzpunkte für einen fachübergreifenden, handlungsorientierten und berufsorientierten Unterricht*
ISBN 978-3-8325-0827-2 40.50 EUR
- 40 Jörg Hirsch: Interesse, Handlungen und situatives Erleben von Schülerinnen und Schülern beim Bearbeiten physikalischer Aufgaben
ISBN 978-3-8325-0875-3 40.50 EUR
- 41 Monika Hüther: Evaluation einer hypermedialen Lernumgebung zum Thema Gasgesetze. *Eine Studie im Rahmen des Physikpraktikums für Studierende der Medizin*
ISBN 978-3-8325-0911-8 40.50 EUR
- 42 Maike Tesch: Das Experiment im Physikunterricht. *Didaktische Konzepte und Ergebnisse einer Videostudie*
ISBN 978-3-8325-0975-0 40.50 EUR
- 43 Nina Nicolai: Skriptgeleitete Eltern-Kind-Interaktion bei Chemiehausaufgaben. *Eine Evaluationsstudie im Themenbereich Säure-Base*
ISBN 978-3-8325-1013-8 40.50 EUR
- 44 Antje Leisner: Entwicklung von Modellkompetenz im Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-1020-6 40.50 EUR
- 45 Stefan Rumann: Evaluation einer Interventionsstudie zur Säure-Base-Thematik
ISBN 978-3-8325-1027-5 40.50 EUR
- 46 Thomas Wilhelm: Konzeption und Evaluation eines Kinematik/Dynamik-Lehrgangs zur Veränderung von Schülervorstellungen mit Hilfe dynamisch ikonischer Repräsentationen und graphischer Modellbildung – mit CD-ROM
ISBN 978-3-8325-1046-6 45.50 EUR
- 47 Andrea Maier-Richter: Computerunterstütztes Lernen mit Lösungsbeispielen in der Chemie. *Eine Evaluationsstudie im Themenbereich Löslichkeit*
ISBN 978-3-8325-1046-6 40.50 EUR
- 48 Jochen Peuckert: Stabilität und Ausprägung kognitiver Strukturen zum Atombegriff
ISBN 978-3-8325-1104-3 40.50 EUR
- 49 Maik Walpuski: Optimierung von experimenteller Kleingruppenarbeit durch Strukturierungshilfen und Feedback
ISBN 978-3-8325-1184-5 40.50 EUR
- 50 Helmut Fischler, Christiane S. Reiners (Hrsg.): Die Teilchenstruktur der Materie im Physik- und Chemieunterricht
ISBN 978-3-8325-1225-5 34.90 EUR
- 51 Claudia Eysel: Interdisziplinäres Lehren und Lernen in der Lehrerbildung. *Eine empirische Studie zum Kompetenzerwerb in einer komplexen Lernumgebung*
ISBN 978-3-8325-1238-5 40.50 EUR

- 52 Johannes Günther: Lehrerfortbildung über die Natur der Naturwissenschaften. *Studien über das Wissenschaftsverständnis von Grundschullehrkräften*
ISBN 978-3-8325-1287-3 40.50 EUR
- 53 Christoph Neugebauer: Lernen mit Simulationen und der Einfluss auf das Problemlösen in der Physik
ISBN 978-3-8325-1300-9 40.50 EUR
- 54 Andreas Schnirch: Gendergerechte Interessen- und Motivationsförderung im Kontext naturwissenschaftlicher Grundbildung. *Konzeption, Entwicklung und Evaluation einer multimedial unterstützten Lernumgebung*
ISBN 978-3-8325-1334-4 40.50 EUR
- 55 Hilde Köster: Freies Explorieren und Experimentieren. *Eine Untersuchung zur selbstbestimmten Gewinnung von Erfahrungen mit physikalischen Phänomenen im Sachunterricht*
ISBN 978-3-8325-1348-1 40.50 EUR
- 56 Eva Heran-Dörr: Entwicklung und Evaluation einer Lehrerfortbildung zur Förderung der physikdidaktischen Kompetenz von Sachunterrichtslehrkräften
ISBN 978-3-8325-1377-1 40.50 EUR
- 57 Agnes Szabone Varnai: Unterstützung des Problemlösens in Physik durch den Einsatz von Simulationen und die Vorgabe eines strukturierten Kooperationsformats
ISBN 978-3-8325-1403-7 40.50 EUR
- 58 Johannes Rethfeld: Aufgabenbasierte Lernprozesse in selbstorganisationsoffenem Unterricht der Sekundarstufe I zum Themengebiet ELEKTROSTATIK. *Eine Feldstudie in vier 10. Klassen zu einer kartenbasierten Lernumgebung mit Aufgaben aus der Elektrostatik*
ISBN 978-3-8325-1416-7 40.50 EUR
- 59 Christian Henke: Experimentell-naturwissenschaftliche Arbeitsweisen in der Oberstufe. *Untersuchung am Beispiel des HIGHSEA-Projekts in Bremerhaven*
ISBN 978-3-8325-1515-7 40.50 EUR
- 60 Lutz Kasper: Diskursiv-narrative Elemente für den Physikunterricht. *Entwicklung und Evaluation einer multimedialen Lernumgebung zum Erdmagnetismus*
ISBN 978-3-8325-1537-9 40.50 EUR
- 61 Thorid Rabe: Textgestaltung und Aufforderung zu Selbsterklärungen beim Physiklernen mit Multimedia
ISBN 978-3-8325-1539-3 40.50 EUR
- 62 Ina Glemnitz: Vertikale Vernetzung im Chemieunterricht. *Ein Vergleich von traditionellem Unterricht mit Unterricht nach Chemie im Kontext*
ISBN 978-3-8325-1628-4 40.50 EUR
- 63 Erik Einhaus: Schülerkompetenzen im Bereich Wärmelehre. *Entwicklung eines Testinstruments zur Überprüfung und Weiterentwicklung eines normativen Modells fachbezogener Kompetenzen*
ISBN 978-3-8325-1630-7 40.50 EUR

- 64 Jasmin Neuroth: Concept Mapping als Lernstrategie. *Eine Interventionsstudie zum Chemielernen aus Texten*
ISBN 978-3-8325-1659-8 40.50 EUR
- 65 Hans Gerd Hegeler-Burkhart: Zur Kommunikation von Hauptschülerinnen und Hauptschülern in einem handlungsorientierten und fächerübergreifenden Unterricht mit physikalischen und technischen Inhalten
ISBN 978-3-8325-1667-3 40.50 EUR
- 66 Karsten Rincke: Sprachentwicklung und Fachlernen im Mechanikunterricht. *Sprache und Kommunikation bei der Einführung in den Kraftbegriff*
ISBN 978-3-8325-1699-4 40.50 EUR
- 67 Nina Strehle: Das Ion im Chemieunterricht. *Alternative Schülervorstellungen und curriculare Konsequenzen*
ISBN 978-3-8325-1710-6 40.50 EUR
- 68 Martin Hopf: Problemorientierte Schülerexperimente
ISBN 978-3-8325-1711-3 40.50 EUR
- 69 Anne Beerenwinkel: Fostering conceptual change in chemistry classes using expository texts
ISBN 978-3-8325-1721-2 40.50 EUR
- 70 Roland Berger: Das Gruppenpuzzle im Physikunterricht der Sekundarstufe II. *Eine empirische Untersuchung auf der Grundlage der Selbstbestimmungstheorie der Motivation*
ISBN 978-3-8325-1732-8 40.50 EUR
- 71 Giuseppe Colicchia: Physikunterricht im Kontext von Medizin und Biologie. *Entwicklung und Erprobung von Unterrichtseinheiten*
ISBN 978-3-8325-1746-5 40.50 EUR
- 72 Sandra Winheller: Geschlechtsspezifische Auswirkungen der Lehrer-Schüler-Interaktion im Chemieanfangsunterricht
ISBN 978-3-8325-1757-1 40.50 EUR
- 73 Isabel Wahser: Training von naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen zur Unterstützung experimenteller Kleingruppenarbeit im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-1815-8 40.50 EUR
- 74 Claus Brell: Lernmedien und Lernerfolg - reale und virtuelle Materialien im Physikunterricht. *Empirische Untersuchungen in achten Klassen an Gymnasien (Laborstudie) zum Computereinsatz mit Simulation und IBE*
ISBN 978-3-8325-1829-5 40.50 EUR
- 75 Rainer Wackermann: Überprüfung der Wirksamkeit eines Basismodell-Trainings für Physiklehrer
ISBN 978-3-8325-1882-0 40.50 EUR
- 76 Oliver Tepner: Effektivität von Aufgaben im Chemieunterricht der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-1919-3 40.50 EUR

