BERGISCHE
UNIVERSITÄT
WUPPERTAL

Kohärenz und Vielperspektivität im Sachunterrichtsstudium

Status quo und Wirksamkeit kohärenter, vielperspektivischer universitärer Lehrveranstaltungen sowie Entwicklung von *Educative Curriculum Materials*

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der Pädagogik (Dr. paed.)

der Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften

der Bergischen Universität Wuppertal

angefertigt am

Lehrstuhl für Biologie und ihre Didaktik - Zoologie

vorgelegt von

Melanie Marita Beudels (M. Sc.)

Wuppertal, im November 2021

Die Dissertation kann wie folgt zitiert werden:

urn:nbn:de:hbz:468-20220221-110902-9
[http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn=urn%3Anbn%3Ade%3Ahbz%3A468-20220221-110902-9]

DOI: 10.25926/rabg-7m48
[https://doi.org/10.25926/rabg-7m48]

Erstgutachterin: Prof.‘in Dr. Angelika Preisfeld

Lehrstuhl für Biologie und ihre Didaktik – Zoologie, Bergische Universität Wuppertal

Weitere Gutachter*innen:

Prof.‘in Dr. Claudia Bohrmann-Linde

Lehrstuhl für Didaktik der Chemie, Bergische Universität Wuppertal

Prof. Dr. Andreas Christian

Abteilung für Biologie und ihre Didaktik, Europa-Universität Flensburg

„…da viele Kleinigkeiten erst auffallen, wenn man sie selbst erlebt hat.“
Studierende*r S148 nach Teilnahme an beforschter Intervention B

DANKSAGUNG

Diese Arbeit wäre nicht möglich gewesen ohne die physische und psychische Unterstützung zahlreicher Personen, bei denen ich mich an dieser Stelle von Herzen bedanken möchte.

Mein allererster, großer Dank geht an meine Doktormutter, Prof.‘in Dr. Angelika Preisfeld. Danke, dass du mich in diese tolle Arbeitsgruppe aufgenommen, mir viel Freiraum bei der Umsetzung meiner Ideen eingeräumt und hilfreiche Ratschläge gegeben hast. Du hattest stets ein offenes Ohr für Fragen und zeigst ein großes Vertrauen in die Arbeit von uns allen, was nicht selbstverständlich ist.

Herzlich bedanke ich mich auch bei Prof.‘in Dr. Claudia Bohrmann-Linde für die Übernahme des Zweitgutachtens und die angenehme Zusammenarbeit bei der Weiterentwicklung der FANT-Vorlesung auf Basis einiger Leitgedanken des in dieser Arbeit entwickelten und beforschten Tutoriums. Weiterhin bedanke ich mich bei Prof. Dr. Andreas Christian für das Erstellen des Drittgutachtens.

Diese Dissertation ist im Rahmen des Projektes „Kohärenz in der Lehrerbildung“ (KoLBi) entstanden. Daher bedanke ich mich bei allen beteiligten Kolleg*innen für den fruchtbaren Austausch, das Feedback und für die tollen Kooperationen, die im Zuge der ersten Förderphase entstanden sind: Danke an Dr. Antje Wehner und meine erste studentische Hilfskraft Kim Schrewe (geb. Prazynski) für die Unterstützung während der Pilotierungsphase des Tutoriums, an Dr. Ina Jeske (an die Exkursionen und die GDSU-Tagung in Dresden denke ich immer mit Freude zurück) und Prof.‘in Dr. Claudia Henrichwark für die Kooperation in Bezug auf das Seminar „Multiperspektivität im Sachunterricht“. Herzlichen Dank an Prof.‘in Dr. Stefanie Frisch, Yasamin Habib sowie Ricarda Röper (geb. Rustige) für die gelungene Zusammenarbeit im Bereich des bilingualen Sachunterrichts. Herrn Prof. Dr. Andreas Keil danke ich für den fakultätsübergreifenden Austausch während dieses Projektes und für seine Bereitschaft, Mitglied der Prüfungskommission zu sein. Britta Behm, danke für dein großes Engagement im Rahmen der Entstehung des siebten Manuskriptes! Yannick Schilling, ein riesengroßes Dankeschön für deine tatkräftige und äußerst zuverlässige Unterstützung als studentische Hilfskraft während aller acht Tutoriumsdurchgänge in der Haupterhebungsphase, das Korrekturlesen, die Zusammenarbeit im Hinblick auf die Veröffentlichungen, die FANT-Motivations-Tasse sowie unsere zahlreichen Gespräche.

Von Herzen bedanken möchte ich mich bei meinen in der Zeit sehr lieb gewonnenen Kolleg*innen der Arbeitsgruppe „Biologie und ihre Didaktik – Zoologie“, allen voran bei meinen Büro- und Mittagessens-Füchs*innen. Dr. Karsten Damerau, danke für die vielen Statistik-Ratschläge, die tolle Zusammenarbeit bei Veröffentlichungen und dafür, dass du so bist wie du bist. Letzteres gilt auch für Dr. Nadja Dabbagh (plus Pepe, Schnecken und Stabschrecken): Vielen Dank für unsere super Zeit im gemeinsamen Büro; du hast mir den Einstieg in Wuppertal wirklich einfach gemacht! Sabrina Dahmen, Debora Westerholt und Dr.

Nadine Franken, danke, dass es in unserem Viererbüro so harmonisch und ruhig ablief, dass wir produktiv arbeiten konnten. Einen herzlichen Dank auch dafür, dass wir als Team so gut miteinander interagiert haben, dass die Schmetterlingsausstellungen im Botanischen Garten erfolgreich und nahezu reibungslos abgelaufen sind. Sabrina Dahmen, danke für deine besonnene Art und Weise, unsere Fachdiskussionen sowie das Korrekturlesen der Veröffentlichungen! Debora Westerholt, es hat große Freude gemacht, mit dir den FaWi-Kurs zu gestalten und zu leiten – auch unter Corona-Bedingungen. Vielen Dank für die gemeinsamen Gespräche, lustigen Erlebnisse und die vielen hilfreichen Anmerkungen zu meiner Arbeit und den Manuskripten. Dr. Nadine Schröder, dankeschön für deine große Unterstützung, sei es beim Korrekturlesen von Texten und Klausurfragen oder natürlich auch beim Anfertigen von Manuskript sechs! Luisa Beunink, auch dir ein herzliches Dankeschön für das Korrekturlesen. Ebenfalls möchte ich mich bei Sabine Stratmann-Lettner bedanken, nicht nur für die Hilfen in Bezug auf Laborangelegenheiten (Lösungen ansetzen, Spülmaschine „reparieren“), sondern auch für die Gespräche miteinander. Dr. Margret Buse, danke für die schöne Zeit und unkomplizierte Zusammenarbeit während der FaWi-Kurse – ich habe viel von dir gelernt.

Natürlich möchte ich mich auch bei meiner Familie und meinen Freunden bedanken. Der größte Dank gebührt meinen Eltern Carola und Gerd, die mich immer bei all meinen Vorhaben unterstützt haben und mit denen ich über alles reden kann. Das Gleiche gilt auch für meine Schwester Fabiola: Danke, dass du immer ein offenes Ohr für mich hast und auch ein großes Dankeschön für die Anfertigung der Zeichnung zu meinem Tutoriumskonzept sowie die Insektenfotos für den FaWi-Corona-Kurs. Andi, Lisel, Klaus, Steffi, Sarah, Ella, Sergej, Chrissie, meine Skitruppe sowie Aachener Mädels und Jungs, danke für eure Unterstützung in allen Lebenslagen, euer Interesse an meiner Arbeit und den Austausch über die Lage an den (Grund-)Schulen. Ich bin so froh, euch in meinem Leben zu haben! Ein großes Danke geht dabei explizit an Quintana Rumohr und Stefanie Silsby für das Korrekturlesen der englischen Manuskripte. Felix, du bereicherst mein Leben auf vielfältige Art und Weise. Ich danke dir von Herzen, dass du dir in den letzten Jahren immer alles, ob Positives oder Negatives, angehört hast, und mir konstruktive Ratschläge gegeben sowie realistische Lösungsvorschläge aufgezeigt hast. Danke für die „Wochenend-Gespräche am Frühstückstisch“, deine Anpack-Mentalität und dafür, dass du mich in dem, was ich gerne mache, immer unterstützt.

Last but not least danke ich allen Grundschullehramtsstudierenden der Bergischen Universität Wuppertal, die so interessiert und rege an den neu entwickelten Kursen und an den Befragungen teilgenommen haben. Ich hoffe, dass Sie/ihr viel für die Berufspraxis aus den Lehrveranstaltungen mitnehmen konnten/konntet und dass die Erkenntnisse dieser Arbeit, die nur durch Ihre/eure Teilnahme möglich waren, dazu beitragen, dass nachfolgende Studierende von diesen oder ähnlichen Kurskonzepten profitieren können.

A INHALTSVERZEICHNIS

B ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS 1

I ZUSAMMENFASSUNG 1

I ABSTRACT 4

II EINLEITUNG 7

III THEORETISCHER HINTERGRUND 9

III.1 Das Fach Sachunterricht und seine Vielperspektivität 9

III.2 Professionelle Kompetenzen von Sachunterrichtslehrpersonen 10

III.2.1 Professionswissen 11

III.2.1.1 Fachwissen 12

III.2.1.2 Fachdidaktisches Wissen 14

III.2.2 Motivationale Orientierungen 16

III.2.2.1 Fähigkeitsselbstkonzept und Lehrer*innenselbstwirksamkeitserwartungen 16

III.2.2.2 Lehrer*inneninteresse 19

III.2.3 Zusammenhänge zwischen kognitiven und affektiv-motivationalen Kompetenzen 21

III.3 Möglichkeiten der Förderung professioneller Kompetenzen 22

III.3.1 Adaptive Lerngelegenheiten: Präsenzlehrveranstaltungen 22

III.3.1.1 Merkmale wirksamer adaptiver Lerngelegenheiten 24

III.3.1.2 Kohärenz im Kontext von Lehrer*innenbildung 25

III.3.2 Statische Lerngelegenheiten: *Educative Curriculum Materials* 28

III.4 Forschungsstand und Forschungsdesiderata zu Vielperspektivität in der Ausbildung von (angehenden) Sachunterrichtslehrpersonen 30

III.5 Ziele und Fragestellungen der Arbeit 35

III.5.1 Zielebene 1: Vielperspektivität und Perspektivenvernetzung im Sachunterrichtsstudium – Status quo (Manuskript 1) 35

III.5.2 Zielebene 2: Konzeption kohärenter, vielperspektivischer universitärer Lehrveranstaltungen (Manuskripte 2 und 3) 35

III.5.3 Zielebene 3: Wirksamkeit der konzipierten Lehrveranstaltungen (Manuskripte 2 bis 6) 38

III.5.4 Ebene 4: Entwicklung von *ECMs* (Manuskripte 7 und 8) 39

IV MATERIAL UND METHODEN 41

IV.1 Zielebene 1: Dokumentenanalyse 41

IV.2 Zielebene 2: Konzeption kohärenter, vielperspektivischer universitärer Lehrveranstaltungen 42

IV.3 Zielebene 3: Wirksamkeit der konzipierten Lehrveranstaltungen 45

IV.3.1 Forschungsdesign und Stichprobe 45

IV.3.2 Messinstrumente 47

IV.3.3 Auswertungsmethoden 48

IV.3.3.1 Quantitative Datenanalyse 48

IV.3.3.2 Qualitative Datenanalyse 53

IV.4 Zielebene 4: Entwicklung von *Educative Curriculum Materials* 55

V ERGEBNISSE 59

V.1 Zielebene 1: Sachunterrichtsbezogene Teilstudiengänge aus NRW auf dem Prüfstand – Eine Dokumentenanalyse der Bachelor- und Masterprüfungsordnungen (Manuskript 1) 59

V.2 Zielebenen 2 und 3: Wasser, Wald & Wuppertal – Kohärenzerleben von Sachunterrichtsstudierenden bei der Planung, Durchführung und Nachbereitung einer Exkursion (Manuskript 2) 78

V.3 Zielebenen 2 und 3: Mit Experimenten zu Wasserläufer & Co Kohärenz erleben – Potenziale eines interdisziplinären, experimentellen Kurses zur Professionalisierung angehender Sachunterrichtslehrkräfte (Manuskript 3) 112

V.4 Zielebene 3: *Effects of an Interdisciplinary Course on Pre-Service Primary Teachers' Content Knowledge and Academic Self-Concepts in Science and Technology – A Quantitative Longitudinal Study* (Manuskript 4) 155

V.5 Zielebene 3: *Impact of an Experiment-Based Intervention on Pre-Service Primary School Teachers' Experiment-Related and Science Teaching-Related Self-Concepts* (Manuskript 5) 194

V.6 Zielebene 3: „Ich traue mir zu…" – Effekte einer interdisziplinären Lehrveranstaltung auf motivationale Orientierungen angehender Sachunterrichtslehrkräfte (Manuskript 6) 216

V.7 Zielebene 4: „Die läuft ja cool!“ – Kinder in einer Unterrichtsreihe zum Thema Stabschrecken für Insekten und Bionik begeistern (Manuskript 7) 250
V.8 Zielebene 4: *Fat & sugar detectives* – Sprachkompetenz durch Experimentieren fördern (Manuskript 8) 277
V.9 Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse 282
V.9.1 Zielebene 1: Vielperspektivität und Kohärenz im Sachunterrichtsstudium – Status quo (Manuskript 1) 282
V.9.2 Zielebene 2: Konzeption kohärenter, vielperspektivischer Lehrveranstaltungen (Manuskripte 2 und 3) 282
V.9.3 Zielebene 3: Wirksamkeit der Interventionen (Manuskripte 2 bis 6) 283
V.9.3.1 Erste Ebene der Wirksamkeit – Teilnehmendenreaktionen 283
V.9.3.2 Zweite Ebene der Wirksamkeit – Kognitive und affektiv-motivationale Wirksamkeit 287
V.9.3.3 Weitere hervorzuhebende Ergebnisse 291
V.9.4 Zielebene 4: Entwicklung von *Educative Curriculum Materials* (Manuskripte 7 und 8) 292
VI DISKUSSION 293
VI.1 Methodendiskussion und Limitationen der Studie 293
VI.2 Ergebnisdiskussion und Implikationen 297
VI.2.1 Kohärenz im Sachunterrichtsstudium: Status quo und (Handlungs-)Bedarfe 297
VI.2.1.1 Vielperspektivität und Perspektivenvernetzung 297
VI.2.1.2 Vernetzung der Professionswissensbereiche 300
VI.2.1.3 Vernetzung von Ausbildung und beruflichen Anforderungen 302
VI.2.1.4 Exkursionen und Experimentieren im Sachunterrichtsstudium 302
VI.2.2 Herstellung informell-individueller Kohärenz 303
VI.2.3 *„da viele Kleinigkeiten erst auffallen, wenn man sie selbst erlebt hat“* – Einflussfaktoren der Veränderung professioneller Kompetenzen 306
VI.2.4 Blockkurse – Ein vielversprechendes, alternatives Lehrformat in der Lehrpersonenbildung 310
VI.2.5 Heterogene Lernendengruppen in universitären Lehrveranstaltungen für angehende Grundschullehrpersonen – Chancen und Herausforderungen 311

VI.2.6 Kollegiale Vernetzung und Kohärenzherstellung auf Makroebene – Chancen und Herausforderungen 313
VII FAZIT UND AUSBLICK 317
VIII LITERATURVERZEICHNIS 319
IX ABBILDUNGSVERZEICHNIS 349
X TABELLENVERZEICHNIS 352
XI ANHANG 1
XI.1 Zusammenfassung des Kurskonzeptes und der Sitzungen von Intervention B in der Pilotierungsphase 1
XI.2 Testinstrumente für Intervention A und B 3
XI.3 Fragebogen (Pretest) zu Intervention A 6
XI.4 Fragebogen (Posttest) zu Intervention A 12
XI.5 Affektiv-motivationaler Fragebogen (Pretest) zu Intervention B 18
XI.6 Affektiv-motivationaler Fragebogen (Posttest) zu Intervention B 32
XI.7 Kognitiver Fragebogen zu Intervention B (Pre-, Post- und Follow-up Test) 47
XI.8 Online-Supplement zu Manuskript 1 58
XI.9 Online-Supplement zu Manuskript 2 84
XI.10 Online-Supplement zu Manuskript 3 104
XI.11 Online-Supplement zu Manuskript 6 131
XI.12 Arbeitsmaterialien zu Manuskript 7 144
XI.13 Zusatzmaterialien zu Manuskript 7 154
XI.14 Einverständniserklärungen der Mitautor*innen zu Eigenanteilen an den Veröffentlichungen 193
XI.15 Einverständniserklärungen zu Abbildung 5 in Manuskript 3 202
XI.16 Autor*innenvereinbarung zu Manuskript 8 204
XI.17 Abbildungsverzeichnis des Anhangs 205
XI.18 Tabellenverzeichnis des Anhangs 209
XII VERÖFFENTLICHUNGEN UND AUSZEICHNUNGEN 210
XII.1 Im Kontext des Projektes 210
XII.1.1 Publikationen 210
XII.1.2 Vorträge 211
XII.1.3 Poster 211

XII.1.4 Auszeichnungen 212
XII.1.5 Weitere Aktivitäten 212
XII.2 Weitere Veröffentlichungen 212
XII.2.1 Publikationen 212
XII.2.2 Poster 212
XIII ERKLÄRUNG 213

B ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abkürzung	Bedeutung
α	Cronbachs alpha (Maß für die interne Konsistenz/Reliabilität einer Skala)
ε	Greenhouse-Geisser Epsilon (Ausmaß der Verletzung der Sphärizität)
η_p^2	Partielles Eta-Quadrat (Maß der Effektstärke)
λ	Lambda (Faktorladung)
ω^2	Omega-Quadrat (Maß der Effektstärke)
Abb.	Abbildung
ANCOVA	*Analysis of covariance* (Kovarianzanalyse)
ANOVA	*Analysis of variance* (Varianzanalyse)
ASC	*Academic self-concept* (s. Manuskript 4; s. auch FSK)
BG	Baselinegruppe (Kontrollgruppe, die nicht an einer Intervention teilgenommen hat)
BI	Bielefeld (s. Manuskript 1)
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BUW	Bergische Universität Wuppertal
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
ca.	*circa* (ungefähr)
CK	*content knowledge* (Fachwissen)
d.h.	das heißt
DO	Dortmund (s. Manuskript 1)
DUE	Duisburg-Essen (s. Manuskript 1)
ECM	*Educative Curriculum Material*
EFA	explorative Faktorenanalyse
EG	Experimental-/Treatmentgruppe
et al.	*et alii* (und andere)
etc.	*et cetera* (und so weiter)
F	F-Wert (aus Varianzanalyse)
FSK	Fähigkeitsselbstkonzept(e)
GDSU	Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts
GE	Geschichte (s. Manuskript 1)
GEO	Geographie (s. Manuskript 1)
ges.	gesamt
GNT	Grundlagen der Naturwissenschaften und der Technik (s. Manuskript 1)
GW	Lernbereich Gesellschaftswissenschaften (s. Manuskript 1)
h	Stunde(n)
h^2	Kommunalität (s. Manuskript 4)
K	Köln (s. Manuskript 1)
k.A.	keine Angabe
Kap.	Kapitel
KG	Kontrollgruppe
KMK	Kultusministerkonferenz
KMO	Kaiser-Meyer-Olkin
KS-Test	Kolmogorov-Smirnov-Test
LABG	Lehrerausbildungsgesetz (s. Manuskript 1)
L-Interesse	Lehrer*inneninteresse
LP	Leistungspunkt(e) (s. Manuskript 1)
L-SWE	Lehrer*innenselbstwirksamkeitserwartungen
LZV	Lehramtszugangsverordnung (s. Manuskript 1)
M	Mittelwert

Abkürzung	Bedeutung
MAXQDA	Software zur qualitativen und *Mixed Methods* Datenanalyse
Md	Median
M. Ed.	Master of Education
min	Minute(n)
MINT	Initialwort für die Fächer Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik
MS	Münster (s. Manuskript 1)
MSB NRW	Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen
MSW NRW	Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen
MZ	Messzeitpunkt(e)
N (oder n)	Stichprobengröße
NaWiTec	Studienschwerpunkt Naturwissenschaften und Technik
NRW	Nordrhein-Westfalen
NWT	Lernbereich Naturwissenschaften und Technik (s. Manuskript 1)
NYA	*Not yet available* (noch nicht verfügbar)
OER	*Open Educational Resources*
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
PCK	*Pedagogical content knowledge* (Fachdidaktisches Wissen)
PG	Placebogruppe
PK	*Pedagogical knowledge* (Pädagogisch-psychologisches Wissen)
PB	Paderborn (s. Manuskript 1)
r	Korrelationskoeffizient nach Pearson
RQ	*Research question* (Forschungsfrage)
s.	siehe
SciMaj	Studienschwerpunkt *science* (s. Manuskript 5; s. auch NaWiTec)
SciTec	Studienschwerpunkt *science and technology* (s. Manuskript 4; s. auch NaWiTec)
SD	Standardabweichung
SI	Siegen (s. Manuskript 1)
SoSe	Sommersemester
SP	Studienschwerpunkt
SPSS	*Statistical Package for the Social Sciences* (Statistik-/Analysesoftware)
SU	Sachunterricht (s. Manuskript 6)
SuS	Schüler*innen
SW	Sozialwissenschaften (s. Manuskript 1)
SWE	Selbstwirksamkeitserwartung(en)
SWS	Semesterwochenstunde(n)
t	t-Wert (aus t-Test)
Tab.	Tabelle
u.a.	unter anderem
VDMA	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau
vgl.	vergleiche
W	Wuppertal (s. Manuskript 1)
WiSe	Wintersemester
z.B.	zum Beispiel

I ZUSAMMENFASSUNG

Aufgrund des vielperspektivischen Charakters des Sachunterrichts an Grundschulen steht die universitäre Ausbildung von Lehrpersonen dieses Faches vor der Herausforderung, eine der Vielzahl an Bezugsdisziplinen adäquate Professionalisierung zu ermöglichen. Damit einhergehend weisen viele Studien auf unzureichende professionelle Kompetenzen von (angehenden) Sachunterrichtslehrer*innen hin. Geringes Professionswissen und u.a. auch niedrig ausgeprägte motivationale Orientierungen können negative Effekte auf die Unterrichtsqualität und das Lernen der Schüler*innen haben.

In dieser Arbeit fand zunächst mittels Dokumentenanalyse eine Annäherung an den Status quo der Ausbildungssituation für das Fach Sachunterricht – mit Fokus auf der Kontaktzeit zu den einzelnen Bezugsfächern und perspektivenvernetzenden Elementen – statt, um daraus Handlungsbedarf abzuleiten (Manuskript 1). Die Analyse der Bachelor- und Master-Prüfungsordnungen aller acht für das Fach ausbildenden Universitätsstandorte in Nordrhein-Westfalen zeigt, dass es große Unterschiede im fachwissenschaftlichen Mindestkontakt zu den Bezugsdisziplinen gibt. Auch die Vernetzung sachunterrichtlicher Perspektiven erfährt in den Studiengängen unterschiedlich starke Berücksichtigung.

Angesichts dieser heterogenen Ausbildungssituation, der Vielzahl an sachunterrichtlichen Bezugsdisziplinen, die im Studium einbezogen werden sollten, und der begrenzten zeitlichen Ressourcen, welche im Grundschullehramtsstudium je Fach zur Verfügung stehen, stellt sich die Frage, ob es durch einzelne Lehrveranstaltungen gelingen kann, professionelle Kompetenzen hinsichtlich mehrerer sachunterrichtlicher Bezugsfächer bzw. Perspektiven gleichzeitig positiv zu entwickeln. Allerdings mangelt es an der Veröffentlichung und Beforschung solcher Lehrkonzepte im Kontext der Aus-/Fort-/Weiterbildung von Sachunterrichtslehrkräften.

Daher wurden in dieser Arbeit zwei neue universitäre Lehrveranstaltungen, welche durch mehrere Ebenen von curricularer Kohärenz geprägt sind, entwickelt. Ihre Wirksamkeit wurde mithilfe eines *Mixed Methods*-Ansatzes im Längsschnitt untersucht (Manuskripte 2 bis 6). Ihr Ziel ist die Herstellung informell-individueller Kohärenz, d.h. Wahrnehmung und gedankliche Herstellung von Kohärenz auf Seiten der Studierenden, die Förderung ihres Professionswissens sowie ihrer motivationalen Orientierungen in Bezug auf mehrere sachunterrichtliche Bezugsfächer und damit letztlich eine Effizienzsteigerung des Lehrpersonen-Ausbildungssystems für den Sachunterricht und seine Didaktik.

Als erstes Mittel der Kohärenzherstellung dient ein interdisziplinäres Lehr-Lern-Setting (Kohärenzebene 1): Bei Intervention A, welche für Masterstudierende des Sachunterrichts mit dem Ziel des Lehramtes für Sonderpädagogische Förderung angeboten wird, werden die fünf Perspektiven des Faches anhand des regionalen Bezugsbeispiels Gelpetal in Wuppertal (Themen ‚Wasser', ‚Wald' und ‚Wuppertal') vernetzt. Bei Intervention B, welche für alle

Bachelor- und Masterstudierenden des Grundschullehramts geöffnet ist, findet eine Vernetzung der sachunterrichtlichen Bezugsfächer Biologie, Chemie, Physik und Technik anhand der Kontexte ‚Der Teich und seine Umgebung' sowie ‚Der Mensch und seine Leistungsfähigkeit' statt.

Eine Verknüpfung der Professionswissensbereiche (Kohärenzebene 2) wird mithilfe der fachspezifischen Arbeitsweisen ‚Exkursion' (Intervention A) und ‚Experimentieren' (Intervention B) realisiert. Es findet nicht nur eine theoretische Auseinandersetzung mit den Sachthemen und Arbeitsweisen statt, sondern auch eine praktische, um Bezüge zur Berufspraxis (Kohärenzebene 3) hervorzuheben: In Kurs A planen die Teilnehmer*innen Forschungsaufträge für eine sachunterrichtliche Exkursion und erproben diese in der Rolle von Lernenden während einer Exkursion ins Gelpetal. Die Erfahrungen werden im Anschluss aus der Sicht von (angehenden) Lehrpersonen mit Blick auf den eigenen Professionalisierungsprozess und die schulische Praxis reflektiert. Das Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten an Lernstationen in Kurs B soll nicht nur der Stärkung naturwissenschaftlich-technischen Professionswissens, experimenteller Kompetenzen und motivationaler Orientierungen dienen, sondern kann auch als Modell für eine mögliche Lernumgebung im Sachunterricht herangezogen werden. Weiterhin planen die Studierenden – anknüpfend an die eigenen Experimentiererfahrungen – zweimal ein Experiment für den naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht und erhalten dazu Feedback durch die/den Dozierende*n. Intervention A ist zudem geprägt durch eine Vernetzung mehrerer an der universitären Ausbildung von Sachunterrichtslehrpersonen beteiligten Akteur*innen (Kohärenzebene 4).

Den Ergebnissen zufolge besitzen beide Interventionen das Potenzial, die drei genannten Ziele zu erreichen. Aus den offenen Antworten der Studierenden geht hervor, dass sie Kohärenz in verschiedenen Formen explizit wahrnehmen. Zudem gibt es Hinweise darauf, dass es bei Teilnehmenden von Kurs B auch zu einer gedanklichen Kohärenzherstellung in Bezug auf die sachunterrichtlichen Bezugsfächer Biologie, Chemie, Physik und Technik kommt. Bei Studierenden aus Kurs A nehmen die Selbstwirksamkeitserwartungen bzgl. des Durchführens von (inklusiven) Exkursionen im Sachunterricht und des vielperspektivischen Unterrichtens im Sachunterricht signifikant zu. Auch durch Kurs B kommt es zu einer positiven Entwicklung der Selbstwirksamkeitserwartungen bzgl. des Unterrichtens biologie-, chemie-, physik- und technikbezogenen sowie vielperspektivischen naturwissenschaftlich-technischen Sachunterrichts. Das situationale Interesse der Studierenden an den Inhalten von Kurs A ist moderat bis hoch, jenes an den Inhalten von Kurs B hoch bis sehr hoch. Damit einhergehend nimmt auch das Interesse am Unterrichten naturwissenschaftlich-technischen Sachunterrichts in dieser Gruppe zu. Es zeigt sich zudem die Tendenz einer Zunahme des Sachinteresses an Chemie, Physik und Technik. Neben Effekten auf das Lehrer*inneninteresse wurden bei Intervention B auch Auswirkungen auf das naturwissenschaftlich-technische Fachwissen und

auf Fähigkeitsselbstkonzepte untersucht. Es ist ein kurz- und langfristiger Fachwissenszuwachs zu beobachten. Die biologie-, chemie-, physik- und technikbezogenen Fähigkeitsselbstkonzepte entwickeln sich ebenfalls positiv. Gleiches gilt für das experimentbezogene Fähigkeitsselbstkonzept und die Fähigkeitsselbstkonzepte bzgl. des Planens sowie Durchführens von Experimentalunterricht.

Insbesondere für Grundschullehramtsstudierende, welche nicht das Studienfach Sachunterricht belegen oder einen gesellschaftswissenschaftlichen Studienschwerpunkt haben, könnten kompakte Blockkurse in den Semesterferien zur Weiter- bzw. Fortbildung im Bereich des naturwissenschaftlich-technischen Sachunterrichts attraktiv sein. Da es an Studien zu Effekten unterschiedlicher Kursformate im Hochschulstudium mangelt, wurde im Rahmen von Intervention B auch untersucht, ob sich Unterschiede in der kognitiven und affektiv-motivationalen Wirksamkeit in Abhängigkeit vom Kursformat zeigen (Manuskripte 4 bis 6). Das Blockkursformat erweist sich – sowohl hinsichtlich der Stärkung des Fachwissens als auch der motivationalen Orientierungen – als mindestens ebenbürtige Alternative zu wöchentlich stattfindenden Kursen. Vorteilig zeigt es sich beim kurz- und teils auch langfristigen Fachwissenszuwachs sowie bei der Entwicklung in Teildimensionen des Fähigkeitsselbstkonzeptes und des Sachinteresses.

Vor dem Hintergrund der heterogenen universitären Ausbildungsbiographien der Lehrpersonen des Faches Sachunterricht wurde zudem untersucht, ob sich innerhalb der beiden Kursformatgruppen Unterschiede in der Wirksamkeit je nach Studienschwerpunkt ergeben (Manuskripte 4 bis 6). Mit zwei Ausnahmen in der Blockkursgruppe gibt es keine signifikanten Unterschiede in der Entwicklung des Fachwissens und der motivationalen Orientierungen zwischen Grundschullehramtsstudierenden mit Studienschwerpunkt ‚Naturwissenschaften und Technik' und Studierenden mit einem anderen Studienschwerpunkt. Daraus kann abgeleitet werden, dass Interventionen, wie der hier vorgestellte Kurs B, das Potenzial haben, die professionellen Kompetenzen einer sehr heterogenen Lerner*innenschaft positiv zu entwickeln.

Ein weiteres Ziel der Arbeit ist die Entwicklung statischer Lerngelegenheiten in Form von *Educative Curriculum Materials (ECMs)*. Auch sie sollen – durch Selbststudium – der Professionalisierung von (angehenden) Grundschullehrpersonen für den vielperspektivischen Sachunterricht dienen. Als Produkte kollegialer Vernetzung über Fakultäten und Akteure mehrerer Phasen der Lehrer*innenbildung hinweg sowie durch Vernetzung universitärer Ausbildung mit der Berufspraxis wurden zwei *ECMs* entwickelt und veröffentlicht. Im ersten *ECM* (Manuskript 7) werden anhand des Themas ‚Insekten und Bionik' Zusammenhänge zwischen den Bezugsfächern Biologie und Technik aufgezeigt. Beim zweiten *ECM* steht fächerverbindendes Lernen am Beispiel des Themenbereiches ‚Ernährung und Nährstoffe' im Mittelpunkt (Manuskript 8). Die Wirksamkeit dieser *ECMs* gilt es in zukünftigen Forschungsarbeiten zu untersuchen.

I ABSTRACT

Due to the multi-perspective nature of General Studies (*Sachunterricht*) teaching at primary schools, the university education of teachers of this subject faces the challenge of providing professionalization adequate to the multitude of related disciplines. Along with this, many studies highlight inadequate professional competencies of pre- and in-service General Studies teachers. Low professional knowledge and, among other things, low motivational orientations can negatively impact the quality of instruction and student learning.

In this work, the status quo of the training situation for the subject General Studies – with a focus on the contact time to the individual related disciplines and perspective-networking elements – was first approached by means of document analysis in order to derive needs for action (manuscript 1). According to the analysis of the Bachelor's and Master's examination regulations of all eight university locations in North Rhine-Westphalia that educate for this subject, there are large differences in the minimum contact with the related disciplines. The cross-linking of General Studies perspectives also varies across programs.

Given this heterogeneous educational situation, the multitude of related disciplines that should be included in the study program, and the limited time resources available for each subject in the primary teacher training program, the question arises as to whether individual courses can succeed in positively developing professional competencies with regard to several related disciplines or perspectives at the same time. However, there is a lack of publication and research on such teaching approaches in the context of General Studies teacher education.

Therefore, this work developed two new university courses characterized by multiple levels of curricular coherence. Their efficacy was studied longitudinally using a mixed methods approach (manuscripts 2 to 6). Their goal is the production of informal-individual coherence, i.e. perception and mental production of coherence among the students, the strengthening of their professional knowledge and their motivational orientations concerning several related disciplines, and thus ultimately an increase in the efficiency of the teacher training system for General Studies and its didactics.

An interdisciplinary learning environment (coherence level 1) serves as the first means of establishing coherence: In intervention A, offered to master's General Studies students with a major in special education, the five General Studies perspectives are linked using the regional example of Gelpetal in Wuppertal (topics 'water', 'forest', and 'Wuppertal'). Intervention B, open to all bachelor's and master's students of primary school teaching, links the disciplines of biology, chemistry, physics, and technology using the contexts 'The pond and its surrounding' and 'The human being and its physical performance'.

Coherence of the professional knowledge areas (coherence level 2) is realized with the help of the methods 'excursion' (intervention A) and 'experimentation' (intervention B). There is not

only a theoretical examination of the contents and methods but also a practical one to illustrate the relation to professional practice (coherence level 3): In course A, the participants plan inquiry activities for a General Studies field trip and try them out in the role of learners during an excursion to the Gelpetal. The experiences are then reflected on from the perspective of (prospective) teachers with regard to their own professionalization process and school practice. Planning, conducting, and interpreting experiments at learning stations in course B is not only intended to strengthen science and technology professional knowledge, experimental competencies, and motivational orientations, but can also be used as a model for a possible learning environment in General Studies. Based on their own experimentation experiences, the pre-service teachers also plan an experiment for General Studies lessons twice and receive feedback from the lecturer. Intervention A is also characterized by networking of several actors involved in the university education of teachers (coherence level 4).

According to the results, both interventions have the potential to achieve the three stated goals. From the students' open-ended responses, it appears that they explicitly notice coherence in various forms. In addition, there is evidence that participants in course B also establish mental coherence concerning the disciplines of biology, chemistry, physics, and technology. For students in course A, self-efficacy in terms of implementation of (inclusive) excursions and multi-perspective teaching in General Studies classes increases significantly. Course B also leads to positive self-efficacy development in terms of teaching biology-, chemistry-, physics-, technology-related, and multi-perspective science- and technology-related content in General Studies classes. Students' situational interest in the content of course A is moderate to high, and that in the content of course B is high to very high. This is accompanied by an increasing interest in teaching science and technology among this group. Subject interest in chemistry, physics and technology also tends to increase. In addition to effects on teacher interest, impacts on science and technology content knowledge and academic self-concepts were also examined (intervention B). A short- and long-term increase in content knowledge can be observed. Biology-, chemistry-, physics-, and technology-related academic self-concepts also develop positively. The same applies to experiment-related and science teaching-related self-concepts.

Particularly pre-service primary teachers who are not majoring in General Studies or have a social sciences major might be interested in compact block courses during the semester break for further education in the field of science and technology. Given the lack of studies on the effects of different course formats in higher education, it was also examined whether differences in cognitive and affective-motivational effects emerge as a function of course format within intervention B (manuscripts 4 to 6). The block course format proves to be at least an equivalent alternative to weekly courses – both in terms of reinforcing content knowledge and motivational orientations. It is advantageous in the short- and some cases also long-term increase in content knowledge as well as in the development in sub-dimensions of the academic self-concept and the subject interest.

In light of the heterogeneous university training biographies of General Studies teachers, this study also investigated differences in the effectiveness within the two course format groups depending on the major field of study (manuscripts 4 to 6). With two exceptions in the block course group, there are no significant differences in the development of content knowledge and motivational orientations between pre-service primary teachers majoring in 'science and technology' and students majoring in other subjects. This suggests that interventions such as course B presented here have the potential to positively develop the professional competencies of a very heterogeneous learning group.

Another objective of this work is the development of static learning opportunities in the form of Educative Curriculum Materials (ECMs). These are also intended – in self-study – to professionalize pre- and in-service primary teachers for teaching General Studies in a multi-perspective manner. Two ECMs were developed and published as products of establishing coherence in the form of collegial networking across faculties and stakeholders of multiple phases of teacher education as well as by linking university education with professional practice. The first ECM (Manuscript 7) demonstrates connections between biology and technology through the topic of ‘Insects and Bionics’. The second ECM focuses on cross-curricular learning using the example of the topic 'Nutrition and Nutrients' (Manuscript 8). The effectiveness of these ECMs needs to be investigated in future research.

II EINLEITUNG

Mit dem 2019 erschienenen *Qualifikationsmodell Studienfach Sachunterricht und seine Didaktik*, das von der Fachgesellschaft der Didaktik des Sachunterrichts (GDSU, 2019) erarbeitet wurde, liegt erstmalig für Deutschland eine detaillierte Beschreibung hinsichtlich Mindeststandards in der Sachunterrichtslehrpersonenbildung vor. Das Modell umfasst vier Qualifikationsbereiche, die als relevant für die Ausbildung von für das Unterrichten des Faches benötigten professionellen Kompetenzen und einer angemessenen Fachidentität angesehen werden. Mit dem perspektivenspezifischen Qualifikationsbereich wird verdeutlicht, dass professionelle Kompetenzen bzgl. aller fünf Perspektiven des Faches (GDSU, 2013; s. Kap. III.1) notwendig sind. Der perspektivenübergreifende Qualifikationsbereich betont die Notwendigkeit der Fähigkeit zum vernetzten Denken und Handeln, um dem Bildungsanspruch des Sachunterrichts (s. Kap. III.1) gerecht werden zu können (GDSU, 2019).

Allerdings verweisen viele Forschungsarbeiten auf eine große Diskrepanz zwischen diesen Anforderungen und den tatsächlichen Ausprägungen der professionellen Kompetenzen von (angehenden) Sachunterrichtslehrpersonen: Es mangelt u.a. an Fachwissen bzgl. aller Perspektiven des Faches und auch diesbezügliche motivationale Orientierungen, wie Fähigkeitsselbstkonzepte und Interessen, sind vielfach gering ausgeprägt (s. Kap. III.2). Diese Befunde lassen sich auf mehrere Besonderheiten und Herausforderungen des aktuellen Ausbildungssystems für das Grundschullehramt und das Fach Sachunterricht zurückführen:

1. *Studienwahlmotivation und Eingangsvoraussetzungen:* Das Studium des Grundschullehramts wird oft eher aus pädagogischem als aus fachlichem Interesse gewählt (Billich-Knapp et al., 2012; Book & Freeman, 1986; Richardson & Watt, 2006; Weiß et al., 2009). Auch Fähigkeitsselbstkonzepte, die mit dem Fachwissen zusammenhängen (s. Kap. III.2), beeinflussen die Studien-/Berufswahl (Marsh & Yeung, 1997). Hat eine Person z.B. ein hohes chemiebezogenes Fähigkeitsselbstkonzept am Ende der Schulzeit und möchte Lehrer*in werden, ist es wahrscheinlicher, dass sie sich für ein Lehramtsstudium für weiterführende Schulen als für ein Studium des Sachunterrichts entscheidet (Trautwein & Möller, 2016).
2. *Benötigte Breite des Sachunterrichtsstudiums aufgrund einer Vielzahl an Bezugsdisziplinen:* Bedingt durch die Charakteristika des Faches (s. Kap. III.1) zeichnet sich die Sachunterrichtsdidaktik durch Bezüge zu diversen Fachwissenschaften und Fachdidaktiken aus (Meschede et al., 2020). Für das Sachunterrichtsstudium ergibt sich also die Herausforderung, eine der Breite des Faches angemessene Professionalisierung der angehenden Lehrpersonen – anknüpfend an ihre Eingangsvoraussetzungen (s. Punkt 1) – sicherzustellen.
3. *Heterogenität sachunterrichtsbezogener Studiengänge:* Um den im Qualifikationsmodell (GDSU, 2019) beschriebenen Kompetenzerwartungen gerecht zu werden, erscheint ein integrativer Studiengangstypus, bei dem alle Perspektiven des

Sachunterrichts Berücksichtigung finden (Haslbeck, 2019; Schmidt, 2015), am geeignetsten. Allerdings ist dieser Typus nicht deutschlandweit vertreten (Baumgardt & Kaiser, 2015; Kaiser, 2007; Meschede et al., 2020). So existieren auch lernbereichs- und fachbezogene Ausbildungsvarianten. Lernbereichsbezug bedeutet, dass im Studium nur der naturwissenschaftliche oder der gesellschaftswissenschaftliche Lernbereich Berücksichtigung findet. Bei einem fachbezogenen Sachunterrichtsstudium wird als Hauptfach eine Bezugsdisziplin des Sachunterrichts, z.B. Geschichte, gewählt (Gläser & Schomaker, 2014; Haslbeck, 2019; Schmidt, 2015).