- 77 Claudia Geyer: Museums- und Science-Center-Besuche im naturwissenschaftlichen Unterricht aus einer motivationalen Perspektive. *Die Sicht von Lehrkräften und Schülerinnen und Schülern*
ISBN 978-3-8325-1922-3 40.50 EUR
- 78 Tobias Leonhard: Professionalisierung in der Lehrerbildung. *Eine explorative Studie zur Entwicklung professioneller Kompetenzen in der Lehrererstausbildung*
ISBN 978-3-8325-1924-7 40.50 EUR
- 79 Alexander Kauertz: Schwierigkeitserzeugende Merkmale physikalischer Leistungstestaufgaben
ISBN 978-3-8325-1925-4 40.50 EUR
- 80 Regina Hübinger: Schüler auf Weltreise. *Entwicklung und Evaluation von Lehr-/Lernmaterialien zur Förderung experimentell-naturwissenschaftlicher Kompetenzen für die Jahrgangsstufen 5 und 6*
ISBN 978-3-8325-1932-2 40.50 EUR
- 81 Christine Waltner: Physik lernen im Deutschen Museum
ISBN 978-3-8325-1933-9 40.50 EUR
- 82 Torsten Fischer: Handlungsmuster von Physiklehrkräften beim Einsatz neuer Medien. *Fallstudien zur Unterrichtspraxis*
ISBN 978-3-8325-1948-3 42.00 EUR
- 83 Corinna Kieren: Chemiehausaufgaben in der Sekundarstufe I des Gymnasiums. *Fragebogenerhebung zur gegenwärtigen Praxis und Entwicklung eines optimierten Hausaufgabendesigns im Themenbereich Säure-Base*
978-3-8325-1975-9 37.00 EUR
- 84 Marco Thiele: Modelle der Thermohalinen Zirkulation im Unterricht. *Eine empirische Studie zur Förderung des Modellverständnisses*
ISBN 978-3-8325-1982-7 40.50 EUR
- 85 Bernd Zinn: Physik lernen, um Physik zu lehren. *Eine Möglichkeit für interessanteren Physikunterricht*
ISBN 978-3-8325-1995-7 39.50 EUR
- 86 Esther Klaes: Außerschulische Lernorte im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Die Perspektive der Lehrkraft*
ISBN 978-3-8325-2006-9 43.00 EUR
- 87 Marita Schmidt: Kompetenzmodellierung und -diagnostik im Themengebiet Energie der Sekundarstufe I. *Entwicklung und Erprobung eines Testinventars*
ISBN 978-3-8325-2024-3 37.00 EUR
- 88 Gudrun Franke-Braun: Aufgaben mit gestuften Lernhilfen. *Ein Aufgabenformat zur Förderung der sachbezogenen Kommunikation und Lernleistung für den naturwissenschaftlichen Unterricht*
ISBN 978-3-8325-2026-7 38.00 EUR
- 89 Silke Klos: Kompetenzförderung im naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht. *Der Einfluss eines integrierten Unterrichtskonzepts*
ISBN 978-3-8325-2133-2 37.00 EUR

- 90 Ulrike Elisabeth Burkard: Quantenphysik in der Schule. *Bestandsaufnahme, Perspektiven und Weiterentwicklungsmöglichkeiten durch die Implementation eines Medienservers*
ISBN 978-3-8325-2215-5 43.00 EUR
- 91 Ulrike Gromadecki: Argumente in physikalischen Kontexten. *Welche Geltungsgründe halten Physikanfänger für überzeugend?*
ISBN 978-3-8325-2250-6 41.50 EUR
- 92 Jürgen Bruns: Auf dem Weg zur Förderung naturwissenschaftsspezifischer Vorstellungen von zukünftigen Chemie-Lehrenden
ISBN 978-3-8325-2257-5 43.50 EUR
- 93 Cornelius Marsch: Räumliche Atomvorstellung. *Entwicklung und Erprobung eines Unterrichtskonzeptes mit Hilfe des Computers*
ISBN 978-3-8325-2293-3 82.50 EUR
- 94 Maja Brückmann: Sachstrukturen im Physikunterricht. *Ergebnisse einer Videostudie*
ISBN 978-3-8325-2272-8 39.50 EUR
- 95 Sabine Fechner: Effects of Context-oriented Learning on Student Interest and Achievement in Chemistry Education
ISBN 978-3-8325-2343-5 36.50 EUR
- 96 Clemens Nagel: eLearning im Physikalischen Anfängerpraktikum
ISBN 978-3-8325-2355-8 39.50 EUR
- 97 Josef Riese: Professionelles Wissen und professionelle Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften
ISBN 978-3-8325-2376-3 39.00 EUR
- 98 Sascha Bernholt: Kompetenzmodellierung in der Chemie. *Theoretische und empirische Reflexion am Beispiel des Modells hierarchischer Komplexität*
ISBN 978-3-8325-2447-0 40.00 EUR
- 99 Holger Christoph Stawitz: Auswirkung unterschiedlicher Aufgabenprofile auf die Schülerleistung. *Vergleich von Naturwissenschafts- und Problemlöseaufgaben der PISA 2003-Studie*
ISBN 978-3-8325-2451-7 37.50 EUR
- 100 Hans Ernst Fischer, Elke Sumfleth (Hrsg.): nwu-essen – 10 Jahre Essener Forschung zum naturwissenschaftlichen Unterricht
ISBN 978-3-8325-3331-1 40.00 EUR
- 101 Hendrik Härtig: Sachstrukturen von Physikschulbüchern als Grundlage zur Bestimmung der Inhaltsvalidität eines Tests
ISBN 978-3-8325-2512-5 34.00 EUR
- 102 Thomas Grüß-Niehaus: Zum Verständnis des Löslichkeitskonzeptes im Chemieunterricht. *Der Effekt von Methoden progressiver und kollaborativer Reflexion*
ISBN 978-3-8325-2537-8 40.50 EUR

- 103 Patrick Bronner: Quantenoptische Experimente als Grundlage eines Curriculums zur Quantenphysik des Photons
ISBN 978-3-8325-2540-8 36.00 EUR
- 104 Adrian Voßkühler: Blickbewegungsmessung an Versuchsaufbauten. *Studien zur Wahrnehmung, Verarbeitung und Usability von physikbezogenen Experimenten am Bildschirm und in der Realität*
ISBN 978-3-8325-2548-4 47.50 EUR
- 105 Verena Tobias: Newton'sche Mechanik im Anfangsunterricht. *Die Wirksamkeit einer Einführung über die zweidimensionale Dynamik auf das Lehren und Lernen*
ISBN 978-3-8325-2558-3 54.00 EUR
- 106 Christian Rogge: Entwicklung physikalischer Konzepte in aufgabenbasierten Lernumgebungen
ISBN 978-3-8325-2574-3 45.00 EUR
- 107 Mathias Ropohl: Modellierung von Schülerkompetenzen im Basiskonzept Chemische Reaktion. *Entwicklung und Analyse von Testaufgaben*
ISBN 978-3-8325-2609-2 36.50 EUR
- 108 Christoph Kulgemeyer: Physikalische Kommunikationskompetenz. *Modellierung und Diagnostik*
ISBN 978-3-8325-2674-0 44.50 EUR
- 109 Jennifer Olszewski: The Impact of Physics Teachers' Pedagogical Content Knowledge on Teacher Actions and Student Outcomes
ISBN 978-3-8325-2680-1 33.50 EUR
- 110 Annika Ohle: Primary School Teachers' Content Knowledge in Physics and its Impact on Teaching and Students' Achievement
ISBN 978-3-8325-2684-9 36.50 EUR
- 111 Susanne Mannel: Assessing scientific inquiry. *Development and evaluation of a test for the low-performing stage*
ISBN 978-3-8325-2761-7 40.00 EUR
- 112 Michael Plomer: Physik physiologisch passend praktiziert. *Eine Studie zur Lernwirksamkeit von traditionellen und adressatenspezifischen Physikpraktika für die Physiologie*
ISBN 978-3-8325-2804-1 34.50 EUR
- 113 Alexandra Schulz: Experimentierspezifische Qualitätsmerkmale im Chemieunterricht. *Eine Videostudie*
ISBN 978-3-8325-2817-1 40.00 EUR
- 114 Franz Boczianowski: Eine empirische Untersuchung zu Vektoren im Physikunterricht der Mittelstufe
ISBN 978-3-8325-2843-0 39.50 EUR
- 115 Maria Ploog: Internetbasiertes Lernen durch Textproduktion im Fach Physik
ISBN 978-3-8325-2853-9 39.50 EUR

- 116 Anja Dhein: Lernen in Explorier- und Experimentiersituationen. *Eine explorative Studie zu Bedeutungsentwicklungsprozessen bei Kindern im Alter zwischen 4 und 6 Jahren*
ISBN 978-3-8325-2859-1 45.50 EUR
- 117 Irene Neumann: Beyond Physics Content Knowledge. *Modeling Competence Regarding Nature of Scientific Inquiry and Nature of Scientific Knowledge*
ISBN 978-3-8325-2880-5 37.00 EUR
- 118 Markus Emden: Prozessorientierte Leistungsmessung des naturwissenschaftlich-experimentellen Arbeitens. *Eine vergleichende Studie zu Diagnoseinstrumenten zu Beginn der Sekundarstufe I*
ISBN 978-3-8325-2867-6 38.00 EUR
- 119 Birgit Hofmann: Analyse von Blickbewegungen von Schülern beim Lesen von physikbezogenen Texten mit Bildern. *Eye Tracking als Methodenwerkzeug in der physikdidaktischen Forschung*
ISBN 978-3-8325-2925-3 59.00 EUR
- 120 Rebecca Knobloch: Analyse der fachinhaltlichen Qualität von Schüleräußerungen und deren Einfluss auf den Lernerfolg. *Eine Videostudie zu kooperativer Kleingruppenarbeit*
ISBN 978-3-8325-3006-8 36.50 EUR
- 121 Julia Hostenbach: Entwicklung und Prüfung eines Modells zur Beschreibung der Bewertungskompetenz im Chemieunterricht
ISBN 978-3-8325-3013-6 38.00 EUR
- 122 Anna Windt: Naturwissenschaftliches Experimentieren im Elementarbereich. *Evaluation verschiedener Lernsituationen*
ISBN 978-3-8325-3020-4 43.50 EUR
- 123 Eva Kölbach: Kontexteinflüsse beim Lernen mit Lösungsbeispielen
ISBN 978-3-8325-3025-9 38.50 EUR
- 124 Anna Lau: Passung und vertikale Vernetzung im Chemie- und Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-3021-1 36.00 EUR
- 125 Jan Lamprecht: Ausbildungswege und Komponenten professioneller Handlungskompetenz. *Vergleich von Quereinsteigern mit Lehramtsabsolventen für Gymnasien im Fach Physik*
ISBN 978-3-8325-3035-8 38.50 EUR
- 126 Ulrike Böhm: Förderung von Verstehensprozessen unter Einsatz von Modellen
ISBN 978-3-8325-3042-6 41.00 EUR
- 127 Sabrina Dollny: Entwicklung und Evaluation eines Testinstruments zur Erfassung des fachspezifischen Professionswissens von Chemielehrkräften
ISBN 978-3-8325-3046-4 37.00 EUR
- 128 Monika Zimmermann: Naturwissenschaftliche Bildung im Kindergarten. *Eine integrative Längsschnittstudie zur Kompetenzentwicklung von Erzieherinnen*
ISBN 978-3-8325-3053-2 54.00 EUR

- 129 Ulf Saballus: Über das Schlussfolgern von Schülerinnen und Schülern zu öffentlichen Kontroversen mit naturwissenschaftlichem Hintergrund. *Eine Fallstudie*
ISBN 978-3-8325-3086-0 39.50 EUR
- 130 Olaf Krey: Zur Rolle der Mathematik in der Physik. *Wissenschaftstheoretische Aspekte und Vorstellungen Physiklernender*
ISBN 978-3-8325-3101-0 46.00 EUR
- 131 Angelika Wolf: Zusammenhänge zwischen der Eigenständigkeit im Physikunterricht, der Motivation, den Grundbedürfnissen und dem Lernerfolg von Schülern
ISBN 978-3-8325-3161-4 45.00 EUR
- 132 Johannes Börlin: Das Experiment als Lerngelegenheit. *Vom interkulturellen Vergleich des Physikunterrichts zu Merkmalen seiner Qualität*
ISBN 978-3-8325-3170-6 45.00 EUR
- 133 Olaf Uhden: Mathematisches Denken im Physikunterricht. *Theorieentwicklung und Problemanalyse*
ISBN 978-3-8325-3170-6 45.00 EUR
- 134 Christoph Gut: Modellierung und Messung experimenteller Kompetenz. *Analyse eines large-scale Experimentiertests*
ISBN 978-3-8325-3213-0 40.00 EUR
- 135 Antonio Rueda: Lernen mit ExploMultimedial in kolumbianischen Schulen. *Analyse von kurzzeitigen Lernprozessen und der Motivation beim länderübergreifenden Einsatz einer deutschen computergestützten multimedialen Lernumgebung für den naturwissenschaftlichen Unterricht*
ISBN 978-3-8325-3218-5 45.50 EUR
- 136 Krisztina Berger: Bilder, Animationen und Notizen. *Empirische Untersuchung zur Wirkung einfacher visueller Repräsentationen und Notizen auf den Wissenserwerb in der Optik*
ISBN 978-3-8325-3238-3 41.50 EUR
- 137 Antony Crossley: Untersuchung des Einflusses unterschiedlicher physikalischer Konzepte auf den Wissenserwerb in der Thermodynamik der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-3275-8 40.00 EUR
- 138 Tobias Viering: Entwicklung physikalischer Kompetenz in der Sekundarstufe I. *Validierung eines Kompetenzentwicklungsmodells für das Energiekonzept im Bereich Fachwissen*
ISBN 978-3-8325-3277-2 37.00 EUR
- 139 Nico Schreiber: Diagnostik experimenteller Kompetenz. *Validierung technologiegestützter Testverfahren im Rahmen eines Kompetenzstrukturmodells*
ISBN 978-3-8325-3284-0 39.00 EUR
- 140 Sarah Hundertmark: Einblicke in kollaborative Lernprozesse. *Eine Fallstudie zur reflektierenden Zusammenarbeit unterstützt durch die Methoden Concept Mapping und Lernbegleitbogen*
ISBN 978-3-8325-3251-2 43.00 EUR

- 141 Ronny Scherer: Analyse der Struktur, Messinvarianz und Ausprägung komplexer Problemlösekompetenz im Fach Chemie. *Eine Querschnittstudie in der Sekundarstufe I und am Übergang zur Sekundarstufe II*
ISBN 978-3-8325-3312-0 43.00 EUR
- 142 Patricia Heitmann: Bewertungskompetenz im Rahmen naturwissenschaftlicher Problemlöseprozesse. *Modellierung und Diagnose der Kompetenzen Bewertung und analytisches Problemlösen für das Fach Chemie*
ISBN 978-3-8325-3314-4 37.00 EUR
- 143 Jan Fleischhauer: Wissenschaftliches Argumentieren und Entwicklung von Konzepten beim Lernen von Physik
ISBN 978-3-8325-3325-0 35.00 EUR
- 144 Nermin Özcan: Zum Einfluss der Fachsprache auf die Leistung im Fach Chemie. *Eine Förderstudie zur Fachsprache im Chemieunterricht*
ISBN 978-3-8325-3328-1 36.50 EUR
- 145 Helena van Vorst: Kontextmerkmale und ihr Einfluss auf das Schülerinteresse im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-3321-2 38.50 EUR
- 146 Janine Cappell: Fachspezifische Diagnosekompetenz angehender Physiklehrkräfte in der ersten Ausbildungsphase
ISBN 978-3-8325-3356-4 38.50 EUR
- 147 Susanne Bley: Förderung von Transferprozessen im Chemieunterricht
ISBN 978-3-8325-3407-3 40.50 EUR
- 148 Cathrin Blaes: Die übungsgestützte Lehrerrepräsentation im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Evaluation der Effektivität*
ISBN 978-3-8325-3409-7 43.50 EUR
- 149 Julia Suckut: Die Wirksamkeit von piko-OWL als Lehrerfortbildung. Eine Evaluation zum Projekt *Physik im Kontext* in Fallstudien
ISBN 978-3-8325-3440-0 45.00 EUR
- 150 Alexandra Dorschu: Die Wirkung von Kontexten in Physikkompetenztestaufgaben
ISBN 978-3-8325-3446-2 37.00 EUR
- 151 Jochen Scheid: Multiple Repräsentationen, Verständnis physikalischer Experimente und kognitive Aktivierung: *Ein Beitrag zur Entwicklung der Aufgabenkultur*
ISBN 978-3-8325-3449-3 49.00 EUR
- 152 Tim Plasa: Die Wahrnehmung von Schülerlaboren und Schülerforschungszentren
ISBN 978-3-8325-3483-7 35.50 EUR
- 153 Felix Schoppmeier: Physikkompetenz in der gymnasialen Oberstufe. *Entwicklung und Validierung eines Kompetenzstrukturmodells für den Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen*
ISBN 978-3-8325-3502-5 36.00 EUR

- 154 Katharina Groß: Experimente alternativ dokumentieren. *Eine qualitative Studie zur Förderung der Diagnose- und Differenzierungskompetenz in der Chemielehrerbildung*
ISBN 978-3-8325-3508-7 43.50 EUR
- 155 Barbara Hank: Konzeptwandelprozesse im Anfangsunterricht Chemie. *Eine quasixperimentelle Längsschnittstudie*
ISBN 978-3-8325-3519-3 38.50 EUR
- 156 Katja Freyer: Zum Einfluss von Studieneingangsvoraussetzungen auf den Studienerfolg Erstsemesterstudierender im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-3544-5 38.00 EUR
- 157 Alexander Rachel: Auswirkungen instruktionaler Hilfen bei der Einführung des (Ferro-)Magnetismus. *Eine Vergleichsstudie in der Primar- und Sekundarstufe*
ISBN 978-3-8325-3548-3 43.50 EUR
- 158 Sebastian Ritter: Einfluss des Lerninhalts Nanogrößeneffekte auf Teilchen- und Teilchenmodellvorstellungen von Schülerinnen und Schülern
ISBN 978-3-8325-3558-2 36.00 EUR
- 159 Andrea Harbach: Problemorientierung und Vernetzung in kontextbasierten Lernaufgaben
ISBN 978-3-8325-3564-3 39.00 EUR
- 160 David Obst: Interaktive Tafeln im Physikunterricht. *Entwicklung und Evaluation einer Lehrerfortbildung*
ISBN 978-3-8325-3582-7 40.50 EUR
- 161 Sophie Kirschner: Modellierung und Analyse des Professionswissens von Physiklehrkräften
ISBN 978-3-8325-3601-5 35.00 EUR
- 162 Katja Stief: Selbstregulationsprozesse und Hausaufgabenmotivation im Chemieunterricht
ISBN 978-3-8325-3631-2 34.00 EUR
- 163 Nicola Meschede: Professionelle Wahrnehmung der inhaltlichen Strukturierung im naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht. *Theoretische Beschreibung und empirische Erfassung*
ISBN 978-3-8325-3668-8 37.00 EUR
- 164 Johannes Maximilian Barth: Experimentieren im Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe. *Eine Rekonstruktion übergeordneter Einbettungsstrategien*
ISBN 978-3-8325-3681-7 39.00 EUR
- 165 Sandra Lein: Das Betriebspraktikum in der Lehrerbildung. *Eine Untersuchung zur Förderung der Wissenschafts- und Technikbildung im allgemeinbildenden Unterricht*
ISBN 978-3-8325-3698-5 40.00 EUR
- 166 Veranika Maiseyenko: Modellbasiertes Experimentieren im Unterricht. *Praxistauglichkeit und Lernwirkungen*
ISBN 978-3-8325-3708-1 38.00 EUR