4. *Geringer Studienumfang je Fach durch Ausbildung zu Generalist*innen:* Studierende des Grundschullehramts werden in vielen Ländern, darunter auch in Deutschland, zu Generalist*innen ausgebildet, die drei oder mehr Fächer unterrichten (Appleton, 2007; Döhrmann et al., 2010). Je Fach stehen also im Grundschullehramtsstudium weniger Kontaktstunden zur Verfügung als z.B. bei einem Studium des Gymnasiallehramtes (Porsch, 2020; Schmidt, 2015). Gerade für die Ausbildung im Fach Sachunterricht mit seinen zahlreichen Bezugsdisziplinen (s. Punkt 2) ist diese Gegebenheit problematisch.
5. *Fachfremdes Unterrichten:* Aufgrund des Klassenlehrer*innenprinzips (Lagies, 2020) unterrichten viele Grundschullehrkräfte Sachunterricht fachfremd, d.h. sie haben dieses Fach nicht studiert (Porsch, 2020; Porsch & Wendt, 2016; Schmidt, 2015). Dies ist angesichts der Relevanz des Hochschulstudiums für die Professionalisierung von Lehrpersonen (Brunner et al., 2006; Schmidt, 2015) kritisch zu beurteilen.

Es stellt sich die Frage, wie eine adäquate Professionalisierung für dieses Fach mit seinen vielen Bezugswissenschaften unter diesen Voraussetzungen der Lerner*innen und des Ausbildungssystems gelingen kann (Möller et al., 2017). Diese Arbeit möchte einen Beitrag zur Beantwortung dieser Frage leisten, indem – anknüpfend an eine Analyse des Status quo – kohärente Lerngelegenheiten (s. Kap. III.3) entwickelt werden und ihre Wirksamkeit beforscht wird.

Nachfolgend werden zunächst die Ziele des Sachunterrichts und sein Charakteristikum der Vielperspektivität erläutert (s. Kap. III.1). Daran anknüpfend wird ein Überblick über Anforderungen an, Ausprägungen, Einflussfaktoren und die Relevanz von professionellen Kompetenzen (angehender) Lehrer*innen für den vielperspektivischen Sachunterricht gegeben (s. Kap. III.2). In Kap. III.3 werden Möglichkeiten der Entwicklung dieser professionellen Kompetenzen, mit Fokus auf dem Merkmal der Kohärenz (s. Kap. III.3.1.2), aufgezeigt, um im Anschluss Forschungsdesiderata bzgl. Professionalisierungsmaßnahmen für (angehende) Lehrpersonen hinsichtlich des vielperspektivischen Sachunterrichts herauszuarbeiten (s. Kap. III.4).

III THEORETISCHER HINTERGRUND

III.1 Das Fach Sachunterricht und seine Vielperspektivität

Zentrale Aufgabe des Fachs Sachunterricht ist es, Lernende dabei zu unterstützen, ihre vielgestaltige, komplexe Lebenswelt besser zu verstehen, sich in ihr zu orientieren und sie zu einem verantwortungsvollen Umgang mit dieser zu befähigen (GDSU, 2013; Hempel & Wittkowske, 2010). Dabei ist eine „doppelte Anschlussaufgabe“ (vgl. GDSU, 2013, S. 10) zu bewältigen (Spreckelsen, 2015): Ausgangspunkt des Lernens sind vorunterrichtliche Erfahrungen der Kinder mit der natürlichen und durch den Menschen geprägten Umwelt, wie das Beobachten von und Staunen über Wolken oder Flugzeuge am Himmel. Ziel des Unterrichts sollte es sein, Alltagsvorstellungen über solche Phänomene und Sachverhalte mithilfe geeigneter Zugangs- und Arbeitsweisen sowie der Betrachtung aus unterschiedlichen Blickwinkeln in Richtung wissenschaftlicher Konzepte zu entwickeln (Köhnlein et al., 2013; Möller, 2015). Damit wird die Basis für den Fachunterricht an weiterführenden Schulen geschaffen (GDSU, 2013; Giest & Pech, 2010).

Aus diesen Bildungsansprüchen des Faches ergibt sich auch ein Hauptcharakteristikum: Seine Vielperspektivität (Giest et al., 2017; Kahlert, 2014; Thomas, 2013). Der Begriff der Vielperspektivität wurde seit der Bildungsreform 1970 (Deutscher Bildungsrat, 1970; Götz, 2015) u.a. durch die Arbeiten von Giel zum integrativ-mehrperspektivischen Unterricht (MPU; Giel, 1975; Giel, 2001), Köhnlein zu den neun Dimensionen des Sachunterrichts (Köhnlein, 1990 & 2012; Köhnlein et al., 1999) und Kahlert (2001 & 2005) zu didaktischen Netzen geprägt (für einen Überblick s. Feige, 2007; Thomas, 2013 & 2015). Der Perspektivrahmen Sachunterricht (GDSU, 2013), welcher heutzutage als zentraler Orientierungsrahmen für die Gestaltung sachunterrichtlicher Lehrpläne der Bundesländer (Albers, 2017) und Empfehlungen für die Lehrpersonenbildung in dem Fach (u.a. GDSU, 2019) gilt, knüpft an die Überlegungen dieser Werke an. Es wird zwischen fünf Perspektiven (naturwissenschaftliche, technische, geographische, historische und sozialwissenschaftliche Perspektive) unterschieden, welche wiederum mehrere Bezugswissenschaften haben (GDSU, 2013; Meschede et al., 2020). Für die naturwissenschaftliche Perspektive sind dies hauptsächlich Biologie, Chemie und Physik (Haider, 2015; Meschede et al., 2020; Retzlaff-Fürst & Wittkowske, 2015; Steffensky, 2015). Mit den perspektivenübergreifenden bzw. -vernetzenden Themenbereichen (z.B. Gesundheit und Gesundheitsprophylaxe; GDSU, 2013) wird der Anspruch der Vernetzung der Perspektiven betont. Aktuellere Arbeiten verweisen zudem darauf, dass das ‚traditionelle‘ (enge) Verständnis von Vielperspektivität, bei dem die Heterogenität der ‚Sache‘ und die Offenheit bzgl. der Sichtweisen der Kinder und der Arbeitsweisen betont werden, mehr im Sinne der Heterogenität der Kinder gedacht, also um den Inklusionsgedanken erweitert werden sollte (Abels, 2020; Kahlert & Heimlich, 2012; Pech & Schomaker, 2013; Simon, 2017).

Da es nicht *die* Definition von Vielperspektivität im Kontext des Sachunterrichts gibt (Lauterbach, 2017), wird nachfolgend zusammengefasst, was in dieser Arbeit darunter verstanden wird. In den einzelnen Manuskripten (s. Kap. V) wird jeweils erläutert, welche der nun genannten Aspekte für die jeweilige Teilstudie relevant sind. Mit Vielperspektivität ist hier zum einen das Betrachten eines Sachverhalts oder Phänomens aus unterschiedlichen *Fachperspektiven* (s.o.; Perspektiven/Bezugsfächer des Sachunterrichts) gemeint. Dabei geht es nicht nur um den rein additiven *Einbezug* verschiedener Perspektiven, sondern auch um die (sinnvolle) *Vernetzung* dieser, um Zusammenhänge zu erkennen (Gaedtke-Eckardt, 2011; Rohen-Bullerdiek et al., 2015). Dies schließt auch fächerverbindendes Denken und Arbeiten, d.h. eine Vernetzung des Sachunterrichts mit anderen Fächern, ein (Köhnlein, 2012; Labudde, 2003). Unter Vielperspektivität wird ebenfalls eine Offenheit hinsichtlich Methoden, Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen zum Erschließen von Phänomenen und Sachverhalten verstanden (GDSU, 2013; Köhnlein, 2012; Köhnlein et al., 1999 & 2013). Zum anderen geht es um die Aufgeschlossenheit gegenüber den *Perspektiven der Lernenden* mit ihren vielfältigen, individuellen Erfahrungen, Voraussetzungen und Sichtweisen (Hempel, 2007; Simon, 2017).

Aus den beschriebenen Charakteristika des Faches ergeben sich spezifische Anforderungen an Lehrpersonen des Sachunterrichts, auf die nun eingegangen wird.

III.2 Professionelle Kompetenzen von Sachunterrichtslehrpersonen

Um Sachunterricht zu planen und durchzuführen, welcher den genannten Zielen des Faches gerecht wird, benötigen Grundschullehrer*innen gewisse professionelle Kompetenzen. Unter ‘professionellen Kompetenzen‘ werden in dieser Arbeit, die sich am Modell professioneller Kompetenz von Baumert & Kunter (2006 & 2011) orientiert, erlern- und veränderbare kognitive sowie affektiv-motivationale Merkmale, Kenntnisse, Fähig- und Fertigkeiten verstanden, die benötigt werden, um berufliche Anforderungen erfolgreich zu bewältigen (Baumert & Kunter, 2011; Klieme & Leutner, 2006; Weinert, 2001). Der kognitiven Kompetenz entspricht das Professionswissen (s. Abb. 1), zu den affektiv-motivationalen Kompetenzen werden Überzeugungen/Werthaltungen, selbstregulative Fähigkeiten und motivationale Orientierungen gezählt (s. Abb. 1; Baumert & Kunter, 2006 & 2011; von Kotzebue & Neuhaus, 2016).

Für diese Arbeit relevant sind das Professionswissen – insbesondere das Fachwissen und fachdidaktische Wissen (blaue Hervorhebung in Abb. 1) – sowie motivationale Orientierungen – besonders Selbstkonzepte, Selbstwirksamkeitserwartungen und das Interesse (grüne Hervorhebung in Abb. 1). Da ausführliche Beschreibungen dieser Konstrukte in den Manuskripten 1 bis 6 (vgl. Kap. V) erfolgen, dienen die nachfolgenden Abschnitte dazu, sie mittels Definitionen und Hervorhebung bestimmter Charakteristika voneinander abzugrenzen. Es wird zudem der Forschungsstand bzgl. der Ausprägungen dieser professionellen

Kompetenzen bei (angehenden) Sachunterrichtslehrkräften zusammengefasst. Je Konstrukt gibt eine Abbildung einen kompakten Überblick über Determinanten/Quellen seiner Veränderbarkeit sowie über die Relevanz für das Handeln von Lehrpersonen, die Unterrichtsqualität und Wirkungen auf Schüler*innen (SuS), um im Abschluss des Kapitels Interdependenzen zwischen den betrachteten Konstrukten herauszuarbeiten.

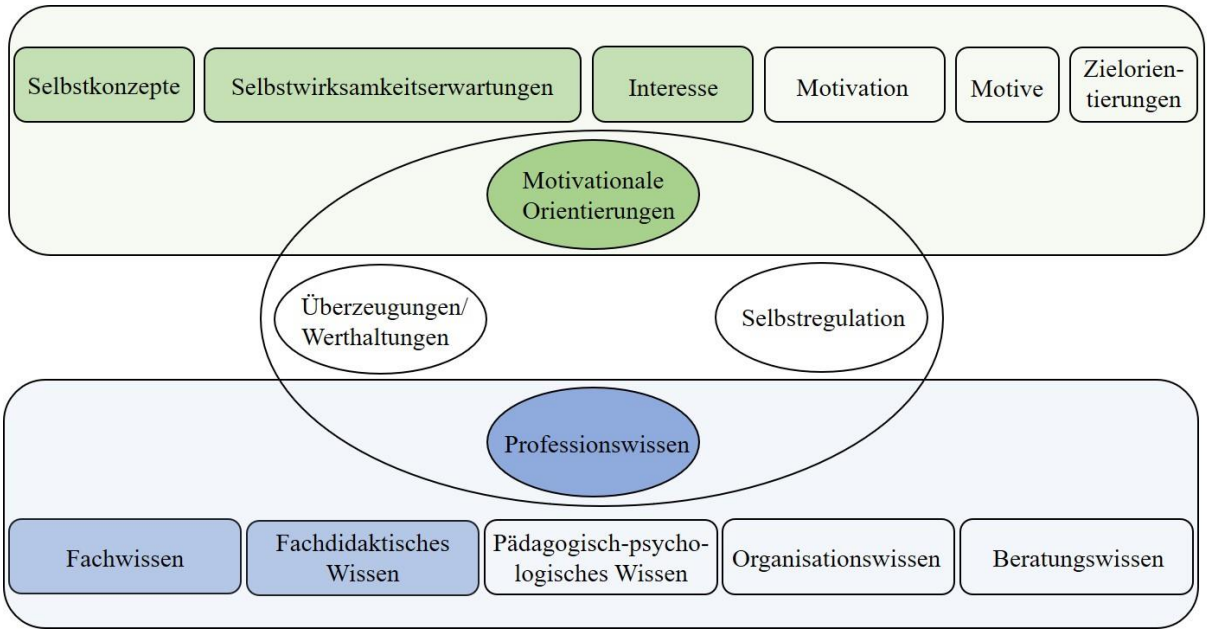


Abbildung 1: *Modell professioneller Kompetenz von Lehrkräften (eigene Darstellung in Orientierung an Baumert & Kunter, 2006 & 2011; Klusmann, 2011; Kunter, 2014). Blau und grün hinterlegt sind jene Professionswissensbereiche bzw. motivationale Orientierungen, die im Fokus dieser Arbeit stehen. Anmerkungen: Selbstwirksamkeitserwartungen werden auch den selbstregulativen Fähigkeiten zugeordnet (Baumert & Kunter, 2006). Das Interesse wird hier nach Schiefele et al. (2013) dem Enthusiasmus gleichgesetzt (s. Kap. III.2.2.2).*

III.2.1 Professionswissen

Das Professionswissen, als das Wissen, welches für die Profession einer Lehrerin/eines Lehrers charakteristisch ist, gilt als zentrales Element professioneller Kompetenz von Lehrpersonen (Harms & Riese, 2018; Kaiser et al., 2020). Wie in Abb. 1 dargestellt, unterscheiden Baumert & Kunter (2006 & 2011) – bezugnehmend auf die Arbeiten von Shulman (1986 & 1987) – zwischen fünf Dimensionen des Professionswissens: Fachwissen, fachdidaktisches Wissen, pädagogisch-psychologisches Wissen, Organisationswissen (Fried, 2002; Shulman, 1987) und Beratungswissen (Baumert & Kunter, 2006; Bromme & Rambow, 2001).

Aufgrund der Schwerpunkte der Arbeit werden nachfolgend, nach einer kurzen Definition des pädagogisch-psychologischen Wissens, welches zusammen mit den ersten beiden Dimensionen als Kernbereich des Professionswissens angesehen wird (Baumert & Kunter, 2011; Blömeke et al., 2009; Grossman, 1990; Shulman, 1997; Tepner et al., 2012; Weinert, 2000), nur das Fachwissen und das fachdidaktische Wissen näher betrachtet. Das pädagogisch-psychologische Wissen (*pedagogical knowledge; PK*), auch allgemein-pädagogisches Wissen oder

bildungswissenschaftliches Wissen genannt, ist nicht fach- bzw. inhaltsgebunden und umfasst Wissen über Lerntheorien, Lehrmethoden sowie die Organisation und Gestaltung von Lehr-/ Lernumgebungen. Auch diagnostisches Wissen zur Leistungserfassung und -beurteilung sowie Wissen über eine effektive Klassenführung werden dieser Dimension zugeordnet (Baumert & Kunter, 2006; Bromme, 1997; Grossman, 1994; Shulman, 1986 & 1987; Voss et al., 2015).

III.2.1.1 Fachwissen

Fachwissen (*content knowledge; CK*) ist das tiefe Verständnis des Faches, das es zu unterrichten gilt (Grossman et al., 2005). Es umfasst zum einen *substantive knowlegde* – fachwissenschaftliches Wissen – über Fakten, Basiskonzepte, die Struktur des Faches und Vernetzungen zwischen Bereichen innerhalb des Faches, aber auch mit verwandten Domänen außerhalb des Faches (Grossman et al., 1989; Kunz, 2011; Schwab, 1978; Shulman, 1986). Zum anderen beinhaltet diese Wissensdimension auch *syntactic knowledge* – fachmethodisches Wissen – über fachspezifische Methoden, Denk- und Arbeitsweisen (z.B. Experimentieren), die zur Erkenntnisgewinnung bzw. Generierung von *substantive knowledge* einsetzt werden (Abd-El-Khalick & BouJaoude, 1997; Grossman et al., 1989; Haslbeck, 2019; Kunz, 2011; Schwab, 1978; Shulman, 1986; für Details zur Struktur des *CK* s. Manuskript 4, Kap. V.4).

Für das *CK* von (angehenden) Sachunterrichtslehrkräften gibt es bislang wenige empirische Hinweise und somit keinen Konsens, in welcher *Tiefe* dieses zur Gewährleistung einer hohen Unterrichtsqualität vorhanden sein sollte (Lange-Schubert & Hartinger, 2020). Anders et al. (2013) fordern für die naturwissenschaftliche Perspektive des Sachunterrichts ein *CK*-Niveau, das jenem eines/einer Lernenden der Sekundarstufe I entspricht. Dieser Vorschlag entspricht der generellen Auffassung, dass das *CK* über die Schulstufe hinausgehen sollte, in der unterrichtet wird (Blömeke et al., 2009). Aufgrund der in Kap. III.1 beschriebenen Charakteristika des Faches ist für die *Breite* des *CK* festzuhalten, dass *CK* in allen Perspektiven des Faches (Naturwissenschaften, Technik, Geographie, Geschichte, Sozialwissenschaften) benötigt wird (Lange-Schubert & Hartinger, 2020; s. auch „Qualifikationsbereich perspektivenspezifisch“ in GDSU (2019)). Zusätzlich ist perspektivenvernetzendes *CK*, z.B. zu den im Perspektivrahmen Sachunterricht benannten Themenbereichen (GDSU, 2013), notwendig (Lange-Schubert & Hartinger 2020; Möller, 2004; s. auch „Qualifikationsbereich perspektivenübergreifend“ in GDSU (2019)).

Es zeigt sich allerdings national und international, dass das *CK* von (angehenden) Grundschullehrpersonen eher gering ausgeprägt ist (zur Übersicht s. Kleickmann, 2015; Niermann, 2017; van Driel et al., 2014). Dies konnte vielfach für die naturwissenschaftliche Perspektive (u.a. Abd-El-Khalick & BouJaoude, 1997; Harlen, 1997; Senocak, 2009; Urban-Woldron, 2014) und auch für die technische Perspektive (Harlen et al., 1995; Niermann, 2017) sowie die Gesellschaftswissenschaften[1] (Fernández Nistal & Peña Boone, 2008; Suzuki, 2003;

[1] Hier ist anzumerken, dass zum *CK* von (angehenden) Grundschullehrpersonen hinsichtlich der technischen und der gesellschaftswissenschaftlichen Perspektiven weltweit kaum Studien vorliegen (Meschede et al., 2020).

Voss et al., 1998) gezeigt werden. Niermann (2017), die erstmalig das *CK* von Sachunterrichtslehrer*innen bzgl. aller fünf Perspektiven mittels je einer Aufgabe untersuchte, stellt fest, dass die Aufgabe zur historischen Perspektive im Schnitt am besten gelöst wurde und jene zur technischen am schlechtesten. Es zeigt sich dort allerdings auch, dass das *CK* je nach Perspektive und Lehrperson sehr unterschiedlich ausgeprägt ist. Wie aus Abb. 2 hervorgeht, hängt die Höhe des *CK* auch mit dem Studienhintergrund bzw. der Kontaktzeit zum Fach während des Studiums (Schmidt, 2015; s. auch Kap. III.3.1.1) und der Berufserfahrung (Draxler, 2006; Schmidt et al., 2015) zusammen.

Warum ein geringes *CK* problematisch ist, wird deutlich, wenn die rechte Seite der Abb. 2 betrachtet wird.

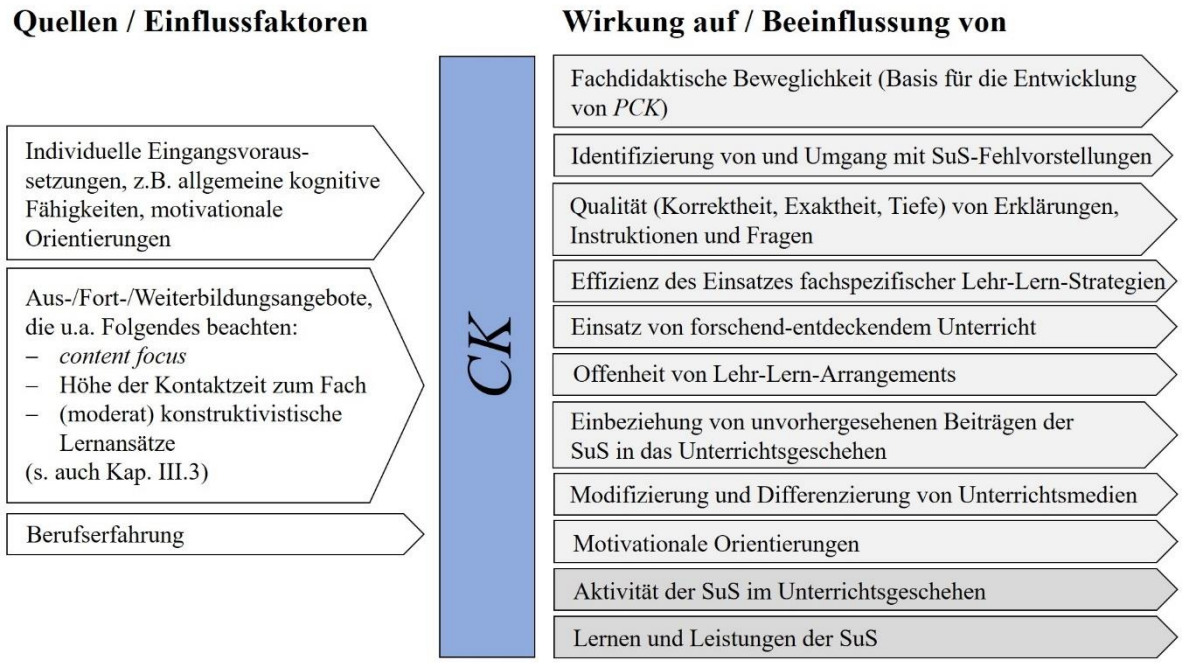


Abbildung 2: *Quellen bzw. Einflussfaktoren der Entwicklung des Fachwissens (CK), Auswirkungen des CK auf Lehrpersonen(handeln) und ihren Unterricht (hellgrau hinterlegt) sowie die SuS (dunkelgrau hinterlegt) (eigene Darstellung; Zusammenstellung aus Ball et al., 2005; Baumert et al., 2010; Berg & Brouwer, 1991; Bromme, 1997; Capraro et al., 2005; Depaepe et al., 2015; Desimone, 2009; Draxler, 2006; Hashweh, 1987; Hill et al., 2005; Käpylä et al., 2009; Lange et al., 2015; Leinhardt & Smith, 1985; Luera et al., 2005; Ma, 1999; Niermann, 2017; Ohle et al., 2011; Paulick et al., 2016; Riese & Reinhold, 2010; Sabel et al., 2016; Schmidt, 2015; Smith & Neale, 1989; Sorge et al., 2019; Tobin et al., 1994; Tröbst et al., 2018; van Driel et al., 2002)*

Das *CK* gilt als Basis für die fachdidaktische Beweglichkeit von Lehrer*innen (Baumert & Kunter, 2006), beeinflusst die Unterrichtsqualität (Hashweh, 1987; Smith & Neale, 1989; Tobin et al., 1994) und steht im Zusammenhang mit motivationalen Orientierungen der Lehrpersonen (Paulick et al., 2016; Riese & Reinhold, 2010; s. Kap. III.2.2) sowie mit den Leistungen der

SuS (u.a. Hill et al., 2005; Ohle et al., 2011; s. Abb. 2[2]). Eine detaillierte Beschreibung der Relevanz des *CK* von Lehrpersonen ist Manuskript 4 (Kap. V.4) zu entnehmen.

III.2.1.2 Fachdidaktisches Wissen

Das fachdidaktische Wissen (*pedagogical content knowledge*; *PCK*) als „special amalgam of content and pedagogy [knowledge] that is uniquely the province of teachers, their own special form of professional understanding" (vgl. Shulman, 1987, S. 8) beschreibt jenes Wissen, welches für die adressatengerechte Aufbereitung und Vermittlung von Fachinhalten benötigt wird. Es gibt verschiedene Modelle, die einige Überschneidungen, aber auch Unterschiede bzgl. der Facetten des *PCK* aufweisen (u.a. Baumert & Kunter, 2006; Blömeke et al., 2008; Tepner et al., 2012). Als grundlegend werden in den meisten Arbeiten das Wissen über Bedingungen des Lernens und das Wissen über instruktionale Aktivitäten erachtet (Lange-Schubert & Hartinger, 2020, in Orientierung an Park & Oliver, 2008 und Shulman, 1986). Erstere Facette umfasst die Unterfacetten ‚Wissen über SuS-Vorstellungen' und ‚Wissen über Lernschwierigkeiten' (Wissen über typische (Fehl-)Vorstellungen und Lernbarrierren der SuS, ihre Relevanz für den Unterricht und über den Umgang damit; Geers et al., 2009; Lange-Schubert & Hartinger, 2020; Loughran et al., 2004). Das Wissen über instruktionale Aktivitäten inkludiert die Unterfacetten ‚Wissen über fach-/themenspezifische Lehr- und Vermittlungsstrategien' (Wissen über geeignete Lehr-Lernstrategien, Arbeitsweisen, Medien, Repräsentationen zur Förderung von Kompetenzen; Geers et al., 2009; Park & Oliver, 2008) und ‚Wissen über die Strukturierung der Lernumgebung' (Sequenzierung des Unterrichts zur Vermittlung der Fachinhalte; Lange-Schubert & Hartinger, 2020).

Auch beim *PCK* von (angehenden) Lehrer*innen des Sachunterrichts besteht kein Konsens darüber, in welche Facetten es sich untergliedert und in welcher Tiefe es vorhanden sein sollte (GDSU, 2019; Lange, 2015). Lange-Schubert & Hartinger (2020) erläutern, dass nicht nur *PCK* bzgl. aller fünf Sachunterrichtsperspektiven nötig ist, sondern auch *PCK* über Vernetzungsmöglichkeiten von Unterrichtsinhalten aus den verschiedenen Perspektiven. Letzterer *PCK*-Bereich wird ebenfalls im perspektivenübergreifenden Qualifikationsbereich des *Qualifikationsmodells Studienfach Sachunterricht und seine Didaktik* (GDSU, 2019) deutlich. Zudem verweisen Modelle wie jenes von Mester (2020) auf die Notwendigkeit inklusionsbezogenen fachdidaktischen bzw. pädagogischen Wissens von Sachunterrichtslehrkräften (s. dazu auch Manuskript 2; Kap. V.2).

Die wenigen existierenden Untersuchungen zeigen überwiegend, dass das *PCK* von (angehenden) Sachunterrichtslehrpersonen oft eher niedrig ausgeprägt ist (u.a. Harlen et al., 1995 (technische Perspektive); Haeussler Bohan & Davis, 1998 (historische Perspektive)).

[2] Da es nur wenige Studien zu Determinanten und der Bedeutung/Relevanz des Professionswissens und der motivationalen Orientierungen von Lehrpersonen des Sachunterrichts gibt (Kleickmann, 2015; Lange, 2015; Lange-Schubert & Hartinger, 2020; Meschede et al., 2020), wird in den Darstellungen auf Befunde aus Studien zu anderen Fächern der Grundschule und verwandten Fächern weiterführender Schulen zurückgegriffen.

Niermann (2017) stellt fest, dass nur wenige der interviewten Sachunterrichtslehrer*innen konkrete didaktische Modelle oder Prinzipien nennen können. Die Studie von Käpylä et al. (2009) mit Fokus auf dem Bezugsfach Biologie deutet u.a. auf mangelndes Wissen über Lernschwierigkeiten von SuS bei Grundschullehramtsstudierenden hin. Es konnte jedoch auch gezeigt werden, dass keine Unterschiede im fachdidaktischen Wissen zwischen Grundschullehrkräften und Gymnasiallehrer*innen bestehen (Möller et al., 2017).

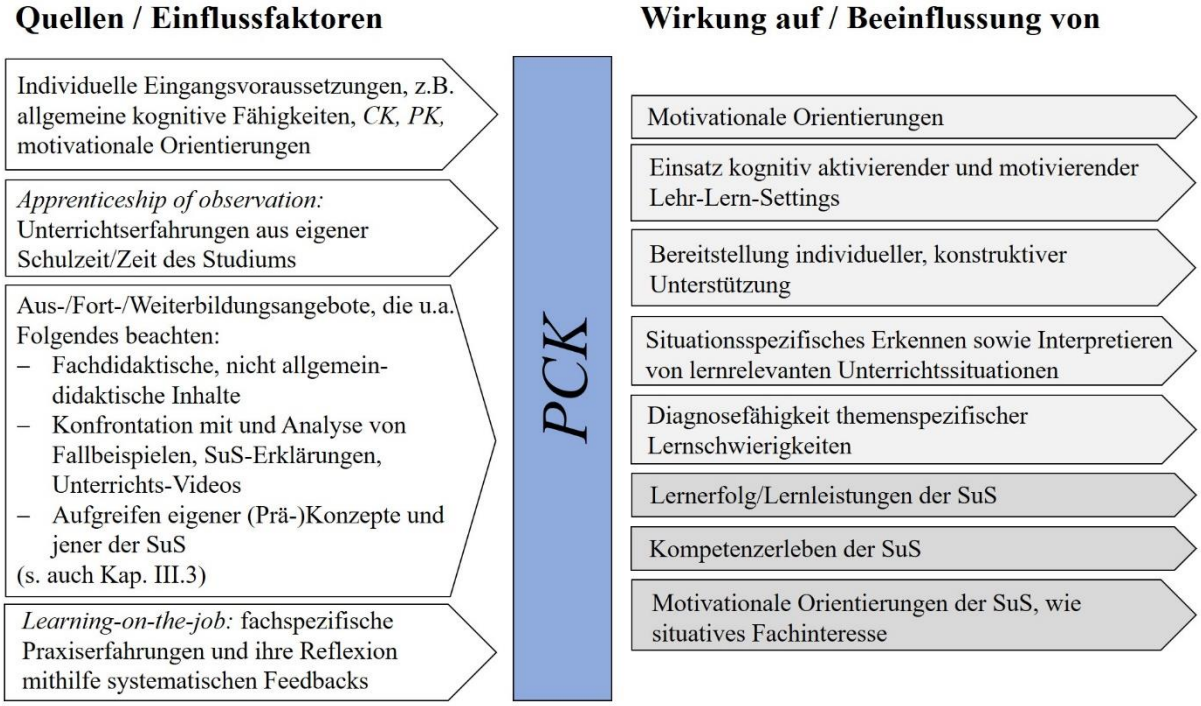


Abbildung 3*: *Quellen bzw. Einflussfaktoren der Entwicklung des fachdidaktischen Wissens (PCK), Auswirkungen des PCK auf Lehrpersonen(handeln) und ihren Unterricht (hellgrau hinterlegt) sowie die SuS (dunkelgrau hinterlegt) (eigene Darstellung; Zusammenstellung aus Baumert et al., 2010; Baumert et al., 2011; Druva & Anderson, 1983; Foerster, 2008; Franke et al., 2001; Friedrichsen et al., 2008; Gess-Newsome, 1999; Grossman, 1990; Großschedl et al., 2015; Hartmann, 2018; Hill et al., 2005; Käpylä et al., 2009; Kleickmann, 2015; Kleickmann et al., 2016 & 2017; Kunter & Voss, 2011; Lange et al., 2012a,b & 2015; Lindl & Krauss, 2017; Lipowsky & Rzejak, 2012; Lortie, 1977; Meschede et al., 2017; Möller et al., 2006; Niermann, 2017; Olszewski, 2010; Paulick et al., 2016; Roth et al., 2011; Sadler et al., 2013; Sorge et al., 2019; Sunder et al., 2016; Tröbst et al., 2018; van Driel et al., 1998)

Abb. 3 gibt einen Überblick über Quellen bzw. Determinanten des *PCK* sowie über potenzielle (Aus-)Wirkungen des *PCK* auf andere professionelle Kompetenzen, das Handeln der Lehrperson, die Unterrichtsqualität (alle: hellgraue Hinterlegung) und die SuS (dunkelgrau hinterlegt). Wie auch für das *CK*, gelten das Studium und das Absolvieren von Fort- bzw. Weiterbildungen als bedeutsamste Einflussfaktoren des *PCK* (zur Übersicht s. Niermann, 2017). Eine *PCK*-Entwicklung durch *Learning-on-the-job* (vgl. Abb. 3; Hartmann, 2018) scheint nur gegeben zu sein, wenn die Erfahrungen systematisch reflektiert werden (Falk, 2012; Friedrichsen et al., 2008).

Neben kognitiven sind auch affektiv-motivationale Kompetenzen, wie motivationale Orientierungen, für das professionelle Handeln von Sachunterrichtslehrpersonen relevant (Baumert & Kunter, 2006 & 2011; GDSU, 2013; Kunter, 2011). Auf diese wird im folgenden Kapitel eingegangen.

III.2.2 Motivationale Orientierungen

Motivationale Orientierungen (angehender) Lehrpersonen sind „habituelle und individuelle Unterschiede in Zielen, Präferenzen, Motiven und affektiv-bewertenden Merkmalen, die in Interaktion mit anderen Persönlichkeits- und Kontextmerkmalen bestimmen, welche Verhaltensweisen Lehrkräfte zeigen“ (vgl. Möller et al., 2013, S. 71 in Anlehnung an Kunter, 2011). Es kann zwischen zwei Kategorien von motivationalen Variablen differenziert werden: Den *fähigkeitsbezogenen (Kontroll-)Überzeugungen und Erwartungen*, zu denen das Selbstkonzept und die Selbstwirksamkeitserwartungen[3] gerechnet werden (Kap. III.2.2.1) und den *Werten*, zu denen das Interesse (Kap. III.2.2.2) zählt (Baumert & Kunter, 2006; Eccles & Wigfield, 2002).

III.2.2.1 Fähigkeitsselbstkonzept und Lehrer*innenselbstwirksamkeitserwartungen

Da Selbstkonzept und Selbstwirksamkeitserwartungen (SWE) konzeptionelle Überschneidungen aufweisen (Eccles & Wigfield, 2002; König et al., 2012), jedoch zwei empirisch trennbare Konstrukte sind (Ferla et al., 2009), werden sie in einem gemeinsamen Kapitel behandelt, um Gemeinsamkeiten und Unterschiede besser herausarbeiten zu können. Ausführliche Beschreibungen beider Konstrukte und ihrer Strukturen sind den Manuskripten 4 und 5 (Selbstkonzept; Kap. V.4 und Kap. V.5) sowie 2 und 6 (SWE; Kap. V.2 und Kap. V.6) zu entnehmen.

Das Selbstkonzept ist eine eher globalere, umfassende Einschätzung darüber, „wer man ist und was man kann“ (vgl. Rabe et al., 2012, S. 297; Oyserman et al., 2012). Beispielitems für das Fähigkeitsselbstkonzept[4] (FSK), das die subjektive Einschätzung der akademischen Leistungsfähigkeit beschreibt (Dickhäuser, 2006; Trautwein & Möller, 2016; Wigfield & Karpathian, 1991) sind „Ich bin gut in Physik“ oder „Ich bin gut darin, ein Experiment durchzuführen“. Selbstkonzepte werden Bong & Skaalvik (2003) zufolge vornehmlich durch vergangene Kompetenzerfahrungen und durch externale sowie internale Vergleiche geformt (s. Abb. 4 und Manuskripte 4 bis 5).

[3] Selbstwirksamkeitserwartungen werden zudem auch den selbstregulativen Fähigkeiten zugeordnet (Baumert & Kunter, 2006; Tschannen-Moran & Woolfolk-Hoy, 2001).
[4] Synonym verwendet mit dem Begriff des akademischen Selbstkonzepts (Dickhäuser, 2006; Möller & Trautwein, 2015)

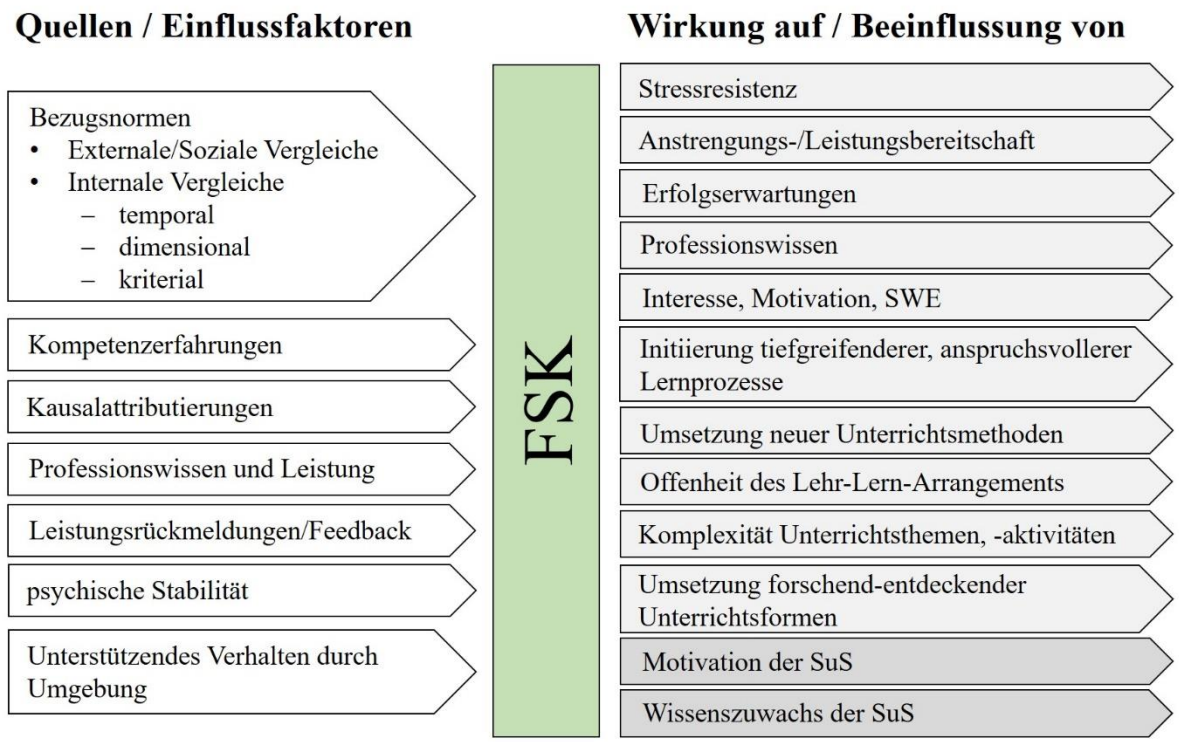


Abbildung 4: *Quellen bzw. Einflussfaktoren der Entwicklung des FSK, Auswirkungen des FSK auf Lehrpersonen(handeln) und ihren Unterricht (hellgrau hinterlegt) sowie die SuS (dunkelgrau hinterlegt) (eigene Darstellung; Zusammenstellung aus Aspy & Buhler, 1975; Bong & Skaalvik, 2003; Dickhäuser, 2006; Dickhäuser & Stiensmeier-Pelster, 2002; Ferla et al., 2009; Guskey, 1988; Hughes, 1987; Kleickmann, 2015; Landwehr, 2002; Lüdtke et al., 2005; Möller & Trautwein, 2015; Paulick et al., 2016 & 2017; Schöne et al., 2002; Shavelson et al., 1976; Sorge et al., 2019; Stiensmeier-Pelster & Schöne, 2008; Wigfield & Eccles, 1992)*

Dahingegen werden unter SWE als Teilkonstrukt des globalen Selbstkonzeptes (Parajes, 1996; Zimmerman & Cleary, 2006) Überzeugungen, herausfordernde oder neue Situationen aufgrund vorhandener Kompetenzen bewältigen zu können, verstanden (Bandura, 1977; Schmitz & Schwarzer, 2000). Eine typische Formulierung für eine Lehrer*innenselbstwirksamkeitserwartung (L-SWE; Rabe et al., 2012; Schwarzer & Jerusalem, 2002; s. Manuskript 6) wäre „Ich weiß, dass ich es schaffe, anspruchsvolle physikbezogene Themen für meinen Sachunterricht aufzubereiten“. Am Beispiel wird deutlich, dass SWE – genauso wie Selbstkonzepte – domänenspezifisch sind und auf subjektiven Einschätzungen beruhen (Ferla et al., 2009; Pajares, 1996; Rabe et al., 2012; s. Manuskripte 4, 5 und 6 für Details). Allerdings sind sie zukunftsorientiert, handlungsbezogener und zeigen sich, wenn gewisse Herausforderungen oder Barrieren vorhanden sind (Bong & Skaalvik, 2003; Schwarzer & Jerusalem, 2002). Zum anderen gelten SWE als leichter veränderbar als Selbstkonzepte[5] (Bong & Skaalvik, 2003; Möller & Trautwein, 2015; Trautwein & Möller, 2016). Nach Bandura (1997) gibt es vier Quellen der SWE, die in der Reihenfolge ihrer Relevanz in Abb. 5 (linke

[5] Zur Stabilität von Selbstkonzepten: Selbstkonzepte auf höheren Hierarchieebenen („globalere“ Selbstkonzepte) gelten als weniger veränderbar als bereichspezifische Selbstkonzepte (Moschner, 2001), wie z.B. das experimentbezogene FSK (Buse et al., 2018; Damerau, 2012; Franken et al., 2020).

Seite; Quelle mit dem größten Einfluss: direkte Erfahrungen) dargestellt sind. Eine ausführliche Beschreibung der potenziellen Einflussfaktoren beider Konstrukte sowie ihrer Relevanz für die Entwicklung anderer professioneller Kompetenzen von Lehrpersonen, ihr Handeln, die Unterrichtsqualität und die Wirkungen auf die SuS kann den Manuskripten 2 und 4 bis 6 (Kap. V.2; Kap. V.4 bis V.6) entnommen werden.