- 167 Christoph Stolzenberger: Der Einfluss der didaktischen Lernumgebung auf das Erreichen geforderter Bildungsziele am Beispiel der W- und P-Seminare im Fach Physik
ISBN 978-3-8325-3708-1 38.00 EUR
- 168 Pia Altenburger: Mehrebenenregressionsanalysen zum Physiklernen im Sachunterricht der Primarstufe. *Ergebnisse einer Evaluationsstudie.*
ISBN 978-3-8325-3717-3 37.50 EUR
- 169 Nora Ferber: Entwicklung und Validierung eines Testinstruments zur Erfassung von Kompetenzentwicklung im Fach Chemie in der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-3727-2 39.50 EUR
- 170 Anita Stender: Unterrichtsplanung: Vom Wissen zum Handeln.
Theoretische Entwicklung und empirische Überprüfung des Transformationsmodells der Unterrichtsplanung
ISBN 978-3-8325-3750-0 41.50 EUR
- 171 Jenna Koenen: Entwicklung und Evaluation von experimentunterstützten Lösungsbeispielen zur Förderung naturwissenschaftlich-experimenteller Arbeitsweisen
ISBN 978-3-8325-3785-2 43.00 EUR
- 172 Teresa Henning: Empirische Untersuchung kontextorientierter Lernumgebungen in der Hochschuldidaktik. *Entwicklung und Evaluation kontextorientierter Aufgaben in der Studieneingangsphase für Fach- und Nebenfachstudierende der Physik*
ISBN 978-3-8325-3801-9 43.00 EUR
- 173 Alexander Pusch: Fachspezifische Instrumente zur Diagnose und individuellen Förderung von Lehramtsstudierenden der Physik
ISBN 978-3-8325-3829-3 38.00 EUR
- 174 Christoph Vogelsang: Validierung eines Instruments zur Erfassung der professionellen Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften. *Zusammenhangsanalysen zwischen Lehrerkompetenz und Lehrerperformanz*
ISBN 978-3-8325-3846-0 50.50 EUR
- 175 Ingo Brebeck: Selbstreguliertes Lernen in der Studieneingangsphase im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-3859-0 37.00 EUR
- 176 Axel Eghtessad: Merkmale und Strukturen von Professionalisierungsprozessen in der ersten und zweiten Phase der Chemielehrerbildung. *Eine empirisch-qualitative Studie mit niedersächsischen Fachleiter_innen der Sekundarstufenlehrämter*
ISBN 978-3-8325-3861-3 45.00 EUR
- 177 Andreas Nehring: Wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen im Fach Chemie. Eine kompetenzorientierte Modell- und Testentwicklung für den Bereich der Erkenntnisgewinnung
ISBN 978-3-8325-3872-9 39.50 EUR
- 178 Maike Schmidt: Professionswissen von Sachunterrichtslehrkräften. Zusammenhangsanalyse zur Wirkung von Ausbildungshintergrund und Unterrichtserfahrung auf das fachspezifische Professionswissen im Unterrichtsinhalt „Verbrennung“
ISBN 978-3-8325-3907-8 38.50 EUR

- 179 Jan Winkelmann: Auswirkungen auf den Fachwissenszuwachs und auf affektive Schülermerkmale durch Schüler- und Demonstrationsexperimente im Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-3915-3 41.00 EUR
- 180 Iwen Kobow: Entwicklung und Validierung eines Testinstrumentes zur Erfassung der Kommunikationskompetenz im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-3927-6 34.50 EUR
- 181 Yvonne Gramzow: Fachdidaktisches Wissen von Lehramtsstudierenden im Fach Physik. Modellierung und Testkonstruktion
ISBN 978-3-8325-3931-3 42.50 EUR
- 182 Evelin Schröter: Entwicklung der Kompetenzerwartung durch Lösen physikalischer Aufgaben einer multimedialen Lernumgebung
ISBN 978-3-8325-3975-7 54.50 EUR
- 183 Inga Kallweit: Effektivität des Einsatzes von Selbsteinschätzungsbögen im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Individuelle Förderung durch selbstreguliertes Lernen*
ISBN 978-3-8325-3965-8 44.00 EUR
- 184 Andrea Schumacher: Paving the way towards authentic chemistry teaching. *A contribution to teachers' professional development*
ISBN 978-3-8325-3976-4 48.50 EUR
- 185 David Woitkowski: Fachliches Wissen Physik in der Hochschulausbildung. *Konzeptualisierung, Messung, Niveaubildung*
ISBN 978-3-8325-3988-7 53.00 EUR
- 186 Marianne Korner: Cross-Age Peer Tutoring in Physik. *Evaluation einer Unterrichtsmethode*
ISBN 978-3-8325-3979-5 38.50 EUR
- 187 Simone Nakoinz: Untersuchung zur Verknüpfung submikroskopischer und makroskopischer Konzepte im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-4057-9 38.50 EUR
- 188 Sandra Anus: Evaluation individueller Förderung im Chemieunterricht. *Adaptivität von Lerninhalten an das Vorwissen von Lernenden am Beispiel des Basiskonzeptes Chemische Reaktion*
ISBN 978-3-8325-4059-3 43.50 EUR
- 189 Thomas Roßbegalle: Fachdidaktische Entwicklungsforschung zum besseren Verständnis atmosphärischer Phänomene. *Treibhauseffekt, saurer Regen und stratosphärischer Ozonabbau als Kontexte zur Vermittlung von Basiskonzepten der Chemie*
ISBN 978-3-8325-4059-3 45.50 EUR
- 190 Kathrin Steckenmesser-Sander: Gemeinsamkeiten und Unterschiede physikbezogener Handlungs-, Denk- und Lernprozesse von Mädchen und Jungen
ISBN 978-3-8325-4066-1 38.50 EUR
- 191 Cornelia Geller: Lernprozessorientierte Sequenzierung des Physikunterrichts im Zusammenhang mit Fachwissenserwerb. *Eine Videostudie in Finnland, Deutschland und der Schweiz*
ISBN 978-3-8325-4082-1 35.50 EUR

- 192 Jan Hofmann: Untersuchung des Kompetenzaufbaus von Physiklehrkräften während einer Fortbildungsmaßnahme
ISBN 978-3-8325-4104-0 38.50 EUR
- 193 Andreas Dickhäuser: Chemiespezifischer Humor. *Theoriebildung, Materialentwicklung, Evaluation*
ISBN 978-3-8325-4108-8 37.00 EUR
- 194 Stefan Korte: Die Grenzen der Naturwissenschaft als Thema des Physikunterrichts
ISBN 978-3-8325-4112-5 57.50 EUR
- 195 Carolin Hülsmann: Kurswahlmotive im Fach Chemie. Eine Studie zum Wahlverhalten und Erfolg von Schülerinnen und Schülern in der gymnasialen Oberstufe
ISBN 978-3-8325-4144-6 49.00 EUR
- 196 Caroline Körbs: Mindeststandards im Fach Chemie am Ende der Pflichtschulzeit
ISBN 978-3-8325-4148-4 34.00 EUR
- 197 Andreas Vorholzer: Wie lassen sich Kompetenzen des experimentellen Denkens und Arbeitens fördern? *Eine empirische Untersuchung der Wirkung eines expliziten und eines impliziten Instruktionsansatzes*
ISBN 978-3-8325-4194-1 37.50 EUR
- 198 Anna Katharina Schmitt: Entwicklung und Evaluation einer Chemielehrerfortbildung zum Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung
ISBN 978-3-8325-4228-3 39.50 EUR
- 199 Christian Maurer: Strukturierung von Lehr-Lern-Sequenzen
ISBN 978-3-8325-4247-4 36.50 EUR
- 200 Helmut Fischler, Elke Sumfleth (Hrsg.): Professionelle Kompetenz von Lehrkräften der Chemie und Physik
ISBN 978-3-8325-4523-9 34.00 EUR
- 201 Simon Zander: Lehrerfortbildung zu Basismodellen und Zusammenhänge zum Fachwissen
ISBN 978-3-8325-4248-1 35.00 EUR
- 202 Kerstin Arndt: Experimentierkompetenz erfassen. *Analyse von Prozessen und Mustern am Beispiel von Lehramtsstudierenden der Chemie*
ISBN 978-3-8325-4266-5 45.00 EUR
- 203 Christian Lang: Kompetenzorientierung im Rahmen experimentalchemischer Praktika
ISBN 978-3-8325-4268-9 42.50 EUR
- 204 Eva Cauet: Testen wir relevantes Wissen? *Zusammenhang zwischen dem Professionswissen von Physiklehrkräften und gutem und erfolgreichem Unterrichten*
ISBN 978-3-8325-4276-4 39.50 EUR
- 205 Patrick Löffler: Modellanwendung in Problemlöseaufgaben. *Wie wirkt Kontext?*
ISBN 978-3-8325-4303-7 35.00 EUR

- 206 Carina Gehlen: Kompetenzstruktur naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-4318-1 43.00 EUR
- 207 Lars Oettinghaus: Lehrerüberzeugungen und physikbezogenes Professionswissen. *Vergleich von Absolventinnen und Absolventen verschiedener Ausbildungswege im Physikreferendariat*
ISBN 978-3-8325-4319-8 38.50 EUR
- 208 Jennifer Petersen: Zum Einfluss des Merkmals Humor auf die Gesundheitsförderung im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Eine Interventionsstudie zum Thema Sonnenschutz*
ISBN 978-3-8325-4348-8 40.00 EUR
- 209 Philipp Straube: Modellierung und Erfassung von Kompetenzen naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung bei (Lehramts-) Studierenden im Fach Physik
ISBN 978-3-8325-4351-8 35.50 EUR
- 210 Martin Dickmann: Messung von Experimentierfähigkeiten. *Validierungsstudien zur Qualität eines computerbasierten Testverfahrens*
ISBN 978-3-8325-4356-3 41.00 EUR
- 211 Markus Bohlmann: Science Education. Empirie, Kulturen und Mechanismen der Didaktik der Naturwissenschaften
ISBN 978-3-8325-4377-8 44.00 EUR
- 212 Martin Draude: Die Kompetenz von Physiklehrkräften, Schwierigkeiten von Schülerinnen und Schülern beim eigenständigen Experimentieren zu diagnostizieren
ISBN 978-3-8325-4382-2 37.50 EUR
- 213 Henning Rode: Prototypen evidenzbasierten Physikunterrichts. *Zwei empirische Studien zum Einsatz von Feedback und Blackboxes in der Sekundarstufe*
ISBN 978-3-8325-4389-1 42.00 EUR
- 214 Jan-Henrik Kechel: Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren. *Eine qualitative Studie am Beispiel einer Experimentieraufgabe zum Hooke'schen Gesetz*
ISBN 978-3-8325-4392-1 55.00 EUR
- 215 Katharina Fricke: Classroom Management and its Impact on Lesson Outcomes in Physics. *A multi-perspective comparison of teaching practices in primary and secondary schools*
ISBN 978-3-8325-4394-5 40.00 EUR
- 216 Hannes Sander: Orientierungen von Jugendlichen beim Urteilen und Entscheiden in Kontexten nachhaltiger Entwicklung. *Eine rekonstruktive Perspektive auf Bewertungskompetenz in der Didaktik der Naturwissenschaft*
ISBN 978-3-8325-4434-8 46.00 EUR
- 217 Inka Haak: Maßnahmen zur Unterstützung kognitiver und metakognitiver Prozesse in der Studieneingangsphase. *Eine Design-Based-Research-Studie zum universitären Lernzentrum Physiktreff*
ISBN 978-3-8325-4437-9 46.50 EUR