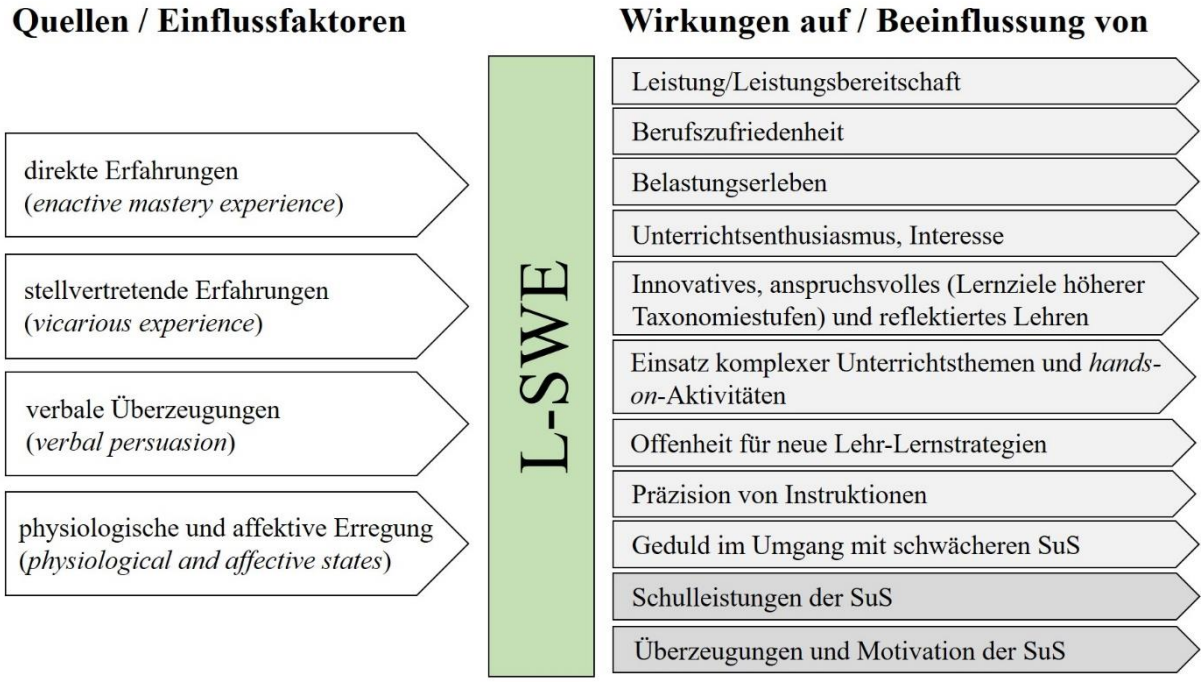


Abbildung 5: *Quellen bzw. Einflussfaktoren der Entwicklung von L-SWE, Auswirkungen von L-SWE auf Lehrpersonen(handeln) und ihren Unterricht (hellgrau hinterlegt) sowie die SuS (dunkelgrau hinterlegt) (eigene Darstellung; Zusammenstellung aus Allinder, 1994; Appleton, 2003; Ashton & Webb, 1986; Bandura, 1977 & 1997; Cakiroglu et al., 2012; Caprara et al., 2006, Gebauer, 2013; Guskey, 1984; Midgley et al., 1989; Rabe et al., 2012; Ross, 1992; Schmitz, 2001; Schwarzer & Jerusalem, 2002; Tschannen-Moran et al., 1998; Wolters & Daugherty, 2007)*

Auch Reviews und Forschungsarbeiten zu den professionellen Kompetenzen von (angehenden) Sachunterrichtslehrpersonen betonen die Relevanz dieser beiden motivationalen Orientierungen (u.a. Hartmann & Reichhart, 2018; Kleickmann, 2015; Meschede et al., 2020; Möller, 2004; Pawelzik et al., 2016; Peschel, 2018). Allerdings mangelt es – gerade mit Blick auf FSK – an aktuellen Studien zu den Strukturen und Ausprägungen dieser bezogen auf die verschiedenen Bezugsfächer und Perspektiven des Sachunterrichts. Mittels Faktorenanalyse zeigen Hartmann & Reichhart (2018) für die L-SWE, dass Grundschullehramtsstudierende gedanklich zwischen den fünf Perspektiven des Sachunterrichts unterscheiden. Eine ähnliche Struktur zeigt sich in den Analysen von Pahl et al. (2019) zum FSK[6]. Dort wird allerdings das Bezugsfach Chemie nicht einbezogen und in der Anlage des Fragebogens nicht zwischen

[6] Aufgrund der Studienergebnisse von Paulick et al. (2016) ist hinsichtlich der Struktur des FSK von Lehrpersonen davon auszugehen, dass zwischen *CK*-bezogenen, *PCK*-bezogenen und *PK*-bezogenen FSK unterschieden werden kann.

Physik und Technik als Bezugsfächern unterschieden[7]. Ohne Durchführung einer Faktorenanalyse unterscheidet Göhring (2017) zwischen biologie-, chemie- und physikbezogenen FSK von Grundschullehramtsstudierenden. Ältere Studien – alle mit Fokus auf der naturwissenschaftlichen Perspektive oder dem Bezugsfach Physik – deuten auf geringe L-SWE und FSK von (zukünftigen) Grundschullehrer*innen hin (Appleton, 2007; de Laat & Watters, 1995; Drechsler & Gerlach, 2001; Landwehr, 2002; Möller, 2004). Sowohl bei den FSK (Göhring, 2017; Janssen, 2015; Pahl, 2020) als auch bei den L-SWE (Al Sultan, 2020) zeigt sich die Tendenz, dass die biologiebezogenen Domänen positiver eingeschätzt werden als die chemie- und physikbezogenen. In aktuelleren Studien, die auch weitere sachunterrichtliche Perspektiven einbeziehen, sind die L-SWE bzgl. des Unterrichtens der naturwissenschaftlichen und der geographischen Perspektive höher als jene bzgl. der anderen Perspektiven. Gerade die L-SWE hinsichtlich des Unterrichtens von Technik und Sozialwissenschaften werden niedrig eingeschätzt (Hartmann & Reichhart, 2018; Reichhart, 2018). Inwieweit sich (angehende) Grundschullehrer*innen zutrauen, Sachunterricht zu machen, der mit der Herausforderung der Vielperspektivität verbunden ist, wurde bisher nicht untersucht.

III.2.2.2 Lehrer*inneninteresse

Wie in der Einleitung zu den motivationalen Orientierungen angeschnitten, bezieht sich das Interesse, definiert als positive Beziehung zwischen einer Person und einem Gegenstand[8] (Krapp, 1992 & 1999), auf die wertbezogene Komponente von Motivation, während bei Selbstkonzepten und SWE die Erwartungskomponente betont wird (Wigfield et al., 2006). Interesse an einem Gegenstand ist gegeben, wenn emotionale („Die Aktivität macht mir Spaß“), epistemische/kognitive („Ich möchte mehr über die Aktivität wissen/mich mehr mit der Aktivität auseinandersetzen“) und wertbezogene („Die Aktivität ist für mich persönlich wichtig“) Merkmale erfüllt werden (Krapp, 1999 & 2010; Prenzel, 1988; Schiefele, 1974; s. Manuskripte 2, 3 und 6). Die Beispiele verdeutlichen, dass beim Interesse[9] – im Vergleich zu den vorigen Konstrukten – Ziel- und Inhaltsaspekte im Fokus stehen und nicht die Bewertung von Kompetenzen (Hidi et al., 2004; Krapp & Ryan, 2002). Eine Gemeinsamkeit aller drei Konstrukte ist die Domänenspezifität (Marsh et al., 2005).

Diese Arbeit orientiert sich am Modell des Lehrer*inneninteresses[10] (L-Interesse) von Schiefele et al. (2013). Danach ist das L-Interesse ein relativ stabiles, dem persönlichen Interesse[11] ähnliches Konstrukt (Eren, 2012), welches die Dimensionen *subject interest* (Sach-/

[7] Auch werden dort noch weitere Bezugsfächer, wie Ethik, einbezogen (Pahl et al., 2019).
[8] Der Gegenstand kann nicht nur ein Objekt, sondern z.B. auch ein Thema oder eine Aktivität sein (Krapp, 1992).
[9] Das Interesse weist große Überschneidungen mit dem Konstrukt der intrinsischen Motivation auf. Letzteres Konstrukt deckt aber nur Teilaspekte des Interessenkonstruktes ab, daher sollten sie unterschieden werden (Hidi & Ainley, 2002; Schiefele et al., 2013).
[10] Hier wird dem Vorschlag von Schiefele et al. (2013) gefolgt, die Begrifflichkeit L-Interesse anstatt „Lehrer*innenenthusiasmus“ (Kunter et al., 2008) zu verwenden, da es die Bedeutung des Lehrer*innenenthusiasmus vollständig abdeckt.
[11] zur Definition des persönlichen/individuellen Interesses s. Manuskript 6

Fachinteresse), *didactic interest* (Interesse am Unterrichten eines Faches/didaktisches Interesse) und *educational interest* (erzieherisches Interesse) umfasst (Schiefele et al., 2013).

Wie auch bei den L-SWE scheinen Grundschullehramtsstudierende hinsichtlich der Dimension „Interesse am Unterrichten" von Sachunterricht gedanklich zwischen den fünf Perspektiven des Faches zu unterscheiden[12] (Hartmann & Reichhart, 2018). Die Befunde zur Ausprägung des L-Interesses von (angehenden) Sachunterrichtslehrpersonen sind, bezogen auf die naturwissenschaftliche Perspektive, inkonsistent. Manche Studienergebnisse sprechen für geringes L-Interesse[13] (s. Manuskript 6, u.a. Drechsler & Gerlach, 2001), andere für eher hohes L-Interesse an Naturwissenschaften (u.a. Hartmann & Reichhart, 2018; Steffensky & Wilms, 2006). Hinsichtlich der technischen und der gesellschaftswissenschaftlichen Perspektiven ist das Bild eindeutiger: das L-Interesse ist eher gering ausgeprägt[14] (Hartmann & Reichhart, 2018; Möller & Tenberge, 2000; Owens, 1997; Reichhart, 2018). Mit Blick auf den Bildungsanspruch des Sachunterrichts (s. Kap. III.1) und die in Abb. 6 zusammengefassten bekannten Wirkungen des L-Interesses, zu denen bisher nicht so viel Forschung vorhanden ist wie beispielsweise zu L-SWE (Schiefele et al., 2013), sind diese Befunde besorgniserregend.

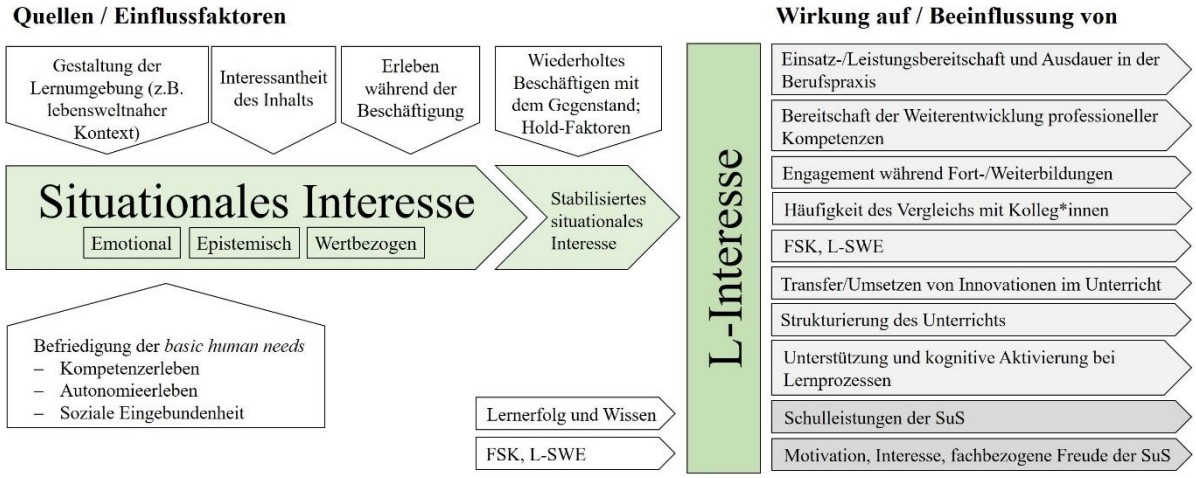


Abbildung 6: *Quellen bzw. Einflussfaktoren der Entwicklung des situationalen und des L-Interesses, Auswirkungen von L-Interesse auf Lehrpersonen(handeln) und ihren Unterricht (hellgrau hinterlegt) sowie die SuS (dunkelgrau hinterlegt) (eigene Darstellung; Zusammenstellung aus Bender et al., 2018; Brigham et al., 1992; Deci & Ryan, 1993; Eren, 2012; Franz, 2008; Hidi & Renninger, 2006; Köller et al., 2001; Krapp, 2002 & 2005; Krapp & Ryan, 2002; Kunter, 2011; Kunter et al., 2008; Long & Woolfolk Hoy, 2006; Patrick et al., 2000; Retelsdorf et al., 2010; Riconscente, 2014; Trempler et al., 2013)*

Wird von dem obigen Postulat, dass das L-Interesse dem individuellen Interesse ähnlich ist (Eren, 2012; Schiefele et al., 2013), ausgegangen, ist anzunehmen, dass sich aus situationalem Interesse – einem kurzzeitigen Zustand des Interessiertseins, ausgelöst durch die in Abb. 6

[12] Für das *subject interest* wurde dies nicht untersucht.
[13] Bezugsfachspezifische Unterschiede vorhanden (s. Manuskript 6)
[14] Bei Hartmann & Reichhart (2018) ist das Interesse am Unterrichten der geographischen Perspektive allerdings höher als am Unterrichten der technischen, historischen und sozialwissenschaftlichen Perspektive.

dargestellten Faktoren – über Zwischenstufen L-Interesse an einem bestimmten Gegenstand entwickelt (Hidi & Renninger, 2006; Krapp, 2007; Mitchell, 1993).

III.2.3 Zusammenhänge zwischen kognitiven und affektiv-motivationalen Kompetenzen

Bei Betrachtung der Abb. 2 bis 6 werden Zusammenhänge zwischen den Konstrukten deutlich, welche mit der folgenden Abb. 7 zusammengefasst werden. So zeigen Studien, dass *CK* die Entwicklung von *PCK* beeinflusst bzw. eine wichtige Basis für die Ausbildung von *PCK* ist[15] (u.a. Großschedl et al., 2015; Käpylä et al., 2009; Ma, 1999; Tröbst et al., 2018; s. Pfeil 1 in Abb. 7).

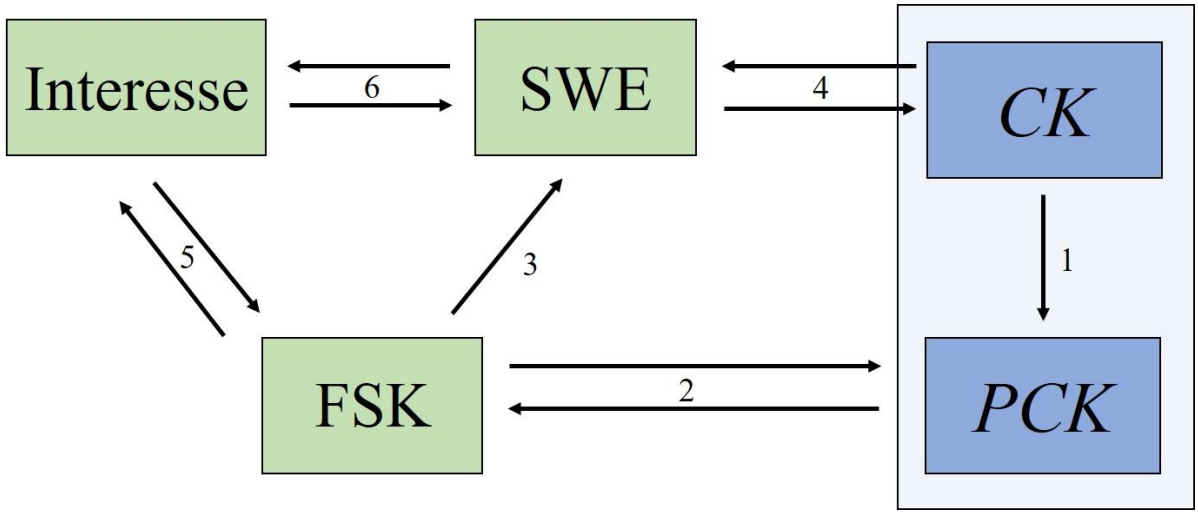


Abbildung 7: *Zusammenhänge zwischen den Konstrukten CK, PCK, FSK, SWE und Interesse. Auf die Nummern 1 bis 6 wird im Text eingegangen (eigene Darstellung; Zusammenstellung aus Allinder, 1994; Ferla et al., 2009; Großschedl et al., 2015; Hannover, 1998; Hidi & Ainley, 2002; Hidi et al., 2002; Käpylä et al., 2009; Krapp & Ryan, 2002; Kunter et al., 2011; Ma, 1999; Marsh & Craven, 2006; Marsh et al., 2005; Paulick et al., 2016; Riese & Reinhold, 2010; Schoon & Boone, 1998; Sorge et al., 2019; Tröbst et al., 2018; Velthuis et al., 2014)*

Professionswissen und FSK beeinflussen sich gegenseitig (Marsh & Craven, 2006; Paulick et al., 2016; s. Pfeile 2 und Manuskript 4). Sorge et al. (2019) fanden heraus, dass ein hohes *CK* mit einem niedrigeren *PCK*-bezogenen FSK einhergeht und schlagen daher vor, in Lehrveranstaltungen fachwissenschaftliche und fachdidaktische Inhalte zu vernetzen, um negative Effekte dimensionaler Vergleiche (s. auch Abb. 4) zu minimieren. Zudem scheint das FSK die SWE zu beeinflussen (Ferla et al., 2009; Velthuis et al., 2014; s. Pfeil 3). Auch gibt es Zusammenhänge zwischen domänenspezifischen SWE und den korrespondierenden *CK*-Bereichen (Riese & Reinhold, 2010; Schoon & Boone, 1998; Velthuis et al., 2014; s. Pfeile 4) sowie zwischen FSK und Interesse (Hannover, 1998; Hidi & Ainley, 2002; Marsh et al., 2005; s. Pfeile 5). Die Befunde von Sorge et al. (2019) deuten darauf hin, dass das FSK als Mediator zwischen den Professionswissensbereichen und den korrespondierenden Interessensdomänen

[15] Die Befunde sprechen dafür, dass dies andersherum nicht (in dem Maße) gilt (zur Übersicht s. u.a. Niermann, 2017).

fungiert; daher wurde in Abb. 7 zwischen diesen beiden Konstrukten kein direkter Pfeil eingezeichnet. Hat eine Person ein hohes Interesse an einem Gegenstand, geht dies mit einer höheren SWE bzgl. dieser Domäne einher (Allinder, 1994; Hidi et al., 2002; Krapp & Ryan, 2002; Kunter at al., 2011; s. Pfeile 6 und Manuskript 6).

III.3 Möglichkeiten der Förderung professioneller Kompetenzen

Aus dem vorigen Kapitel wird deutlich, dass eine Diskrepanz zwischen den Anforderungen an professionelle Kompetenzen für das Gestalten eines vielperspektivischen Sachunterrichts und den Ausprägungen dieser bei (angehenden) Sachunterrichtslehrpersonen besteht. Werden Möglichkeiten zur Förderung professioneller Kompetenzen (zukünftiger) Lehrer*innen betrachtet, kann zwischen *adaptiven* und *statischen* Lerngelegenheiten unterschieden werden (Kleickmann, 2015; Möller et al., 2017).

Adaptive Lerngelegenheiten sind so gestaltet, dass möglichst viele Lernende mit ihren unterschiedlichen Lernvoraussetzungen ihr Potenzial entfalten können; auf Fragen oder z.B. Bedürfnisse kann individuell reagiert werden (Hardy et al., 2011). Meist handelt es sich dabei um formale Lerngelegenheiten, d.h. speziell für das Erreichen bestimmter Lernziele geschaffene Lehr-Lern-Settings im Kontext von Aus-/Fort-/Weiterbildung[16] (Hartmann, 2018), die von Expert*innen gestaltet und geleitet werden (Möller et al., 2017).

Statische Lernangebote können z.B. Schulbücher (Haslbeck, 2019) oder *Educative Curriculum Materials* (s. Kap. III.3.2) sein; sie können als non-formale Lerngelegenheit (Hartmann, 2018; Haslbeck, 2019) genutzt oder aber im Rahmen von formalen Maßnahmen als Lernmedium eingesetzt werden (z.B. Kleickmann et al., 2016; Möller et al., 2006).

Da beide Formen der Lerngelegenheiten für diese Arbeit relevant sind, wird nachfolgend auf sie sowie auf Merkmale ihrer Wirksamkeit eingegangen, um abschließend die Forschungsdesiderata hinsichtlich Maßnahmen zur Professionalisierung von (angehenden) Grundschullehrpersonen für den vielperspektivischen Sachunterricht herauszuarbeiten (s. Kap. III.4).

III.3.1 Adaptive Lerngelegenheiten: Präsenzlehrveranstaltungen

Diese Arbeit stützt sich auf das erweiterte Angebots- und Nutzungsmodell zur Erklärung des beruflichen Lernens von Lehrpersonen im Rahmen von Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen von Lipowsky (2010). Es kann angenommen werden, dass dieses Modell auch auf die erste Phase der Lehrer*innenbildung übertragbar ist (Kratz et al., 2013; Kratz & Schaal, 2015).

[16] Während Fortbildungen zur Erweiterung von professionellen Kompetenzen in der Domäne, in der man ausgebildet wurde (z.B. Fortbildung zum Sachunterricht, wenn eines der Studienfächer Sachunterricht war), dienen, sollen durch Weiterbildungen Kompetenzen erworben werden, um neue „Ämter“ ausüben zu können (z.B. Unterrichten im Fach Sachunterricht, wenn kein Studium dieses Faches; Daschner, 2004; Fussangel et al., 2015).

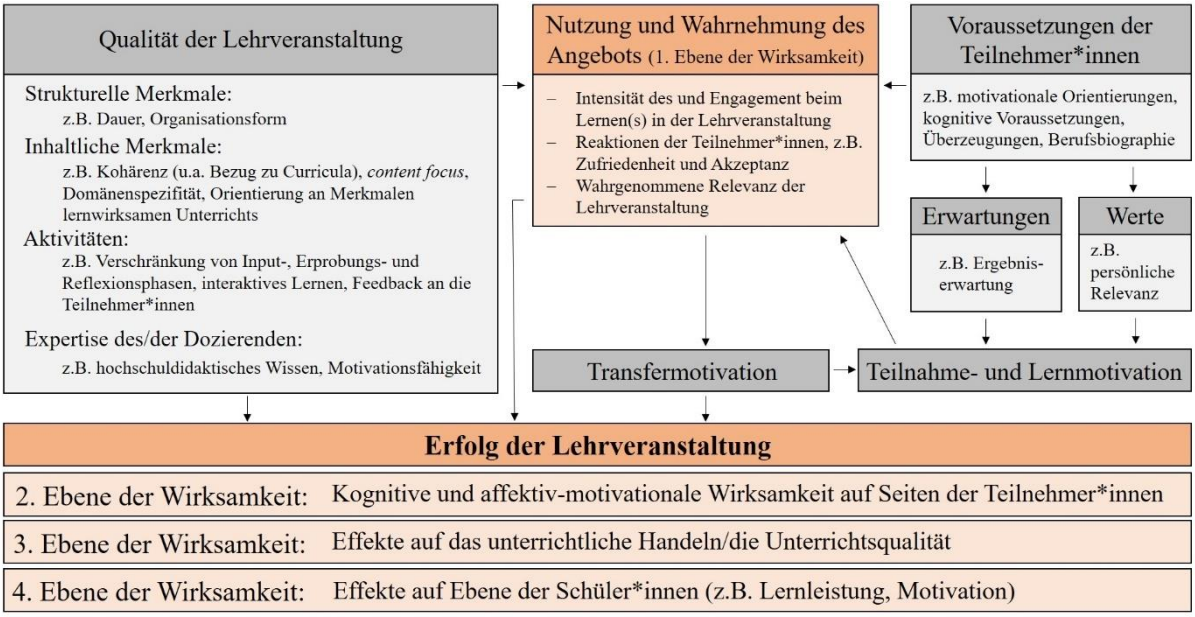


Abbildung 8: *Erweitertes Angebots- und Nutzungsmodell zur Erklärung beruflichen Lernens von (angehenden) Lehrpersonen im Rahmen von Lehrveranstaltungen. Die vier Ebenen der Wirksamkeit sind orange gefärbt (eigene Darstellung in Orientierung an Lipowsky, 2010; Lipowsky & Rzejak, 2012)*

Die Wirkung eines adaptiven Lernangebots hängt nicht nur von der *Qualität der Lehrveranstaltung* ab, sondern auch von den Voraussetzungen der Teilnehmer*innen (s. Abb. 8[17]). Damit Lehrveranstaltungen lernförderlich sind, sollten sie an die *Lerner*innenvoraussetzungen* anknüpfen (Zumbach & Astleitner, 2016). Gemäß dem Modell bedingen die Voraussetzungen die *Erwartungen* an das Angebot und den *Wert* der durch die Teilnahme erwarteten Veränderungen (z.B. persönliche Relevanz des behandelten Themas). Diese Faktoren beeinflussen die *Teilnahme- und Lernmotivation* sowie die *Nutzung und Wahrnehmung* des Angebots. Nutzung/Wahrnehmung und die Qualität der Lerngelegenheit wirken sich direkt auf den *Erfolg* der Maßnahme aus; ersterer Faktor wirkt zudem indirekt über die *Transfermotivation* (Hinrichs, 2016), welche wiederum einen Effekt auf die Teilnahme- und Lernmotivation hat (Lipowsky, 2010; s. Abb. 8).

Hinsichtlich der Wirksamkeit des Lehrangebots unterscheiden Lipowsky & Rzejak (2012) zwischen vier Evaluationsebenen (s. Abb. 8), von denen die ersten beiden für diese Arbeit relevant sind. Die *erste Wirksamkeitsebene* umfasst u.a. die Reaktionen der Teilnehmer*innen: Wie zufrieden sind sie mit der Lerngelegenheit? Zeigen sie eine hohe Akzeptanz? Nehmen sie das Angebot als relevant für ihre Professionalisierung wahr? Der Erfolg auf der *zweiten Ebene der Wirksamkeit* betrachtet das Lernen der Teilnehmenden. Es wird beurteilt, ob sich durch die Maßnahme kognitive (Professionswissen, s. Kap. III.2.1) und/oder affektiv-motivationale

[17] Im Original umfasst das Modell auch schulische und strukturelle Kontextbedingungen (z.B. Vereinbarkeit des Fort-/Weiterbildungsangebots mit dem Schulprogramm; gesetzliche Grundlagen zur Fort-/Weiterbildungspflicht; Lipowsky, 2010); diese wurden hier, da der Fokus der Arbeit auf der ersten Ausbildungsphase liegt, ausgeklammert.

Kompetenzen (z.B. motivationale Orientierungen, s. Kap. III.2.2) verändern (Lipowsky, 2010; Lipowsky & Rzejak, 2012). Nachfolgend werden Merkmale von adaptiven Lehr-Lern-Settings in der Aus-/Fort-/Weiterbildung zusammengefasst, die sich als wirksam hinsichtlich der Professionalisierung von (Sachunterrichts-)Lehrpersonen herausgestellt haben. Auf das Merkmal der Kohärenz im Kontext von Lehrer*innenbildung wird ausführlich eingegangen (s. Kap. III.3.1.2), da es für die Bewältigung der in der Einleitung (s. Kap. II) beschriebenen Herausforderungen in der Sachunterrichtslehrpersonenbildung von zentraler Bedeutung ist.

III.3.1.1 Merkmale wirksamer adaptiver Lerngelegenheiten

Wie aus Abb. 8 ersichtlich, wird die Qualität von adaptiven Lehrangeboten durch *strukturelle* und *inhaltliche* Merkmale sowie die Art von *Aktivitäten* und Charakteristika bzw. die *Expertise des/der Dozierenden* beeinflusst (Lipowsky, 2010).

1. *Strukturelle Merkmale:*
    a. *Kontaktzeit/Dauer der Lerngelegenheit:* Studien zeigen, dass die Kontaktzeit zum Fach im Studium die Höhe des *CK* und des Vertrauens in die eigenen Fähigkeiten zum Unterrichten des Faches beeinflusst (Nadelson et al., 2012; Riese & Reinhold, 2009; Schmidt, 2015). Für einzelne Lehrveranstaltungen gibt Desimone (2009), bezugnehmend auf mehrere Forschungsarbeiten, eine minimale Kontaktzeit von 20 h an, damit es zu einer messbaren Wirkung kommt. Auch die Zeitspanne, über welche die Lernaktivitäten verteilt sind, kann einen Einfluss auf den Output haben (Desimone, 2009; Garet et al., 2001; Göb, 2017; s. Punkt *b*).
    b. *Organisationsform:* Zur Organisationsform kann u.a. die Art des Kursformates (z.B. wöchentliches Format oder intensives Blockkursformat; Burton & Nesbit, 2008; Desimone, 2009; Fischer & Peters, 2012) gezählt werden. Es ist nur wenig über Unterschiede in der Wirksamkeit verschiedener Kursformate in der Hochschullehre und Lehrpersonenbildung bekannt (für Details s. Manuskripte 4 bis 6; Kap. V.4 bis V.6).
2. *Inhaltliche Merkmale*[18]*:*
    a. *Kohärenz:* Auf dieses Merkmal, das sich auf einzelne Lerngelegenheiten, aber auch auf alle Phasen der Lehrer*innenbildung beziehen lässt (Desimone, 2009; Garet et al., 2001; Hellmann, 2019), wird im nächsten Kapitel detailliert eingegangen (s. Kap. III.3.1.2).
    b. *Content focus*: Lehrveranstaltungen, die konkrete fachliche und/oder fachdidaktische Inhalte vermitteln, führen zu einem höheren Zuwachs an Professionswissen als Kurse, die auf allgemein didaktische bzw. themenunspezifische Inhalte fokussieren (Besser et al., 2015; Desimone, 2009;

[18] Es werden an dieser Stelle nicht alle von Lipowsky (2010), Lipowsky & Rzejak (2012) oder Desimone (2009) als wirksam titulierten inhaltlichen Merkmale sowie Aktivitäten (Punkt 3) bei formalen Lerngelegenheiten angeführt.

Kratz et al., 2013; Reinold, 2015). Dies schließt auch das Thematisieren inhaltsspezifischer Lerner*innenvorstellungen, -verständnisschwierigkeiten sowie Vermittlungsstrategien ein (Kleickmann, 2015; Lipowsky & Rzejak, 2012; Möller et al., 2017).

3. *Aktivitäten:*
   a. *Aktives und soziales Lernen:* Moderat-konstruktivistische (Riemeier, 2006) Lehr-Lern-Settings, in denen die Teilnehmer*innen ihre eigenen Vorstellungen durch selbstgesteuerte, praxisnahe Lernaktivitäten im Austausch miteinander überprüfen und weiterentwickeln können, haben sich in vielen Studien als kognitiv und affektiv-motivational wirksam herausgestellt (Atwood & Atwood, 1997; Jarrett, 1999; Melear et al., 2000; Menon & Sadler, 2016; zur Übersicht s. Desimone, 2009; Göb, 2017).
   b. *Feedbackstrukturen:* Nach Lipowsky & Rzejak (2012) ist es zudem wichtig, den Teilnehmer*innen Feedback zu ihren Aktivitäten zu geben, damit sich ihr Handeln in eine bestimmte Richtung entwickelt. Wie in Abb. 4 und 5 dargestellt hat Leistungsrückmeldung u.a. Einfluss auf das FSK (Lüdtke et al., 2005) sowie die SWE (*verbal persuation*; Warner & Schwarzer, 2009).
4. *Expertise des/der Dozierenden:* Studien wie jene von Avraamidou (2013) oder Pawelzik (2017) deuten auf die Relevanz der Dozierenden-Expertise für die Qualität von Lerngelegenheiten für (angehende) Grundschullehrpersonen hin. Zu diesem Merkmal gibt es bisher jedoch weniger Forschungsbefunde als zu den anderen Merkmalskategorien (Meschede et al., 2020). Göb (2017) zufolge benötigen professionelle Dozierende in der Lehrpersonenbildung neben Wissen über die Voraussetzungen der Teilnehmer*innen Fachwissen, hochschuldidaktisches Wissen, soziale, diagnostische und selbstreflexive Kompetenzen sowie „ein gewisses ästhetisches Bewusstsein zur Aufbereitung von Inhalten“ (vgl. Göb, 2017, S. 21).

III.3.1.2 Kohärenz im Kontext von Lehrer*innenbildung

Da die Begrifflichkeit „Kohärenz“ im Kontext von Lehrer*innenbildung vielfach unscharf definiert ist (Cramer, 2020; Hellmann et al., im Druck), wird nachfolgend zunächst beschrieben, was in dieser Arbeit darunter verstanden wird und welche Formen der Kohärenz hier unterschieden werden. Anschließend wird erläutert, warum Kohärenz in der Lehrer*innenbildung als wichtig erachtet wird. Cramer (2020) schlägt vor, zwischen zwei Hauptarten von Kohärenz zu unterscheiden: *Formell-institutioneller Kohärenz* und *informell-individueller Kohärenz*.

Formell-institutionelle Kohärenz, auch *curriculare Kohärenz* genannt[19], bewegt sich auf einer konzeptionellen Ebene (Angebotsseite; Hellmann et al., im Druck), gestaltet durch

[19] Die beiden Begrifflichkeiten ‚curriculare Vernetzung/Kohärenz‘ und ‚formell-institutionelle Vernetzung/Kohärenz‘ werden nachfolgend synonym verwendet. Auch der Begriff ‚*programme coherence*‘ (Buchmann & Floden, 1991; Canrinus et al., 2017) wird dieser Art von Kohärenz zugerechnet.

Verantwortliche der Lehrpersonenaus-/fort-/-weiterbildung: Ausbildungsphasen, Curricula/Studienstrukturen, Lernangebote oder -inhalte werden aufeinander abgestimmt bzw. vernetzt, um gewisse Ziele (s. gleich) zu erreichen (Canrinus et al., 2017; Cramer, 2020; Darling-Hammond, 2006; Hellmann, 2019; Hellmann & Zaki, 2018; Mayer et al., 2018). Die *Herstellung formell-institutioneller Kohärenz* kann der Herstellung *informell-individueller Kohärenz* dienlich sein (Cramer, 2020; Hellmann et al., im Druck; s.u. Ziele und Forschungsbefunde). Informell-individuelle Kohärenz betrifft die Seite der Studierenden, ist ein Merkmal ihrer Professionalität und meint die *Wahrnehmung* sowie die *gedankliche Herstellung* von Kohärenz (Cramer, 2020). Diehr (2020) spricht hier von *kognitiver Kohärenz*.

Im Zuge der Qualitätsoffensive Lehrerbildung (Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), 2013 & 2018) sind viele Modelle und Vorschläge zu Begrifflichkeiten für Formen curricularer Kohärenz veröffentlicht worden (Brouër et al., 2018; Degeling et al., 2019; Diehr, 2020; Glowinski et al., 2018; Hellmann et al., 2019). Zur Einordnung der Kohärenzebenen, die für diese Arbeit relevant sind (s. Kap. III.5.2), werden primär die Kategorisierungen und Modellierungen von Cramer (2020) und Mayer et al. (2018) herangezogen. Letztere unterscheiden zwischen *Vernetzungsrichtungen* (vertikale und horizontale Vernetzung), *Vernetzungsverankerungen* (strukturelle und kollegiale Vernetzung) und *Vernetzungsformen* (sieben Modelle curricularer Vernetzung, z.B. das Integrationsmodell).

Unter *vertikaler Vernetzung* wird eine Kohärenz über verschiedene Ausbildungsphasen hinweg verstanden, während mit *horizontaler Vernetzung* eine Verknüpfung verschiedener Elemente innerhalb einer Ausbildungsphase gemeint ist (Hellmann, 2019; Hellmann & Zaki, 2018; Mayer et al., 2018). *Strukturelle Vernetzung* äußert sich in formaler Verstetigung curricularer Kohärenz (z.B. Änderung der Prüfungsordnung), oft als Resultat *kollegialer Vernetzung*, d.h. der Kooperation von Verantwortlichen der Lehrer*innenaus-/-fort-/-weiterbildung (Kleickmann & Hardy, 2019; Mayer et al., 2018). Von den sieben Modellen curricularer Vernetzung nach Mayer et al. (2018) sind hier das *Integrationsmodell*, nach dem ein Professionswissensbereich in ein Lehr-Lern-Setting zu einem anderen Professionswissensbereich integriert wird, und das *Teamteaching-Modell* relevant (s. Abb. 9 auf der nächsten Seite). Bei Letzterem führen mindestens zwei Dozierende aus unterschiedlichen Professionswissensbereichen eine Lehrveranstaltung teilweise oder immer gemeinsam durch (Mayer et al., 2018).

Das Rahmenmodell von Cramer (2020) differenziert zwischen drei Ebenen der Herstellung von Kohärenz, der Makro-, Meso- und Mikroebene. Kohärenz auf *Makroebene* bedeutet Vernetzung bzw. Kooperation zwischen verschiedenen Phasen der Lehrer*innenbildung, Institutionen sowie Akteur*innen[20] (Schwichow et al., 2019). Cramer (2020) verweist auf das Potenzial multiprofessioneller Zusammenarbeit. Eine Vernetzung der Komponenten

[20] Dazu werden in dem Modell von Cramer (2020) auch Studierende gerechnet.

Fachwissenschaft, Fachdidaktik, Bildungswissenschaften und/oder Berufspraxis entspricht Kohärenz auf *Mesoebene*. Kohärenz auf *Mikroebene* betrifft einzelne Maßnahmen (z.B. ein Seminar) oder Lerngegenstände (z.B. Vernetzung von Themen, Theorien, etc.; Cramer, 2020).

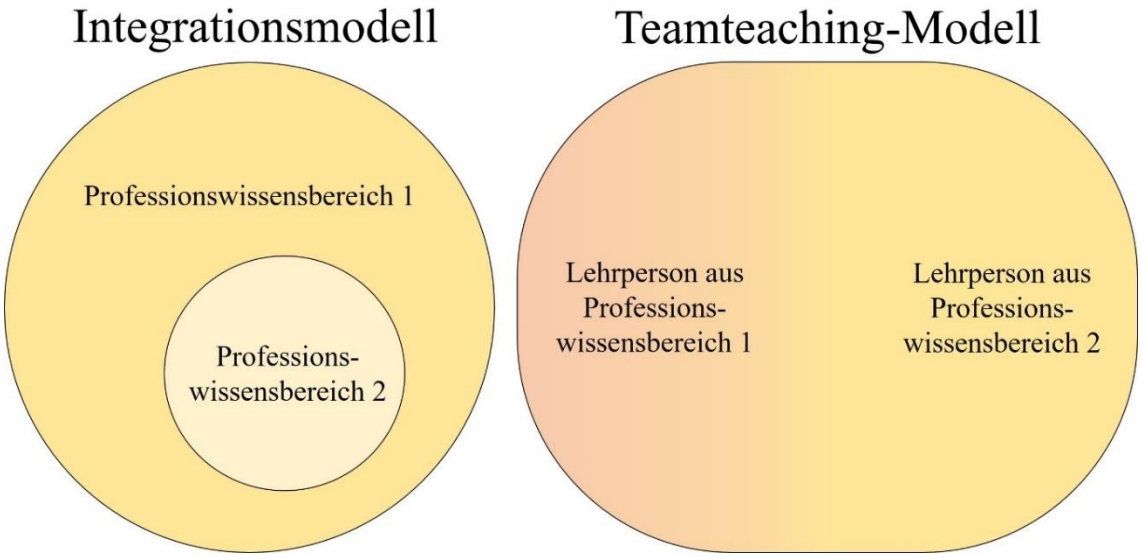


Abbildung 9: *Zwei Formen curricularer Kohärenz nach Mayer et al. (2018). Links: Integrationsmodell; rechts: Teamteaching-Modell (eigene Darstellung)*

Zur Herstellung von Kohärenz werden, je nach Ziel bzw. Zweck (z.B. Wahrnehmung der Relevanz gewisser Studieninhalte; Förderung von nicht trägem *CK* und *PCK*; Ausbildung einer adäquaten Fachidentität; Effizienzsteigerung des Ausbildungssystems), gewisse *Mittel* bzw. Prozesse herangezogen. Mittel der Kohärenzherstellung können u.a. forschendes Lernen, Praxiselemente im Studium, interdisziplinäre Kurse oder Exkursionen mit Erprobungsphasen sein (Cramer, 2020).