- 218 Martina Brandenburger: Was beeinflusst den Erfolg beim Problemlösen in der Physik?
Eine Untersuchung mit Studierenden
ISBN 978-3-8325-4409-6 42.50 EUR
- 219 Corinna Helms: Entwicklung und Evaluation eines Trainings zur Verbesserung der Erklärqualität von Schülerinnen und Schülern im Gruppenpuzzle
ISBN 978-3-8325-4454-6 42.50 EUR
- 220 Viktoria Rath: Diagnostische Kompetenz von angehenden Physiklehrkräften. *Modellierung, Testinstrumentenentwicklung und Erhebung der Performanz bei der Diagnose von Schülervorstellungen in der Mechanik*
ISBN 978-3-8325-4456-0 42.50 EUR
- 221 Janne Krüger: Schülerperspektiven auf die zeitliche Entwicklung der Naturwissenschaften
ISBN 978-3-8325-4457-7 45.50 EUR
- 222 Stefan Mutke: Das Professionswissen von Chemiereferendarinnen und -referendaren in Nordrhein-Westfalen. *Eine Längsschnittstudie*
ISBN 978-3-8325-4458-4 37.50 EUR
- 223 Sebastian Habig: Systematisch variierte Kontextaufgaben und ihr Einfluss auf kognitive und affektive Schülerfaktoren
ISBN 978-3-8325-4467-6 40.50 EUR
- 224 Sven Liepertz: Zusammenhang zwischen dem Professionswissen von Physiklehrkräften, dem sachstrukturellen Angebot des Unterrichts und der Schülerleistung
ISBN 978-3-8325-4480-5 34.00 EUR
- 225 Elina Platova: Optimierung eines Laborpraktikums durch kognitive Aktivierung
ISBN 978-3-8325-4481-2 39.00 EUR
- 226 Tim Reschke: Lese Geschichten im Chemieunterricht der Sekundarstufe I zur Unterstützung von situationalem Interesse und Lernerfolg
ISBN 978-3-8325-4487-4 41.00 EUR
- 227 Lena Mareike Walper: Entwicklung der physikbezogenen Interessen und selbstbezogenen Kognitionen von Schülerinnen und Schülern in der Übergangsphase von der Primar- in die Sekundarstufe. *Eine Längsschnittanalyse vom vierten bis zum siebten Schuljahr*
ISBN 978-3-8325-4495-9 43.00 EUR
- 228 Stefan Anthofer: Förderung des fachspezifischen Professionswissens von Chemielehramtsstudierenden
ISBN 978-3-8325-4498-0 39.50 EUR
- 229 Marcel Bullinger: Handlungsorientiertes Physiklernen mit instruierten Selbsterklärungen in der Primarstufe. *Eine experimentelle Laborstudie*
ISBN 978-3-8325-4504-8 44.00 EUR
- 230 Thomas Amenda: Bedeutung fachlicher Elementarisierungen für das Verständnis der Kinematik
ISBN 978-3-8325-4531-4 43.50 EUR

- 231 Sabrina Milke: Beeinflusst *Priming* das Physiklernen?
Eine empirische Studie zum Dritten Newtonschen Axiom
ISBN 978-3-8325-4549-4 42.00 EUR
- 232 Corinna Erfmann: Ein anschaulicher Weg zum Verständnis der elektromagnetischen Induktion. *Evaluation eines Unterrichtsvorschlags und Validierung eines Leistungsdiagnoseinstruments*
ISBN 978-3-8325-4550-5 49.50 EUR
- 233 Hanne Rautenstrauch: Erhebung des (Fach-)Sprachstandes bei Lehramtsstudierenden im Kontext des Faches Chemie
ISBN 978-3-8325-4556-7 40.50 EUR
- 234 Tobias Klug: Wirkung kontextorientierter physikalischer Praktikumsversuche auf Lernprozesse von Studierenden der Medizin
ISBN 978-3-8325-4558-1 37.00 EUR
- 235 Mareike Bohrmann: Zur Förderung des Verständnisses der Variablenkontrolle im naturwissenschaftlichen Sachunterricht
ISBN 978-3-8325-4559-8 52.00 EUR
- 236 Anja Schödl: FALKO-Physik – Fachspezifische Lehrerkompetenzen im Fach Physik. *Entwicklung und Validierung eines Testinstruments zur Erfassung des fachspezifischen Professionswissens von Physiklehrkräften*
ISBN 978-3-8325-4553-6 40.50 EUR
- 237 Hilda Scheuermann: Entwicklung und Evaluation von Unterstützungsmaßnahmen zur Förderung der Variablenkontrollstrategie beim Planen von Experimenten
ISBN 978-3-8325-4568-0 39.00 EUR
- 238 Christian G. Strippel: Naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung an chemischen Inhalten vermitteln. *Konzeption und empirische Untersuchung einer Ausstellung mit Experimentierstation*
ISBN 978-3-8325-4577-2 41.50 EUR
- 239 Sarah Rau: Durchführung von Sachunterricht im Vorbereitungsdienst. *Eine längsschnittliche, videobasierte Unterrichtsanalyse*
ISBN 978-3-8325-4579-6 46.00 EUR
- 240 Thomas Plotz: Lernprozesse zu nicht-sichtbarer Strahlung. *Empirische Untersuchungen in der Sekundarstufe 2*
ISBN 978-3-8325-4624-3 39.50 EUR
- 241 Wolfgang Aschauer: Elektrische und magnetische Felder. *Eine empirische Studie zu Lernprozessen in der Sekundarstufe II*
ISBN 978-3-8325-4625-0 50.00 EUR
- 242 Anna Donhauser: Didaktisch rekonstruierte Materialwissenschaft. *Aufbau und Konzeption eines Schülerlabors für den Exzellenzcluster Engineering of Advanced Materials*
ISBN 978-3-8325-4636-6 39.00 EUR

- 243 Katrin Schüßler: Lernen mit Lösungsbeispielen im Chemieunterricht. *Einflüsse auf Lernerfolg, kognitive Belastung und Motivation*
ISBN 978-3-8325-4640-3 42.50 EUR
- 244 Timo Fleischer: Untersuchung der chemischen Fachsprache unter besonderer Berücksichtigung chemischer Repräsentationen
ISBN 978-3-8325-4642-7 46.50 EUR
- 245 Rosina Steininger: Concept Cartoons als Stimuli für Kleingruppendiskussionen im Chemieunterricht. *Beschreibung und Analyse einer komplexen Lerngelegenheit*
ISBN 978-3-8325-4647-2 39.00 EUR
- 246 Daniel Rehfeldt: Erfassung der Lehrqualität naturwissenschaftlicher Experimentalpraktika
ISBN 978-3-8325-4590-1 40.00 EUR
- 247 Sandra Puddu: Implementing Inquiry-based Learning in a Diverse Classroom: Investigating Strategies of Scaffolding and Students' Views of Scientific Inquiry
ISBN 978-3-8325-4591-8 35.50 EUR
- 248 Markus Bliersbach: Kreativität in der Chemie. *Erhebung und Förderung der Vorstellungen von Chemielehramtsstudierenden*
ISBN 978-3-8325-4593-2 44.00 EUR
- 249 Lennart Kimpel: Aufgaben in der Allgemeinen Chemie. *Zum Zusammenspiel von chemischem Verständnis und Rechenfähigkeit*
ISBN 978-3-8325-4618-2 36.00 EUR
- 250 Louise Bindel: Effects of integrated learning: explicating a mathematical concept in inquiry-based science camps
ISBN 978-3-8325-4655-7 37.50 EUR
- 251 Michael Wenzel: Computereinsatz in Schule und Schülerlabor. *Einstellung von Physiklehrkräften zu Neuen Medien*
ISBN 978-3-8325-4659-5 38.50 EUR
- 252 Laura Muth: Einfluss der Auswertephase von Experimenten im Physikunterricht. *Ergebnisse einer Interventionsstudie zum Zuwachs von Fachwissen und experimenteller Kompetenz von Schülerinnen und Schülern*
ISBN 978-3-8325-4675-5 36.50 EUR
- 253 Annika Fricke: Interaktive Skripte im Physikalischen Praktikum. *Entwicklung und Evaluation von Hypermedien für die Nebenfachausbildung*
ISBN 978-3-8325-4676-2 41.00 EUR
- 254 Julia Haase: Selbstbestimmtes Lernen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. *Eine empirische Interventionsstudie mit Fokus auf Feedback und Kompetenzerleben*
ISBN 978-3-8325-4685-4 38.50 EUR
- 255 Antje J. Heine: Was ist Theoretische Physik? *Eine wissenschaftstheoretische Betrachtung und Rekonstruktion von Vorstellungen von Studierenden und Dozenten über das Wesen der Theoretischen Physik*
ISBN 978-3-8325-4691-5 46.50 EUR

- 256 Claudia Meinhardt: Entwicklung und Validierung eines Testinstruments zu Selbstwirksamkeitserwartungen von (angehenden) Physiklehrkräften in physikdidaktischen Handlungsfeldern
ISBN 978-3-8325-4712-7 47.00 EUR
- 257 Ann-Kathrin Schlüter: Professionalisierung angehender Chemielehrkräfte für einen Gemeinsamen Unterricht
ISBN 978-3-8325-4713-4 53.50 EUR
- 258 Stefan Richtberg: Elektronenbahnen in Feldern. Konzeption und Evaluation einer webbasierten Lernumgebung
ISBN 978-3-8325-4723-3 49.00 EUR
- 259 Jan-Philipp Burde: Konzeption und Evaluation eines Unterrichtskonzepts zu einfachen Stromkreisen auf Basis des Elektronengasmodells
ISBN 978-3-8325-4726-4 57.50 EUR
- 260 Frank Finkenbergr: Flipped Classroom im Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-4737-4 42.50 EUR
- 261 Florian Treisch: Die Entwicklung der Professionellen Unterrichtswahrnehmung im Lehr-Lern-Labor Seminar
ISBN 978-3-8325-4741-4 41.50 EUR
- 262 Desiree Mayr: Strukturiertheit des experimentellen naturwissenschaftlichen Problemlöseprozesses
ISBN 978-3-8325-4757-8 37.00 EUR
- 263 Katrin Weber: Entwicklung und Validierung einer Learning Progression für das Konzept der chemischen Reaktion in der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-4762-2 48.50 EUR
- 264 Hauke Bartels: Entwicklung und Bewertung eines performanznahen Videovignetten-tests zur Messung der Erklärfähigkeit von Physiklehrkräften
ISBN 978-3-8325-4804-9 37.00 EUR
- 265 Karl Marniok: Zum Wesen von Theorien und Gesetzen in der Chemie. *Begriffsanalyse und Förderung der Vorstellungen von Lehramtsstudierenden*
ISBN 978-3-8325-4805-6 42.00 EUR
- 266 Marisa Holzapfel: Fachspezifischer Humor als Methode in der Gesundheitsbildung im Übergang von der Primarstufe zur Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-4808-7 50.00 EUR
- 267 Anna Stolz: Die Auswirkungen von Experimentiersituationen mit unterschiedlichem Öffnungsgrad auf Leistung und Motivation der Schülerinnen und Schüler
ISBN 978-3-8325-4781-3 38.00 EUR
- 268 Nina Ulrich: Interaktive Lernaufgaben in dem digitalen Schulbuch eChemBook. *Einfluss des Interaktivitätsgrads der Lernaufgaben und des Vorwissens der Lernenden auf den Lernerfolg*
ISBN 978-3-8325-4814-8 43.50 EUR

- 269 Kim-Alessandro Weber: Quantenoptik in der Lehrerfortbildung. *Ein bedarfsgeprägtes Fortbildungskonzept zum Quantenobjekt „Photon“ mit Realexperimenten*
ISBN 978-3-8325-4792-9 55.00 EUR
- 270 Nina Skorsetz: Empathisierer und Systematisierer im Vorschulalter. *Eine Fragebogen- und Videostudie zur Motivation, sich mit Naturphänomenen zu beschäftigen*
ISBN 978-3-8325-4825-4 43.50 EUR
- 271 Franziska Kehne: Analyse des Transfers von kontextualisiert erworbenem Wissen im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-4846-9 45.00 EUR
- 272 Markus Elsholz: Das akademische Selbstkonzept angehender Physiklehrkräfte als Teil ihrer professionellen Identität. *Dimensionalität und Veränderung während einer zentralen Praxisphase*
ISBN 978-3-8325-4857-5 37.50 EUR
- 273 Joachim Müller: Studienerfolg in der Physik. *Zusammenhang zwischen Modellierungskompetenz und Studienerfolg*
ISBN 978-3-8325-4859-9 35.00 EUR
- 274 Jennifer Dörschelln: Organische Leuchtdioden. *Implementation eines innovativen Themas in den Chemieunterricht*
ISBN 978-3-8325-4865-0 59.00 EUR
- 275 Stephanie Strelow: Beliefs von Studienanfängern des Kombi-Bachelors Physik über die Natur der Naturwissenschaften
ISBN 978-3-8325-4881-0 40.50 EUR
- 276 Dennis Jaeger: Kognitive Belastung und aufgabenspezifische sowie personenspezifische Einflussfaktoren beim Lösen von Physikaufgaben
ISBN 978-3-8325-4928-2 50.50 EUR
- 277 Vanessa Fischer: Der Einfluss von Interesse und Motivation auf die Messung von Fach- und Bewertungskompetenz im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-4933-6 39.00 EUR
- 278 René Dohrmann: Professionsbezogene Wirkungen einer Lehr-Lern-Labor-Veranstaltung. *Eine multimethodische Studie zu den professionsbezogenen Wirkungen einer Lehr-Lern-Labor-Blockveranstaltung auf Studierende der Bachelorstudiengänge Lehramt Physik und Grundschulpädagogik (Sachunterricht)*
ISBN 978-3-8325-4958-9 40.00 EUR
- 279 Meike Bergs: Can We Make Them Use These Strategies? *Fostering Inquiry-Based Science Learning Skills with Physical and Virtual Experimentation Environments*
ISBN 978-3-8325-4962-6 39.50 EUR
- 280 Marie-Therese Hauerstein: Untersuchung zur Effektivität von Strukturierung und Binnendifferenzierung im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Evaluation der Strukturierungshilfe Lernleiter*
ISBN 978-3-8325-4982-4 42.50 EUR

- 281 Verena Zucker: Erkennen und Beschreiben von formativem Assessment im naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht. *Entwicklung eines Instruments zur Erfassung von Teilfähigkeiten der professionellen Wahrnehmung von Lehramtsstudierenden*
ISBN 978-3-8325-4991-6 38.00 EUR
- 282 Victoria Telser: Erfassung und Förderung experimenteller Kompetenz von Lehrkräften im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-4996-1 50.50 EUR
- 283 Kristine Tschirschky: Entwicklung und Evaluation eines gedächtnisorientierten Aufgabendesigns für Physikaufgaben
ISBN 978-3-8325-5002-8 42.50 EUR
- 284 Thomas Elert: Course Success in the Undergraduate General Chemistry Lab
ISBN 978-3-8325-5004-2 41.50 EUR
- 285 Britta Kalthoff: Explizit oder implizit? *Untersuchung der Lernwirksamkeit verschiedener fachmethodischer Instruktionen im Hinblick auf fachmethodische und fachinhaltliche Fähigkeiten von Sachunterrichtsstudierenden*
ISBN 978-3-8325-5013-4 37.50 EUR
- 286 Thomas Dickmann: Visuelles Modellverständnis und Studienerfolg in der Chemie. *Zwei Seiten einer Medaille*
ISBN 978-3-8325-5016-5 44.00 EUR
- 287 Markus Sebastian Feser: Physiklehrkräfte korrigieren Schülertexte. *Eine Explorationsstudie zur fachlich-konzeptuellen und sprachlichen Leistungsfeststellung und -beurteilung im Physikunterricht*
ISBN 978-3-8325-5020-2 49.00 EUR
- 288 Matylda Dudzinska: Lernen mit Beispielaufgaben und Feedback im Physikunterricht der Sekundarstufe 1. *Energieerhaltung zur Lösung von Aufgaben nutzen*
ISBN 978-3-8325-5025-7 47.00 EUR
- 289 Ines Sonnenschein: Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsprozesse Studierender im Labor
ISBN 978-3-8325-5033-2 52.00 EUR
- 290 Florian Simon: Der Einfluss von Betreuung und Betreuenden auf die Wirksamkeit von Schülerlaborbesuchen. *Eine Zusammenhangsanalyse von Betreuungsqualität, Betreuermerkmalen und Schülerlaborzielen sowie Replikationsstudie zur Wirksamkeit von Schülerlaborbesuchen*
ISBN 978-3-8325-5036-3 49.50 EUR
- 291 Marie-Annette Geyer: Physikalisch-mathematische Darstellungswechsel funktionaler Zusammenhänge. *Das Vorgehen von SchülerInnen der Sekundarstufe 1 und ihre Schwierigkeiten*
ISBN 978-3-8325-5047-9 46.50 EUR
- 292 Susanne Digel: Messung von Modellierungskompetenz in Physik. *Theoretische Herleitung und empirische Prüfung eines Kompetenzmodells physikspezifischer Modellierungskompetenz*
ISBN 978-3-8325-5055-4 41.00 EUR

- 293 Sönke Janssen: Angebots-Nutzungs-Prozesse eines Schülerlabors analysieren und gestalten. *Ein design-based research Projekt*
ISBN 978-3-8325-5065-3 57.50 EUR
- 294 Knut Wille: Der Productive Failure Ansatz als Beitrag zur Weiterentwicklung der Aufgabenkultur
ISBN 978-3-8325-5074-5 49.00 EUR
- 295 Lisanne Kraeva: Problemlösestrategien von Schülerinnen und Schülern diagnostizieren
ISBN 978-3-8325-5110-0 59.50 EUR
- 296 Jenny Lorentzen: Entwicklung und Evaluation eines Lernangebots im Lehramtsstudium Chemie zur Förderung von Vernetzungen innerhalb des fachbezogenen Professionswissens
ISBN 978-3-8325-5120-9 39.50 EUR
- 297 Micha Winkelmann: Lernprozesse in einem Schülerlabor unter Berücksichtigung individueller naturwissenschaftlicher Interessenstrukturen
ISBN 978-3-8325-5147-6 48.50 EUR
- 298 Carina Wöhlke: Entwicklung und Validierung eines Instruments zur Erfassung der professionellen Unterrichtswahrnehmung angehender Physiklehrkräfte
ISBN 978-3-8325-5149-0 43.00 EUR
- 299 Thomas Schubatzky: Das Amalgam Anfangs-Elektrizitätslehreunterricht. *Eine multiperspektivische Betrachtung in Deutschland und Österreich*
ISBN 978-3-8325-5159-9 50.50 EUR
- 300 Amany Annaggar: A Design Framework for Video Game-Based Gamification Elements to Assess Problem-solving Competence in Chemistry Education
ISBN 978-3-8325-5150-6 52.00 EUR
- 301 Alexander Engl: CHEMIE PUR – Unterrichten in der Natur: *Entwicklung und Evaluation eines kontextorientierten Unterrichtskonzepts im Bereich Outdoor Education zur Änderung der Einstellung zu „Chemie und Natur“*
ISBN 978-3-8325-5174-2 59.00 EUR
- 302 Christin Marie Sajons: Kognitive und motivationale Dynamik in Schülerlaboren. *Kontextualisierung, Problemorientierung und Autonomieunterstützung der didaktischen Struktur analysieren und weiterentwickeln*
ISBN 978-3-8325-5155-1 56.00 EUR
- 303 Philipp Bitzenbauer: Quantenoptik an Schulen. *Studie im Mixed-Methods Design zur Evaluation des Erlanger Unterrichtskonzepts zur Quantenoptik*
ISBN 978-3-8325-5123-0 59.00 EUR
- 304 Malte S. Ubben: Typisierung des Verständnisses mentaler Modelle mittels empirischer Datenerhebung am Beispiel der Quantenphysik
ISBN 978-3-8325-5181-0 43.50 EUR
- 305 Wiebke Kuske-Janßen: Sprachlicher Umgang mit Formeln von LehrerInnen im Physikunterricht am Beispiel des elektrischen Widerstandes in Klassenstufe 8
ISBN 978-3-8325-5183-4 47.50 EUR