Auch wenn die Befundlage zur Wirksamkeit bestimmter Mittel, die zur Herstellung formell-institutioneller sowie informell-individueller Kohärenz verwendet werden, als dünn bezeichnet werden kann (Cramer, 2020; Kleickmann & Hardy, 2019), deuten einige empirische Forschungsarbeiten und theoretische Überlegungen der Kognitionspsychologie auf positive Effekte von Kohärenzherstellung in der Lehrpersonenbildung hin (zur Übersicht s. Desimone, 2009; Hellmann, 2019; Hellmann et al., im Druck; s. Abb. 10): Dass formell-institutionelle Kohärenz zu Wahrnehmung von Kohärenz auf Seiten der (angehenden) Lehrer*innen führt, konnten Canrinus et al. (2019) zeigen. Die Wahrnehmung von Kohärenz zwischen Inhalten einer Lerngelegenheit und den curricularen Vorgaben kann z.B. zu einer höheren Akzeptanz des Lernangebots führen (Desimone, 2009; Guskey, 2002). Kohärenzwahrnehmung hängt auch mit der Zufriedenheit der (angehenden) Lehrpersonen mit der Ausbildung zusammen (Landeen et al., 2013; Lindner & Klusmann, 2018). Nach dem erweiterten Angebots-Nutzungs-Modell von Lipowsky (2010) haben Akzeptanz und Zufriedenheit wiederum einen Einfluss auf die Transfermotivation und den Erfolg der Maßnahme (s. Abb. 8). Weitere Wirkungen betreffen Einstellungen/Überzeugungen (Blömeke et al., 2012; Tatto, 1996), motivationale

Orientierungen (Durik & Harackiewicz, 2003; Seidel et al., 2005) und subjektiv wahrgenommene Kompetenzzuwächse (Brouwer & Korthagen, 2005; McQuillan et al., 2012; Smeby & Heggen, 2014). Zudem ist die Wahrnehmung von Kohärenz aus Sicht der Kognitionspsychologie zentral für den Aufbau vernetzten, nicht trägen Wissens, welches in der Berufspraxis dabei hilft, auf verschiedenste Situationen flexibel reagieren zu können (Renkl, 1996; Schwichow et al., 2019; Spiro et al., 1992). Es existieren außerdem (wenige) Studien, die zeigen, dass formell-institutionelle Kohärenz die Tiefe der Wissensverarbeitung, den Wissenszuwachs (Bateman et al., 2008; Blömeke & Kaiser, 2011; Bransford et al., 2000; Fortus et al., 2015), das Lehrverhalten (Hammerness, 2006) sowie den Lernzuwachs der SuS (Boyd et al., 2009; vierte Ebene der Wirksamkeit nach Lipowsky, 2010) positiv beeinflusst.

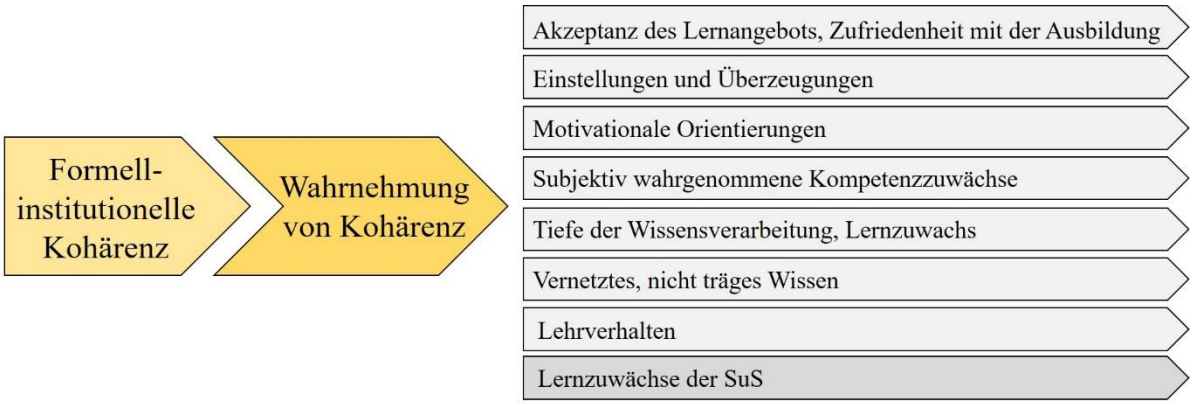


Abbildung 10: *Potenzielle Wirkungen der Herstellung formell-institutioneller sowie informell-individueller Kohärenz auf (angehende) Lehrpersonen (hellgrau) und ihre SuS (dunkelgrau) (eigene Darstellung; Zusammenstellung aus Bateman et al., 2008; Blömeke et al., 2012; Blömeke & Kaiser, 2011; Boyd et al., 2009; Bransford et al., 2000; Brouwer & Korthagen, 2005; Canrinus et al., 2019; Desimone, 2009; Durik & Harackiewicz, 2003; Fortus et al., 2015; Garet et al., 2001; Hammerness, 2006; Landeen et al., 2013; Lindner & Klusmann, 2018; McQuillan et al., 2012; Schwichow et al., 2019; Seidel et al., 2005; Smeby & Heggen, 2014; Spiro et al., 1992; Tatto, 1996)*

III.3.2 Statische Lerngelegenheiten: *Educative Curriculum Materials*

Eine weitere Möglichkeit der Förderung professioneller Kompetenzen (angehender) Sachunterrichtslehrpersonen wird in der Zurverfügungstellung von *Educative Curriculum Materials* (*ECMs*) gesehen (Kleickmann, 2015; Lange-Schubert & Hartinger, 2020; Möller et al., 2017).

ECMs sind Materialien, die Lehrkräfte nicht nur zur Planung und Durchführung von Unterricht heranziehen können (*Curriculum Materials*; Beyer & Davis, 2009), sondern ihnen auch dazu dienen sollen, ihr Professionswissen und affektiv-motivationale Kompetenzen mittels Selbststudiums zu erweitern (Zusatz „*Educative*“; Davis & Krajcik, 2005; Schneider & Krajcik, 2002). Im Gegensatz zu *Curriculum Materials*, zu denen u.a. Arbeitsblätter, Schulbücher, Handreichungen und Lehrpläne gezählt werden (Breuer et al., 2020), enthalten *ECMs* zusätzlich kompakt und verständlich aufbereitete Informationen über die fachlichen, fachdidaktischen

und/oder pädagogischen Überlegungen, die den Unterrichtsvorschlägen zugrunde liegen (Remillard, 2000; Schneider & Krajcik, 2002). Ziel ist es, (angehende) Lehrpersonen dazu zu befähigen, wissenschaftlich fundierte Entscheidungen über die Gestaltung ihres Unterrichts zu treffen und dadurch die Unterrichtsqualität sowie das Lernen der SuS zu verbessern (Breuer et al., 2020; Collopy, 2003; Schneider & Krajcik, 2002).

Mehrere Teams aus Forschenden haben basierend auf Forschungsbefunden Vorschläge zu Prinzipien, die bei der Entwicklung von *ECMs* beachtet werden sollten, erarbeitet. Es wird u.a. empfohlen, dass *ECMs* Sachanalysen/fachwissenschaftliche Hintergrundinformationen, Begründungen zu angedachten Lehrstrategien und Darstellungsformen, Erläuterungen zu Lernvoraussetzungen der SuS und den Umgang mit (Fehl-)Vorstellungen sowie Hilfen/Zusatzmaterialien zur Unterstützung des Lernens der SuS beinhalten. *ECMs* sollten auch auf die für das Fach geltenden Lehrpläne bezogen sein und die Ziele sowie der innovative Charakter des Materials expliziert werden (Breuer et al., 2020; Davis & Krajcik, 2005; Singer et al., 2000). Seitens der Lehrpersonen besteht u.a. der Wunsch, dass die Unterrichtsmaterialien (z.B. Arbeitsblätter) als bearbeitbare digitale Dokumente zur Verfügung gestellt werden, um Änderungen daran vornehmen zu können (Reinhold, 1997).

Als Vorteil solcher statischen Lerngelegenheiten wird häufig aufgrund einfacher Skalierbarkeit ihr Potenzial als breitenwirksame Fort-/Weiterbildungsmöglichkeit, auch z.B. für fachfremd unterrichtende Lehrer*innen, mit geringem personellen, materiellen und preislichen Aufwand angeführt (Ball & Cohen, 1996; Beyer & Davis, 2009; Kleickmann, 2015). Mit Blick auf die Zeitressourcen von Lehrpersonen erscheint ein Selbststudium von *ECMs* zudem einfacher in den Berufsalltag integrierbar als der Besuch von Präsenzveranstaltungen (Kleickmann, 2015; Lange-Schubert & Hartinger, 2020). Dass *ECMs* kognitive und affektiv-motivationale Kompetenzen von (angehenden) Lehrpersonen positiv beeinflussen können, zeigen Studien wie jene von Arias et al. (2017), Kleickmann et al. (2016) und Möller et al. (2006). So führte ein Selbststudium von *ECMs* zum physikbezogenen Sachunterricht durch Sachunterrichts-lehrkräfte bei Kleickmann et al. (2016) zu einer signifikanten Zunahme der L-SWE bzgl. des Unterrichtens physikbezogenen Sachunterrichts und bei Möller et al. (2006) zusätzlich zu einer bedeutsamen positiven Entwicklung des Interesses am Unterrichten physikbezogenen Sachunterrichts und des physikbezogenen FSK. Möller (2010) berichtet von positiven Rückmeldungen Sachunterrichtsstudierender, die einerseits bei der Entwicklung von *ECMs* einbezogen wurden und anderseits davon Gebrauch machten, um sich auf erste Unterrichtsversuche vorzubereiten. Gleichzeitig liefern o.g. Forschungsarbeiten auch Hinweise dafür, dass eine Kombination aus *ECMs* und Präsenzveranstaltungen noch wirksamer hinsichtlich der Entwicklung professioneller Kompetenzen ist (Kleickmann et al., 2016; Möller et al., 2006 & 2009).

III.4 Forschungsstand und Forschungsdesiderata zu Vielperspektivität in der Ausbildung von (angehenden) Sachunterrichtslehrpersonen

Wie in Kap. II beschrieben, ist die universitäre Ausbildungssituation für das Fach Sachunterricht in Deutschland als sehr heterogen zu bezeichnen (Meschede et al., 2020, s. Manuskript 1 für Details). Die letzten Forschungsarbeiten, die sich systematisch mit der Ausgestaltung von Sachunterrichtsstudiengängen und der Frage beschäftigt haben, welche Bezugsfächer und Perspektiven des Sachunterrichts in den Curricula Berücksichtigung finden, liegen einige Jahre zurück (Baumgardt & Kaiser, 2015; Gläser & Schomaker, 2014). Inwieweit die verschiedenen Studiengangstypen Elemente enthalten, die dem perspektivenvernetzenden Qualifikationsbereich (GDSU, 2019) entsprechen, wurde bisher nicht untersucht.

Mit Blick auf die Herausforderungen im System der Aus-/Fort-/Weiterbildung von Sachunterrichtslehrpersonen (s. Kap. II) und die Diskrepanz zwischen Anforderungen und tatsächlichen Ausprägungen professioneller Kompetenzen (s. Kap. III.2), stellt sich die Frage, ob einzelne adaptive Lerngelegenheiten, in denen formell-institutionelle Kohärenz (s. Kap. III.3.1.2) im Sinne der Vernetzung mehrerer sachunterrichtlicher Bezugsfächer bzw. Perspektiven hergestellt wird, das Potenzial besitzen, Professionswissen und motivationale Orientierungen hinsichtlich mehrerer Bezugsfächer/Perspektiven positiv zu entwickeln. Ein solches Angebot wäre dem perspektivenvernetzenden Qualifikationsbereich (GDSU, 2019) zuzuordnen und könnte – via Herstellung informell-individueller Kohärenz (s. Kap. III.3.1.2) – auch der Ausbildung einer angemessenen Fachidentität (GDSU, 2019) dienlich sein.

Allerdings mangelt es an der Beforschung von Lehrkonzepten in der Aus-/Fort-/Weiterbildung von (angehenden) Grundschullehrpersonen, in denen die Vielperspektivität des Faches[21] im Fokus steht bzw. mehrere sachunterrichtliche Bezugsfächer/Perspektiven vernetzt werden[22]. Bisherige Forschungsarbeiten, die die kognitive und affektiv-motivationale Wirksamkeit von Lehr-Lern-Settings für (angehende) Sachunterrichtslehrer*innen beforschen, fokussieren zumeist *ein* Bezugsfach, primär die Physik (s. Tab. 1; u.a. Heran-Dörr, 2006; Kleickmann et al., 2016; Möller et al., 2006; Peschel, 2018). Längsschnittstudien mit Fokus auf der technischen Perspektive (z.B. Rehfeldt et al., 2020) oder einer der gesellschaftswissenschaftlichen Perspektiven (z.B. Reichhart, 2018) sind kaum vorhanden. Wenige Studien beziehen sich auf *zwei* Bezugsfächer (s. Tab. 1; u.a. Appleton, 1995; Janssen, 2015; Kratz et al., 2013). In den Arbeiten von Göhring et al. (2010) sowie Göhring (2017) wird ein Lehrkonzept vorgestellt und beforscht, bei dem alle *drei* Bezugsfächer der naturwissenschaftlichen Perspektive curricular vernetzt werden. Allerdings handelt es sich dabei um einen Studiengang und nicht um eine einzelne Lehrveranstaltung. Wie aus Tab. 1 ersichtlich und in den Manuskripten 4 bis 6 erläutert, liegen hinsichtlich der Wirksamkeit dieser

[21] auch hinsichtlich Inklusion (Simon, 2020; s. ebenfalls Kap. III.1)

[22] Auch eine Studie von Barth et al. (2017), in der 421 GDSU-Tagungsvorträge und 291 GDSU-Sammelbandbeiträge analysiert wurden, zeigt – nicht nur für den Bereich der Lehrer*innenbildung –, dass es an Forschung zu Vielperspektivität und Perspektivenvernetzung im Kontext von Sachunterricht mangelt.

Interventionen (bezogen auf *CK*, FSK, L-SWE, L-Interesse) inkonsistente Befunde vor. Hier besteht also weiterer Forschungsbedarf. Empirische Studien, die die (kognitive und/oder affektiv-motivationale) Wirksamkeit von einschlägigen Lehrveranstaltungen für (angehende) Sachunterrichtsstudierende, die z.B. die Bezugsfächer Biologie, Chemie, Physik *und* Technik oder gar *alle* sachunterrichtlichen Perspektiven vernetzen, untersuchen, sind nicht bekannt.

Auch hinsichtlich statischer Lerngelegenheiten für (angehende) Lehrpersonen des Sachunterrichts in Form von *ECMs* mit Fokus auf der Vernetzung sachunterrichtlicher Perspektiven bzw. Bezugsfächer oder auf fächerverbindendem Lernen (Köhnlein, 2012; Labudde, 2003) besteht Entwicklungs- und Forschungsbedarf. Im deutschsprachigen Raum existieren Lange-Schubert und Hartinger (2020) zufolge wenige „Pionierprojekte“ zu sachunterrichtsbezogenen *ECMs*, wie jene der Universität Münster (Themen u.a. Brücken, Luft, Salz, Magnetismus; s. auch Möller et al., 2008) oder der Universität Augsburg (z.B. Thema Luft; s. auch Grygier et al., 2012). Allerdings liegt der Schwerpunkt dieser *ECMs* nicht auf der Vernetzung von Fächern oder Perspektiven.

Tabelle 1: *Längsschnittstudien im Kontext der Aus-/Fort-/Weiterbildung von (angehenden) Sachunterrichtslehrpersonen, die Effekte von Interventionen/Studiengängen auf bezugsfachbezogene(s) bzw. perspektivenbezogene(s) CK, FSK, L-SWE und L-Interesse untersuchen*

Autor*in(nen), Jahr	**Lehr-Lern-Setting**	**Design**	**N**	**Bezugsfächer/ Perspektiven**	**Untersuchte Konstrukte**	**Ergebnisse (Veränderungen)**
Appleton, 1995	Einsemestrige Pflicht-Lehrveranstaltung im Grundschullehramtsstudium (erstes Studienjahr; Australien); konstruktivistisches Lehr-Lern-Setting mit wenigen Fachinhalten (Thema: Untersuchung eines Toasters)	quantitativ und qualitativ; Pre-Post; keine BG/KG	139	Physik, Technik	FSK bzgl. des Unterrichtens von Naturwissenschaften und Technik; Interesse am Unterrichten naturwissenschaftlicher und technischer Inhalte; selbsteingeschätzte Angemessenheit des naturwissenschaftlichen und technischen Hintergrundwissens für den Unterricht	Signifikante Zunahme in allen Konstrukten
Aydeniz & Brown, 2010	Einsemestrige, fachdidaktische Lehrveranstaltung im Grundschullehramtsstudium (Mehrheit: Hauptfach Psychologie, Nebenfach Bildungswissenschaften; USA); sozialkonstruktivistisches (Aldridge et al., 2000) Lehr-Lern-Setting mit situiertem Lernen (Greeno, 1998); Themen Mondphasen, Jahreszeiten und Stromkreise	quantitativ und qualitativ; Pre-Post; keine BG/KG	40	Physik, Geographie	*CK* und Konzepte zu Mondphasen, Jahreszeiten und Stromkreisen	Signifikante Zunahme des *CK* und der Konzepte
Göhring, 2017	Neu eingerichteter Studiengang (Lehramt Grund-/Haupt- und Mittelschule; Deutschland), bei dem die Integration von Biologie, Chemie und Physik sowie von Fachwissenschaften und Fachdidaktik im Fokus steht (Studienabschnitt 1: fächerübergreifende Einführung; viele Seminare, die an den Lehrplänen der Schularten orientiert sind; dort: Trennung zwischen Studierenden unterschiedlicher Schularten; Studienabschnitt 2: fächerübergreifende Seminare, Lehr-Lern-Labor)	quantitativ; Pre-Post 1 (nach Studienabschnitt 1) – Post 2 (nach Studienabschnitt 2); keine BG/KG	159	Biologie, Chemie, Physik	FSK Biologie, Chemie, Physik; L-SWE Biologie, Chemie, Physik	Signifikante Zunahme der FSK und L-SWE, insbesondere in den chemie- und physikbezogenen Subskalen und insbesondere zwischen Pretest und Posttest 1
Janssen, 2015	Einsemestriges Seminar im Grundschullehramtsstudium (Deutschland); fachwissenschaftlicher Teil im Freilandlabor; im Anschluss Erprobung selbsterarbeiteter didaktischer Konzepte mit Grundschulklassen	quantitativ und qualitativ; Pre-Post; keine BG/KG	19*	Biologie, Chemie	FSK Chemie und Biologie; L-SWE bzgl. des Unterrichtens chemischer und biologischer Inhalte; Sachinteresse an Chemie und Physik; Interesse am Unterrichten chemischer und biologischer Inhalte	Signifikante Zunahme bei den chemiebezogenen Konstrukten; keine Änderungen bei den biologiebezogenen Konstrukten
Jarrett, 1999	Einschlägige Lehrveranstaltung im Grundschullehramtsstudium (USA); konstruktivistisches Lehr-Lern-Setting mit didaktischem Schwerpunkt auf dem	quantitativ; Pre-Post; keine BG/KG	112	Fokus Physik, auch etwas	Sachinteresse an Naturwissenschaften; FSK bzgl. des Unterrichtens von Naturwissenschaften	Signifikante Zunahme in beiden Konstrukten

	forschend-entdeckenden Lernen; paralleles Hospitieren und Unterrichten in Grundschulen (durchschnittlich 45 h); Themen u.a. Arbeitsweisen in den Naturwissenschaften; Elektrizität, Magnetismus, Licht, Lebewesen, Erfindungen			Biologie und Technik		
Kratz et al., 2013	Einsemestriges Seminar für Sachunterrichtsstudierende (Deutschland); moderat-konstruktivistisches Lehr-Lern-Setting; alle EG und die KG: themenspezifischer Kurs (Thema „Leben in extremen klimatischen Bedingungen“), instruktionale Unterstützung: EG1: strukturiertes Lehr-Lern-Setting plus Texte, EG2: Unterrichtsmitschnitte und Texte; KG: nur Texte; PG: Kurs zu themenunspezifischen Fragen des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts	quantitativ und qualitativ; Pre-Post-Follow-up; 2 EG, 1 KG, 1 PG	42	Biologie, Physik	Interdisziplinäres *CK* (Biologie und Physik)	Signifikant höherer *CK*-Zuwachs in EG1 und EG2 mit Themenspezifität als in PG; kein *CK*-Zuwachs in KG
Kleickmann et al., 2016	Fünfmonatige Fortbildung für Grundschullehrpersonen, mit Fokus auf Physik als sachunterrichtliches Bezugsfach (Deutschland); elf Themen des physikbezogenen Sachunterrichts (z.B. Schwimmen und Sinken); zwei EG: *ECM* plus adaptive Lerngelegenheit (16 volle Tage); EG1: intensives Expert*innen-Scaffolding (s. Manuskript 6), EG2: reduziertes Expert*innen-Scaffolding; KG: statisches Lernangebot (Selbststudium von *ECM*)	quantitativ; Pre-Post; 2 EG, 1 KG, 1 BG	73	Physik	FSK Physik; L-SWE bzgl. physikbezogenem Sachunterricht; Sachinteresse an Physik	L-SWE: in beiden EG und auch in KG im Vergleich zur BG positiv entwickelt; signifikante Zunahme FSK und Sachinteresse nur bei EG1
Martschinke, 2008	Einsemestriges Seminar für Grundschullehramtsstudierende (Deutschland); Thema Magnetismus; Fokus auf forschendem und reflexivem Lernen	quantitativ und qualitativ; Pre-Post; keine BG/KG	39	Physik	FSK Magnetismus; L-SWE allgemein; Sachinteresse (Gegenstand Magnetismus); Konzepte zu Magnetismus	Signifikante Zunahme FSK; keine Änderung L-SWE und Sachinteresse; positive Entwicklung der Konzepte
Menon & Sadler, 2016	Einschlägiger fachwissenschaftlich-fachdidaktischer Kurs (Vorlesung und Labor) für Grundschullehramtsstudierende (USA) zu physikalischen Themen (Elektrizität, Magnetismus, Kraft und Bewegung), *hands-on*-Aktivitäten und Arbeit in Gruppen	quantitativ und qualitativ; Pre-Post; keine BG/KG	51	Physik	Physikbezogene Konzepte; L-SWE Naturwissenschaften	Signifikante Zunahme bei beiden Konstrukten
Möller et al., 2006	Fünfmonatige Fortbildung für Grundschullehrpersonen (Deutschland); Thema Schwimmen und Sinken; zwei EG: *ECM* plus adaptive Lerngelegenheit (16 volle Tage): konstruktivistisch orientiert, tutoriell unterstützt, EG1 (Beobachtung Kind live), EG2 (Video); KG: statisches Lernangebot (Selbststudium von *ECM*; zweimal Austauschsitzung)	quantitativ; Pre-Post; 2 EG, 1 KG, 1 BG	72	Physik	FSK Physik; L-SWE bzgl. physikbezogenem Sachunterricht; Sachinteresse an Physik; Interesse am Unterrichten von physikbezogenem Sachunterricht	Signifikante Zunahme FSK, L-SWE und Interesse am Unterrichten in beiden EG und KG, nicht in BG; keine Veränderung Sachinteresse

Palmer et al., 2015	Einsemestrige fachwissenschaftliche Vorlesung für Grundschullehramtsstudierende im ersten Studienjahr (Australien) mit vielen Beispielen aus dem Alltag, *Fun Facts*; dazu: Tutorium mit *hands-on*-Aktivitäten (Alltagsmaterialien); Themen u.a. Astronomie und Körper des Menschen	quantitativ; Pre-Post-Follow-up (10 Monate später); keine BG/KG	104	Physik, Biologie	L-SWE Naturwissenschaften	Kurz- und langfristige signifikante Zunahme der L-SWE Naturwissenschaften
Peschel, 2018	Zwei methodisch ausgelegte Seminare (je einsemestrig) zum Grundschullabor für offenes Experimentieren (GOFEX) für Studierende des Lehramts für Primarstufe und Sekundarstufe I (Deutschland)	quantitativ; Pre-Post-(Follow-up^{+}); keine BG/KG	56	Physik	FSK Physik; experimentbezogenes FSK	Je Seminar (Pre-Post): keine Veränderung des physikbezogenen FSK; signifikante Zunahme des experimentbezogenen FSK
Rehfeldt et al., 2020	Einsemestriges Seminar zu Technik; Bachelorstudiengang Grundschullehramt (Deutschland)	quantitativ; Pre-Post; keine BG/KG	?	Technik	FSK Technik	Keine Veränderung des FSK

Anmerkungen: es werden nur Konstrukte dargestellt, die für diese Arbeit relevant sind; die Tabelle gibt einen Überblick über einige, aber nicht alle Längsschnittstudien zu dem hier fokussierten Forschungsbereich; Sternchen (*): N teils noch geringer, da Stichprobenmortalität; hochgestelltes Pluszeichen ($^{+}$): der Follow-up Test zu GOFEX-Seminar 1 diente gleichzeitig als Pretest für GOFEX-Seminar 2; EG: Experimentalgruppe; BG: Baselinegruppe (s. auch Kap. IV.3.1); KG: Kontrollgruppe; PG: Placebogruppe

III.5 Ziele und Fragestellungen der Arbeit

Ausgehend von der beschriebenen Theorie und den Forschungsdesiderata werden in dieser Arbeit die folgenden Zielsetzungen verfolgt und Forschungsfragen untersucht.

III.5.1 Zielebene 1: Vielperspektivität und Perspektivenvernetzung im Sachunterrichtsstudium – Status quo (Manuskript 1)

Wie dargestellt, steht die Sachunterrichtslehrpersonenbildung aufgrund der Ziele und Charakteristika des Faches vor der Herausforderung, eine der *Vielzahl an Bezugsfächern* und dem Anspruch an *Perspektivenvernetzung* adäquate Professionalisierung sicherzustellen. Erstes Ziel der Arbeit ist es, sich der derzeitigen Situation bzgl. des Kontaktes zu den Bezugsfächern sowie der Vernetzung von Sachunterrichtsperspektiven auf Ebene der intendierten Curricula, also der Prüfungsordnungen der Universitäten (König & Rothland, 2018), in Nordrhein-Westfalen (NRW) anzunähern. Dadurch soll etwaiger Handlungsbedarf für die Weiterentwicklung der Curricula identifiziert werden.

Als Basis für die Entwicklung von *PCK* bzw. didaktischer Beweglichkeit (u.a. Baumert & Kunter, 2006; Capraro et al., 2005) benötigen Sachunterrichtslehrpersonen ein breites *CK*, das sich aus zahlreichen Bezugsfächern speist (GDSU, 2019; Lange-Schubert & Hartinger, 2020). Da die Kontaktzeit zum Fach und die Höhe des *CK* positiv korrelieren (Riese & Reinhold, 2009; Schmidt, 2015), lautet die erste Forschungsfrage:

1. *Vielperspektivität auf CK-Ebene:* Wie hoch ist der *fachwissenschaftliche Mindestkontakt* im Sachunterrichtsstudium insgesamt und je sachunterrichtlichem Bezugsfach (Biologie, Chemie, Physik, Technik, Geographie, Geschichte, Sozialwissenschaften)?

Es wurde bisher nicht untersucht, ob und inwieweit der perspektivenübergreifende Qualifikationsbereich (GDSU, 2019) in den Studiencurricula für das Fach Sachunterricht berücksichtigt wird. Die zweite Forschungsfrage ist deswegen:

2. *Formell-institutionelle Kohärenz:* Lässt sich in den derzeitigen Prüfungsordnungen und Modulhandbüchern eine *formell-institutionelle Kohärenz* (Cramer, 2020) *im Sinne einer Vernetzung der sachunterrichtlichen Perspektiven* erkennen?

III.5.2 Zielebene 2: Konzeption kohärenter, vielperspektivischer universitärer Lehrveranstaltungen (Manuskripte 2 und 3)

Diese Arbeit möchte einen Beitrag dazu leisten, Lösungsmöglichkeiten für die in Kap. II beschriebenen Herausforderungen, mit denen die Lehrpersonenbildung für den Sachunterricht konfrontiert ist, aufzuzeigen. Aufgrund der Erkenntnisse bisheriger Studien und theoretischer Modelle (s. Kap. III.3 und III.4) wird angenommen, dass es durch die Herstellung formell-institutioneller Kohärenz (Cramer, 2020) innerhalb *einer* universitären Lehrveranstaltung unter

gleichzeitiger Berücksichtigung weiterer Quellen bzw. Beeinflussungsfaktoren für die Entwicklung von Professionswissen sowie motivationalen Orientierungen (s. Abb. 2 bis 6; Kap. III.2) möglich ist, folgende Ziele zu erreichen:

a) *Herstellung informell-individueller Kohärenz* (Wahrnehmung und gedankliche Kohärenzherstellung): Beitrag zur Entwicklung einer adäquaten Fachidentität als Sachunterrichtslehrperson; Vermeidung fragmentierten Professionswissens, auch hinsichtlich des perspektivenübergreifenden Qualifikationsbereiches (GDSU, 2019)
b) *Stärkung professioneller Kompetenzen*: Professionswissen (insbesondere *CK*, *PCK*) und motivationale Orientierungen (FSK, L-SWE, L-Interesse) bzgl. mehrerer sachunterrichtlicher Perspektiven bzw. Bezugsfächer
c) *Effizienzsteigerung des derzeitigen Systems* der universitären Ausbildung angehender Sachunterrichtslehrpersonen: Vermeidung von Redundanzen; effizientere Nutzung der knappen Zeitressourcen, die während des Grundschullehramtsstudiums für jedes (Bezugs-)Fach zur Verfügung stehen

Zielstellung dieser Ebene ist es, Lehrveranstaltungen zu entwickeln, deren Wirksamkeit (s. Zielebene 3) mit Blick auf die Punkte a) bis c) beforscht werden soll. Wie in den Arbeitsmodellen A und B (s. Abb. 11 und 12) dargestellt, soll zum Erreichen dieser Ziele in einer Lehrveranstaltung (Intervention A) formell-institutionelle Kohärenz auf vier Ebenen und in einem zweiten Kurs (Intervention B) formell-institutionelle Kohärenz auf drei Ebenen hergestellt werden.

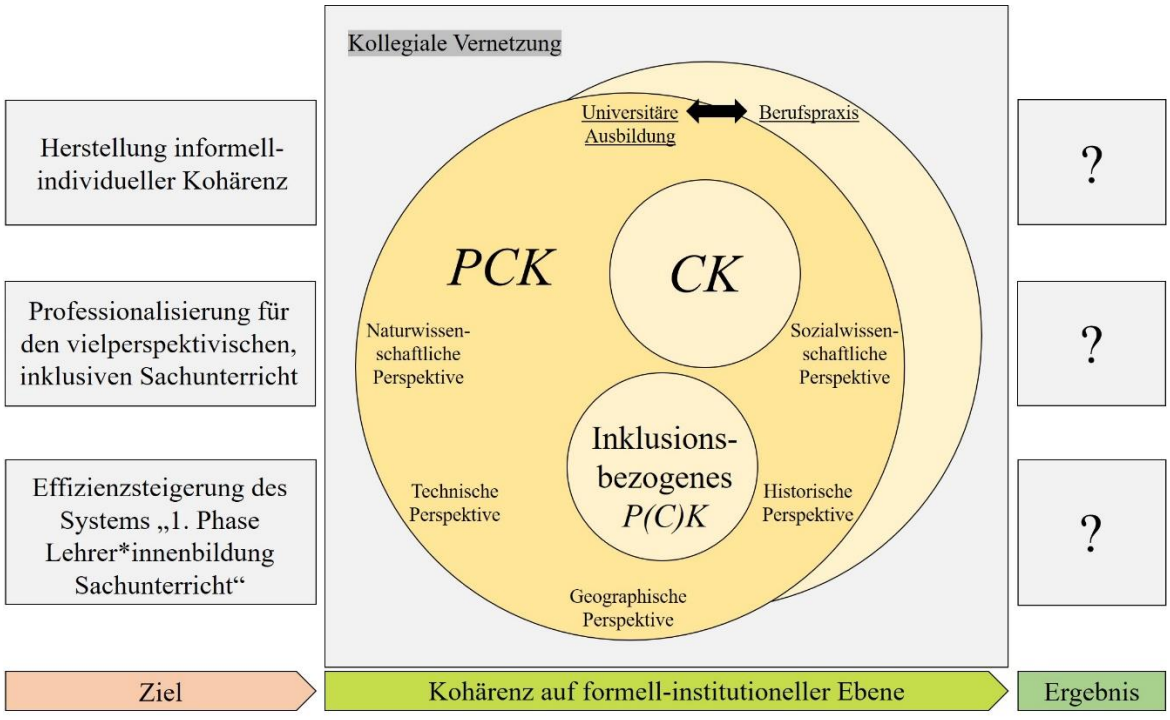


Abbildung 11: *Arbeitsmodell A für die Zielebenen 2 und 3: Ziele und Ebenen der Herstellung formell-institutioneller Kohärenz in Intervention A (eigene Darstellung in Orientierung an Cramer, 2020; Mayer et al., 2018)*

Da es an der Beforschung der Wirksamkeit von Aus-/Fort-/Weiterbildungsveranstaltungen, die mehr als ein Bezugsfach bzw. eine Perspektive des Sachunterrichts einbeziehen, mangelt (s. Kap. III.4), soll in beiden Interventionen eine *Vernetzung der Bezugsfächer/Perspektiven* stattfinden (erste Kohärenzebene; A: alle fünf Perspektiven des Sachunterrichts; B: Bezugsfächer Biologie, Chemie, Physik und Technik; s. Abb. 11 und 12).

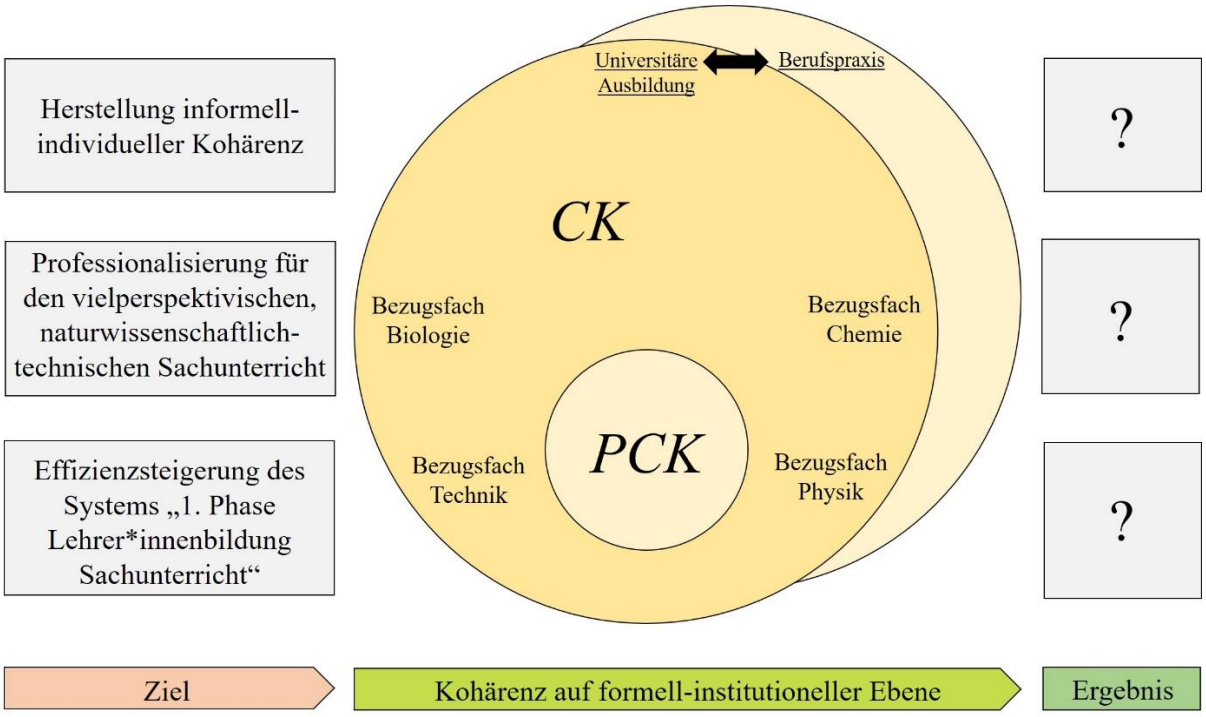


Abbildung 12: *Arbeitsmodell B für die Zielebenen 2 und 3: Ziele und Ebenen der Herstellung formell-institutioneller Kohärenz in Intervention B (eigene Darstellung in Orientierung an Cramer, 2020; Mayer et al., 2018)*

Wie in Kap. III.2 beschrieben, wird aufgrund der Zusammenhänge von *CK* und *PCK* und Befunden wie jenen von Sorge et al. (2019; s. Kap. III.2.3) empfohlen, Fachwissenschaft und Fachdidaktik in Lehr-Lern-Settings zu verknüpfen. Um einer Fragmentierung von Professionswissen und der Entstehung trägen Wissens entgegenzuwirken (s. Kap. III.3.1.2) sowie die Relevanz fachwissenschaftlicher Studieninhalte (Lersch, 2006) zu verdeutlichen, wird als weiteres Kriterium für die Entwicklung der Kurse eine Fach-Fachdidaktik-Vernetzung (Kohärenzebene 2) festgelegt. Da die Vernetzung innerhalb *einer* Lehrveranstaltung angestrebt wird, bietet sich der Einsatz eines „Integrationsmodells“ (Mayer et al., 2018) an: Während bei Intervention B innerhalb einer fachwissenschaftlichen Lehrveranstaltung auch fachdidaktische Inhalte behandelt werden sollen (s. Abb. 12), bietet sich für Intervention A aufgrund des Ziels, für den inklusiven, vielperspektivischen Sachunterricht zu professionalisieren, eine Integration inklusionsdidaktischer/-pädagogischer Elemente im Rahmen eines fachdidaktischen Seminars, das gleichzeitig auch Bezüge zu Fachinhalten herstellt (s. Abb. 11), an.

Zudem soll Kohärenz zwischen universitärer Ausbildung und beruflichen Anforderungen gegeben sein (Kohärenzebene 3; s. Abb. 11 und 12). Dies bedeutet, Inhalte, Aktivitäten und formative sowie gegebenenfalls summative Prüfungsleistungen der universitären Lehr-Lernsettings sind eng auf berufliche Anforderungen abgestimmt (Wagener et al., 2019).

Weil nicht zu erwarten ist, dass Hochschullehrende in allen sachunterrichtlichen Perspektiven sowie bzgl. fachlicher, fachdidaktischer *und* (inklusions-)pädagogischer Fragen kompetent sind (Meschede et al., 2020), soll in Intervention A zusätzlich formell-institutionelle Kohärenz durch kollegiale Vernetzung (Mayer et al., 2018) hergestellt werden (Kohärenzebene 4; s. Abb. 11).

III.5.3 Zielebene 3: Wirksamkeit der konzipierten Lehrveranstaltungen (Manuskripte 2 bis 6)

Die Wirksamkeit der neu entwickelten Lehrveranstaltungen soll in Orientierung an den Kriterienebenen der Wirksamkeit von Lehrpersonenfort-/-weiterbildungen nach Lipowsky & Rzejak (2012), die auf die universitäre Ausbildungsphase übertragbar sind (Kratz & Schaal, 2015), auf folgenden zwei Ebenen untersucht werden:

1. *Erste Ebene der Wirksamkeit – Die Reaktionen der Teilnehmer*innen (Teilstudien 2 und 3):*
    a. Führt die Herstellung formell-institutioneller Kohärenz in den universitären Lehrveranstaltungen (s. Zielebene 2) zu *informell-individueller Kohärenz* auf Seiten der Grundschullehramtsstudierenden? Lassen die Reaktionen also erkennen, ob Kohärenz (Ebenen, Inhalte, …) *wahrgenommen* und Kohärenz *gedanklich hergestellt* wird?
    b. Lassen die Reaktionen auf Veränderungen der *professionellen Kompetenzen* (kognitiv, affektiv-motivational) schließen? Werden *Faktoren* benannt, die zur Veränderung der Kompetenzen geführt haben?
2. *Zweite Ebene der Wirksamkeit – Kognitive und affektiv-motivationale Wirksamkeit (Teilstudien 2 bis 6):* Führt die Teilnahme an einer der beiden universitären Lehrveranstaltungen (s. Zielebene 2) zu einer positiven Entwicklung der *professionellen Kompetenzen (Professionswissen und motivationale Orientierungen)* der Teilnehmer*innen? Insbesondere sollen folgende Fragen beantwortet werden:
    a. *CK (Teilstudie 4):* Führt die Teilnahme zu einer kurz- und langfristigen Zunahme des naturwissenschaftlich-technischen *CK*?
    b. *FSK:* Führt die Teilnahme zu einer positiven Entwicklung der FSK in Biologie, Chemie, Physik und Technik (Teilstudie 4)? Führt die Teilnahme zu einer Zunahme des experimentbezogenen FSK sowie der FSK bzgl. des Planens sowie Durchführens von Experimentalunterricht (Teilstudie 5)?
    c. *L-SWE:* Entwickeln sich die L-SWE hinsichtlich des Unterrichtens vielperspektivischen Sachunterrichts und der Durchführung von (inklusiven) Exkursionen positiv (Teilstudie 2)? Führt die Teilnahme zu einer Zunahme der

L-SWE bzgl. des Unterrichtens von biologie-, chemie- physik- und technikbezogenem sowie vielperspektivischem naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht (Teilstudie 6)?

d. *Interesse:* Wird durch die Teilnahme an der Lehrveranstaltung situationales Interesse an den Kursinhalten geweckt (Teilstudien 2 und 3)? Gibt es eine Zunahme des Sachinteresses an Biologie, Chemie, Physik und Technik sowie des Interesses am Unterrichten naturwissenschaftlich-technischen Sachunterrichts (Teilstudie 6)?

e. *Einfluss der Variable ‚Kursformat' (Teilstudien 4 bis 6):* Intensive Blockkurse in der vorlesungsfreien Zeit könnten für Grundschullehramtsstudierende aufgrund des „vollen" Stundenplans im Semester zur Fort-/Weiterbildung attraktiv sein. Über Unterschiede in der Wirksamkeit verschiedener Kursformate im Studium ist allerdings nicht viel bekannt (s. Kap. III.3.1.1). Daher ist die nächste Forschungsfrage: Hat das Kursformat (wöchentliches Format versus Blockkursformat) einen bedeutsamen Einfluss auf die kognitive und affektiv-motivationale Wirksamkeit (s. *a* bis *d*)?

f. *Einfluss der Variable ‚Studienschwerpunkt' (Teilstudien 4 bis 6):* Gibt es dabei Unterschiede zwischen Teilnehmer*innen mit einem Studienschwerpunkt im Bereich Naturwissenschaften und Technik (NaWiTec) und Teilnehmenden mit einem anderen Studienschwerpunkt (nicht-NaWiTec)?