- 306 Kai Bliesmer: Physik der Küste für außerschulische Lernorte. *Eine Didaktische Rekonstruktion*
ISBN 978-3-8325-5190-2 58.00 EUR
- 307 Nikola Schild: Eignung von domänenspezifischen Studieneingangsvariablen als Prädiktoren für Studienerfolg im Fach und Lehramt Physik
ISBN 978-3-8325-5226-8 42.00 EUR
- 308 Daniel Averbeck: Zum Studienerfolg in der Studieneingangsphase des Chemiestudiums. *Der Einfluss kognitiver und affektiv-motivationaler Variablen*
ISBN 978-3-8325-5227-5 51.00 EUR
- 309 Martina Strübe: Modelle und Experimente im Chemieunterricht. *Eine Videostudie zum fachspezifischen Lehrerwissen und -handeln*
ISBN 978-3-8325-5245-9 45.50 EUR
- 310 Wolfgang Becker: Auswirkungen unterschiedlicher experimenteller Repräsentationen auf den Kenntnisstand bei Grundschulkindern
ISBN 978-3-8325-5255-8 50.00 EUR
- 311 Marvin Rost: Modelle als Mittel der Erkenntnisgewinnung im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Entwicklung und quantitative Dimensionalitätsanalyse eines Testinstruments aus epistemologischer Perspektive*
ISBN 978-3-8325-5256-5 44.00 EUR
- 312 Christina Kobl: Förderung und Erfassung der Reflexionskompetenz im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-5259-6 41.00 EUR
- 313 Ann-Kathrin Beretz: Diagnostische Prozesse von Studierenden des Lehramts – *eine Videostudie in den Fächern Physik und Mathematik*
ISBN 978-3-8325-5288-6 45.00 EUR
- 314 Judith Breuer: Implementierung fachdidaktischer Innovationen durch das Angebot materialgestützter Unterrichtskonzeptionen. *Fallanalysen zum Nutzungsverhalten von Lehrkräften am Beispiel des Münchener Lehrgangs zur Quantenmechanik*
ISBN 978-3-8325-5293-0 50.50 EUR
- 315 Michaela Oettle: Modellierung des Fachwissens von Lehrkräften in der Teilchenphysik. *Eine Delphi-Studie*
ISBN 978-3-8325-5305-0 57.50 EUR
- 316 Volker Brüggemann: Entwicklung und Pilotierung eines adaptiven Multistage-Tests zur Kompetenzerfassung im Bereich naturwissenschaftlichen Denkens
ISBN 978-3-8325-5331-9 40.00 EUR
- 317 Stefan Müller: Die Vorläufigkeit und soziokulturelle Eingebundenheit naturwissenschaftlicher Erkenntnisse. *Kritische Reflexion, empirische Befunde und fachdidaktische Konsequenzen für die Chemielehrer*innenbildung*
ISBN 978-3-8325-5343-2 63.00 EUR
- 318 Laurence Müller: Alltagsentscheidungen für den Chemieunterricht erkennen und Entscheidungsprozesse explorativ begleiten
ISBN 978-3-8325-5379-1 59.00 EUR

- 319 Lars Ehlert: Entwicklung und Evaluation einer Lehrkräftefortbildung zur Planung von selbstgesteuerten Experimenten
ISBN 978-3-8325-5393-71 41.50 EUR
- 320 Florian Seiler: Entwicklung und Evaluation eines Seminarkonzepts zur Förderung der experimentellen Planungskompetenz von Lehramtsstudierenden im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-5397-5 47.50 EUR
- 321 Nadine Boele: Entwicklung eines Messinstruments zur Erfassung der professionellen Unterrichtswahrnehmung von (angehenden) Chemielehrkräften hinsichtlich der Lernunterstützung
ISBN 978-3-8325-5402-6 46.50 EUR
- 322 Franziska Zimmermann: Entwicklung und Evaluation digitalisierungsbezogener Kompetenzen von angehenden Chemielehrkräften
ISBN 978-3-8325-5410-1 49.50 EUR
- 323 Lars-Frederik Weiß: Der Flipped Classroom in der Physik-Lehre. *Empirische Untersuchungen in Schule und Hochschule*
ISBN 978-3-8325-5418-7 51.00 EUR
- 324 Tilmann Steinmetz: Kumulatives Lehren und Lernen im Lehramtsstudium Physik. *Theorie und Evaluation eines Lehrkonzepts*
ISBN 978-3-8325-5421-7 51.00 EUR
- 325 Kübra Nur Celik: Entwicklung von chemischem Fachwissen in der Sekundarstufe I. *Validierung einer Learning Progression für die Basiskonzepte „Struktur der Materie“, „Chemische Reaktion“ und „Energie“ im Kompetenzbereich „Umgang mit Fachwissen“*
ISBN 978-3-8325-5431-6 55.00 EUR
- 326 Matthias Ungermann: Förderung des Verständnisses von Nature of Science und der experimentellen Kompetenz im Schüler*innen-Labor Physik in Abgrenzung zum Regelunterricht
ISBN 978-3-8325-5442-2 55.50 EUR
- 327 Christoph Hoyer: Multimedial unterstütztes Experimentieren im webbasierten Labor zur Messung, Visualisierung und Analyse des Feldes eines Permanentmagneten
ISBN 978-3-8325-5453-8 45.00 EUR
- 328 Tobias Schüttler: Schülerlabore als interesselördernde authentische Lernorte für den naturwissenschaftlichen Unterricht nutzen
ISBN 978-3-8325-5454-5 50.50 EUR
- 329 Christopher Kurth: Die Kompetenz von Studierenden, Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren zu diagnostizieren
ISBN 978-3-8325-5457-6 58.50 EUR
- 330 Dagmar Michna: Inklusiver Anfangsunterricht Chemie *Entwicklung und Evaluation einer Unterrichtseinheit zur Einführung der chemischen Reaktion*
ISBN 978-3-8325-5463-7 49.50 EUR
- 331 Marco Seiter: Die Bedeutung der Elementarisierung für den Erfolg von Mechanikunterricht in der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-5471-2 66.00 EUR

- 332 Jörn Hägele: Kompetenzaufbau zum experimentbezogenen Denken und Arbeiten. *Videobasierte Analysen zu Aktivitäten und Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern der gymnasialen Oberstufe bei der Bearbeitung von fachmethodischer Instruktion*
ISBN 978-3-8325-5476-7 56.50 EUR
- 333 Erik Heine: Wissenschaftliche Kontroversen im Physikunterricht. *Explorationsstudie zum Umgang von Physiklehrkräften und Physiklehrerstudierenden mit einer wissenschaftlichen Kontroverse am Beispiel der Masse in der Speziellen Relativitätstheorie*
ISBN 978-3-8325-5478-1 48.50 EUR
- 334 Simon Goertz: Module und Lernzirkel der Plattform FLexKom zur Förderung experimenteller Kompetenzen in der Schulpraxis *Verlauf und Ergebnisse einer Design-Based Research Studie*
ISBN 978-3-8325-5494-1 66.50 EUR
- 335 Christina Toschka: Lernen mit Modellexperimenten *Empirische Untersuchung der Wahrnehmung und des Denkens in Analogien beim Umgang mit Modellexperimenten*
ISBN 978-3-8325-5495-8 50.00 EUR
- 336 Alina Behrendt: Chemiebezogene Kompetenzen in der Übergangsphase zwischen dem Sachunterricht der Primarstufe und dem Chemieunterricht der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-5498-9 40.50 EUR
- 337 Manuel Daiber: Entwicklung eines Lehrkonzepts für eine elementare Quantenmechanik *Formuliert mit In-Out Symbolen*
ISBN 978-3-8325-5507-8 48.50 EUR
- 338 Felix Pawlak: Das Gemeinsame Experimentieren (an-)leiten *Eine qualitative Studie zum chemiespezifischen Classroom-Management*
ISBN 978-3-8325-5508-5 46.50 EUR
- 339 Liza Dopatka: Konzeption und Evaluation eines kontextstrukturierten Unterrichtskonzeptes für den Anfangs-Elektrizitätslehreunterricht
ISBN 978-3-8325-5514-6 69.50 EUR
- 340 Arne Bewersdorff: Untersuchung der Effektivität zweier Fortbildungsformate zum Experimentieren mit dem Fokus auf das Unterrichtshandeln
ISBN 978-3-8325-5522-1 39.00 EUR
- 341 Thomas Christoph Münster: Wie diagnostizieren Studierende des Lehramtes physikbezogene Lernprozesse von Schüler*innen? Eine Videostudie zur Mechanik
ISBN 978-3-8325-5534-4 44.50 EUR
- 342 Ines Komor: Förderung des symbolisch-mathematischen Modellverständnisses in der Physikalischen Chemie
ISBN 978-3-8325-5546-7 46.50 EUR
- 343 Verena Petermann: Überzeugungen von Lehrkräften zum Lehren und Lernen von Fachinhalten und Fachmethoden und deren Beziehung zu unterrichtsnahem Handeln
ISBN 978-3-8325-5545-0 47.00 EUR