Wie in Kap. III.3.1 beschrieben, hängt die Nutzung und Wirksamkeit eines Lernangebots nicht nur von seiner Qualität, sondern auch von den Lerner*innenvoraussetzungen ab (Lipowsky, 2010). Daher sollen zur besseren Interpretierbarkeit der Wirksamkeit beider Interventionen auch die *Lerner*innenvoraussetzungen* sowie ihre *Erwartungen und Werte* (Lipowsky, 2010) erhoben werden. Die Fragestellungen lauten:

1. *Voraussetzungen*: Welche *kognitiven* und *affektiv-motivationalen* Voraussetzungen haben die Teilnehmer*innen (Teilstudien 2, 4 bis 6)? Welche *Erfahrungen* bringen die Studierenden hinsichtlich der Kursschwerpunkte mit (Teilstudien 2 und 5)?
2. *Erwartungen und Werte:* Welche *Erwartungen, Wünsche* und *Lernziele* haben die Studierenden bzgl. der Lehrveranstaltung (Teilstudien 2 und 3)? Welche Kursinhalte/-elemente werden als *persönlich relevant* erachtet (Teilstudie 3)?

III.5.4 Ebene 4: Entwicklung von *ECMs* (Manuskripte 7 und 8)

Neben der Entwicklung und Beforschung der Wirksamkeit kohärenter, *adaptiver* Lehrkonzepte für angehende Sachunterrichtslehrpersonen ist es das Ziel dieser Arbeit, *statische ECM*s (s. Kap. III.3.2) zu entwickeln, die einen Beitrag zur Professionalisierung von (angehenden) Grundschullehr*innen für die Gestaltung vielperspektivischen, naturwissenschaftlich-technischen Sachunterrichts leisten.

Die Entwicklung der *ECMs* soll zudem durch die Herstellung formell-institutioneller Kohärenz auf *Makroebene*, d.h. der Vernetzung von Institutionen, Akteursgruppen oder Phasen der Lehrer*innenbildung (Cramer, 2020), geprägt sein, um potenzielle Mehrwerte von Kohärenzherstellung (Görich et al., 2019; Mayer et al., 2018; vgl. Kap. III.3.1.2) zu nutzen.

Kriterien für die Entwicklung der *ECMs* sollen folglich sein:

1. *Herstellung von Kohärenz auf Makroebene zur Entwicklung der ECMs:*
    a. Vernetzung der ersten Phase der Lehrer*innenbildung mit der Berufspraxis (Studierendenebene) ODER
    b. Vernetzung der an der Aus-/Fort-/Weiterbildung von Grundschullehrpersonen beteiligten Akteur*innen bzw. Institutionen
2. *Herstellung von Kohärenz auf Unterrichtsebene (Inhalt der ECMs):*
    a. Kohärenz im Sinne der Vernetzung der Perspektiven bzw. Bezugsfächer des Sachunterrichts UND/ODER
    b. Kohärenz im Sinne des fächerverbindenden Lernens (Labudde, 2003)

IV MATERIAL UND METHODEN

In diesem Kapitel wird ein kompakter Überblick über die zur Erreichung der Zielsetzungen sowie Beantwortung der Forschungsfragen verwendeten Forschungsdesigns, Messinstrumente und Analysemethoden gegeben. Auch die neu entwickelten universitären Lehrveranstaltungen – als Grundlage für das Studiendesign – sowie das Vorgehen bei der Entwicklung der *ECMs* werden zusammengefasst. Die Gliederung orientiert sich an den vier Zielebenen der Arbeit (vgl. Kap. III.5).

IV.1 Zielebene 1: Dokumentenanalyse

Zur Beantwortung der Fragen auf Zielebene 1 (s. Kap. III.5.1) wurde als qualitativer Untersuchungsplan die Dokumentenanalyse gewählt (s. Teilstudie 1; Kap. V.1). Sie zählt zu den nichtreaktiven Messverfahren (Webb et al., 1975), da Material erschlossen und analysiert wird, welches bereits vorhanden ist (Mayring, 2016; Salheiser, 2014). Folgende drei Arbeitsschritte wurden – nach Festlegung der Fragestellung (s. Kap. III.5.1) – durchgeführt (Mayring, 2016; Reh, 1995):

1. *Definition, Auswahl und Beschaffung des Ausgangsmaterials:* Bezugnehmend auf die Fragestellung wurde in diesem Schritt bestimmt, welche Dokumente analysiert werden. Da das intendierte Curriculum sachunterrichtsbezogener Teilstudiengänge in NRW untersucht werden sollte, wurden als Ausgangsmaterial die zum Stichtag 02.03.2020 existierenden Prüfungsordnungen und Modulhandbücher der acht in NRW ausbildenden Universitätsstandorte festgelegt. Die Beschaffung erfolgte per kostenlosem Download der Dateien von den jeweiligen Websites der Universitäten (s. Online-Supplement zu Teilstudie 1, Kap. XI.8).
2. *Quellenkritik:* Die Aussagekraft bzw. der Erkenntniswert des Materials wurden mithilfe von fünf Kriterien bewertet: Art, Herkunft, Intendiertheit (Funktion des Dokuments), Gegenstandsnähe und innere Merkmale (Mayring, 2016). Bei Prüfungsordnungen und Modulhandbüchern handelt es sich um schriftliche, verbindliche Vorgaben für die Ausgestaltung der Studiengänge. Sie werden von den Verantwortlichen der Hochschulen erstellt, im Zuge von Akkreditierungen geprüft (Kultusministerkonferenz (KMK), 2010) und sind dem „offiziellen Dokumenttyp“ (vgl. Salheiser, 2014, S. 813) zuzuordnen. Die *Art* und *Herkunft* der Dokumente sind daher als seriös zu bewerten (s. auch Lohmann et al., 2011). Für das Kriterium *Funktion des Dokuments* ist hinsichtlich der Aussagekraft festzuhalten, dass die hiesigen Dokumente allein die intendierten („Was soll gelehrt werden?“) – und nicht die implementierten oder erreichten – Curricula (König & Rothland, 2018; s. Teilstudie 1) beschreiben. *Gegenstandsnähe* ist insofern vollständig gegeben, da es das Ziel ist, das intendierte Curriculum zu untersuchen, das durch die Prüfungsordnungen und Modulhandbücher abgebildet wird. Die *inneren Merkmale,* d.h. die Inhalte dieser Dokumente, können u.a. Erkenntnisse

darüber liefern, inwiefern (Landes-)Richtlinien sowie Empfehlungen für die Professionalisierung von Sachunterrichtslehrpersonen an Universitäten entsprochen wird (s. Teilstudie 1).

3. *Interpretation des Ausgangsmaterials mittels geeigneter Analysemethoden:* Im letzten Schritt wurden die Dokumente mithilfe qualitativ-orientierter[23] inhaltsanalytischer Techniken zur Beantwortung der Forschungsfragen ausgewertet (Mayring, 2016). Um die Analyse zu erleichtern, wurden zunächst deduktiv, mithilfe eines in mehreren Überarbeitungsschleifen entwickelten Vergleichsrasters (s. Online-Supplement A1 der Teilstudie 1; Kap. XI.8), kompakte Vergleichsübersichten zur Struktur der Studiengänge erstellt. Detaillierte Beschreibungen der Auswertungsschritte zur Beantwortung der jeweiligen Fragstellung sind Manuskript 1 (Kap. V.1) zu entnehmen.

Neben den im Schritt der Quellenkritik herangezogenen Kriterien – wie Gegenstandsnähe – wurden in der Teilstudie noch weitere Gütekriterien qualitativer Forschung befolgt: Die oben sowie in Manuskript 1 beschriebene *Verfahrensdokumentation* dient der Gewährleistung von Transparenz bzgl. des Vorgehens (Kirk & Miller, 1986; Mayring, 2016). *Regelgeleitetheit* (Mayring, 2016) wurde durch vorher festgelegte Regeln bzgl. der Einbeziehung oder dem Ausschluss bestimmter Studienelemente/-inhalte, durch die Verwendung des Vergleichsrasters sowie des festgelegten Suchvokabulars (s. Manuskript 1) sichergestellt. *Objektivität* (Mayring, 2015) hinsichtlich der Datenerhebung ist bei Dokumentenanalysen gegeben, da das Material bereits vorliegt (Mayring, 2016). Zur Reduktion der Subjektivität im Schritt der Inhaltsanalyse wurde das Material im Sinne des konsensuellen Kodierens (Kuckartz, 2016) von zwei Forschenden im Austausch miteinander analysiert.

IV.2 Zielebene 2: Konzeption kohärenter, vielperspektivischer universitärer Lehrveranstaltungen

Zur Beantwortung der Forschungsfragen auf Zielebene 3 wurden zunächst zwei Lehrveranstaltungen entwickelt, die das Ziel verfolgen, Professionswissen und motivationale Orientierungen angehender Sachunterrichtslehrpersonen in Bezug auf *mehrere* sachunterrichtliche Bezugsfächer bzw. Perspektiven *gleichzeitig* positiv zu beeinflussen. Zudem soll informell-individuelle Kohärenz (Cramer, 2020) hergestellt werden (s. Kap. III.5.2). Eine Neuentwicklung war nötig, da zu Beginn dieses Dissertationsvorhabens, Anfang 2016, in den Prüfungsordnungen sowie Modulhandbüchern der Bachelor- und Masterstudiengänge für den Sachunterricht am Standort (s. auch Ergebnisse Kap. V.1) keine Lehrveranstaltung identifiziert werden konnte, welche den in Kap. III.5.2 beschriebenen Ansprüchen an ein kohärentes Lehr-Lern-Setting – unter Berücksichtigung der weiteren in III.3.1.1 beschriebenen Merkmale wirksamer Lehrer*innenfort-/-weiterbildungen – genügt

[23] Qualitative Analysen bildeten die Basis für nachfolgende quantitative Analyseschritte (Mayring, 2015).

hätte. Eine detaillierte Darstellung beider Lehrkonzepte inklusive Zielgruppenbeschreibung, methodisch-didaktischer Begründungen sowie Durchführungshinweise erfolgt in Manuskript 2 (Kap. V.2) und Manuskript 3 (Kap. V.3). Daher wird an dieser Stelle ein kompakter Überblick über beide Kurse sowie die Phasen ihrer Entwicklung gegeben, um Gemeinsamkeiten und Unterschiede herauszustellen.

Intervention A (s. Manuskript 2), ein wöchentlich stattfindendes Pflichtseminar (2 Semesterwochenstunden (SWS)), wurde im Zuge der Neueinrichtung des Studiengangs „Master of Education (M. Ed.) Sonderpädagogische Förderung – Lernbereich Natur- und Gesellschaftswissenschaften (Sachunterricht)“ (Bergische Universität Wuppertal (BUW), 2017c) im Sommersemester (SoSe) 2017 entwickelt und im folgenden Wintersemester (WiSe) 2017/2018 das erste Mal erprobt. Auf Basis der Rückmeldungen der teilnehmenden Studierenden in der standardisierten Lehrveranstaltungsevaluation der Universität und mithilfe einer Zwischenauswertung der Daten aus der Fragebogenerhebung (s. Kap. IV.3.2 und Manuskript 2) wurde das Seminar weiterentwickelt. Ein zweiter Durchlauf erfolgte im SoSe 2018 (vgl. Abb. 13).

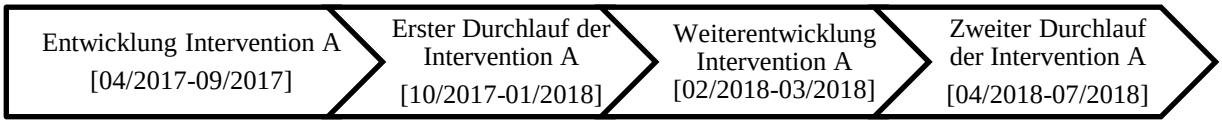


Abbildung 13: *Phasen und Zeiträume der Entwicklung, Durchführung sowie Evaluation von Intervention A*

Intervention B (s. Manuskript 3), angeboten als wöchentlicher Kurs sowie viertägiger Block-Kurs (2 SWS), wurde ursprünglich (Anfang 2016, vgl. Abb. 14) als freiwillig zu belegende Fortbildungsveranstaltung (Tutorium) für Bachelor- und Masterstudierende des Sachunterrichts mit gesellschaftswissenschaftlichem Studienschwerpunkt entworfen. Hintergrund dieses Angebots ist, dass diese Studierendengruppe – mit insgesamt zwölf zu absolvierenden Leistungspunkten durch fast ausschließlich fachwissenschaftliche Basisvorlesungen (BUW, 2020) – eine sehr geringe Kontaktzeit zu Lehrveranstaltungen im Bereich Naturwissenschaften und Technik hat (s. auch Teilstudie 1, Kap. V.1). Die Pilotierung des Kurses fand im SoSe 2016 sowie WiSe 2016/2017 in vier Durchgängen (2 x wöchentliches Format; 2 x Blockkurs-Format) statt. Eine Kurzdarstellung des Kurskonzeptes und der Sitzungsinhalte in dieser Pilotierungsphase ist Anhang XI.1 zu entnehmen[24]. Auch hier erfolgte mithilfe der Auswertung des Teilnehmer*innen-Feedbacks in der Lehrveranstaltungsevaluation (s. auch Preisfeld, 2019) eine Weiterentwicklung, der sich eine zweijährige Haupterhebungsphase anschloss (vgl. Abb. 14). Nicht nur in dieser, sondern auch schon während der Pilotierungsphase wurde der Kurs für Grundschullehramtsstudierende anderer

[24] In der dreieinhalbmonatigen Entwicklungsphase vor der Pilotierung (s. Abb. 14) wurden alle für das Stationenlernen benötigten Arbeitsaufträge sowie Informationstexte (Sachanalysen) entwickelt, die Experimente erprobt und – wenn nötig – verändert.

Sachunterrichtsstudiengänge (Schwerpunkt NaWiTec; sonderpädagogische Förderung) sowie weiterer Fächer (z.B. Anglistik) geöffnet, da sie durch die Bewerbung der Veranstaltung Interesse an dieser Fort-/Weiterbildung bekundeten.



Abbildung 14: *Phasen und Zeiträume der Entwicklung, Durchführung sowie Evaluation von Intervention B*

Trotz Differenzen hinsichtlich der Veranstaltungsart, der Zielgruppe und des methodischen Schwerpunktes (s. Abb. 15) bilden mehrere Kohärenzebenen das Grundgerüst beider Interventionen.

Intervention A	**Intervention B**
 Quelle: eigene Fotos	 Quelle: eigene Fotos
Veranstaltungsart Seminar (Pflicht)	**Veranstaltungsart** Tutorium/Übung (Wahl oder Pflicht)
Format wöchentlich	**Format** wöchentlich und Block
Semesterwochenstunden 2	**Semesterwochenstunden** 2
Anzahl Kurseinheiten 12 (11 x 90 min; 1 x 240 min)	**Anzahl Kurseinheiten** 12 (12 x 100 min)
Zielgruppe M. Ed. Sonderpädagogische Förderung Lernbereich Natur- und Gesellschaftswissenschaften (Sachunterricht)	**Zielgruppe** Alle Bachelor- und Masterstudierenden mit dem Qualifikationsziel „Grundschullehramt“
Max. Anzahl an Teilnehmer*innen je Kurs 30	**Max. Anzahl an Teilnehmer*innen je Kurs** 30
Methodischer Schwerpunkt Exkursion	**Methodischer Schwerpunkt** Experimentieren an Stationen
Kohärenzebenen 1. Vernetzung aller fünf Sachunterrichts-Perspektiven 2. Vernetzung der drei Professionswissensbereiche *CK*, *PCK* und *PK* 3. Vernetzung zwischen universitärer Ausbildung und beruflichen Anforderungen 4. Kollegiale Vernetzung	**Kohärenzebenen** 1. Vernetzung der Sachunterrichts-Bezugsfächer Biologie, Chemie, Physik und Technik 2. Vernetzung der zwei Professionswissensbereiche *CK* und *PCK* 3. Vernetzung zwischen universitärer Ausbildung und beruflichen Anforderungen

Abbildung 15: *Überblick über die Rahmenbedingungen der neu entwickelten Lehrveranstaltungen (eigene Darstellung)*

Das didaktische Konzept des *Constructive Alignment*, welches auf einem konstruktivistischen Lernverständnis (Gerstenmaier & Mandl, 1995; Neubert et al., 2001) beruht, wurde

herangezogen, um eine Kohärenz zwischen den Lernzielen, Lehr-Lern-Aktivitäten sowie den formativen und summativen Prüfungsformen zu gewährleisten (Biggs & Tang, 2011). In beiden Interventionen wird als Mittel der Kohärenzherstellung das interdisziplinäre Lehren und Lernen (Cramer, 2020; Labudde, 2003) eingesetzt: Bei Intervention A werden alle fünf Perspektiven des Sachunterrichts (GDSU, 2013) miteinander vernetzt, während in Intervention B[25] die Bezugsfächer Biologie, Chemie, Physik und Technik im Fokus stehen. Den fachwissenschaftlichen Rahmen dafür bilden einerseits die Themen ‚Wasser', ‚Wald' und ‚Wuppertal' am Beispiel des Gelpetals (Kurs A) und andererseits die Themen ‚Der Teich und seine Umgebung' sowie ‚Der Mensch und seine Leistungsfähigkeit' (Kurs B), wodurch gleichzeitig auch *content focus* als Merkmal wirksamer Lehrer*innenfort-/-weiterbildungen (s. Kap. III.3.1.1) berücksichtigt wird.

Als Mittel zur Vernetzung der Professionswissensfacetten wird bei Kurs A die Planung, Durchführung und Nachbereitung einer vielperspektivischen, inklusiven Exkursion verwendet, auf der verschiedene fachspezifische Arbeitsweisen erprobt werden (s. Manuskript 2). Bei Kurs B dient das Experimentieren an Stationen sowie das Planen experimenteller Erarbeitungsphasen für den Sachunterricht als Mittel der Kohärenzherstellung (s. Manuskript 3). Neben der Vernetzung der universitären Ausbildungselemente mit beruflichen Anforderungen, die in beiden Lehrveranstaltungen zum Tragen kommt (Kohärenzebene 3), ist Intervention A durch eine weitere Kohärenzebene charakterisiert, die kollegiale Vernetzung (Mayer et al., 2018). Konzeption und Durchführung erfolg(t)en im Team(teaching) aus unterschiedlichen, an der Lehre für Sachunterrichtsstudierende beteiligten Fachbereichen (s. Manuskript 2), während Intervention B von einer/einem Dozierenden mit organisatorischer Unterstützung durch eine studentische Hilfskraft durchgeführt wird (s. Manuskript 3).

IV.3 Zielebene 3: Wirksamkeit der konzipierten Lehrveranstaltungen

IV.3.1 Forschungsdesign und Stichprobe

Zur Überprüfung der Wirksamkeit der neu konzipierten Lehrveranstaltungen wurde ein quasi-experimentelles Längsschnitt-Design gewählt. Die Grundschullehramtsstudierenden wurden also den Treatmentgruppen nicht randomisiert zugeordnet (Döring & Bortz, 2016; s. dazu auch Kap. VI.1), da sie wählen konnten, ob sie z.B. am wöchentlichen oder Blockkurs-Kursformat teilnehmen.

Die Datenerhebung bei Intervention A erfolgte zu zwei Messzeitpunkten (MZ), direkt vor Beginn der ersten Seminarsitzung (Pretest) und direkt nach dem Ende der letzten Sitzung (Posttest; s. Tab. 2). Verglichen wurden zwei Experimentalgruppen (EG), nämlich die Teilnehmer*innen der ersten Kursvariante ($N_1 = 23$) mit jenen der weiterentwickelten Variante

[25] Die nachfolgenden Ausführungen bzgl. Intervention B beziehen sich auf die weiterentwickelte Kursvariante der Haupterhebungsphase (s. Abb. 14).

(N_2 = 18). Eine ausführliche Charakterisierung der Stichprobe ist Manuskript 2 zu entnehmen. Auf eine Kontroll-/Baselinegruppe (BG), welche nicht am Seminar teilnahm und dazu dient, Vortesteffekte (Bröder, 2011) sowie Effekte anderer, parallel besuchter Lehrveranstaltungen oder von Praxiserfahrungen auszuschließen, musste verzichtet werden, da diese Teilstudie in dem Jahr begonnen wurde, als der M. Ed.-Studiengang neu eingerichtet wurde. Dadurch gestaltete sich die Gewinnung potenzieller Teilnehmer*innen in einer ähnlichen Phase des Studiums und mit vergleichbarem bisherigen Studienhintergrund als schwierig.

Zur Beforschung der Effekte der Intervention B (Teilstudien 3 bis 6) diente ein Pre-Post-Follow-up-Design, wobei auch hier der Pretest vor Beginn[26] und der Posttest nach Ende des Kurses bearbeitet wurde. Der Follow-up-Test wurde acht Wochen nach dem Abschluss der Lehrveranstaltung durchgeführt. Es gab eine Haupt-EG, welche die Intervention absolvierte (N_{EG} = 191), und eine Haupt-BG, die nicht am Kurs teilnahm (N_{BG} = 47). Beide Hauptgruppen bestanden wiederum aus zwei Untergruppen, den wöchentlichen und den Blockkurs-Teilnehmer*innen[27]. Diese Untergruppen setzten sich aus 60 bis 68 % Grundschullehramtsstudierenden mit NaWiTec-Schwerpunkt und 31 bis 40 % mit einem anderen Studienschwerpunkt zusammen (s. Tab. 3). Weitere Details zur Stichprobe sind in den Manuskripten 3 bis 6 (s. Kap. V) beschrieben.

Tabelle 2: *Überblick über das Forschungsdesign, die Anzahl der Kurs-Durchgänge, Stichprobengrößen (N), Typus der Messinstrumente sowie Auswertungsmethoden zur Beforschung der Wirksamkeit der Interventionen A und B*

	Intervention A	**Intervention B**
Design	quasi-experimentell mit 2 EG; Quer- und Längsschnitt (2 MZ)	quasi-experimentell mit BG und EG (s. Tab. 3 für Untergruppen); Quer- und Längsschnitt (3 MZ)
Anzahl der Durchgänge^{+}	2	8
Stichprobengröße $\mathbf{N_{ges}}$*****	41	238
Messinstrument	Online-Fragebogen mit offenen und geschlossenen Items	Online-Fragebogen mit offenen und geschlossenen Items
Auswertungsmethode	*Mixed Methods*: qualitative und quantitative Auswertung	*Mixed Methods*: qualitative und quantitative Auswertung

Anmerkungen: Plus ($^{+}$): Die Anzahl der Durchgänge in der Pilotierungsphase der Intervention B ist hier nicht eingerechnet. Sternchen (*): N ist bezogen auf die hier dargestellten Durchgänge; in der Pilotierungsphase der Intervention B nahmen regelmäßig N = 55 Studierende teil.

Je nach Forschungsfrage bzw. zu untersuchendem Konstrukt erfolgte die Datenerhebung bei beiden Interventionen nicht immer zu allen zwei bzw. drei MZ, d.h. es fanden neben Längsschnitt- auch Querschnittserhebungen statt. Die jeweiligen MZ sind den Tab. A2 und A3

[26] Ausgenommen davon ist der kognitive Fragebogenteil, welcher – wie in Manuskript 4 beschrieben – erst nach der ersten, einführenden Kurseinheit bearbeitet wurde.
[27] Die BG füllte die Tests analog zu den Zeitabständen der Teilnehmer*innen des wöchentlichen oder Blockkursformates aus.

in Anhang XI.2 zu entnehmen. Alle Durchgänge beider Interventionen (s. Tab. 2) wurden jeweils von denselben Dozierenden geleitet und in derselben Lernumgebung durchgeführt (s. Teilstudien 2 bis 6), um den Einfluss dieser unabhängigen Variablen auf die abhängigen Variablen ausschließen zu können.

Tabelle 3: *Gruppen und Untergruppen des Forschungsdesigns zu Intervention B sowie Stichprobenzusammensetzung (absolute und relative Häufigkeiten) bezogen auf die jeweilige (Unter-)Gruppe*

Gruppe	**Kursformat**	**Studienschwerpunkt (SP)**
EG (N = 191; 80.3 %)	wöchentlich (N = 111; 58.1 %)	NaWiTec-SP (N = 70; 63.1 %)
		Kein NaWiTec-SP (N = 34; 30.6 %)
		k.A.* (N = 7; 6.3 %)
	Block (N = 80; 41.9 %)	NaWiTec-SP (N = 49; 61.3 %)
		Kein NaWiTec-SP (N = 26; 32.5 %)
		k.A.* (N = 5; 6.3 %)
BG (N = 47; 19.7 %)	wöchentlich (N = 22; 46.8 %)	NaWiTec-SP (N = 15; 68.2 %)
		Kein NaWiTec-SP (N = 7; 31.8 %)
	Block (N = 25; 53.2 %)	NaWiTec-SP (N = 15; 60.0 %)
		Kein NaWiTec-SP (N = 10; 40.0 %)

Anmerkung: Sternchen (*): Fälle, die für die Auswertungen aussortiert wurden.

IV.3.2 Messinstrumente

Die Wirksamkeit der Interventionen A und B wurde mithilfe von Online-Fragebögen (Tool: *SoSci Survey*; Leiner, 2006) erfasst[28]. Diese enthalten sowohl Messinstrumente, die von bereits bestehenden Instrumenten aus anderen Studien bzw. Skalen adaptiert wurden, als auch neu entwickelte Instrumente. Da eine Fülle von Konstrukten untersucht wurde und die Operationalisierung dieser ausführlich in den jeweiligen Manuskripten 2 bis 6 beschrieben ist, sollen die Tab. A2 (Skalen zu Intervention A) und A3 (Skalen zu Intervention B) in Anhang XI.2 dazu dienen, einen kompakten Überblick über die erfassten Konstrukte und dazugehörigen Instrumente zu gewinnen. In Orientierung an den übergeordneten Fragestellungen kann grob zwischen drei Kategorien von Messinstrumenten unterschieden werden:

1. *Kategorie: Lerner*innenvoraussetzungen, -erwartungen und -werte (Lipowsky, 2010):* Instrumente zur Erfassung bisheriger Erfahrungen hinsichtlich der Schwerpunkte der Lehrveranstaltungen (vielperspektivisches Lehren und Lernen, Exkursionen, Experimentieren), der persönlichen Relevanz bestimmter Kursinhalte sowie Erwartungen, Wünsche und Lernziele bzgl. der Interventionen (s. Teilstudien 2, 3, 5)
2. *Kategorie: Erste Ebene der Wirksamkeit (Lipowsky & Rzejak, 2012):* Instrumente zur Erfassung der Teilnehmendenreaktionen auf die Interventionen (u.a. spontane

[28] Alle Fragebögen sind in den Anhängen XI.3 bis XI.7 aufgeführt. Sie wurden den Teilnehmer*innen über die Online-Lernplattform *moodle* zur Verfügung gestellt.

Assoziationen; Feedback zur Erfüllung der Erwartungen, Wünsche und Lernziele; Änderungsvorschläge; Weiterempfehlungsgründe; s. Teilstudien 2 und 3)

3. *Kategorie: Zweite Ebene der Wirksamkeit (Lipowsky & Rzejak, 2012)*[29]*:*
    a. *kognitive Wirksamkeit:* Testinstrument zur Erfassung des deklarativen naturwissenschaftlich-technischen *CK* (s. Teilstudie 4)
    b. *affektiv-motivationale Wirksamkeit:* Skalen zur Erhebung der Konstrukte situationales Interesse (Teilstudien 2 und 3), FSK (Teilstudien 4 und 5), L-SWE (Teilstudien 2 und 6) und L-Interesse (Teilstudie 6)

Wie den Tab. A2 und A3 ebenfalls entnommen werden kann, sind dabei sowohl offene als auch geschlossene Fragen- bzw. Antwortformate vorzufinden. Die Fragebögen erfassen zudem personenbezogene Daten. Für Intervention A sind dies Geschlecht, Studiengang, Fachsemester und Semester der Kursteilnahme. Bei Intervention B kommen noch folgende Angaben hinzu: Kursformat, Abiturfächer, Lieblingsfächer auf der weiterführenden Schule, letzte Schulnoten sowie gemittelte Noten (geschätzt) im Studium in Biologie, Chemie, Physik, Technik, Geographie, Geschichte und Sozialwissenschaften. Zur Zuordnung der Datensätze über die MZ dienten das Geburtsdatum sowie die ersten beiden Buchstaben des Vornamens der Mutter, um die Anonymität der Teilnehmer*innen zu gewährleisten.

IV.3.3 Auswertungsmethoden

Zur Auswertung der erhobenen Daten wurde ein *Mixed Methods*-Ansatz gewählt, der hier dadurch gekennzeichnet ist, dass quantitative und qualitative Auswertungsmethoden kombiniert werden (Kuckartz, 2014). Die qualitative Auswertung der offenen Antworten sollte dazu dienen, umfangreichere und tiefergehende Einblicke in die Lerner*innenerwartungen sowie in die Wirksamkeit der Interventionen zu erhalten, als es mit einem reinen quantitativen Ansatz der Fall gewesen wäre (Kelle, 2018).

IV.3.3.1 Quantitative Datenanalyse

Die quantitative Auswertung der Daten erfolgte mithilfe der Software SPSS 27 (IBM Deutschland, Ehningen). Datensätze von Personen, die nicht zu allen in der jeweiligen Analyse betrachteten MZ den Fragebogen ausfüllten, wurden entfernt[30]. Da für die geschlossenen Items bei *SoSci Survey* die Funktion zur Erinnerung zum Ausfüllen bei fehlenden Angaben bzw. nicht bearbeiteten Fragen ausgewählt wurde, mussten keine Fehlwerte in den Datensätzen ersetzt werden.

---

[29] In der Pilotierungsphase der Intervention B (s. Kap. XI.1) wurde der *CK*-Test sowie ein Teil der Testinstrumente zur affektiv-motivationalen Wirksamkeit (u.a. Skala zum situationalen Interesse) ebenfalls pilotiert, die Daten ausgewertet und die Instrumente für die Haupterhebungsphase weiterentwickelt.

[30] Bei Intervention A lag die Rücklaufquote der Online-Befragungen im Pretest bei 87.8 % (36 von 41 Teilnehmer*innen), im Posttest bei 100.0 %. Die Stichprobenmortalität (Köller, 2015) lag hier also – bedingt durch fehlende Datensätze im Pretest – bei 12.2 %. Bei Intervention B waren die Rücklaufquoten: kognitiver Pretest: 95.8 %; kognitiver Posttest: 92.9 %; kognitiver Follow-up-Test: 88.7 %; affektiv-motivationaler Pretest: 95.0 %; affektiv-motivationaler Posttest: 92.9 %. Je nach Fragestellung, einbezogener Konstrukte und MZ lag die Stichprobenmortalität (Köller, 2015) zwischen 12.0 % und 15.1 %.

IV.3.3.1.1 Quantitative Gütekriterien

Zur Gewährleistung der Qualität der Datenerhebung und -auswertung wurden die drei Hauptgütekriterien quantitativer Sozialforschung – Objektivität, Reliabilität und Validität – herangezogen (Döring & Bortz, 2016; Ingenkamp & Lissmann, 2008; Lienert & Raatz, 1998).

Die *Objektivität* einer Messung bezieht sich auf die Anwenderunabhängigkeit und bedeutet, dass „intersubjektive Einflüsse der Untersucher möglichst ausgeschaltet werden“ (vgl. Ingenkamp & Lissmann, 2008, S. 52). Um *Durchführungsobjektivität* (Döring & Bortz, 2016; Moosbrugger & Keleva, 2012) zu gewährleisten, wurden die Links zu den Fragebögen in allen Kursdurchläufen mit gleichen Instruktionen und Angaben zu dem Bearbeitungszeitraum mithilfe des Nachrichtenforums des digitalen Lernraums durch die immer gleiche Testleiterin versendet. Jeder Fragebogen beginnt mit einer Startseite, die ebenfalls wichtige Informationen und Instruktionen enthält (s. Anhänge XI.3 bis XI.7). Durch ein vorwiegend geschlossenes Antwortformat im *CK*-Test, das Verwenden eines Auswertungs-/Bepunktungsschlüssels für die geschlossenen sowie offenen Items des kognitiven Tests, eindeutig zu erfassende Grade der Zustimmung bei den Skalen der affektiv-motivationalen Konstrukte (Likert- oder dichotome Skala, Dreifach- oder Vierfachauswahl) und ein standardisiertes Auswertungsverfahren (s.u.) sollte *Auswertungsobjektivität* sichergestellt werden (Döring & Bortz, 2016; Ingenkamp & Lissmann, 2008).

Die *Reliabilität* bzw. Zuverlässigkeit gibt an, wie exakt ein Testinstrument das zu untersuchende Merkmal misst (Lienert & Raatz, 1998; Moosbrugger & Kelava, 2012), d.h. „wie gering oder stark ein Test durch Messfehler verzerrt ist“ (vgl. Döring & Bortz, 2016, S. 442). In dieser Arbeit wird die „Interne Konsistenz-Methode“ (vgl. Döring & Bortz, 2016, S. 444) zur Berechnung des Reliabilitätskoeffizienten Cronbachs α (Cronbach, 1951), der den Grad der Messgenauigkeit angibt, verwendet. Cronbachs α-Werte von $\alpha \leq .5$ wurden als nicht akzeptabel, $\alpha \geq .7$ als akzeptabel, $\alpha \geq .8$ als gut und $\alpha \geq .9$ als sehr gut betrachtet (George & Mallery, 2003). Falls nötig und möglich, wurden Reliabilitätsoptimierungen vorgenommen, bei denen einzelne Items, die die Reliabilität deutlich verschlechterten, vor weiteren Analyseschritten entfernt wurden (Häußler et al., 1998).

Die *Validität* (Gültigkeit) wird als wichtigstes Gütekriterium angesehen, da sie angibt, ob das Testinstrument wirklich das Merkmal erfasst, was es zu messen vorgibt (Döring & Bortz, 2016; Ingenkamp & Lissmann, 2008; Moosbrugger & Kelava, 2012). Zur Gewährleistung bzw. Beurteilung der Validität wurden drei Validierungsmethoden, die Inhalts-, Konstrukt- und die Kriteriumsvalidierung, herangezogen (Döring & Bortz, 2016; Lienert & Raatz, 1998). *Inhaltsvalidität* meint, dass ein Testitem bzw. eine Skala das Konstrukt möglichst repräsentativ und bzgl. wichtiger Merkmale erfasst (Moosbrugger & Kelava, 2012). Die Inhaltsvalidierung erfolgte während der Entwicklung der Testinstrumente, indem zum einen die Operationalisierung durch theoretische Modelle bzw. Literatur gestützt wurde (Döring & Bortz, 2016). Zum anderen wurde – im Rahmen der Entwicklung des *CK*-Tests (s. Manuskript 4) –

die *curriculare Validierung*, d.h. eine Operationalisierung in Anlehnung an Richtlinien und Vorgaben von u.a. Lehrplänen, als Unterform der Inhaltsvalidierung (Ingenkamp & Lissmann, 2008) einbezogen. Die Validität einiger Skalen wurde auch durch *Triangulation* (Mayring, 2016) geprüft, indem die Ergebnisse der quantitativen mit jenen der qualitativen Forschung in Beziehung gesetzt wurden (s. Teilstudien 2 bis 6 und Gesamtdiskussion der Ergebnisse in Kap. VI). *Konstruktvalidität*, in diesem Fall *faktorielle Validität*, bedeutet, dass sich „bei einem mehrdimensionalen Test […] die inhaltlich zu einer Subdimension gehörenden Items jeweils auch empirisch zu einem Faktor bündeln lassen" (vgl. Döring & Bortz, 2016, S. 446). Zur Beurteilung dieser wurden explorative Faktorenanalysen (EFAs) durchgeführt[31]. Es wurde sich für EFAs und nicht für konfirmatorische Faktorenanalysen entschieden, da die eingesetzten Skalen entweder neu oder in Anlehnung an bereits bestehenden Skalen aus Studien mit anderen Zielgruppen/nur einem sachunterrichtlichen Bezugsfach (z.B. Physik) entwickelt wurden (Byrne, 2016). Als Extraktionsmethode wurde die Hauptachsenanalyse gewählt, da das Ziel verfolgt wurde, die extrahierten Faktoren als latente Variablen zu interpretieren (Moosbrugger & Schermelleh-Engel, 2012). Um die Interpretierbarkeit der gefundenen Faktoren zu verbessern, kam als Rotationsmethode die Varimax-Rotation zum Einsatz (Bortz & Schuster, 2010; Moosbrugger & Schermelleh-Engel, 2012). Welche Kriterien für die Bestimmung der Faktorenanzahl und zur Zuordnung der Items zu den Faktoren herangezogen wurden, ist in den jeweiligen Manuskripten 2 bis 6 beschrieben. *Kriteriumsvalidität* liegt dann vor, wenn die Testergebnisse mit anderen „inhaltlich korrespondierenden manifesten Merkmalen" (vgl. Döring & Bortz, 2016, S. 447), sogenannten Außenkriterien, korrelieren (Lienert & Raatz, 1998). In Manuskript 4 wurde der *CK*-Test über zurückliegende Schulnoten in Biologie, Chemie und Physik (*retrospektive Validität*) sowie über die FSK validiert (*konkurrente Validität*; Döring & Bortz, 2016; Moosbrugger & Kelava, 2012).

IV.3.3.1.2 Prüfung der Daten auf Normalverteilung

Obgleich viele statistische Tests relativ robust gegenüber Abweichungen[32] von einer Normalverteilung der Daten sind (Janssen & Laatz, 2017; Rasch & Guiard, 2004), wurden die Daten der untersuchten Konstrukte vor der Durchführung weiterer statistischer Verfahren auf ihre Normalverteilung geprüft. Da eine minimale Abweichung von der Normalverteilung beim Kolmogorov-Smirnov-Test (KS-Test) gerade bei größeren Stichproben zu einer Ablehnung der Nullhypothese, die von einer Normalverteilung der Daten ausgeht, führen kann, wurden zusätzlich optische Verfahren zur Überprüfung angewandt (Janssen & Laatz, 2017). Es wurden

[31] Die Prüfung der Eignung der Daten für die EFA erfolgte mittels Kaiser-Meyer-Olkin-(KMO)-Prüfverfahren und/oder Bartlett-Test auf Sphärizität (Bühner, 2021).
[32] Nicht normalverteilt sind nach Janssen & Laatz (2017) mehrgipfelige sowie extrem schiefe Verteilungen.

Histogramme, Q-Q-Diagramme[33] (Janssen & Laatz, 2017) sowie Schiefe (*Skewness*) und Wölbung (*Kurtosis*)[34] betrachtet (Bühl, 2019; Kelava & Moosbrugger, 2012).

IV.3.3.1.3 Statistische Testverfahren

Für Intra- (Längsschnittvergleiche innerhalb einer Gruppe) und Intergruppenvergleiche (Quer- und Längsschnittvergleiche zwischen zwei Gruppen) wurden verschiedene statistische Tests verwendet. Diese Tests geben eine Irrtumswahrscheinlichkeit *p* aus, welche die Wahrscheinlichkeit angibt, dass die Nullhypothese („kein Unterschied“) verworfen wird, obwohl sie in der Realität wahr ist (Eid et al., 2010). Als Signifikanzniveaus wurden hier festgelegt: $p \leq .05$ (signifikantes Ergebnis), $p \leq .01$ (sehr signifikantes Ergebnis) und $p \leq .001$ (höchst signifikantes Ergebnis; Bühl, 2019).

Ergaben mindestens die optischen Verfahren, dass eine Normalverteilung der Daten vorlag, wurden parametrische Tests durchgeführt. Mittels *t*-Tests für verbundene Stichproben wurde untersucht, ob sich die Mittelwerte innerhalb einer Gruppe zu zwei verschiedenen Zeitpunkten (z.B. Pre- und Posttest) signifikant unterscheiden (Janssen & Laatz, 2017; s. Abb. 16). Um die übergeordnete Fragestellung 2e (s. Kap. III.5.3; Intervention B betreffend) beantworten zu können, mussten die Effekte der Variablen „Teilnahmevariante‘ und ‚Studienschwerpunkt’ auf die abhängigen Variablen herausgerechnet werden. Daher wurden in diesem Fall statt *t*-Tests für abhängige Stichproben zweifaktorielle Varianzanalysen (ANOVAs)[35] mit Messwiederholung durchgeführt (Rasch et al., 2014b; s. Teilstudien 4 bis 6 für Details). In Anlehnung an die Arbeit von Damerau (2012) wurde für Gruppenvergleiche über mehrere MZ folgendes Prozedere angewandt: Mittels *t*-Tests für unabhängige Stichproben (Janssen & Laatz, 2017) wurde zuerst geprüft, ob sich die Mittelwerte der beiden zu vergleichenden Gruppen im Pretest signifikant unterscheiden (s. Abb. 16). Im Falle von Pretestäquivalenz wurden – je nach Fragestellung – zwei- oder dreifaktorielle ANOVAs mit Messwiederholung durchgeführt (Rasch et al., 2014b)[36]. Unterschieden sich die Mittelwerte der Vergleichsgruppen im Pretest signifikant, wurden Kovarianzanalysen (ANCOVAs; Backhaus et al., 2018) mit den Pretestdaten als Kovariate verwendet.[36]

Waren die Daten sowohl laut KS-Test und als auch gemäß der optischen Verfahren nicht normalverteilt, wurden nichtparametrische Tests eingesetzt. Bei verbundenen Stichproben wurde der Wilcoxon-Test durchgeführt, für unabhängige Stichproben der Mann-Whitney-U-Test (Janssen & Laatz, 2017; vgl. Abb. 16).

---

[33] Bei einer Normalverteilung „streuen die Datenpunkte eng und zufällig um die Gerade“ (vgl. Janssen & Laatz, 2017, S. 747), die der perfekten Normalverteilung entspricht (Quantile der tatsächlich gemessenen Verteilung gegen Quantile der theoretischen Verteilung aufgetragen).

[34] Die Daten wurden als normalverteilt gewertet, wenn der *Skewindex* zwischen -3 und +3 lag, d.h. die Häufigkeitsverteilung nicht zu links- oder rechtsschief war, und die Fisher-Kurtosis kleiner 8 war (Kline, 2011).

[35] Kovarianzanalysen (ANCOVAs) waren nicht möglich, da die Variablen ‚Teilnahmevariante‘ und ‚Studienschwerpunkt‘ nominalskaliert sind und für Kovariaten ein metrisches Skalenniveau erforderlich ist (Backhaus et al., 2018).

[36] s. Teilstudien 4 bis 6 für weitere Details bzgl. der Faktoren und der Ergebnisinterpretation.

War ein Testergebnis statistisch signifikant, wurde anschließend die Effektstärke – auch Effektgröße genannt – betrachtet, da nur sie Hinweise darauf gibt, wie groß der Einfluss der unabhängigen Variable auf die abhängige Variable ist (Döring & Bortz, 2016). Als Maß für die Effektstärke bei *t*-Tests für verbundene Stichproben und bei Varianzanalysen wurde das partielle Eta-Quadrat (η_p^2) herangezogen (Rasch et al., 2014a & 2014b)[37]. Bei *t*-Tests für unabhängige Stichproben wurde als Maß der Effektstärke Omega-Quadrat (ω^2) berechnet (Albert & Koster, 2002).[38] Im Falle nicht normalverteilter Daten wurde die Bedeutsamkeit der Ergebnisse mithilfe des Pearson-Korrelationskoeffizienten *r* beurteilt (Schäfer, 2016)[39].

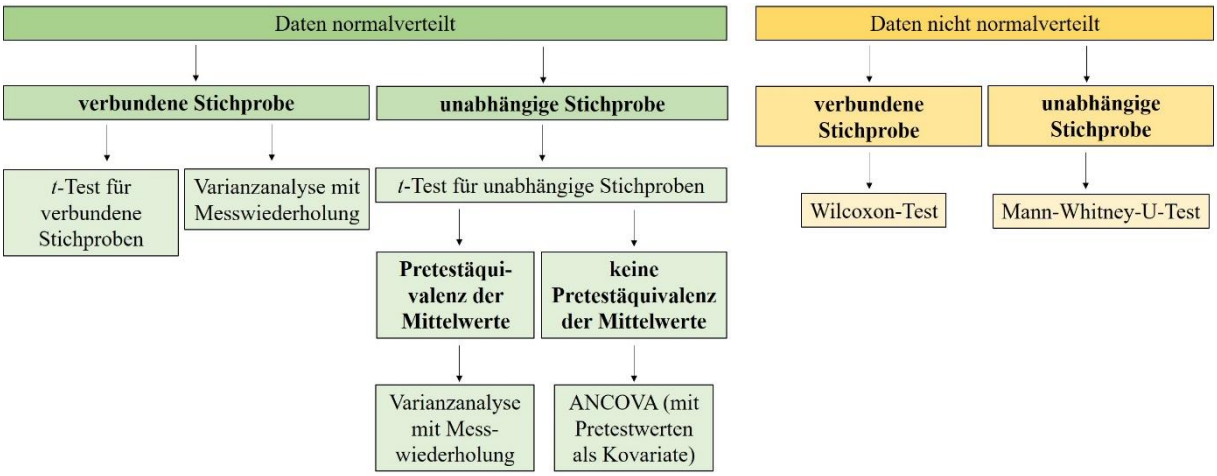


Abbildung 16: *Verwendete parametrische und nichtparametrische Tests für Quer- und Längsschnittvergleiche bei Vorliegen normal- bzw. nicht normalverteilter Daten (eigene Darstellung)*

IV.3.3.1.4 Bivariate Korrelationen

Zur Untersuchung eines linearen Zusammenhangs zwischen zwei metrisch skalierten Variablen wurden bivariate Korrelationen (Döring & Bortz, 2016) berechnet. Als Maß für die Korrelation dient der Pearson‘sche Produkt-Moment-Korrelationskoeffizient *r*, welcher Werte zwischen -1 und +1 annehmen kann. Er gibt die Stärke (Höhe des Koeffizienten; Werte zwischen 0 und |1|)[40] und Richtung (positives oder negatives Vorzeichen) des linearen Zusammenhangs an. $r = 0$ bedeutet, dass kein linearer Zusammenhang besteht. Bei einem positiven Vorzeichen besteht ein positiver Zusammenhang zwischen den zwei Variablen, ist *r* negativ, so verhalten sich die beiden Merkmale gegensinnig (Döring & Bortz, 2016; Janssen & Laatz, 2017).

---

[37] Richtwerte zur Beurteilung: $.01 \leq \eta_p^2 < .06$: kleiner Effekt; $.06 \leq \eta_p^2 < .14$ mittlerer Effekt; $\eta_p^2 \geq .14$ großer Effekt (Cohen, 1988)

[38] Richtwerte zur Beurteilung: $.01 \leq \omega^2 < .06$: geringer Effekt; $.06 \leq \omega^2 < .15$: mittlerer Effekt; $\omega^2 \geq .15$: erheblicher Effekt (Albert & Koster, 2002; Damerau, 2012)

[39] Richtwerte zur Beurteilung: $r \geq .10$ kleiner Effekt; $r \geq .30$ mittlerer Effekt; $r \geq .50$ großer Effekt (Cohen, 1988)

[40] Richtwerte zur Beurteilung des Zusammenhangs: $|r| \geq .1$ geringe/schwache Korrelation; $|r| \geq .3$: mittlere/moderate Korrelation; $|r| \geq .5$: große/starke Korrelation (Cohen, 1988; Döring & Bortz, 2016)

IV.3.3.2 Qualitative Datenanalyse

Inhaltlich strukturierende qualitative Inhaltsanalysen, die der Identifizierung und Systematisierung von Inhalten oder Themen im zu untersuchenden Material dienen (Kuckartz, 2016), wurden zur Auswertung der offenen Studierendenantworten in den affektiv-motivationalen Online-Fragebögen verwendet (s. Teilstudien 2 und 3; Kap. V.2 bis V.3). Die Kategoriensysteme wurden induktiv am Material gebildet (Kuckartz, 2016). Der Ablauf der Analysen orientierte sich am allgemeinen inhaltsanalytischen Ablaufmodell nach Mayring (2015). Tab. 4 gibt – die Inhaltsanalysen bzgl. Interventionen A und B unterscheidend – einen Überblick über das Ausgangsmaterial, die Fragestellungen sowie Grundlagen und Schritte der Analyse.

Wie bei der Dokumentenanalyse (s. Kap. IV.1) wurden auch hier qualitative Gütekriterien (Mayring, 2016) beachtet. Zur Sicherstellung der Nachvollziehbarkeit und Reproduzierbarkeit wurde das *Verfahren* der Datenerhebung und -analyse u.a. mithilfe von MAXQDA *dokumentiert* (s.o. und Teilstudien 2 bis 3). *Regelgeleitetheit* (Mayring, 2016) wurde durch das Festlegen und Befolgen des o.g. Ablaufmodells, das Definieren von Analyseeinheiten und der Orientierung an den gebildeten Kategoriensystemen beim Kodieren gewährleistet. *Objektivität* im Schritt der Datenerhebung war dadurch gegeben, dass die Befragten ihre Antworten selbst eingaben. Die Kategoriensysteme wurden im Sinne des konsensuellen Kodierens (Kuckartz, 2016) von zwei Forschenden im Diskurs erstellt, um die Interpretationsobjektivität zu erhöhen (s. Teilstudien 2 und 3). *Nähe zum Gegenstand* (Mayring, 2016) war dadurch gegeben, dass nur Teilnehmer*innen der Lehrveranstaltung einbezogen wurden und die Befragung zeitlich möglichst nah (kurz vor Beginn und kurz nach dem Ende der Intervention) an den Erlebnissen der Beforschten lag.

Tabelle 4: *Informationen zum Ausgangsmaterial, Fragestellungen und Grundlagen der qualitativen Inhaltsanalysen in Orientierung an das Ablaufmodell von Mayring (2015). Es wird zwischen den Analysen bzgl. Intervention A und B unterscheiden*

Schritt	Teilschritt	Intervention A	Intervention B
Beschreibung des Ausgangs-materials	***Festlegung des Materials***	schriftliche Antworten aller 36* Befragten im Pre- und Posttest zu insgesamt 14 offenen Fragen	schriftliche Antworten aller 168^{+} Befragten im Pre- und Posttest zu insgesamt zehn offenen Fragen
	Entstehungs-situation	Ausfüllen des Online-Fragebogens am eigenen Endgerät vor Kurs-beginn und nach Kursende durch die Kursteilnehmer*innen (EG)	
	Formale Charakteristika	digital vorliegend in Excel-Tabellen; exportiert aus Online-Fragebogentool *SoSci Survey* (Leiner, 2006)	
Bestimmung der Fragstellung der Analyse		Aussagen der Zielgruppe der Lehrveranstaltung zu ihren Lernvoraussetzungen, Erwartungen und Reaktionen auf den Kurs (z.B. „Welche Lernziele haben die teilnehmenden Studierenden?“; s. Teilstudien 2 und 3)	
Grundlagen der Analyse	***Analysetechnik***	inhaltlich strukturierende qualitative Inhaltsanalyse (Kuckartz, 2016)	
	Software	Microsoft Word	MAXQDA Analytics Pro 2020
	Auswertungs-einheiten	die schriftlichen Antworten aller Befragten je Fragestellung/Item	die schriftlichen Antworten aller^{+} Befragten je Fragestellung/Item
	Kontexteinheit	eine vollständige Antwort je Person und Fragestellung/Item	
	Kodiereinheit	ein einzelnes Wort	
	Kategorien-bildung	induktiv am Material	
	Analyseschritte	erster Materialdurchlauf, Schreiben von Memos, Entwickeln von Kategorien, Sammeln von Ankerbeispielen → Erstellen einer ersten Version des Kategoriensystems → Rücküberprüfen am Material (mehrere Materialdurchläufe → Überarbeitung Kategoriensystem, z.B. bei inhaltlichen Redundanzen) → finale Überarbeitung Kategoriensystem inkl. Finalisierung Definitionen je Kategorie → Kodieren des vollständigen Materials mithilfe des überarbeiteten Kategoriensystems → Zusammenstellung der Ergebnisse inkl. Listung aller Fallnummern je (Sub-)Kategorie, Ergänzung von Ankerbeispielen und Berechnung absoluter und relativer Häufigkeiten je Kategorie$^{\#}$	

Anmerkungen: Sternchen (*): Stichprobengröße nach der Entfernung jener Datensätze von Personen, die den Fragebogen nicht zu beiden MZ bearbeiteten; Pluszeichen ($^{+}$): bei sechs der zehn Fragen wurde aus forschungsökonomischen Erwägungen eine Reduktion des auszuwertenden Materials vorgenommen, indem die Antworten der Hälfte der Studierenden ausgewertet wurden. Die Auswahl erfolgte über eine Quoten- und Zufallsziehung (Mayring, 2015; s. Teilstudie 3); Raute ($^{\#}$): im Falle der Intervention A wurden die Häufigkeiten zum Vergleich der EG1 und EG2 getrennt berechnet

IV.4 Zielebene 4: Entwicklung von *Educative Curriculum Materials*

Zur Erreichung der Ziele dieser Ebene wurden acht Abschlussarbeiten an interessierte Bachelor- und Masterstudierende des Sachunterrichts vergeben. In diesen wurden vielperspektivische[41] Unterrichtssequenzen zu Sachthemen der Interventionen A oder B (z.B. Thema ‚Wald' oder ‚Bionik') entwickelt und in mindestens einer Grundschulklasse erprobt[42]. Wie in Tab. 5 dargestellt, sollte in diesem Fall nicht nur die Basis für die Entwicklung von *ECMs* zum vielperspektivischen Sachunterricht für die Aus-/Fort-/Weiterbildung von (angehenden) Grundschullehrpersonen gelegt werden, sondern gleichzeitig auch eine Vernetzung zwischen universitärer Ausbildung und der Berufspraxis (Kohärenzherstellung auf Makroebene; Cramer, 2020) stattfinden, um die Studierenden beim Erwerb professioneller Kompetenzen zu unterstützen (s. auch Kap. VI.2.6).

Basierend auf den Ergebnissen der Bachelorarbeit von Behm (2018) wurde ein *ECM* zum Themenbereich ‚Insekten und Bionik' entwickelt (s. Manuskript 7; Kap. V.7; Tab. 5). (Angehende) Grundschullehrpersonen sollen durch die Auseinandersetzung mit dem Material dazu befähigt werden, fachlich anspruchsvollen biologie- und technikbezogenen Sachunterricht zu gestalten, der das Interesse der SuS an MINT-Themen fördert und sie für aktuelle Herausforderungen in ihrer Lebenswelt sensibilisiert (s. Manuskript 7). Das *ECM* enthält eine ausführliche Sachanalyse zur Erweiterung/Auffrischung von biologischem und technischem *CK* und soll auch dazu dienen, Fehlvorstellungen zu erkennen (z.B. „Insekten haben acht Beine"). Zur Stärkung des *PCK* dienen u.a. Informationen über Lerner*innenvoraussetzungen und zum Potenzial der Lerninhalte sowie didaktisch-methodische Erörterungen zu jeder Unterrichtsstunde, in denen beispielsweise die Wahl der fachspezifischen Arbeitsweise ‚Umgang mit lebenden Tieren' (u.a. Blaseio, 2015) begründet wird. Auch wird anhand des Themas aufgezeigt, wie die Perspektiven Biologie und Technik sinnvoll miteinander verknüpft werden können. Zusätzlich umfasst das *ECM* für die vorgestellte Unterrichtssequenz Arbeits- und Zusatzmaterialien, welche als *Open Educational Resources* (*OER*; Orr et al., 2015) zur Verfügung stehen. (Angehende) Lehrpersonen des Sachunterrichts können das Material also kostenlos herunterladen, nutzen sowie – in diesem Falle in *Microsoft Word* – an die individuelle Lerngruppe anpassen bzw. das Material weiterentwickeln.

[41] Unter „vielperspektivisch" wird in diesem Falle mindestens die Vernetzung zweier Bezugsfächer oder Perspektiven des Sachunterrichts (GDSU, 2013; s. auch Kap. III.1) verstanden.

[42] Erprobung meint hier die Durchführung der Unterrichtssequenz sowie die Beforschung ihrer Wirksamkeit mittels quantitativer (z.B. Fragebogen zum Fachwissen) oder qualitativer (z.B. Interviews, teilnehmende Beobachtung) Methoden. Die Arbeiten schließen mit einer Reflexion des Erlebten hinsichtlich der Entwicklung professioneller Kompetenzen ab.

Tabelle 5: *Informationen zu den entwickelten ECMs sowie tangierte Kohärenzebenen im Entstehungsprozess*

Kategorie	**Manuskript 7**	**Manuskript 8**
Themenbereich	Insekten und Bionik	Ernährung und Nährstoffe
Kohärenz auf Unterrichtsebene	Vernetzung der sachunterrichtlichen Bezugsfächer Biologie und Technik	1. Vernetzung der Fächer Sachunterricht und Englisch* 2. Vernetzung der sachunterrichtlichen Bezugsfächer Chemie und Biologie
Formell-institutionelle Kohärenz auf Makroebene (Cramer, 2020)	Vernetzung von universitärer Ausbildung und Berufspraxis [Professionalisierung der Studierenden]	1. kollegiale Vernetzung auf Universitätsebene 2. vertikale Vernetzung (Mayer et al. 2018) [Akteure der Aus-/Fort-/Weiterbildung von Lehrpersonen]
Fachspezifische Arbeitsweise (Schwerpunkt)	Arbeiten mit lebenden Tieren	Experimentieren
Minimale Anzahl an Unterrichtsstunden (45 min)	9	5
Erprobung erfolgt in Klassenstufe …	3 (zwei Klassen á 25-27 SuS)	4 (zwei Klassen á 25-30 SuS; im Rahmen des Englischunterrichts)
ECM enthält…	• Hinweise zum Potenzial des Inhalts bzw. Legitimation der Unterrichtssequenz: Gegenwarts-/ Zukunftsbezug • Sachanalyse • Lernziele (Unterricht) • Richtlinienbezüge • Überblick über Unterrichtssequenz • Informationen zu Voraussetzungen der Lerner*innen • detaillierte Beschreibung der Phasen aller Unterrichtsstunden inkl. Begründung der Wahl der Tiere, Arbeitsweisen, Methoden und des Materials • Hinweise für Binnendifferenzierungsmaßnahmen • weiterführende Unterrichtsideen • Arbeitsmaterialien • Zusatzmaterialien	• Hinweise zum Potenzial des Inhalts bzw. Legitimation der Unterrichtssequenz: Gegenwarts-/ Zukunftsbezug • Lernziele (Unterricht) • Überblick über Unterrichtssequenz • Hinweise zur Vorbereitung der Experimente durch die Lehrperson • Beschreibung der Einführungsstunde und der Phasen der experimentellen Unterrichtsstunden • Arbeitsmaterialien • Zusatzmaterialien

Anmerkung: Sternchen (*): Auch gleichzeitige Vernetzung der sprachbezogenen Fächer Englisch und Deutsch (Ausbildung der doppelten Fachliteralität)

Zudem wurde ein weniger umfangreiches *ECM* zum Themenbereich ‚Ernährung und Nährstoffe' im Rahmen der Kooperation mehrerer Akteure der Aus-, Fort- und Weiterbildung von Grundschullehrpersonen entwickelt und veröffentlicht (s. Manuskript 8; Kap. V.8; Tab. 5). D.h. auch hier findet Kohärenzherstellung auf Makroebene (Cramer, 2020) statt. Zu diesem Thema existieren für den Sachunterricht schon zahlreiche Lehrer*innenhandreichungen sowie Arbeitsmaterialien. Neuartig an dem hier entwickelten *ECM* ist, dass es ein Konzept und Arbeitsmaterialien für den bilingualen Sachunterricht beinhaltet. Es werden also nicht nur die Bezugsfächer Biologie und Chemie miteinander vernetzt, sondern – wie u.a. von Köhnlein (2012) für vielperspektivischen Unterricht empfohlen – auch die Fächer Sachunterricht und Englisch. Die Konzept- und Materialentwicklung erfolgte in einem interdisziplinären Team aus einer Hochschullehrenden mit Spezialgebiet ‚naturwissenschaftliche und technische Perspektive des Sachunterrichts' und einer Hochschullehrenden mit Spezialgebiet ‚Bilingualer Sachunterricht', sodass eine kollegiale Vernetzung auf Universitätsebene (Mayer et al., 2018) stattfand. Das Konzept und Material wurde danach von einer Grundschullehrerin für die Fächer Englisch und Sachunterricht[43], die zu diesem Zeitpunkt auch Verantwortliche für den Zertifikatskurs Sachunterricht der Bezirksregierung Düsseldorf war, in zwei Klassen erprobt (s. Tab. 5), und im Anschluss für die Veröffentlichung gemeinsam weiterentwickelt. Es war also zusätzlich eine vertikale Vernetzung (Mayer et al., 2018) gegeben, da Akteure der ersten Phase der Lehrer*innenbildung mit jenen der dritten Phase kooperierten.

Der Fokus des *ECM*s liegt auf der Förderung des *PCK*: Es soll Lehrpersonen am Beispiel eines Themas, dem sowohl im Perspektivrahmen Sachunterricht (GDSU, 2013) als auch in den Lehrplänen der Länder (u.a. MSB NRW, 2021) eine hohe Bedeutung beigemessen wird, aufzeigen, wie sprachliches und zugleich inhaltliches Lernen im (bilingualen) Sachunterricht möglich ist. Das *ECM* umfasst u.a. neben Hinweisen zum Beschreiten des naturwissenschaftlichen Erkenntnisweges beim Experimentieren auch Tipps und Material zur Förderung des Wortschatzes der SuS (s. Manuskript 8 und Tab. 5).

Bevor im nächsten Kapitel die Ergebnisse dieser Arbeit in Form veröffentlichter und eingereichter Manuskripte präsentiert werden, gibt die nachfolgende Abbildung 17 einen Überblick über die Zuordnung dieser zu den vier Zielebenen sowie über jeweilige inhaltliche und forschungsmethodische Schwerpunkte.

[43] Hochschulausbildung in einem anderen Bundesland als NRW abgeschlossen, in dem im Studium eine Kombination der Fächer Englisch und Sachunterricht möglich ist.

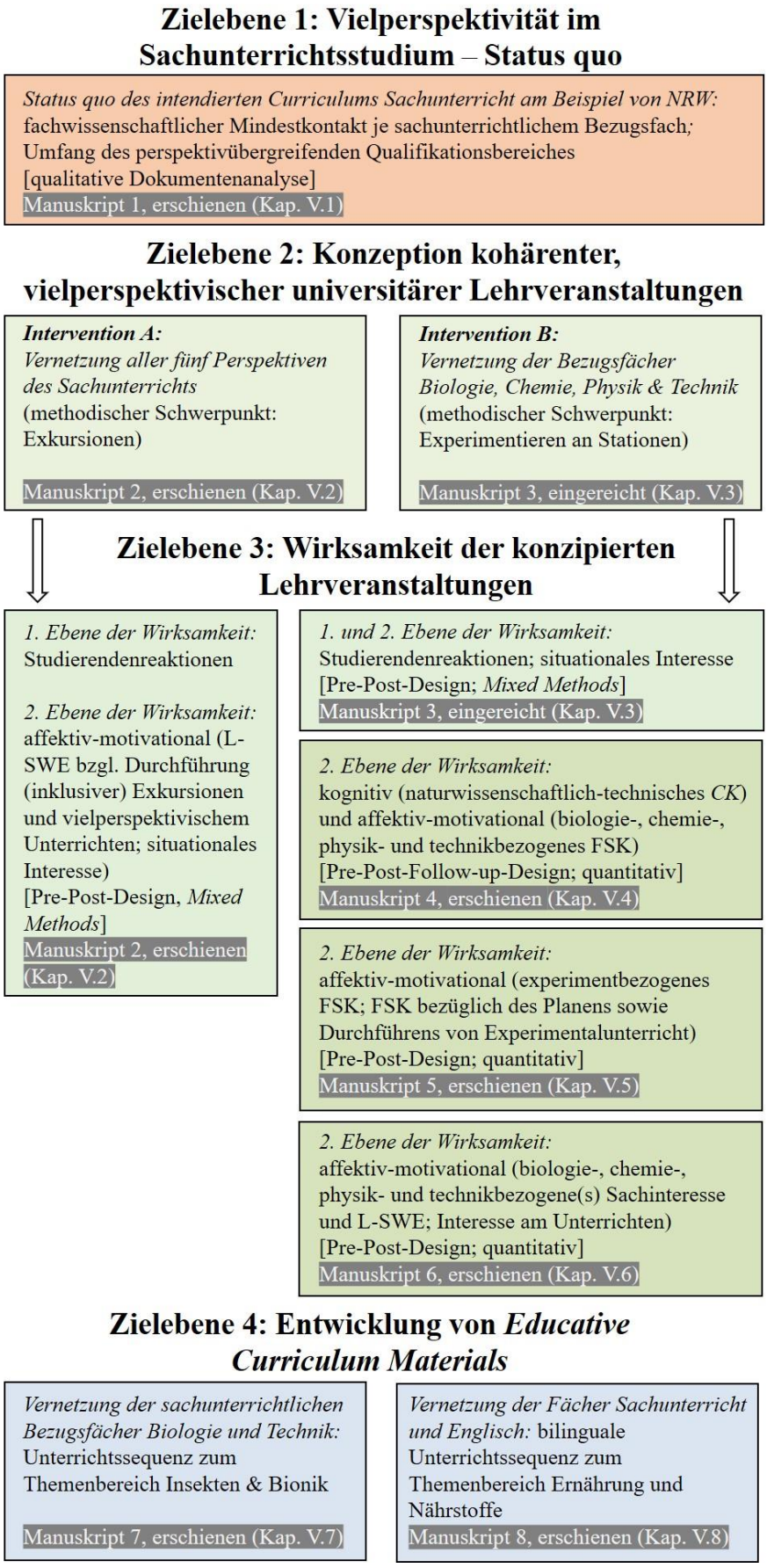


Abbildung 17: *Zuordnung der Manuskripte (grau hinterlegt) zu den Zielebenen und inhaltlichen Schwerpunkten. Eckige Klammern: Forschungsdesign und Analysemethoden.*

V ERGEBNISSE

Ein Großteil der Ergebnisse der vorliegenden Arbeit wurde bereits in nationalen und internationalen Fachzeitschriften veröffentlicht. Insgesamt enthält der Ergebnisteil acht Manuskripte, die jeweils einer oder zwei Zielebenen (s. Kap. III.5) zugeordnet sind. Sieben der Manuskripte sind veröffentlicht, ein Manuskript befindet sich noch im Reviewprozess. Informationskästen vor jedem Manuskript dienen der Übersicht über u.a. den inhaltlichen Schwerpunkt, Eigenanteil, Status der Veröffentlichung und das Reviewverfahren. Auch Verweise auf Online-Supplements sind dort zu finden. Die von den Mitautor*innen unterschriebenen Erklärungen zu Eigenanteilen sind Anhang XI.14 zu entnehmen.

V.1 Zielebene 1: Sachunterrichtsbezogene Teilstudiengänge aus NRW auf dem Prüfstand – Eine Dokumentenanalyse der Bachelor- und Masterprüfungsordnungen (Manuskript 1)

Titel	Sachunterrichtsbezogene Teilstudiengänge aus NRW auf dem Prüfstand – Eine Dokumentenanalyse der Bachelor- und Masterprüfungsordnungen
Autor*innen	Yannick Schilling, *Melanie Beudels*, Miriam Kuckuck & Angelika Preisfeld
Status	veröffentlicht
Journal	HLZ – Herausforderung Lehrer*innenbildung
Review	*Double-blind peer review*
Jahr	2021
Volume(Issue): Seiten	4(1): 178–195
Link/DOI	https://doi.org/10.11576/hlz-4031
Lizenz	CC BY-SA 4.0 de
Eigenanteil	**40 %** Feststellen des Forschungsdesiderats, Ableiten der Forschungsfrage, Leitung der Planung und des Erstellens des Untersuchungsdesigns (90 %) Datenanalyse (20 %) Verfassen von Teilen des Manuskripts (30 %) Überarbeitung des Manuskripts (50 %)
Inhaltlicher Schwerpunkt	Status quo des intendierten Curriculums Sachunterricht am Beispiel des Bundeslandes NRW mit Fokus auf: fachwissenschaftlichem Mindestkontakt je sachunterrichtlichem Bezugsfach; Umfang des perspektivenübergreifenden Qualifikationsbereiches (GDSU, 2019)
Design, Methodik	qualitativ; Dokumentenanalyse
Online-Supplement	vorhanden; s. Anhang XI.8

Kasten 1: *Informationen zu Manuskript 1*

Theoretischer Beitrag zu Grundlagen, Rahmenbedingungen
und Herausforderungen

Sachunterrichtsbezogene Teilstudiengänge aus NRW auf dem Prüfstand

Eine Dokumentenanalyse der Bachelor- und Masterprüfungsordnungen

Yannick Schilling[1,*], Melanie Beudels[1,2,*],
Miriam Kuckuck[1] & Angelika Preisfeld[2]

[1] *Bergische Universität Wuppertal*
Institut für Geographie und Sachunterricht
[2] *Bergische Universität Wuppertal,*
Lehrstuhl für Zoologie und Didaktik der Biologie,
[*] *Kontakt: Gaußstr. 20, 42119 Wuppertal*
yschilling@uni-wuppertal.de; melanie.beudels@uni-wuppertal.de

Zusammenfassung: Aufgrund der Charakteristika des Faches Sachunterricht und seiner Didaktik gilt das Studium als komplex. Bisherige Studien weisen auf die bundesweit sehr heterogene Ausbildungssituation für dieses Grundschulfach hin. Vor dem Hintergrund vergleichbarer Studienabschlüsse, der Umsetzung der Ansprüche der Sachunterrichtsdidaktik und der Ausbildung einer entsprechenden Fachidentität gilt es, derzeitige Ausbildungsstrukturen und -inhalte näher zu untersuchen. Anknüpfend an das kürzlich von der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts entwickelte Qualifikationsmodell zu Mindeststandards für die Aus- und Weiterbildung von Sachunterrichtslehrkräften wird exemplarisch für das Bundesland Nordrhein-Westfalen das intendierte Curriculum der hiesigen acht Studienstandorte auf der Ebene von Prüfungsordnungen und Modulhandbüchern für die sachunterrichtsbezogenen Bachelor- und Masterstudiengänge untersucht. Die Ergebnisse der Dokumentenanalyse zeigen, dass die Ausbildungssituation im Hinblick auf das intendierte Curriculum nicht nur auf Bundesebene, sondern auch auf Bundeslandebene und sogar innerhalb einer Universität äußerst heterogen gestaltet ist. Es gibt große Unterschiede hinsichtlich der Berücksichtigung und Gewichtung fachwissenschaftlicher Anteile verteilt auf die Perspektiven des Sachunterrichts sowie hinsichtlich der Realisierung einer Vernetzung der Perspektiven.

Schlagwörter: Lehrpersonenprofessionalisierung, Prüfungsordnungen, Sachunterricht, Dokumentenanalyse

© Die Autor*innen 2021. Dieser Artikel ist freigegeben unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung, Weitergabe unter gleichen Bedingungen, Version 4.0 Deutschland (CC BY-SA 4.0 de).
URL: https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/de/legalcode

1 Einleitung

Die Verbesserung der Aus-, Fort- und Weiterbildung für (angehende) Lehrkräfte steht im Fokus aktueller Debatten und Initiativen wie der „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ (BMBF, 2013). Gleichzeitig bleiben auch die Bestrebungen der Bologna-Reform aktuell, u.a. im Hinblick auf die inhaltliche Vergleichbarkeit von Studiengängen zum Zwecke einer Förderung der Studierendenmobilität (KMK, 2009).

Ein besonderes Desiderat zeigt sich diesbezüglich im Diskurs der Weiterentwicklung des Studiums für das Fach Sachunterricht an Grundschulen (vgl. Meschede, Hartinger & Möller, 2020, S. 549). Dieses kann, aufgrund der Charakteristika und Ziele des Faches sowie seiner Didaktik, als sehr anspruchsvoll und komplex bezeichnet werden (vgl. GDSU, 2019, S. 11ff.; Klafki, 1992, S. 11; s. Kap. 2).

Es stellt sich die Frage, inwiefern die angebotenen Studiengänge den Ansprüchen der Sachunterrichtsdidaktik gerecht werden können und Lerngelegenheiten schaffen, die zu einer für den Beruf der Sachunterrichtslehrperson angemessenen Professionalisierung (s. Kap. 2.1) führen. Um sich diesen formalen Lerngelegenheiten anzunähern, werden zunächst die fachbezogenen Richtlinien und Empfehlungen gesichtet (s. Kap. 2.2), deren Umsetzung bis dato kaum beforscht wurde (s. Kap. 2.3). Auf dieser Grundlage werden die zugrundeliegenden Studien- und Prüfungsordnungen am Beispiel Nordrhein-Westfalens (NRW) mittels Dokumentenanalyse analysiert. Dem Konzept der Lerngelegenheiten aus der Bildungsforschung folgend, wird hier das intendierte Curriculum (vgl. König & Rothland, 2018, S. 23; s. Kap. 3) betrachtet. Die sachunterrichtsbezogenen Teilstudiengänge werden in ihrem Umfang, ihren fachlichen Gewichtungen sowie Vernetzungen bezüglich der Sachunterrichtsperspektiven miteinander verglichen (s. Kap. 4).

Dieser systematische Vergleich leistet einen Beitrag dazu, typische Charakteristika der etablierten Sachunterrichtsstudiengänge zu identifizieren, darüber in einen Diskurs (s. Kap. 5) zu treten, welche Mindeststandards gelten sollten (vgl. GDSU, 2019, S. 43), und die Curricula zu einer bestmöglichen Ausbildung professioneller Handlungskompetenz weiterzuentwickeln.

2 Theoretischer Hintergrund und Erkenntnisinteresse

2.1 Professionalisierung für das Fach Sachunterricht und seine Didaktik

Der Sachunterricht in der Grundschule leistet einen zentralen Beitrag zur grundlegenden Bildung der Schüler*innen und verpflichtet sich dabei einer Orientierung an der vielfältigen Lebenswelt der Kinder (vgl. GDSU, 2013, S. 9f.). Hieraus resultieren die Berücksichtigung eines inklusiven Ansatzes einerseits und ein vielperspektivischer Charakter andererseits (vgl. Beudels, Jeske & Preisfeld, 2021, S. 73). Vielperspektivität bezieht sich im Sachunterricht nicht nur auf die Heterogenität der Lernenden (vgl. Hempel, 2007, S. 23f.), sondern auch auf eine Vielzahl fachlicher Bezüge, deren Integration auch in fachdidaktischer Hinsicht erfolgen muss (vgl. Meschede et al., 2020, S. 541). Die perspektivenübergreifende Konzeption intendiert, dass Phänomene nicht nur – einem additiven Charakter entsprechend – aus den fünf Perspektiven des Sachunterrichts (Naturwissenschaften, Technik, Geographie, Geschichte, Sozialwissenschaften), sondern im Sinne eines perspektivenvernetzenden Denkens betrachtet werden (vgl. GDSU, 2019, S. 40).

Diese komplexe Ausgangslage muss auch in der Ausbildung angehender Sachunterrichtslehrkräfte zur Entwicklung einer sachunterrichtsspezifischen Fachidentität aufgegriffen werden. Dort gilt es – hinsichtlich möglichst *aller* sachunterrichtlichen Perspektiven und Bezugsfächer sowie ihrer *Vernetzung* (GDSU, 2019) –, professionelle Handlungskompetenzen aufzubauen, „um in Schule und Unterricht wissenschaftlich fundiert, reflektiert und wirksam […] agieren und die Schüler*innen bei ihrem Wissensaufbau […] unterstützen“ (Hellmann, 2019, S. 9) zu können. Das Professionswissen

spielt dabei nach dem Modell von Baumert & Kunter (2006) eine zentrale Rolle. Es umfasst u.a. das pädagogisch-psychologische Wissen (*pedagogical knowledge*, PK), das fachdidaktische Wissen (*pedagogical content knowledge*, PCK) und das Fachwissen (*content knowledge*, CK) (vgl. Baumert & Kunter, 2011, S. 33f.). Letztere Wissensfacette wird in diesem Beitrag mit in den Untersuchungsfokus gerückt, da sie die Grundlage für *„fachdidaktische Beweglichkeit“* (Baumert & Kunter, 2006, S. 496; Hervorh. i.O.) bildet.

Zur Planung und Durchführung von erfolgreichem Fachunterricht benötigen Lehrpersonen fachliches Wissen (CK), worunter ein „tiefes Verständnis des zu unterrichtenden Schulstoffes verstanden“ (Artelt & Kunter, 2019, S. 401) wird. Es inkludiert nicht nur Faktenwissen, sondern auch Wissen über Strukturen, die Organisation und Basiskonzepte des Faches (vgl. Shulman, 1986, S. 9). Neben diesen konzeptuellen Aspekten wird diesem Wissensbereich auch prozedurales sowie situationales Wissen zugeordnet (vgl. Artelt & Kunter, 2019, S. 401).

Auch wenn bislang wenig empirische Befunde dazu vorliegen, in welcher Tiefe und Breite das Fachwissen den Sachunterrichtslehrkräften zur Verfügung stehen muss (vgl. GDSU, 2019, S. 30; Lange-Schubert & Hartinger, 2017, S. 27), ist davon auszugehen, dass Fachwissen bezüglich aller Sachunterrichtsperspektiven und perspektivenübergreifenden Themen benötigt wird (vgl. Lange-Schubert & Hartinger, 2017, S. 30).

Studien zeigen schwache, aber positive Korrelationen zwischen dem Fachwissen von Lehrpersonen und der Unterrichtsqualität sowie den Leistungen der Lernenden (zur Übersicht vgl. Lange, 2015, S. 84f.). Mangelndes Fachwissen kann dazu führen, dass fachlich inkorrekte Vorstellungen der Schüler*innen nicht erkannt werden (Harlen, 1997; Smith & Neale, 1989) oder dass falsche Erklärungen verwendet werden, die Fehlvorstellungen bestärken oder wecken (Tobin, Tippins & Gallard, 1994).

Untersuchungen, wie jene von Riese & Reinhold (2009), weisen darauf hin, dass die quantitative Kontaktzeit, also die Höhe der Semesterwochenstunden, im Studium ein wichtiger Prädikator für fachliche Lernzuwächse ist. Dies belegt auch die Studie von Schmidt (2015), die zeigen konnte, dass das naturwissenschaftliche Fachwissen von Sachunterrichtslehrpersonen mit Studienschwerpunkt Naturwissenschaften signifikant höher ist als jenes von Lehrkräften ohne diesen Schwerpunkt.

Diese Befunde, kombiniert mit jenen zur Relevanz von CK und der Tatsache der zahlreichen Bezugsfächer des Sachunterrichts, führen zu der Frage, ob und in welchem Umfang Studienordnungen die Vermittlung von Fachwissen hinsichtlich aller sachunterrichtlichen Perspektiven berücksichtigen.

Um der Ausbildung professioneller Handlungskompetenzen einen Rahmen zu geben, existieren mehrere obligatorische Richtlinien und unverbindliche Empfehlungen. Diese werden nachfolgend für die Aus- und Weiterbildung von (angehenden) Sachunterrichtslehrpersonen auf Bundes- und Bundeslandebene (NRW) gesichtet, wobei insbesondere Unterschiede im Hinblick auf die Kontaktzeit und Ausbildungsinhalte herausgearbeitet werden.

2.2 (Bildungspolitische) Richtlinien und Empfehlungen

Im Fokus des Lehramtsstudiums stehen der grundlegende fachwissenschaftliche und fachdidaktische Kompetenzerwerb und die Bildungswissenschaften (vgl. KMK, 2019a, S. 3).

Pasternack, Baumgarth, Burkhardt, Paschke und Thielemann (vgl. 2017, S. 48) stellen eine große Variationsbreite von Ausbildungsmodellen an den Hochschulen in Deutschland fest, wobei die Mehrheit der Bundesländer (auch NRW) sich für ein modularisiertes Bachelor-Master-System entschieden hat. Maßgeblich für das Sachunterrichtsstudium in NRW sind das Lehrerausbildungsgesetz (LABG) sowie die Lehramtszugangsverordnung (LZV). Gemäß der LZV NRW (MSW NRW, 2016) umfassen sachunterrichtsbezogene Studienelemente mindestens 55 und maximal 70 Leistungspunkte (LP). Neben

dieser strukturellen Rahmenbedingung beschreibt die KMK Inhalte für den Studienbereich Sachunterricht (vgl. 2019b, S. 67), wobei fachliche Perspektiven und fachdidaktische Grundlagen unterschieden werden (vgl. Tab. 1 auf der folgenden Seite).

Konkreter wird ein Dokument für das Studium des Lernbereichs Natur- und Gesellschaftswissenschaften (Expertinnen und Experten aus den Universitäten des Landes NRW, 2009). Unter Bezugnahme auf die inhaltlichen Anforderungen der KMK werden die zu studierenden Inhalte vier Studienelementen zugeordnet (s. Tab. 1). Schmidt (vgl. 2015, S. 17) und die GDSU (vgl. 2019, S. 10f.) verweisen auf die Relevanz dieses Dokumentes für das Bundesland NRW.

Aufgrund mangelnder Verbindlichkeit der Vorgaben (vgl. Gläser & Schomaker, 2014, S. 48) wurde das „Qualifikationsmodell Studienfach Sachunterricht und seine Didaktik“ erarbeitet (GDSU, 2019; s. Abb. 1).

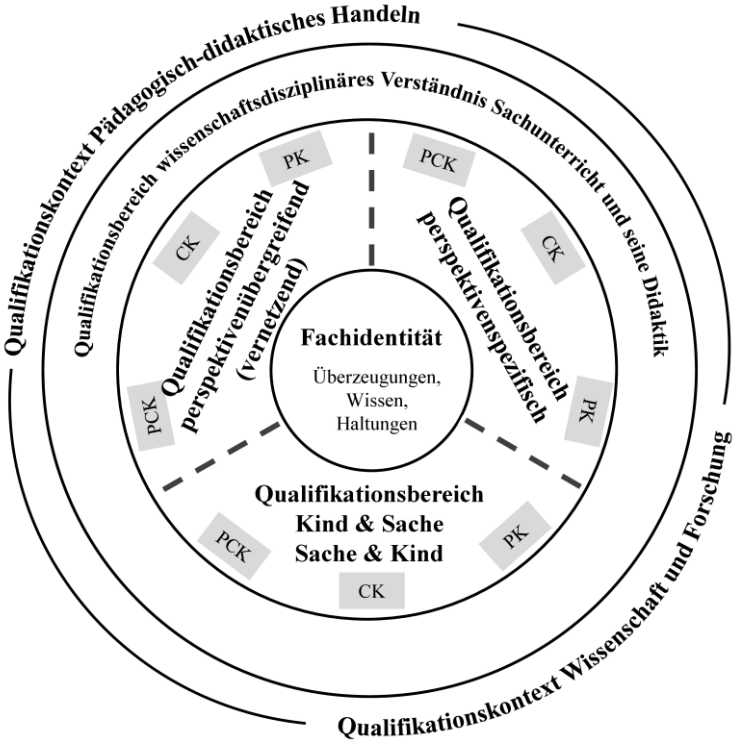


Abbildung 1: Qualifikationsmodell Studienfach Sachunterricht und seine Didaktik (eigene Darstellung in Anlehnung an GDSU, 2019, S. 34)

Das dargestellte Modell versteht sich als Rahmen, „der […] an den bundesweiten Standorten […] jeweils genutzt werden kann, um sogenannte Mindeststandards für die Lehrerbildung Sachunterricht und seine Didaktik zu gewährleisten“ (GDSU, 2019, S. 6). Im Modell werden u.a. vier Qualifikationsbereiche – darunter ein perspektivenübergreifender/-vernetzender Qualifikationsbereich – unterschieden. Die Professionswissensfacetten CK, PK und PCK werden hier integrativ und nicht isoliert betrachtet (vgl. Abb. 1).