- 344 Jana Heinze: Einfluss der sprachlichen Konzeption auf die Einschätzung der Qualität instruktionaler Unterrichtserklärungen im Fach Physik
ISBN 978-3-8325-5545-0 47.00 EUR
- 345 Jannis Weber: Mathematische Modellbildung und Videoanalyse zum Lernen der Newtonschen Dynamik im Vergleich
ISBN 978-3-8325-5566-5 68.00 EUR
- 346 Fabian Sterzing: Zur Lernwirksamkeit von Erklärvideos in der Physik *Eine Untersuchung in Abhängigkeit von ihrer fachdidaktischen Qualität und ihrem Einbettungsformat*
ISBN 978-3-8325-5576-4 52.00 EUR
- 347 Lars Greitemann: Wirkung des Tablet-Einsatzes im Chemieunterricht der Sekundarstufe I unter besonderer Berücksichtigung von Wissensvermittlung und Wissenssicherung
ISBN 978-3-8325-5580-1 50.00 EUR
- 348 Fabian Poensgen: Diagnose experimenteller Kompetenzen in der laborpraktischen Chemielehrer*innenbildung
ISBN 978-3-8325-5587-0 48.00 EUR
- 349 William Lindlahr: Virtual-Reality-Experimente *Entwicklung und Evaluation eines Konzepts für den forschend-entwickelnden Physikunterricht mit digitalen Medien*
ISBN 978-3-8325-5595-5 49.00 EUR
- 350 Bert Schlüter: Teilnahmemotivation und situationales Interesse von Kindern und Eltern im experimentellen Lernsetting KEMIE
ISBN 978-3-8325-5598-6 43.00 EUR
- 351 Katharina Nave: Charakterisierung situativer mentaler Modellkomponenten in der Chemie und die Bildung von Hypothesen *Eine qualitative Studie zur Operationalisierung mentaler Modell-komponenten für den Fachbereich Chemie*
ISBN 978-3-8325-5599-3 43.00 EUR
- 352 Anna B. Bauer: Experimentelle Kompetenz Physikstudierender *Entwicklung und erste Erprobung eines performanzorientierten Kompetenzstrukturmodells unter Nutzung qualitativer Methoden*
ISBN 978-3-8325-5625-9 47.00 EUR
- 353 Jan Schröder: Entwicklung eines Performanztests zur Messung der Fähigkeit zur Unterrichtsplanung bei Lehramtsstudierenden im Fach Physik
ISBN 978-3-8325-5655-9 46.50 EUR
- 354 Susanne Gerlach: Aspekte einer Fachdidaktik Körperpflege *Ein Beitrag zur Standardentwicklung*
ISBN 978-3-8325-5659-4 45.00 EUR
- 355 Livia Murer: Diagnose experimenteller Kompetenzen beim praktisch-naturwissenschaftlichen Arbeiten *Vergleich verschiedener Methoden und kognitive Validierung eines Testverfahrens*
ISBN 978-3-8325-5657-0 41.50 EUR

- 356 Andrea Maria Schmid: Authentische Kontexte für MINT-Lernumgebungen *Eine zweiteilige Interventionsstudie in den Fachdidaktiken Physik und Technik*
ISBN 978-3-8325-5605-1 57.00 EUR
- 357 Julia Ortmann: Bedeutung und Förderung von Kompetenzen zum naturwissenschaftlichen Denken und Arbeiten in universitären Praktika
ISBN 978-3-8325-5670-9 37.00 EUR
- 358 Axel-Thilo Prokop: Entwicklung eines Lehr-Lern-Labors zum Thema Radioaktivität *Eine didaktische Rekonstruktion*
ISBN 978-3-8325-5671-6 49.50 EUR
- 359 Timo Hackemann: Textverständlichkeit sprachlich variiertes physikbezogener Sachtexte
ISBN 978-3-8325-5675-4 41.50 EUR
- 360 Dennis Dietz: Vernetztes Lernen im fächerdifferenzierten und integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht aufgezeigt am Basiskonzept Energie *Eine Studie zur Analyse der Wirksamkeit der Konzeption und Implementation eines schulinternen Curriculums für das Unterrichtsfach „Integrierte Naturwissenschaften 7/8“*
ISBN 978-3-8325-5676-1 49.50 EUR
- 361 Ann-Katrin Krebs: Vielfalt im Physikunterricht *Zur Wirkung von Lehrkräftefortbildungen unter Diversitätsaspekten*
ISBN 978-3-8325-5672-3 65.50 EUR
- 362 Simon Kaulhausen: Strukturelle Ursachen für Klausurmisserfolg in Allgemeiner Chemie an der Universität
ISBN 978-3-8325-5699-0 37.50 EUR
- 363 Julia Eckoldt: Den (Sach-)Unterricht öffnen *Selbstkompetenzen und motivationale Orientierungen von Lehrkräften bei der Implementation einer Innovation untersucht am Beispiel des Freien Explorierens und Experimentierens*
ISBN 978-3-8325-5663-1 48.50 EUR
- 364 Albert Teichrew: Physikalische Modellbildung mit dynamischen Modellen
ISBN 978-3-8325-5710-2 58.50 EUR
- 365 Sascha Neff: Transfer digitaler Innovationen in die Schulpraxis *Eine explorative Untersuchung zur Förderung der Implementation*
ISBN 978-3-8325-5687-7 59.00 EUR
- 366 Rahel Schmid: Verständnis von Nature of Science-Aspekten und Umgang mit Fehlern von Schüler*innen der Sekundarstufe I *Am Beispiel von digital-basierten Lernprozessen im informellen Lernsetting Smartfeld*
ISBN 978-3-8325-5722-5 53.50 EUR
- 367 Dennis Kirstein: Individuelle Bedingungs- und Risikofaktoren für erfolgreiche Lernprozesse mit kooperativen Experimentieraufgaben im Chemieunterricht *Eine Untersuchung zum Zusammenhang von Lernvoraussetzungen, Lerntätigkeiten, Schwierigkeiten und Lernerfolg beim Experimentieren in Kleingruppen der Sekundarstufe I*
ISBN 978-3-8325-5729-4 52.50 EUR

368 Frauke Düwel: Argumentationslinien in Lehr-Lernkontexten *Potenziale englischer Fachtexte zur Chromatografie und deren hochschuldidaktische Einbindung*
ISBN 978-3-8325-5731-7 62.50 EUR

Alle erschienenen Bücher können unter der angegebenen ISBN direkt online (<http://www.logos-verlag.de>) oder per Fax (030 - 42 85 10 92) beim Logos Verlag Berlin bestellt werden.

Studien zum Physik- und Chemielernen

Herausgegeben von Martin Hopf und Mathias Ropohl

Die Reihe umfasst inzwischen eine große Zahl von wissenschaftlichen Arbeiten aus vielen Arbeitsgruppen der Physik- und Chemiedidaktik und zeichnet damit ein gültiges Bild der empirischen physik- und chemiedidaktischen Forschung im deutschsprachigen Raum.

Die Herausgeber laden daher Interessenten zu neuen Beiträgen ein und bitten sie, sich im Bedarfsfall an den Logos-Verlag oder an ein Mitglied des Herausgeberteams zu wenden.

Kontaktadressen:

Univ.-Prof. Dr. Martin Hopf
Universität Wien,
Österreichisches Kompetenzzentrum
für Didaktik der Physik,
Porzellangasse 4, Stiege 2,
1090 Wien, Österreich,
Tel. +43-1-4277-60330,
e-mail: martin.hopf@univie.ac.at

Prof. Dr. Mathias Ropohl
Didaktik der Chemie,
Fakultät für Chemie,
Universität Duisburg-Essen,
Schützenbahn 70, 45127 Essen,
Tel. 0201-183 2704,
e-mail: mathias.ropohl@uni-due.de

In naturwissenschaftlichen Studiengängen sind Praktika ein wichtiger Lernort, an dem Studierende Kompetenzen aus dem Bereich der naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen (NDAW) aufbauen können, wie z. B. das Planen oder Auswerten von Untersuchungen. Bisher ist weitgehend unklar, welchen Stellenwert das Lernen von NDAW-Kompetenzen in Praktika einnimmt und inwiefern Gestaltungsmerkmale zur Förderung von NDAW-Kompetenzen in Praktika tatsächlich adressiert werden. Um empirisch fundierte Einblicke in die aktuelle Praxis naturwissenschaftlicher Praktika zu generieren, wurden die Relevanz von NDAW-Kompetenzen in Praktika sowie entsprechende Förderangebote in einem Fragebogen mit $N = 86$ Lehrenden und $N = 399$ Studierenden sowie einem weiterführenden Interview mit $N = 19$ Lehrenden erfasst.

Die Ergebnisse zeigen, dass NDAW-Kompetenzen ein relevantes Ziel von Praktika sind, es zwischen der Relevanz der Kompetenzen zur Vorbereitung von Untersuchungen und den Kompetenzen zur Durchführung, Auswertung und Dokumentation von Untersuchungen jedoch Unterschiede gibt. Diese Unterschiede spiegeln sich auch in den Gestaltungsmerkmalen zur Förderung der Kompetenzen wider. Darüber hinaus konnten leichte Unterschiede zwischen den Fächern und Praktikumszeitpunkten gefunden werden. Insgesamt deuten die Befunde der Arbeit darauf hin, dass die von Lehrenden intendierten Ziele von Praktika nicht immer vollständig zur Gestaltung dieser passen.

Logos Verlag Berlin

ISBN 978-3-8325-5670-9