Eine Gesamtübersicht über die Inhalte der zuvor beschriebenen Dokumente liefert Tabelle 1 auf der folgenden Seite.

Tabelle 1: Übersicht über die verbindlichen Richtlinien und Empfehlungen für die universitäre Lehrpersonenbildung im Studienfach „Sachunterricht und seine Didaktik“

	Dokument	Inhalt
Verbindliche Richtlinien	Lehramtszugangsverordnung (LZV) (MSW NRW, 2016)	*Verteilung der Leistungspunkte für das Lehramt an Grundschulen, Verortung Sachunterricht:* ▪ Lernbereich III oder Fachwissenschaft und Fachdidaktik eines Unterrichtsfaches: 55 LP ▪ Vertieftes Studium des Lernbereichs I, II oder III oder des Unterrichtsfaches: 12 LP ▪ Abweichungstoleranz: 3 LP (+/–) ▪ Zzgl. Praxissemester (anteilig, universitäre Vorbereitung und Begleitung) ▪ ∑ mind. 64–70 LP
	Lehrerausbildungsgesetz (LABG) (Land NRW, 2020)	
	Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung (KMK, 2019b)	*Inhaltliche Vorgaben:* ▪ Fachliche Perspektiven des Sachunterrichts ▪ Fachdidaktische Grundlagen
Empfehlungen	„Das Neue Grundschullehramt NRW“ – Empfehlungen für die Ausgestaltung der universitären Grundschullehrerausbildung in Nordrhein-Westfalen Lernbereich Natur- und Gesellschaftswissenschaften (Expertinnen und Experten aus den Universitäten des Landes NRW, 2009)	*Studienelemente und ihre Gewichtung:* ▪ Erkenntnismethoden und Arbeitsweisen: 2–4 LP ▪ Fachwissenschaften in den fünf Perspektivbereichen: 20–26 LP ▪ Themenfelder des Sachunterrichts mit fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Aspekten: 10–15 LP ▪ Sachunterrichtsdidaktik: 15–20 LP
	Qualifikationsmodell Studienfach Sachunterricht und seine Didaktik (GDSU, 2019)	▪ siehe Abbildung 1

2.3 Forschungsstand zur Ausgestaltung der sachunterrichtsbezogenen Studiengänge

Für das Studium des Sachunterrichts und seiner Didaktik haben bis dato auf inhaltlich-curricularer Ebene kaum empirische vergleichende Untersuchungen stattgefunden, obwohl so identifiziert werden könnte, inwiefern die universitäre Professionalisierung angehender Sachunterrichtslehrpersonen standortübergreifend vergleichbar ist.

Alle bisherigen Studien betonen die großen Unterschiede in der universitären Ausbildung von Sachunterrichtslehrkräften in Deutschland (vgl. Baumgardt & Kaiser, 2015, S. 80; Gläser & Schomaker, 2014, S. 43; Schmidt, 2015, S. 15; Thomas, 2014, S. 55). Dies kann sicherlich auf divergierende verbindliche Vorgaben und den Empfehlungscharakter ergänzender Dokumente zurückgeführt werden (s. Kap. 2.2).

Kaiser (vgl. 2007, S. 83ff.) legte den Wissenschafts- und Kultusministerien aller Bundesländer einen Fragenkatalog vor, um die jeweilige Realisierung der sachunterrichtsbezogenen Lehrpersonenbildung zu erheben. Es konnten drei Einbettungsformen der Sachunterrichtsstudiengänge herausgearbeitet werden: die Einbettung a) in (Leit-)Fach-

studien, b) in ein Studium der Grundschulpädagogik und c) als „eigenständiges grundständiges interdisziplinäres Fach“ (Kaiser, 2007, S. 84). Haslbeck (vgl. 2019, S. 63f.) unterscheidet literaturbasiert zwischen drei grundsätzlichen Typen von Sachunterrichtsstudiengängen, wobei fachbezogene, lernbereichsbezogene und integrative Studiengänge genannt werden. Schmidt (vgl. 2015, S. 17) bezeichnet ein sachunterrichtsbezogenes Studium genau dann als integrativ, wenn es fachlich das gesamte Spektrum der natur- und gesellschaftswissenschaftlichen Disziplinen abdeckt und dadurch generell ein fächerübergreifendes Arbeiten ermöglicht. Ein Lernbereichsbezug liegt dann vor, wenn entweder der Lernbereich Naturwissenschaften oder der Lernbereich Gesellschaftswissenschaften studiert wird. Innerhalb des Lernbereichs wird oftmals wiederum ein Leitfach gewählt (vgl. Schmidt, 2015, S. 16).

Bei den minimalen verpflichtenden Studienanteilen im Bereich Sachunterricht stellt Kaiser (vgl. 2007, S. 84) eine hohe Unterschiedlichkeit fest. Von keinerlei Verpflichtung zu sachunterrichtsdidaktischen Veranstaltungen bis hin zu 40 SWS konnten diverse Anteile ermittelt werden. Hinsichtlich der Umsetzung der Bologna-Reform beobachtet Kaiser (vgl. 2007, S. 85) eher eine Zunahme der Heterogenität innerhalb Deutschlands statt der intendierten Vereinheitlichung. Diese Tendenz wird später von Gläser & Schomaker (vgl. 2014, S. 43ff.) bestätigt: Der Anteil an LP für das Sachunterrichtsstudium wird von ihnen mit neun bis 60 LP angegeben. Die Varianz der Unterschiede reicht von Fachbezeichnungen über inhaltliche Studienkonzeptionen bis hin zu den Abschlüssen (vgl. Baumgardt & Kaiser, 2015, S. 80). NRW gehört nicht nur zu den Bundesländern, die dem Sachunterricht die meisten LP einräumen, sondern auch zu jenen, die eine integrative Studiengangkonzeption praktizieren (vgl. Baumgardt & Kaiser, 2015, S. 74). Daher wird in diesem Beitrag ebendieses Bundesland genauer betrachtet.

2.4 Institutionelle Gegebenheiten in NRW

Als gängige Bezugsfächer der Sachunterrichtsdidaktik im universitären Kontext gelten Biologie, Chemie, Physik, Technik, Geographie, Geschichte, Sozialwissenschaften und Haushaltswissenschaft, wobei im Grunde nahezu alle Sachwissenschaften in Frage kommen (vgl. Meschede et al., 2020, S. 542ff.). Die LZV NRW (MSW, 2016, o.S.) systematisiert den Sachunterricht im Studium als „Lernbereich Natur- und Gesellschaftswissenschaften (Sachunterricht)“. Der Lernbereich Naturwissenschaften umfasst dabei die biologischen, chemischen und physikalischen Inhalte. Obwohl die LZV NRW dazu keine Vorgaben macht, wird die Technik ebenfalls dazugezählt (vgl. Blümer, 2019, S. 10f.; Haslbeck, 2019, S. 64). Zu den Gesellschaftswissenschaften zählen dementsprechend Geographie, Geschichte, Sozialwissenschaften und Haushaltswissenschaft (vgl. Schmidt, 2015, S. 15).

In NRW bilden folgende acht Universitäten für das Fach Sachunterricht aus: Bielefeld (BI), Dortmund (DO), Duisburg-Essen (DUE), Köln (K), Münster (MS), Paderborn (PB), Siegen (SI) und Wuppertal (W).

2.5 Forschungsfragen

Dieser Beitrag liefert eine vergleichende Annäherung an den Status Quo der ersten Phase der sachunterrichtsbezogenen Lehrpersonenbildung in NRW. Das Forschungsanliegen versteht sich als Bereitstellung einer Diskussionsgrundlage auf bildungspolitischer Ebene, in deren Zentrum die angemessene Professionalisierung angehender Sachunterrichtslehrkräfte steht (s. auch Kap. 2.1). Der Vergleich der universitären Curricula für das Sachunterrichtsstudium leistet einen Beitrag dazu, standortbezogene Charakteristika aufzuzeigen und diese vor dem Hintergrund des aktuellen Diskurses sowie der Richtlinien zu reflektieren.

Im Sinne der explorativen Ausrichtung der vorliegenden Untersuchung erscheint zunächst die Betrachtung des quantitativen Anteils der sachunterrichtsbezogenen Studienelemente je Standort sinnvoll. Darüber hinaus gilt die quantitative Kontaktzeit als Prädikator für Lernzuwächse der Studierenden (Riese & Reinhold, 2009). Daher lautet die erste Forschungsfrage:

(F1) Welcher *Umfang* wird sachunterrichtsbezogenen Studienanteilen je Universitätsstandort eingeräumt?

Inwiefern eine Betrachtung der fachlichen Lerngelegenheiten für die Studierenden von Relevanz ist, wurde bereits in Kapitel 2.1 dargelegt. Daraus resultiert die zweite Forschungsfrage:

(F2) Wie viel *fachwissenschaftlicher Mindestkontakt* wird in den Studienordnungen abgebildet? Wie ist dieser auf die Bezugsfächer des Sachunterrichts verteilt?

Aus der Sichtung der verbindlichen Richtlinien sowie der Empfehlungsdokumente folgt die Erkenntnis, dass ein perspektivenübergreifender Qualifikationsbereich (GDSU, 2019) als neueres Postulat innerhalb der sachunterrichtsbezogenen Lehrpersonenbildung angesehen werden kann. Gleichzeitig gilt dieser perspektivenvernetzende Aspekt der Sachunterrichtsdidaktik als prägendes Moment (vgl. Meschede et al., 2020, S. 541). Insofern erscheint die dritte Forschungsfrage ebenfalls dem explorativen Charakter der Studie zu entsprechen:

(F3) Inwiefern wird der *perspektivenübergreifenden Konzeption* der Sachunterrichtsdidaktik innerhalb der Studienordnungen auf einer wörtlichen Ebene im Sinne von Kompetenzzielen und Modulbeschreibungen Rechnung getragen?

3 Empirische Vorgehensweise: Forschungsmethodik und Analyse

Die vorliegende Untersuchung nimmt Bezug auf das Konzept der Lerngelegenheiten, welches zwischen intendiertem, implementiertem und erreichtem Curriculum unterscheidet (vgl. König & Rothland, 2018, S. 23). Was gelernt werden soll, ist im *intendierten* Curriculum niedergeschrieben. Das *implementierte* Curriculum umfasst das, was tatsächlich gelehrt wird, und das *erreichte* Curriculum fokussiert die Lernergebnisse. In dieser Studie wird das intendierte Curriculum auf der Ebene der Studien- bzw. Prüfungsordnungen betrachtet. Methodischer Ausgangspunkt ist daher die qualitative Dokumentenanalyse. Da die zu untersuchenden Dokumente bereits vorliegen, handelt es sich um ein nonreaktives Messverfahren, das letztendlich die qualitative Interpretation des Materials erfordert (vgl. Mayring, 2016, S. 46ff.).

Um die sachunterrichtsbezogenen Teilstudiengänge in NRW hinsichtlich der vorgenannten Forschungsfragen vergleichen zu können, werden die entsprechenden Studien- bzw. Prüfungsordnungen sowie Modulhandbücher zum Stichtag 02.03.2020 betrachtet. Dabei werden jeweils der Bachelor- und der Masterstudiengang analysiert.[1]

Aufgrund der sehr unterschiedlichen inhaltlichen und formalen Gestaltung der Dokumente war das erste Ziel die Entwicklung einer Vergleichsgrundlage.[2] Das Vergleichsraster weist drei übergeordnete Inhaltsbereiche aus: „Lernbereich Naturwissenschaften + Technik“, „Didaktik des Sachunterrichts“ und „Lernbereich Gesellschaftswissenschaften“.[3]

[1] Eine vollständige Übersicht der für die Dokumentenanalyse verwendeten Dokumente sowie bibliographische Detailangaben sind dem zugehörigen Online-Supplement, A6 und A7, zu entnehmen.

[2] Eine Beschreibung der Entwicklung des verwendeten Vergleichsrasters kann A1 im Online-Supplement entnommen werden.

[3] Die Haushaltswissenschaft wurde nicht berücksichtigt, da sie sich curricular ausschließlich an der Universität Paderborn identifizieren ließ (vgl. Dokumente zum Bachelorstudium an der Universität Paderborn, Online-Supplement A6).

Mithilfe der Inhaltsbereiche wurde für jeden der acht Universitätsstandorte eine kompakte Übersicht über den Aufbau des Bachelor- und Masterstudiums erstellt (vgl. Online-Supplement A3). Die einzelnen Studienmodule wurden dabei den drei übergeordneten Kategorien zugeordnet.

Grundsätzlich wurden nur verbindliche, sachunterrichtsbezogene Studienanteile in die Analyse miteinbezogen. Sachunterrichtsbezogene Teilstudiengänge können (nach LZV) entweder als basale oder vertiefte Variante studiert werden (MSW NRW, 2016). Für die folgende Zählung der LP pro Standort wurde jeweils das Maximum erreichbarer LP betrachtet, also eine mögliche Vertiefung als gegeben vorausgesetzt. Die Entscheidung für die Betrachtung der vertieften Studiengänge liegt in der intendierten Annäherung an einen potenziellen Maximalkontakt mit sachunterrichtdidaktischen Studieninhalten begründet. Bildungswissenschaftliche Studienanteile, die teilweise anteilig in den sachunterrichtsbezogenen Bachelorstudiengängen mit verortet sind, zählen nicht hinzu. Nicht miteinbezogen werden auch jene Anteile, die fakultativ zu erbringen sind (Forschungsprojekt, Abschlussarbeiten und Praxisanteile jenseits des Praxissemesters). Für das Praxissemester werden ausschließlich die sachunterrichtsbezogene Vorbereitung und Begleitung von Universitätsseite einbezogen.

Zur Beantwortung der ersten Fragestellung (F1) zum Umfang der sachunterrichtsbezogenen Studienanteile wurden die LP der Bachelor- und Mastermodule aus den Vergleichsübersichten zusammengezählt. Für den Standort Münster lagen zum Zeitpunkt der Datenanalyse keine Bestimmungen für das sachunterrichtsbezogene Praxissemester vor.[4]

Der fachwissenschaftliche Mindestkontakt (F2) wurde durch die Analyse von themenbezogenen Fundstellen ermittelt. Dies gilt als typische Methodik bei der Analyse von Textdokumenten im Kontext der *Digital Humanities* (vgl. Thaller, 2017, S. 18). Hier wurde mit dem Suchvokabular *didakt*[5] gearbeitet, um zunächst alle Module und Teilkomponenten zu ermitteln, die eine fachdidaktische Ausrichtung verfolgen. Dementsprechend konnte im Umkehrschluss der fachwissenschaftliche Anteil durch die Abwesenheit fachdidaktischer Ausrichtung ermittelt werden. Für jedes Modul wurde nachfolgend außerdem individuell überprüft, inwiefern wirklich eine fachwissenschaftliche Komponente identifiziert wurde. Unter Mindestkontakt wird im Folgenden der Kontakt verstanden, den Studierende mindestens mit fachwissenschaftlichen Inhalten haben. Diese Angabe ist als untere Grenze zu werten und nicht als Gesamtkontakt im Studienverlauf.

Die Kategorisierung perspektivübergreifender Konzeptionen (F3) wurde ebenfalls anhand von themenbezogenen Fundstellen ermittelt, wobei das Material zunächst mit einem deduktiv gebildeten Suchvokabular untersucht sowie in einem zirkulären Prozess auch durch induktiv gebildete Wortstämme ergänzt wurde (s. Online-Supplement A5). In einem weiteren Schritt wurde noch einmal im Einzelnen geprüft, inwiefern die Formulierungen eine Vernetzung zwischen den Perspektiven nahelegen. Wie viele gültige Fundstellen pro Modul gefunden wurden, spielt für die Zählung der LP keine Rolle. Bedingung für die Kategorisierung „perspektivübergreifend“ ist das Vorliegen von einer oder mehreren Fundstelle(n).

[4] Aus der allgemeinen Ordnung für das Praxissemester an der Universität Münster konnte jedoch herausgearbeitet werden, dass für den Sachunterricht wahlweise zwei oder fünf LP erbracht werden können (vgl. Dokumente zum Masterstudium an der Universität Münster, Online-Supplement). Für die vorliegende Zählung wurden die maximalen LP berücksichtigt. In der Vergleichsübersicht für Münster (siehe A3, Abb. A3.5) ist das Praxissemester wegen der fehlenden Daten nicht aufgelistet.

[5] Die Schreibung „*didakt*“ ist dem Vorgang der Anfangs- und Endtrunkierung zuzuschreiben. Hierbei werden beliebige Zeichenfolgen vor und nach dem Suchbegriff in die Suche einbezogen (vgl. Gantert, 2016, S. 236f.).

4 Ergebnisse

4.1 Sachunterrichtsbezogene Studienanteile

Das Spektrum der insgesamt im Lehramtsstudium erreichbaren LP mit Sachunterrichtsbezug bewegt sich zwischen 68 und 80, wobei deutliche Unterschiede im Umfang von Bachelor- und Masterstudium erkennbar sind (s. Abb. 2). Zudem ist auffällig, dass am Standort Wuppertal vier verschiedene sachunterrichtsbezogene Bachelor-Teilstudiengänge angeboten werden.[6]

Der Bachelorstudiengang erhält mit 41 LP am Standort Duisburg-Essen den geringsten und mit 64 LP in Wuppertal (im Profil Geschichte) den höchsten Umfang. Die anderen Profile in Wuppertal (GNT, GEO und SW) sind wiederum hinsichtlich der LP identisch.

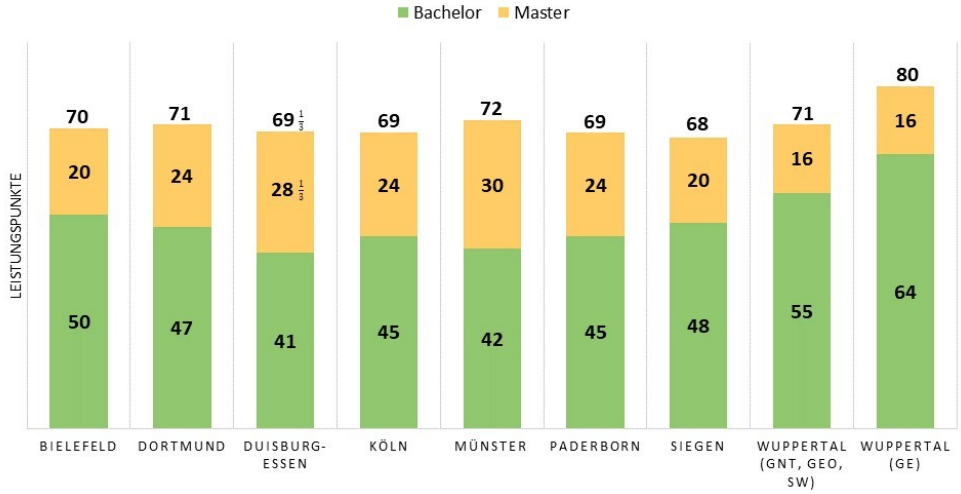


Abbildung 2: Sachunterrichtsbezogene Leistungspunkte im Bachelor- (grün) und Masterstudium (orange) der acht Hochschulstandorte in NRW. Gesamtsummen sind jeweils über den Balken angegeben (eigene Darstellung).

Es kann somit festgehalten werden, dass es nicht nur interinstitutionelle, sondern auch Unterschiede innerhalb einer Institution gibt. Das Masterstudium umfasst maximal 30 LP in Münster und minimal 16 LP in Wuppertal.

4.2 Fachwissenschaftlicher Mindestkontakt je Bezugsfach

Tabelle 2 auf der folgenden Seite bildet den fachwissenschaftlichen Mindestkontakt in LP pro Bezugsfach je Universitätsstandort ab. Dargestellt sind zudem der aufsummierte Mindestkontakt für den Lernbereich Naturwissenschaften und Technik ($\sum_{NWT}$) und für den Lernbereich Gesellschaftswissenschaften ($\sum_{GW}$). Die dargestellten Werte sind – aufgrund der dargestellten Auswertungsmethodik – als fachwissenschaftlicher Mindestkontakt je Bezugsfach in LP zu betrachten.

[6] Vgl. auch Dokumente zum Bachelorstudium an der Universität Wuppertal, Online-Supplement A6. Der im Bachelor gewählte Teilstudiengang entscheidet über den Verlauf des Masters. Im Falle des Teilstudiengangs „Grundlagen der Naturwissenschaften und der Technik“ (GNT) werden gesellschaftswissenschaftliche Inhalte erstmals im Master vermittelt. Alternativ kann im Bachelor entweder Geographie (GEO), Geschichte (GE) oder Sozialwissenschaften (SW) studiert werden, woran im Master ein Studium der „Erkenntniswege und Vermittlung von Naturwissenschaften und Technik“ angeschlossen ist.

Tabelle 2: Fachwissenschaftlicher Mindestkontakt in LP je Bezugsfach und Studienstandort

	BIO	CH	PH	TE	GEO	GE	SW	$\sum_{NWT}$	$\sum_{GW}$	$\sum_{Gesamt}$
BI	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	2	2	1[(a)]	5[(a)]	≥ 6
DO	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	5	10	10	≥ 20
DUE	4	4	4	4	4	4	4	14	14	≥ 28
K	2	2	2	0	2	2	2	6	6	≥ 12
MS	3	3	3	3	3	3	3	12	9	≥ 21
PB	2	2	1[(b)]	1[(b)]	1[(b)]	2	2	9[(c)]	8[(c)]	≥ 21[(d)]
SI	2	2	1[(b)]	1[(b)]	2	2	2	8[(e)]	8[(e)]	≥ 16
W_{GEO}	3	3	3	k.A.	43	0	0	9	43	≥ 52
W_{GE}	3	3	3	k.A.	0	47	0	9	47	≥ 56
W_{GNT}	10	10	10	8	2	k.A.	k.A.	38	2	≥ 40
W_{SW}	3	3	3	k.A.	k.A.	k.A.	36	9	36	≥ 45

Anmerkung: ∑NWT: Summe der LP im Lernbereich Naturwissenschaften und Technik; ∑GW: Summe der LP im Lernbereich Gesellschaftswissenschaften; k.A.: keine eindeutige LP-Angabe möglich; Anmerkungen (a) bis (e) im Online-Supplement A4.

Vollständige Datensätze liegen für die Universitäten Dortmund (DO), Duisburg-Essen (DUE), Köln (K), Münster (MS), Paderborn (PB) und Siegen (SI) vor. Für Bielefeld (BI) und Wuppertal (W_{GEO}, W_{GE}, W_{GNT} und W_{SW}) kann der fachwissenschaftliche Mindestkontakt nicht für alle Bezugsfächer abgebildet werden (s. „k.A."), da die untersuchten Dokumente der beiden Standorte in diesen Fällen keine eindeutige Trennung zwischen fachwissenschaftlicher und fachdidaktischer Ausrichtung der (Teil-)Module zulassen.[7] Aus diesem Grund entziehen sich diese beiden Standorte dem Vergleich des fachwissenschaftlichen Mindestkontaktes.

Aus der Tabelle geht für alle anderen Standorte hervor, dass dort beachtliche Unterschiede bezüglich des fachwissenschaftlichen Mindestkontakts in sachunterrichtsbezogenen Teilstudiengängen bestehen, wobei die untere Leistungspunktangabe aufgrund der Anmerkungen zur Tabelle 2 (s. Online-Supplement A4) mit Vorsicht zu interpretieren ist.

Die Standorte Dortmund, Duisburg-Essen, Münster und Paderborn weisen einen Mindestkontakt von insgesamt 20 bis 28 LP auf, während in Köln und Siegen mit 12 bis 16 LP deutlich geringere Werte ermittelt wurden.

Die vier sachunterrichtsbezogenen Studiengänge der Universität Wuppertal unterscheiden sich hier grundsätzlich von jenen der anderen Standorte. Hier liegt ein fachwissenschaftlicher Schwerpunkt auf den jeweiligen Profilfächern: 43 von 56 LP bei Geographie, 47 von 56 LP bei Geschichte und 36 von 45 LP bei Sozialwissenschaften. Beim Schwerpunkt Naturwissenschaften und Technik sind 38 von 40 LP nahezu gleichmäßig auf die Bezugsfächer Biologie, Chemie, Physik und Technik verteilt.

Für die Standorte Dortmund, Duisburg-Essen, Köln[8], Paderborn und Siegen ist dahingegen festzuhalten, dass der Mindestkontakt relativ gleichmäßig auf die beiden Lernbereiche und auch auf die Bezugsfächer verteilt ist.

[7] Vgl. dazu auch die Übersichten zur Studienstruktur im Online-Supplement A3.
[8] Ausnahme Köln: Technik wird nicht einbezogen.

4.3 Intendierte Vernetzung der Perspektiven

Welcher Umfang dem perspektivübergreifenden Qualifikationsbereich an den verschiedenen Standorten eingeräumt wird, veranschaulicht Abbildung 3.

Abermals wird die differente Gestaltung der sachunterrichtsbezogenen Teilstudiengänge deutlich. Ein besonders hoher perspektivübergreifender Anspruch ist an den Standorten Paderborn (52 LP) und Bielefeld (50 LP) erkennbar. Der Standort Münster liefert in dieser Hinsicht den Minimalwert mit 14 LP. In Wuppertal werden hingegen Differenzen innerhalb einer Institution deutlich. Während dort im Studium mit Schwerpunkt GNT 39 LP dem perspektivenvernetzenden Qualifikationsbereich zugeordnet werden können, sind es z.B. im Studiengang mit Schwerpunkt Geographie 28 LP.

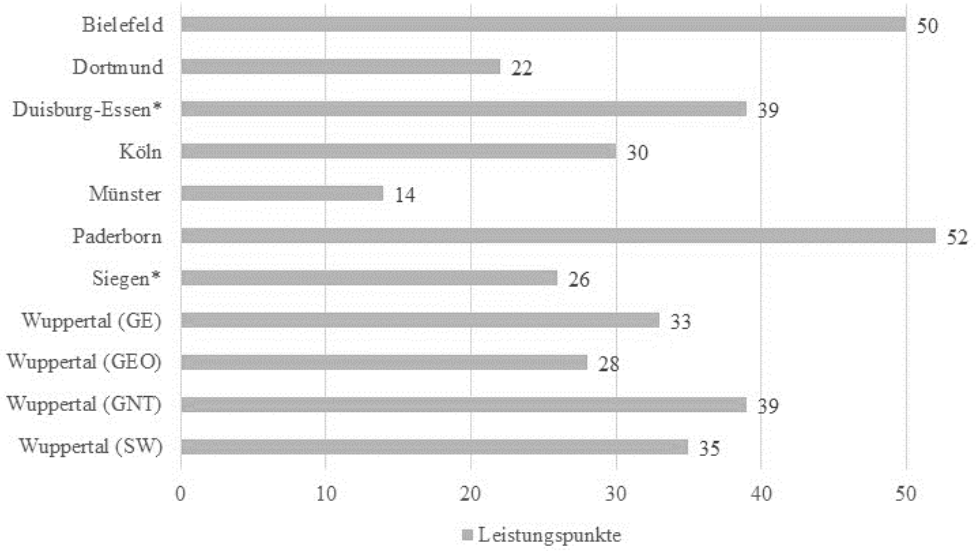


Abbildung 3: Mit perspektivübergreifendem (vernetzendem) Qualifikationsbereich (GDSU, 2019) assoziierte LP je Studienstandort bzw. Teilstudiengang; für die Standorte Duisburg-Essen und Siegen wurde wiederum ein Wahlpflicht-Maximum berücksichtigt (*) (eigene Darstellung).

5 Diskussion

Im Beitrag wurden die sachunterrichtsbezogenen Teilstudiengänge der acht Standorte in NRW hinsichtlich des intendierten Curriculums anhand von drei Fragestellungen untersucht. Da davon ausgegangen werden kann, dass die quantitative Kontaktzeit ein Prädikator für Lernzuwächse der Studierenden ist (Riese & Reinhold, 2009), wurden in einem ersten Schritt die je Standort insgesamt zu erwerbenden fachbezogenen Leistungspunkte im Bachelor- und Masterstudium ermittelt und miteinander verglichen (F1). Vor dem Hintergrund der in Kapitel 2.1 beschriebenen Relevanz von Fachwissen für das professionelle Handeln von Lehrpersonen und den Herausforderungen, vor denen die Ausbildung von Sachunterrichtslehrkräften aufgrund der Fachcharakteristika steht (s. Kap. 2.1), wurde anschließend der fachwissenschaftliche Mindestkontakt untersucht (F2). Wie erläutert, sollte das Studium des Faches auch perspektivenvernetzende Elemente beinhalten. Daher wurde anhand von Kriterien versucht, den perspektivübergreifenden Qualifikationsbereich (GDSU, 2019) je Standort zu identifizieren (F3). Nachfolgend werden die Ergebnisse je Forschungsfrage diskutiert, wobei auch auf forschungsmethodische Limitationen eingegangen wird.

5.1 Kontaktzeit zum Studienfach Sachunterricht (F1)

Bei der Betrachtung der Anzahl sachunterrichtsbezogener Leistungspunkte im Studienverlauf zeigte sich, dass zwar das Bachelor- und das Masterstudium an den unterschiedlichen Standorten differente Gewichtungen aufweisen, gleichzeitig aber bei allen betrachteten Studiengängen insgesamt eine hohe Anzahl an LP für den Sachunterricht und seine Didaktik in NRW konstatiert werden kann.[9] Dies erscheint angesichts der Ausbildung einer für das Fach Sachunterricht angemessenen professionellen Handlungskompetenz allgemein begrüßenswert. Insbesondere vor dem Hintergrund der fachlichen Breite und Vielperspektivität des Sachunterrichts (vgl. Kap. 2.1) sollte daran festgehalten werden. Bemessen an den Vorgaben der LZV NRW (MSW NRW, 2016) wird dem Sachunterricht an den meisten Standorten der maximal mögliche Umfang gewährt, wobei dieser Wert – insbesondere im Teilstudiengang Geschichte am Standort Wuppertal – teils überschritten wird. Sicherlich ist dieser Umstand auch bedingt durch den hohen fachwissenschaftlichen Mindestkontakt, der im folgenden Kapitel genauer beleuchtet wird.

5.2 Fachwissenschaftlicher Mindestkontakt (F2)

Die fachliche Breite kann als besondere Herausforderung der Professionalisierung von Sachunterrichtslehrpersonen angesehen werden (vgl. Meschede et al., 2020, S. 546). Hier zeigten sich große Unterschiede hinsichtlich der *Gewichtung* der einzelnen Bezugsfächer einerseits und der *Berücksichtigung* bestimmter Bezugsfächer andererseits.

Die curricularen Schwerpunktsetzungen sind durchaus verschieden. Der Standort Wuppertal sticht insbesondere in den gesellschaftlichen Bachelor-Teilstudiengängen mit einer ungleichen Gewichtung der einzelnen Bezugsfächer sowie der Lernbereiche heraus; an der Universität Köln konnte kein fachwissenschaftlicher Mindestkontakt im Fach Technik identifiziert werden. Aufgrund eingeschränkter Vergleichsmöglichkeiten des Ausgangsmaterials konnten jedoch gegebenenfalls nicht alle fachwissenschaftlichen LP ermittelt werden. Es ist erkennbar, dass einige Modulkomponenten zugleich fachwissenschaftlich und fachdidaktisch ausgerichtet sind, was im Sinne einer Vernetzung der Professionswissensfacetten auch erwünscht ist (u.a. Hellmann, 2019). Diese wurden aufgrund der Auswertungsmethodik nicht mitgezählt, was ebenfalls zu Verzerrungen führen könnte.

Dem Bereich der fachwissenschaftlichen Basismodule wurden im Empfehlungspapier für NRW 20–25 LP verteilt auf die fünf Perspektiven zugeordnet, sodass sich 4–5 LP je Perspektive ergeben (vgl. Expertinnen und Experten aus den Universitäten des Landes NRW, 2009, S. 6). Eine solche Gewichtung lässt sich lediglich an der Universität Duisburg-Essen identifizieren, während andere Standorte entweder knapp darunter oder deutlich darüber liegen. Nicht nur auf der Basis des Empfehlungspapiers, sondern auch vor dem Hintergrund der fachlichen Breite bzw. des vielperspektivischen Anspruchs des Sachunterrichts sind die fachwissenschaftlichen Extremwerte zu diskutieren. Unbestritten ist, dass die Kontaktzeit zu Fachinhalten auch mit einem Zuwachs an Fachwissen zusammenhängt (Riese & Reinhold, 2009; Schmidt, 2015). Es erscheint jedoch fraglich, inwiefern das angestrebte Ausbildungsziel einer sachunterrichtsspezifischen Fachidentität (vgl. GDSU, 2019, S. 42) erreicht werden kann, wenn ein Großteil der LP auf den perspektivenspezifischen Qualifikationsbereich und dort lediglich auf die Facette des Fachwissens entfallen.

Der Aussage von Baumgardt & Kaiser (vgl. 2015, S. 74), dass in NRW die integrativen Aspekte des Sachunterrichts in den Mittelpunkt gerückt sind, muss – im Hinblick

[9] Da beim Praxissemester ausschließlich die sachunterrichtsbezogene Vorbereitung und Begleitung von Universitätsseite einbezogen wurden, kann es vorkommen, dass die ermittelten Angaben der LP gemessen an der Maßgabe der LZV NRW, wonach maximal 70 LP dem Sachunterricht zugeordnet werden können, zu hoch erscheinen.

auf die Studiengangskonzeptionen – zumindest für den Standort Wuppertal widersprochen werden. Mit der Kategorisierung von Haslbeck (vgl. 2019, S. 63f.) kann eine solche Studienstruktur eher als fachbezogenes (Bachelorstudiengänge Geographie, Geschichte und Sozialwissenschaften) oder lernbereichsbezogenes (Bachelorstudiengang Grundlagen der Naturwissenschaften und der Technik) Studium bezeichnet werden. Der darauf aufbauende Masterstudiengang liefert zwar jeweils den anderen Lernbereich nach, dies jedoch nur in sehr geringem Umfang. Den Umstand einer einseitigen Fach- oder Lernbereichsorientierung im Kontext der auf Integration ausgelegten Sachunterrichtsdidaktik kritisiert bereits Soostmeyer (vgl. 1996, S. 30). Auch wenn von einer Dilemmasituation (vgl. Thomas, 2013, S. 4) die Rede sein kann, da theoretisch alle Bezugsfächer umfänglich studiert werden müssen, was jedoch unmöglich ist, lassen sich mögliche Gründe beschreiben, warum es oft zu einer fachlich einseitigen Professionalisierung der Studierenden kommt (vgl. Soostmeyer, 1996, S. 30). So nennt Giest (vgl. 2020, S. 408) erfahrungsbasiert mangelnde Abstimmung der Studienbestandteile sowie unterschiedliche Machtstellungen und Personalausstattungen der einzelnen Institute, die gemeinsam für die Lehrveranstaltungen des Sachunterrichts verantwortlich sind. Zudem können Gründe in mangelnder Kooperation der verschiedenen Fachbereiche gefunden werden (vgl. u.a. Wagener, Reimer, Lüschen, Schlesier & Moschner, 2019, S. 215).

Bisher ist ungeklärt, wie viel Fachwissen nötig ist, um als Lehrperson Sachunterricht so zu gestalten, dass Schüler*innen belastbares Sachwissen auf- und ausbauen können (vgl. Kap. 2.1). Es gibt jedoch keine empirischen Belege dafür, dass Schulkinder in einem fachintegrierten Unterricht weniger lernen (vgl. Labudde, 2014, S. 18). Insofern erscheinen Forderungen nach phänomenorientiertem Fachwissen (vgl. Kaiser, 2007, S. 80) plausibel. Eine mögliche Lösung des zuvor beschriebenen Dilemmas der fachlichen Breite kann im Angebot vernetzender Veranstaltungsangebote gesehen werden. So könnte einer „Zersplitterung des Wissens in zusammenhanglose Spezialkenntnisse“ (Soostmeyer, 1996, S. 30) entgegengewirkt werden.

5.3 Intendierte Vernetzung der Perspektiven (F3)

Direkt an diese Überlegungen knüpft die Diskussion der Ergebnisse zur dritten Forschungsfrage an. Es sei dabei angemerkt, dass zwar in diversen Publikationen zur Sachunterrichtsdidaktik die Vielperspektivität in den Vordergrund gestellt wird (u.a. Meschede et al., 2020). Die Begrifflichkeit gilt allerdings als unbestimmt und flexibel auslegbar (vgl. Lauterbach, 2017, S. 19). Ungeachtet dieser Unschärfe wurde im vorliegenden Beitrag von einer Vielperspektivität im Sinne einer Perspektivenvernetzung (s. Kap. 2.1 und 2.5) ausgegangen. Aus der Unbestimmtheit resultierte ein umfassender Korpus des Suchvokabulars, was zugunsten der Studienstandorte intendiert war. Dennoch wurde nicht jede Stelle der Vernetzung der Perspektiven gewertet, nur weil die wörtliche Ebene dies nahelegte.[10]

Die vorgenommene Analyse auf Ebene des intendierten Curriculums konnte für die Standorte Paderborn und Bielefeld besonders viele mit Vernetzung assoziierte LP ermitteln, während es in Münster nur sehr wenige waren. Da es (bisher) keinen Richtwert für diesen perspektivenvernetzenden Studienanteil gibt, müssen Aussagen, die diese Werte einordnen, an dieser Stelle ausbleiben. Abgesehen davon ist es möglich, dass es ungeachtet des intendierten Curriculums geringere oder höhere Ausmaße der Vernetzung gibt, denn Vernetzung kann sich in vielen Formen und auf unterschiedlichen Ebenen äußern (u.a. Mayer, Ziepprecht & Meier, 2018). Mit der vorliegenden Untersuchung können keine Aussagen über Formen der Vernetzung getroffen werden, die über die fachliche Perspektivvernetzung hinausgehen. Unbestritten ist die Forderung nach einer

[10] Beispielsweise hielt die Fundstelle „des naturwissenschaftlichen Fächerverbunds Biologie, Chemie und Physik“ im Bachelormodul „Naturwissenschaften“ an der Universität Paderborn der näheren Prüfung nicht stand, denn die drei genannten Naturwissenschaften gelten im Kontext der Sachunterrichtsdidaktik als eine Perspektive (vgl. GDSU, 2013, S. 14).

Minimierung von Wissensfragmentierung aufgrund mangelnder Vernetzung (vgl. Hellmann, 2019, S. 12f.). Was für die Lehrpersonenbildung im Allgemeinen gilt, hat für die Wissenschaftsdisziplin Sachunterrichtsdidaktik noch einmal besondere Relevanz, da es hier auch um die Vernetzung der einzelnen Perspektiven geht. Eine hohe Gewichtung dieses Studienanteils wäre daher begrüßenswert.

6 Fazit und Ausblick

Die vorliegende Untersuchung erfolgte mit der Intention, eine Diskussionsgrundlage für universitäre Lehrpersonenprofessionalisierung im Fach Sachunterricht zu schaffen, sodass bestehende Strukturen konstruktiv hinterfragt und auf die spezifischen Anforderungen der Sachunterrichtsdidaktik abgestimmt werden können. Es wird also die noch unbeantwortete Frage tangiert, wie ein gutes Sachunterrichtsstudium auf curricularer Ebene aussehen muss, um die professionellen Handlungskompetenzen von angehenden Lehrkräften derart zu fördern, dass sie einen lernförderlichen Unterricht für Grundschulkinder gestalten können.

Hier konnte exemplarisch für das Bundesland NRW gezeigt werden, dass nicht nur auf Bundesebene (Gläser & Schomaker, 2014), sondern auch auf der Ebene der Länder und sogar innerhalb einer Universität die Ausbildungssituation für Sachunterrichtsstudierende äußerst heterogen gestaltet ist. Im Hinblick auf die Zielsetzungen der Bologna-Reform (KMK, 2009) ist es daher fraglich, ob ein erleichterter Studienortswechsel in NRW möglich ist. Um den Empfehlungen der GDSU (2019) entgegenzukommen, liefern Meschede et al. (2020, S. 546) in einem aktuellen Beitrag einen möglichen Lösungsansatz, der auch in Bezug auf die hier untersuchen Forschungsfragen wichtig ist:

> „Da es kaum möglich ist, dass Dozierende in allen Bezugsfächern sowie in der Didaktik des Sachunterrichts und in fachübergreifenden Fragen kompetent sind, ergibt sich die Notwendigkeit, bei der Gestaltung der Studiengänge über die Disziplinen (und Fachbereiche) hinweg mit Blick auf den sachunterrichtsdidaktischen Kern zu kooperieren."

In diesem Beitrag wurde nur ein kleiner Teil möglicher Forschungsfragen an das intendierte Curriculum gestellt, sodass es weiterführender Forschungsbemühungen hinsichtlich des gesamten Qualifikationsmodells für das Studienfach Sachunterricht und seine Didaktik (GDSU, 2019) bedarf. Aufgrund der hohen Relevanz des fachdidaktischen Wissens bei Sachunterrichtslehrkräften (u.a. Lange, Kleickmann, Tröbst & Möller, 2012; Lange, Ohle, Kleickmann, Kauertz, Möller & Fischer, 2015) sollten fachdidaktische Studienanteile in zukünftigen Forschungsarbeiten – z.B. mithilfe der für diesen Beitrag erstellten Vergleichsübersichten (s. Online-Supplement A3) – in den Fokus der Analyse genommen werden. Ebenfalls erscheint eine Ausweitung der Untersuchung auf weitere Bundesländer sinnvoll. Solange das implementierte und das erreichte Curriculum nicht untersucht werden, lassen die Erkenntnisse keine Rückschlüsse auf die Umsetzung und Wirkung der Professionalisierung zu. Dennoch wurden hier jene Dokumente untersucht, die den Dozierenden vor Ort als Vorgabe zur Planung und Durchführung ihrer Lehrveranstaltungen dienen. Trotz der Freiheit der Lehre ist deren Umsetzung verbindlich. Daher sollte es zukünftig das Ziel sein, das intendierte Curriculum gemeinsam mit allen an der Ausbildung von Sachunterrichtslehrkräften beteiligten Personen und Institutionen so zu gestalten, dass es sich den genannten Empfehlungen (u.a. GDSU, 2019) annähert.

Literatur und Internetquellen

Artelt, C., & Kunter, M. (2019). Kompetenzen und berufliche Entwicklung von Lehrkräften. In D. Urhahne, M. Dresel & F. Fischer (Hrsg.), *Psychologie für den Lehrberuf* (S. 395–415). Berlin & Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-55754-9_20

Baumert, J., & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 9* (4), 469–520. https://doi.org/10.1007/s11618-006-0165-2

Baumert, J., & Kunter, M. (2011). Das Kompetenzmodell von COACTIV. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 29–53). Münster: Waxmann.

Baumgardt, I., & Kaiser, A. (2015). Lehrer- und Lehrerinnenbildung. In J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (2., aktual. Aufl.) (S. 73–82). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Beudels, M., Jeske, I., & Preisfeld, A. (2021). Wasser, Wald & Wuppertal. Kohärenzerleben von Sachunterrichtsstudierenden bei der Planung, Durchführung und Nachbereitung einer Exkursion. *PFLB – PraxisForschungLehrer*innenBildung, 3* (1), 71–103. https://doi.org/10.11576/pflb-4455

Blümer, H. (2019). Die technische Bildung im Sachunterricht an deutschen Grundschulen. In A.F. Koch, S. Kruse & P. Labudde (Hrsg.), *Zur Bedeutung der Technischen Bildung in Fächerverbünden* (S. 1–13). Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-25623-4_1

BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung). (2013). *Bund-Länder-Vereinbarung über ein gemeinsames Programm „Qualitätsoffensive Lehrerbildung" gemäß Artikel 91b des Grundgesetzes vom 12. April 2013.* Zugriff am 07.07.2021. Verfügbar unter: https://www.gwk-bonn.de/fileadmin/Redaktion/Dokumente/Papers/Bund-Laender-Vereinbarung-Qualitaetsoffensive-Lehrerbildung.pdf.

Expertinnen und Experten aus den Universitäten des Landes NRW. (2009). *Das Neue Grundschullehramt NRW. Empfehlungen für die Ausgestaltung der universitären Grundschullehrerausbildung in Nordrhein-Westfalen. Lernbereich Natur- und Gesellschaftswissenschaften.* Zugriff am 07.07.2021. Verfügbar unter: https://docplayer.org/48790899-Das-neue-grundschullehramt-nrw.html.

Gantert, K. (2016). *Bibliothekarisches Grundwissen* (9., vollst. neu bearb. u. erw. Aufl.). Berlin & Boston, MA: De Gruyter. https://doi.org/10.1515/9783110321500

GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts). (2013). *Perspektivrahmen Sachunterricht* (2., vollst. überarb. Aufl.). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts). (2019). *Qualitätsrahmen Lehrerbildung Sachunterricht und seine Didaktik.* Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Giest, H. (2020). *Vorlesungen über Didaktik des Sachunterrichts. Ein Beitrag zur Konkretisierung der kultur-historischen Didaktik*. Berlin: Lehmanns Medien GmbH.

Gläser, E., & Schomaker, C. (2014). Zur aktuellen Situation sachunterrichtsbezogener Studiengänge in den Bundesländern. In Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (Hrsg.), *Die Didaktik des Sachunterrichts und ihre Fachgesellschaft GDSU e.V.* (S. 43–48). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Harlen, W. (1997). Primary Teachers' Understanding in Science and Its Impact in the Classroom. *Research in Science Education, 27* (3), 323–337. https://doi.org/10.1007/BF02461757

Haslbeck, H. (2019). *Die Variablenkontrollstrategie in der Grundschule*. München: Universitätsbibliothek. Zugriff am 07.07.2021. Verfügbar unter: https://nbn-resolving.org/urn/resolver.pl?urn:nbn:de:bvb:91-diss-20190724-1487608-1-9.

Hellmann, K. (2019). Kohärenz in der Lehrerbildung – Theoretische Konzeptionalisierung. In K. Hellmann, J. Kreutz, M. Schwichow & K. Zaki (Hrsg.), *Kohärenz in der Lehrerbildung. Theorien, Modelle und empirische Befunde* (S. 9–30). Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-23940-4

Hempel, M. (2007). Diagnostik der kindlichen Lebenswelt als Voraussetzung zur Förderung des Kompetenzerwerbs der Lernenden. In R. Lauterbach, A. Hartinger, B. Feige & D. Cech (Hrsg.), *Kompetenzerwerb im Sachunterricht fördern und erfassen* (S. 23–36). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Kaiser, A. (2007). Lehrerbildung. In J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, D. von Reeken & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (S. 80–88). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Klafki, W. (1992). Allgemeinbildung in der Grundschule und der Bildungsauftrag des Sachunterrichts. In R. Lauterbach, W. Köhnlein, K. Spreckelsen & E. Klewitz (Hrsg.), *Brennpunkte des Sachunterrichts* (S. 11–31). Kiel: IPN & GDSU.

KMK (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland). (2009). *Mobilität der Studierenden in der gestuften Studienstruktur.* Bericht vom 15.10.2009. Zugriff am 07.07.2021. Verfügbar unter: http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2009/2009_10_15-Mobilitaet-GestuftesSystem.pdf.

KMK (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland). (2019a). *Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften.* Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004 i.d.F. vom 16.05.2019. Zugriff am 07.07.2021. Verfügbar unter: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Standards-Lehrerbildung-Bildungswissenschaften.pdf.

KMK (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland). (2019b). *Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung.* Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.10.2008 i.d.F. vom 16.05.2019. Zugriff am 07.07.2021. Verfügbar unter: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2008/2008_10_16-Fachprofile-Lehrerbildung.pdf.

König, J., & Rothland, M. (2018). Das Praxissemester in der Lehrerbildung. Stand der Forschung und zentrale Ergebnisse des Projekts *Learning to Practice*. In J. König, N. Schaper & M. Rothland (Hrsg.), *Learning to Practice, Learning to Reflect? Ergebnisse aus der Längsschnittstudie LtP zur Nutzung und Wirkung des Praxissemesters in der Lehrerbildung* (S. 1–62). Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-19536-6_1

Labudde, P. (2014). Fächerübergreifender naturwissenschaftlicher Unterricht – Mythen, Definitionen, Fakten. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 20*, 11–19. https://doi.org/10.1007/s40573-014-0001-9

Land NRW. (2020). *Gesetz über die Ausbildung für Lehrämter an öffentlichen Schulen (Lehrerausbildungsgesetz – LABG).* Zugriff am 07.07.2021. Verfügbar unter: https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_bes_text?anw_nr=2&gld_nr=2&ugl_nr=223&bes_id=12764&aufgehoben=N&menu=1&sg=0.

Lange, K. (2015). Professionelle Kompetenzen von Lehrkräften im Sachunterricht. In J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (2., aktual. u. erw. Aufl.) (S. 82–87). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Lange, K., Kleickmann, T., Tröbst, S., & Möller, K. (2012). Fachdidaktisches Wissen von Lehrkräften und multiple Ziele im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 15*, 55–75. https://doi.org/10.1007/s11618-012-0258-z

Lange, K., Ohle, A., Kleickmann, T., Kauertz, A., Möller, K., & Fischer, H. (2015). Zur Bedeutung von Fachwissen und fachdidaktischem Wissen für Lernfortschritte von Grundschülerinnen und Grundschülern im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. *Zeitschrift für Grundschulforschung, 8* (1), 23–38.

Lange-Schubert, K., & Hartinger, A. (2017). Lehrerkompetenzen im Sachunterricht. In A. Hartinger & K. Lange-Schubert (Hrsg.), *Sachunterricht – Didaktik für die Grundschule* (4. Aufl.) (S. 26–37). Berlin: Cornelsen.

Lauterbach, R. (2017). Vielperspektivität – ein Beitrag zur Identitätsfindung der Didaktik des Sachunterrichts. In H. Giest, A. Hartinger & S. Tänzer (Hrsg.), *Vielperspektivität im Sachunterricht* (S. 13–26). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Mayer, J., Ziepprecht, K., & Meier, M. (2018). Vernetzung fachlicher, fachdidaktischer und bildungswissenschaftlicher Studienelemente in der Lehrerbildung. In M. Meier, K. Ziepprecht & J. Mayer (Hrsg.), *Lehrerausbildung in vernetzten Lernumgebungen* (S. 9–20). Münster & New York: Waxmann.

Mayring, P. (2016). *Einführung in die qualitative Sozialforschung. Eine Anleitung zu qualitativem Denken* (6., überarb. Aufl.). Weinheim & Basel: Beltz.

Meschede, N., Hartinger, A., & Möller, K. (2020). Sachunterricht in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. Rahmenbedingungen, Befunde und Perspektiven. In C. Cramer, J. König, M. Rothland & S. Blömeke (Hrsg.), *Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung* (S. 541–548). Bad Heilbrunn: Klinkhardt. https://doi.org/10.35468/hblb2020-065

MSW NRW (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen). (2016). *Verordnung über den Zugang zum nordrhein-westfälischen Vorbereitungsdienst für Lehrämter an Schulen und Voraussetzungen bundesweiter Mobilität (Lehramtszugangsverordnung – LZV).* Zugriff am 08.07.2021. Verfügbar unter: https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_vbl_detail_text?anw_nr=6&vd_id=15620&vd_back=N.

Pasternack, P., Baumgarth, B., Burkhardt, A., Paschke, S., & Thielemann, N. (2017). *Drei Phasen. Die Debatte zur Qualitätsentwicklung in der Lehrer_innenbildung.* Bielefeld: W. Bertelsmann.

Riese, J., & Reinhold, P. (2009). Fachbezogene Kompetenzmessung und Kompetenzentwicklung bei Lehramtsstudierenden der Physik im Vergleich verschiedener Studiengänge. *Lehrerbildung auf dem Prüfstand, 2* (1), 104–125.

Schmidt, M. (2015). *Professionswissen von Sachunterrichtslehrkräften: Zusammenhangsanalyse zur Wirkung von Ausbildungshintergrund und Unterrichtserfahrung auf das fachspezifische Professionswissen im Unterrichtsinhalt „Verbrennung“*. Berlin: Logos.

Shulman, L.S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher, 15*, 4–14. https://doi.org/10.3102/0013189X015002004

Smith, D.C., & Neale, D.C. (1989). The Construction of Subject Matter Knowledge in Primary Science Teaching. *Teaching and Teacher Education, 5* (1), 1–20. https://doi.org/10.1016/0742-051X(89)90015-2

Soostmeyer, M. (1996). Überlegungen zum Studium für den Sachunterricht in der Grundschule. In B. Marquardt-Mau, W. Köhnlein, D. Cech & R. Lauterbach (Hrsg.), *Lehrerbildung Sachunterricht* (S. 28–55). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Thaller, M. (2017). Digital Humanities als Wissenschaft. In F. Jannidis, H. Kohle & M. Rehbein (Hrsg.), *Digital Humanities. Eine Einführung* (S. 13–18). Stuttgart: J.B. Metzler. https://doi.org/10.1007/978-3-476-05446-3_2

Thomas, B. (2013). *Brennpunkte der Lehrerbildung aus der Sicht der Didaktik des Sachunterrichts.* Zugriff am 08.07.2021. Verfügbar unter: https://www.uni-hildesheim.de/media/fb1/grundschuldidaktik/Dokumente/Publikation-Prof._Dr._Thomas-Brennpunkte_der_Lehrerbildung.pdf.

Thomas, B. (2014). Zur Geschichte der Wissenschaftsdisziplin Didaktik des Sachunterrichts. In Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (Hrsg.), *Die Didaktik des Sachunterrichts und ihre Fachgesellschaft GDSU e.V.* (S. 51–56). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Tobin, K., Tippins, D.J., & Gallard, A.J. (1994). Research on Instructional Strategies for Teaching Science. In D.L. Gabel (Hrsg.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* (S. 45–93). New York, NY: Macmillan.

Wagener, U., Reimer, M., Lüschen, I., Schlesier, J., & Moschner, B. (2019). „Krass lehramtsbezogen" – Lehramtsstudierende wünschen sich mehr Kohärenz in ihrem Studium. *HLZ – Herausforderung Lehrer_innenbildung, 2* (1), 210–226. https://doi.org/10.4119/hlz-2488

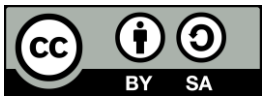
Beitragsinformationen[11]

Zitationshinweis:
Schilling, Y., Beudels, M., Kuckuck, M., & Preisfeld, A. (2021). Sachunterrichtsbezogene Teilstudiengänge aus NRW auf dem Prüfstand. Eine Dokumentenanalyse der Bachelor- und Masterprüfungsordnungen. *HLZ – Herausforderung Lehrer*innenbildung, 4* (1), 178–195. https://doi.org/10.11576/hlz-4031

Online-Supplement:
Anhang

Eingereicht: 18.12.2020 / Angenommen: 05.07.2021 / Online verfügbar: 21.07.2021

ISSN: 2625–0675



© Die Autor*innen 2021. Dieser Artikel ist freigegeben unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung, Weitergabe unter gleichen Bedingungen, Version 4.0 Deutschland (CC BY-SA 4.0 de).
URL: https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/de/legalcode

English Information

Title: Degree Programs of General Studies from NRW under Scrutiny. A Document Analysis of the Bachelor and Master Examination Regulations

Abstract: Due to the characteristics of the subject General Studies and its didactics, the course of study is considered rather complex. Previous studies indicate the very heterogeneous training situation for this elementary school subject nationwide. Against the background of comparable degrees, the implementation of the requirements of General Studies and its didactics and the development of a corresponding subject identity, it is necessary to examine current training structures and study contents more closely. The qualification model for minimum standards, recently developed by the 'Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts', can be used as an orientation framework for teacher training in the field of General Studies. Drawing on this model, the intended curriculum of the eight study locations for General Studies in the federal state of North Rhine-Westphalia has been chosen to be examined with focus on examination regulations and module handbooks (Bachelor's and Master's degrees). The results of the document analysis show that the training situation with regard to the intended curriculum is extremely heterogeneous not only at the federal level, but also at the state level and even within a university. There are major differences in the consideration and prioritisation of subject-specific parts distributed across the perspectives of General Studies as well as with regard to the implementation of linkage of perspectives.

Keywords: teacher professionalisation, examination regulations, general studies, document analysis

[11] Das diesem Artikel zugrundeliegende Vorhaben wurde im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung" von Bund und Ländern mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter den Förderkennzeichen 01JA1507 (erste Projektphase) und 01JA1807 (zweite Projektphase) gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autor*innen.

V.2 Zielebenen 2 und 3: Wasser, Wald & Wuppertal – Kohärenzerleben von Sachunterrichtsstudierenden bei der Planung, Durchführung und Nachbereitung einer Exkursion (Manuskript 2)

Titel	Wasser, Wald & Wuppertal – Kohärenzerleben von Sachunterrichtsstudierenden bei der Planung, Durchführung und Nachbereitung einer Exkursion
Autor*innen	*Melanie Beudels*, Ina Jeske & Angelika Preisfeld
Status	veröffentlicht
Journal	PFLB – Zeitschrift für Schul- und Professionsentwicklung
Review	*Double peer review*
Jahr	2021
Volume(Issue): Seiten	3(1): 71–103
Link/DOI	https://doi.org/10.11576/pflb-4455
Lizenz	CC BY-SA 4.0
Eigenanteil	**92.5 %** Konzeption der Lehrveranstaltung (50 %; gemeinsam mit I. Jeske) Durchführung der Lehrveranstaltung (50 %; gemeinsam mit I. Jeske) Planung und Erstellen des Untersuchungsdesigns (100 %) Datenerhebung (100 %) Datenanalyse (95 %) Verfassen des Manuskripts (98 %) Überarbeitung des Manuskripts (100 %)
Inhaltlicher Schwerpunkt	Konzeption, Durchführung und Evaluation einer kohärenten, vielperspektivischen universitären Lehrveranstaltung für Grundschullehramtsstudierende (Intervention A, s. Kap. IV.2); Lerner*innenvoraussetzungen; Erwartungen und Wünsche der Teilnehmer*innen; Wirksamkeit der Intervention A, Ebene 1: Studierendenreaktionen, Ebene 2: affektiv-motivationale Wirksamkeit: situationales Interesse (emotionale, epistemische und wertbezogene Komponente) und L-SWE bzgl. des Gestaltens/Unterrichtens von vielperspektivischem Sachunterricht und der Durchführung von (inklusiven) Exkursionen
Design/Methodik	quasi-experimentelle Längsschnittstudie (2 MZ); zwei EG; Online-Fragebogenerhebung; quantitative und qualitative Auswertung (*Mixed Methods*)
Online-Supplement	vorhanden; s. Anhang XI.9

Kasten 2: *Informationen zu Manuskript 2*

PFLB
PraxisForschungLehrer*innenBildung
Zeitschrift für Schul- und Professionsentwicklung

Wasser, Wald & Wuppertal

Kohärenzerleben von Sachunterrichtsstudierenden bei der Planung, Durchführung und Nachbereitung einer Exkursion

Melanie Beudels[1,2,*], Ina Jeske[2] & Angelika Preisfeld[1]

[1] *Bergische Universität Wuppertal, Lehrstuhl für Zoologie und Didaktik der Biologie*
[2] *Bergische Universität Wuppertal, Institut für Geographie und Sachunterricht*
[*] *Kontakt: Bergische Universität Wuppertal, Gaußstraße 20, 42119 Wuppertal*
melanie.beudels@uni-wuppertal.de

Zusammenfassung: In diesem Beitrag wird die Konzeption, Durchführung und Evaluation eines Seminars beschrieben, in welchem Sachunterrichtsstudierende unterschiedlichen Ebenen von Kohärenz begegnen. Im nahe der Universität gelegenen Gelpetal können sie die Vielperspektivität dieses Lebensraumes direkt erleben (Ebene 1: Vernetzung der Perspektiven des Sachunterrichts). Sie erarbeiten zuvor, was bei einer Exkursion beachtet werden sollte – auch im Hinblick auf inklusive Lerngruppen. In der Rolle einer Lehrperson selbst geplante, handlungsorientierte Forschungsaufträge werden aus der Sicht von Lernenden erprobt und reflektiert (Ebene 2: Vernetzung der Professionswissensbereiche; Ebene 3: Vernetzung zwischen Ausbildung und beruflichen Anforderungen). Begleitet wird das Seminar von zwei Dozierenden aus unterschiedlichen Fachdisziplinen, die in mehreren Sitzungen im Team lehren (Ebene 4: kollegiale Vernetzung). Die Ergebnisse der Mixed-Methods-Begleitforschung im Prä-Post-Design belegen die Wirksamkeit des Konzeptes. Die Teilnehmer*innen weisen nach dem Seminar signifikant höhere Selbstwirksamkeitserwartungen bezüglich vielperspektivischen Unterrichtens und der Durchführung von Exkursionen im inklusiven Sachunterricht auf. Zudem wird ein hohes situationales Interesse an den Seminarinhalten generiert. Als Weiterempfehlungsgrund wird besonders oft das Erleben von Kohärenz in verschiedensten Formen genannt.

Schlagwörter: Lehrpersonenprofessionalisierung, Kohärenz, Exkursion, inklusiver und vielperspektivischer Sachunterricht

© Die Autor*innen 2021. Dieser Artikel ist freigegeben unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung, Weitergabe unter gleichen Bedingungen, Version 4.0 International (CC BY-SA 4.0).
URL: https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/de/legalcode

1 Ausgangslage

Ziel des Lehramtsstudiums sollte es sein, die Studierenden bei der Entwicklung professioneller Handlungskompetenzen zu unterstützen, die als ein Konstrukt aus miteinander vernetzten Professionswissensbereichen, motivationalen Orientierungen, selbstregulativen Fähigkeiten und Überzeugungen beschrieben werden können (Baumert & Kunter, 2006). Sie werden benötigt, „um in Schule und Unterricht wissenschaftlich fundiert, reflektiert und wirksam zu agieren und die Schüler*innen bei ihrem Wissensaufbau zu unterstützen“ (Hellmann, 2019, S. 9). Bedingt durch den in Deutschland bisher vorherrschenden fragmentiert-bildungsorientierten Typus von Lehrpersonenbildung (Blömeke, 2006, S. 405) bemängeln Studierende eine geringe Vernetzung zwischen Studienbestandteilen oder erkennen z.B. die Relevanz von Studieninhalten für ihre spätere Berufspraxis nicht (u.a. Wagener, Reimer, Lüschen, Schlesier & Moschner, 2019). Es wird zudem angenommen, dass solche fehlenden Vernetzungen auch zu einem fragmentierten und trägen professionellen Wissen führen, welches im Berufsalltag nicht angewandt werden kann (u.a. Harr, Eichler & Renkl, 2014; Renkl, 1996).

Daher existiert seit vielen Jahren seitens Politik, Hochschulen, Forschenden und Studierenden die Forderung nach einer stärkeren Vernetzung bzw. Kohärenz in der Lehrpersonenbildung (vgl. Mayer, Ziepprecht & Meier, 2018, S. 10). Mit beiden Begrifflichkeiten ist in diesem Kontext die systematische Verknüpfung von Ausbildungsphasen, -strukturen und -inhalten gemeint (vgl. Canrinus, Bergem, Klette & Hammerness, 2017, S. 3; Hellmann, 2019, S. 15), wobei verschiedenste Typen und Formen zu unterscheiden sind (u.a. Diehr, 2020; Hellmann, 2019; Mayer et al., 2018). Von Studierenden wahrgenommene Kohärenz korrespondiert nicht nur mit besseren Lernleistungen (u.a. Bateman, Taylor, Janik & Logan, 2008), sondern ist eine wichtige Bedingung für das Verknüpfen von Studieninhalten zu „einer elaborierten Wissensstruktur“, die anschließend im Unterricht angewandt werden kann (vgl. Schwichow, Zaki, Hellmann & Kreutz, 2019, S. 344).

In der Aus- und Weiterbildung angehender Sachunterrichtslehrkräfte mangelt es an der Erarbeitung und empirischen Beforschung von Lehrkonzepten, in denen die Vielperspektivität des Faches – nicht nur im Sinne einer *Vernetzung der fünf Sachunterrichts-Perspektiven*, sondern auch im Sinne von *Inklusion* (vgl. Kap. 2.1) – zur Förderung entsprechender professioneller Handlungskompetenzen im Zentrum steht (zur Übersicht s. Meschede, Hartinger & Möller, 2020; Simon, 2020). Die große Mehrheit der Studien zur Professionalität von Sachunterrichtslehrkräften fokussiert auf eine der Perspektiven, zumeist auf die naturwissenschaftliche (z.B. Haslbeck, Lankes, Kohlauf & Neuhaus, 2019; Heran-Dörr, 2006; Schmidt, 2015). Durch die in dem seit kurzem existierenden „Qualitätsrahmen Lehrerbildung Sachunterricht und seine Didaktik“ (GDSU, 2019) formulierten Empfehlungen für einen perspektivenübergreifenden bzw. vernetzenden Qualifikationsbereich im Studium steigt die Notwendigkeit, die Wirksamkeit perspektivenvernetzender universitärer Lehrveranstaltungen zu beforschen. Ähnliches gilt für Professionalisierungsansätze in Bezug auf Inklusion im Sachunterricht: Die Thematisierung von „Chancen und Herausforderungen eines inklusiven Sachunterrichts“ und die „Vermittlung sachgerechter Lernstrategien für heterogene und inklusive Lerngruppen“ sollten Teil der Ausbildung von Sachunterrichtslehrkräften sein (KMK, 2008, in der Fassung von 2019, S. 67). Simon (2020, S. 83) fordert aufgrund mangelnder sachunterrichtsspezifischer Studien zur inklusionsbezogenen Lehrkräfteprofessionalisierung u.a. die Beforschung von Professionalisierungsmaßnahmen an Hochschulen.

Dem Lernen an außerschulischen Lernorten wohnt das Potenzial inne, dem Anspruch eines vielperspektivischen, inklusiven Sachunterrichts gerecht zu werden (vgl. Kap. 2.2). Um dieses lernwirksam zu gestalten, benötigen (angehende) Grundschullehrkräfte spezifische professionelle Handlungskompetenzen (vgl. Kap. 3). Zur Entwicklung jener existieren erste Konzeptionen und eine entsprechende Beforschung in anderen

Fachdidaktiken (u.a. Lübke & Schütt, 2019; Renner, 2020; Seckelmann & Hof, 2020), für die Aus- und Weiterbildung von Sachunterrichtslehrpersonen jedoch bislang nicht.

Daher wurde in Kooperation zweier Fachdisziplinen der Bergischen Universität Wuppertal ein Seminar für angehende Sachunterrichtslehrkräfte entwickelt und erprobt, in dessen Zentrum die Planung, Durchführung und Nachbereitung einer Exkursion im vielperspektivischen, inklusiven Sachunterricht steht. In diesem Beitrag wird das entwickelte Kurskonzept vorgestellt, indem es zunächst fachlich und didaktisch eingeordnet wird. Im Anschluss an einen Überblick über die benötigten spezifischen professionellen Handlungskompetenzen werden das Kohärenzkonzept, die Lernziele und die Sitzungsphasen erläutert, die Begleitforschung vorgestellt sowie die Ergebnisse präsentiert und diskutiert.

2 Fachliche und didaktisch-methodische Verortung des Lehrkonzepts

2.1 Vielperspektivischer und inklusiver Sachunterricht

Bildungsziel des Sachunterrichts an Grundschulen ist es, Schüler*innen dazu zu befähigen, ihre plurale Lebenswelt selbstständig zu erschließen, sich in ihr zurechtzufinden, sie mitzugestalten und Zusammenhänge (besser) zu verstehen (vgl. GDSU, 2013, S. 9). Daraus ergibt sich ein Alleinstellungsmerkmal des Faches (vgl. Meschede et al., 2020, S. 541): Es hat zahlreiche Bezugsfächer, die im Perspektivrahmen Sachunterricht zu fünf Perspektiven – der naturwissenschaftlichen, technischen, geographischen, historischen und sozialwissenschaftlichen Perspektive – zusammengefasst werden (GDSU, 2013). Um einen ganzheitlichen „Blick auf die Sache“ zu gewährleisten, sollten Themen im Unterricht bestenfalls vielperspektivisch erarbeitet und die einzelnen Perspektiven miteinander verknüpft werden, ohne nur additiv nebeneinander zu stehen (Gaedtke-Eckardt, 2011, S. 22). Der Begriff „Vielperspektivität“ wurde durch die Arbeiten von Köhnlein (1990) und Kahlert (1994) geprägt, wird je nach Verständnis jedoch sehr verschieden ausgelegt (zur Übersicht vgl. Lauterbach, 2017, S. 13ff.; Thomas, 2013, S. 108ff.). Im Sinne von Hempel (vgl. 2007, S. 23f.), die von einer „doppelten Heterogenität“ des Sachunterrichts spricht, ist in diesem Beitrag mit Viel-/Multiperspektivität nicht nur die angesprochene Fächerintegration gemeint, sondern auch das Einbeziehen vielfältiger Fragen, Interessen und Sichtweisen der Lernenden sowie diverser Arbeits-, Denk- und Zugangsweisen zu den Lerninhalten, die auf ebenfalls sehr heterogenen Erkenntniswegen beruhen (u.a. Köhnlein, Marquardt-Mau & Schreier, 1999).

Jene Vielperspektivität impliziert auch „eine Grundorientierung in Richtung auf Inklusion“, die eine „Bildung für alle an allem“ (Hinz, 2011, S. 34) begünstigt. Im Kontext der beschriebenen Seminarkonzeption wird inklusiver Sachunterricht als „guter individualisierender und kommunikativer Sachunterricht mit besonderem Augenmerk auf den sachbezogenen Austausch der Kinder untereinander“ (Kaiser & Seitz, 2017, S. 8) verstanden. Als zentrale Prinzipien, die den Unterricht bereichern, werden hier beachtet: Personalität (Anerkennung jeder Persönlichkeit; Anknüpfung an individuelle Lernvoraussetzungen), Sozialität (kooperatives und dialogisches Lernen mit- und voneinander), Komplexität und Flexibilität (differenzierende und offene Lernanregungen; flexible Nutzung von Lernräumen) sowie ästhetische und körperbasierte Zugangsweisen (z.B. Lernen mit allen Sinnen) (vgl. Kaiser & Seitz, 2017, S. 10ff.).

Um der „Heterogenität der Sache“ und der „Heterogenität der Lernenden“ zu begegnen, bietet sich das Aufsuchen außerschulischer Lernorte bzw. das Durchführen von Exkursionen aus mehreren Gründen an, die nachfolgend beschrieben werden.

2.2 Exkursionen im (inklusiven) Sachunterricht

Außerschulisches Lernen ist im Sachunterricht traditionell fest verankert. Schon im Heimatkundeunterricht, einem Vorläufer des heutigen Sachunterrichts, waren Erkundungen der nahen Umgebung ein wichtiger Bestandteil, um unter anderem „Erfahrungen und Erlebnisse zu vermitteln und die Kinder zu einer ersten Klärung und Ordnung dieser […] zu führen, […] und sachgemäße Darstellungsweisen anzubahnen“ (Lichtenstein-Rother, 1969, S. 153).

Auch die Ziele des (inklusiven) Sachunterrichts von heute (GDSU, 2013; Kaiser & Seitz, 2017) können durch das Lernen an außerschulischen Orten äußerst gut erreicht werden, sodass es nicht verwundert, dass in den Kompetenzerwartungen an Schüler*innen und auch an die Lehrkräfte im Perspektivrahmen Sachunterricht an mehreren Stellen darauf Bezug genommen wird (vgl. GDSU, 2013, u.a. S. 26, 155). Originalbegegnungen haben nicht nur einen direkten Lebensweltbezug und generieren Erfahrungen, sondern sie können aufgrund ihrer Authentizität und selbstbestimmten Lernaktivitäten vor Ort situationales Interesse generieren, Fragen und Staunen der Kinder provozieren sowie nachhaltiges Lernen ermöglichen (Nießeler, 2015; Ohl & Neeb, 2012). Blaseio (vgl. 2016, S. 267) betont in dem Zusammenhang, dass Lerngegenstände wie „der Bach“ oder „der Wald“ nicht in das Klassenzimmer geholt werden könnten, ohne an didaktischer Bedeutsamkeit zu verlieren. Durch Exkursionen werden nicht nur fachwissenschaftliche, sondern auch methodische und soziale Kompetenzen gefördert, weil vielfältige Zugangs- und Arbeitsweisen wie Untersuchen oder Sammeln sowie kooperative Lernformen eingesetzt werden können (vgl. Blaseio, 2016, S. 272ff.; Stolz & Feiler, 2018, S. 17). Diese Aspekte in Kombination mit vielen Möglichkeiten für offenes und individuelles Lernen sind auch die Hauptgründe, warum außerschulisches Lernen für inklusive Lerngruppen empfohlen wird (u.a. Baar & Schönknecht, 2018; Lübke & Schütt, 2019).

3 Professionelle Handlungskompetenzen im Seminarkontext

Die Umsetzung von Exkursionen in der Schulpraxis scheitert nicht nur an Rahmenbedingungen, sondern auch an unzureichenden Kompetenzen der Lehrpersonen (Guderian, 2007; Heynoldt, 2016; Lößner, 2011), auf die nachfolgend eingegangen wird. Da durch das hier vorgestellte Seminarkonzept angestrebt wird, diese zu verbessern, wird an dieser Stelle zusammengefasst, welche spezifischen professionellen Handlungskompetenzen Sachunterrichtslehrkräfte benötigen, um vielperspektivische, inklusive Exkursionen zielgruppenrecht und lernwirksam umzusetzen. Dabei wird vermehrt auf Empfehlungen aus anderen Fachdidaktiken zurückgegriffen, weil es in diesem Kontext an sachunterrichtsspezifischer Forschung mangelt. Die beschriebenen Kompetenzen sind besonders für Exkursionen an einen Lernort ohne primären Bildungsauftrag (vgl. Baar & Schönknecht, 2018, S. 22f.), wie es im Seminar der Fall ist, wichtig, da die Lehrpersonen dafür nicht auf ein bestehendes pädagogisch-didaktisches Konzept (z.B. einer Zooschule) zurückgreifen können (vgl. Blaseio, 2016, S. 277).

Aufgrund der Komplexität und Vielgestaltigkeit außerschulischer Lernorte benötigen Lehrkräfte ein *vielperspektivisches Fachwissen* zum Exkursionsziel (vgl. Brovelli, von Niederhäusern & Wilhelm, 2011, S. 349), das „die Grundlage für fachdidaktische Beweglichkeit“ ist (Baumert & Kunter, 2006, S. 496). Ohne Fachwissen können z.B. alternative Vorstellungen von Schüler*innen nicht erkannt und Lernaufgaben nicht gestaltet werden, um einen *Conceptual Change* anzubahnen (u.a. Lange, Ohle, Kleickmann, Kauertz, Möller & Fischer, 2015).

In Bezug auf das fachdidaktische Wissen spielen für Exkursionen das *Wissen über Schüler*innen(fehl-)vorstellungen* und das *Wissen über geeignete fachspezifische Vermittlungs- und Unterrichtstrategien* eine wesentliche Rolle. Letzteres wird u.a. zur Er-

klärung von Fachinhalten vor Ort sowie für das Konzipieren motivierender, lernwirksamer Forschungsaufträge benötigt (vgl. Brovelli et al., 2011, S. 346ff.). In Bezug auf inklusive Lerngruppen sollten Lehrkräfte in der Lage sein, Settings zu gestalten, in denen Erfahrungen individuellen Fortschritts und positive Könnenserfahrungen möglich sind. Dafür sind Wissen über Differenzierungsmöglichkeiten – z.B. verschiedene Zugangsweisen zu Lerngegenständen, gestufte Aufgabenformate, Einsatz kooperativer, handlungsorientierter Lernformen – und „Mut zur Offenheit" nötig (u.a. Hempel & Kohlscheen, 2011, S. 55). Aufgrund der Komplexität des Lernorts sowie des (teils) offenen, gering strukturierten Lehr-Lern-Arrangements können schneller Fehlkonzepte entstehen (u.a. Guderian, 2007). Diese sollten von Lehrpersonen erkannt sowie in einer ausführlichen Vor- und Nachbereitung der Exkursion im Unterricht aufgegriffen werden, um einen *Conceptual Change* zu ermöglichen (vgl. von Niederhäusern, Brovelli, Fuchs & Rempfler, 2012, S. 153f.). Um die Lernenden – aufbauend auf dem am außerschulischen Lernort generierten situationalen Interesse – in der Nachbereitungsphase dabei zu unterstützen, langfristiges, persönliches Interesse zu entwickeln, benötigen Lehrpersonen laut von Niederhäusern et al. (vgl. 2012, S. 154) sowohl Fachwissen als auch fachdidaktisches und pädagogisches Wissen (Baumert & Kunter, 2006).

Im Bereich *(inklusions-)pädagogischer Kompetenzen* betonen Brovelli et al. (vgl. 2011, S. 344ff.) zudem die Fähigkeit der Lehrer*innen zur Prävention von und zum Umgang mit Störungen, die aufgrund der Komplexität und „Neuheit" des außerschulischen Lernortes auftreten können. So kann die kognitive Belastung vor Ort z.B. durch Strukturierungshilfen oder eine inhaltliche und konzeptionelle Vorbereitungsphase reduziert werden (vgl. von Niederhäusern et al., 2012, S. 154f.).

Auch *motivationale Orientierungen*, wie *Interesse* und *Selbstwirksamkeitserwartungen* (SWE), sind für das unterrichtliche Handeln im Kontext von Exkursionen und Inklusionsprozessen relevant (vgl. Brovelli et al., 2011, S. 349f.; Götz, Hauenschild, Greve & Hellmers, 2015, S. 34; Renner, 2020, S. 109ff.). SWE können allgemein als „subjektive Gewissheit, neue oder schwierige Anforderungssituationen auf Grund eigener Kompetenzen bewältigen zu können" (Schwarzer & Jerusalem, 2002, S. 35), beschrieben werden. Lehrpersonen mit hohen Lehrer*innen-SWE, die sich speziell auf Kompetenzen zur Bewältigung zukünftiger Herausforderungen in der (unterrichtlichen) Berufspraxis beziehen und situations- und domänenspezifisch sind, zeigen u.a. höheren Unterrichts-Enthusiasmus, mehr Leistungsbereitschaft sowie Offenheit für neue Lehrstrategien und unterrichten reflektierter, kognitiv anspruchsvoller und innovativer (Rabe, Meinhardt & Krey, 2012; Schwarzer & Jerusalem, 2002; Tschannen-Moran, Woolfolk Hoy & Hoy, 1998). So werden z.B. inklusionsbezogene SWE u.a. als Prädikator für Bemühungen zur Gestaltung inklusiver Lernsettings gesehen (Lübke, Meyer & Christiansen, 2016). Renner (vgl. 2020, S. 111ff.) unterscheidet in Bezug auf geographische Exkursionen zwischen Lehrer*innen-SWE zur Planung, Durchführung und Auswertung, die durch primäre (eigene Handlungen und stellvertretende Erfahrungen), sekundäre (z.B. verbale und emotionale Erfahrungen) sowie neue Erfahrungsquellen beeinflusst werden können (Bandura, 1997; Rabe et al., 2012; Tschannen-Moran et al., 1998). Mit den SWE hängt das Interessenskonstrukt zusammen (vgl. u.a. Krapp & Ryan, 2002, S. 56ff.), das nach der Person-Gegenstandstheorie als eine besondere Beziehung zwischen einer Person und einem Gegenstand beschrieben wird und ebenfalls domänenspezifisch ist (Krapp, 1999, S. 397f.; s. auch Kap. 5).

Um (angehende) Lehrkräfte beim Erwerb jener Kompetenzen zu unterstützen, wird u.a. empfohlen, Exkursionen im Studium selbst zu erleben, sie modellhaft durchzuführen, Studien zu thematisieren, Lernarrangements zu planen, die Erfahrungen auf einer Metaebene zu reflektieren und Unterrichtserfahrungen an außerschulischen Lernorten zu sammeln (u.a. Brovelli et al., 2011). Mehrere dieser Empfehlungen wurden bei der nachfolgend beschriebenen Seminarkonzeption berücksichtigt.

4 Seminarkonzept und Durchführungshinweise

4.1 Curricularer Kontext

Das vorgestellte Seminar ist eine Teilveranstaltung (zwei SWS) des Pflichtmoduls „Multiperspektivität im Sachunterricht und fachliche Zugänge zu den Gesellschaftswissenschaften“ (acht SWS, acht Leistungspunkte) im Teilstudiengang „Master of Education Sonderpädagogische Förderung – Lernbereich Natur- und Gesellschaftswissenschaften (Sachunterricht)“. Die Veranstaltung, welche im Winter- und Sommersemester angeboten wird, kann von maximal 30 Studierenden je Durchgang belegt werden. Zu den Inhalten des Seminars heißt es im Modulhandbuch unter anderem:

> „[…] Die verschiedenen Systematiken der am Sachunterricht beteiligten Fächer werden einerseits differenziert betrachtet, andererseits wird angestrebt, zu einer integrierten Sichtweise zu gelangen. So werden fachliche und methodische Zugangsweisen bei der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung und Konzeptionierung erarbeitet und die unterschiedlichen Sichtweisen bei der Erfassung und Erklärung gesellschaftlicher Wirklichkeit vermittelt. Auf Grundlage der erarbeiteten Erkenntnisse soll die Multiperspektivität des Sachunterrichts als besondere Stärke und Chance des Faches vermittelt werden.“ (Bergische Universität Wuppertal, 2017, S. 5)

Der Kurs ist zudem auch für interessierte Bachelor- und Masterstudierende des „Regelschullehramts“ Sachunterricht geöffnet, da die von ihnen zu absolvierenden Studiengänge nicht als integrative, sondern als fach- oder lernbereichsbezogene Studiengänge zu bezeichnen sind, bei denen der Studienschwerpunkt auf einer oder zwei Sachunterrichtsperspektiven liegt (Schilling, Beudels, Kuckuck & Preisfeld, 2021).

4.2 Kohärenzkonzept

Nachfolgend werden die vier Vernetzungsebenen vorgestellt, die das Gerüst der Seminarkonzeption darstellen. Alle Ebenen sind zunächst nach Mayer et al. (vgl. 2018, S. 11) einer horizontalen Vernetzungsrichtung zuzuordnen, wobei es hier darum geht, Elemente innerhalb der ersten Ausbildungsphase der Lehrpersonenbildung zu verknüpfen. Wie die einzelnen Ebenen in den Seminarsitzungen konkret zum Tragen kommen, ist in Kapitel 4.4 beschrieben.

4.2.1 Kohärenzebene 1: Vernetzung der Sachunterrichts-Perspektiven

Um einem *fragmentierten Fachwissen in Bezug auf die fünf Sachunterrichtsperspektiven* (vgl. Kap. 2.1) entgegenzuwirken (inhaltliche Vernetzung) und in diesem Sinne kohärenzstiftend zu wirken, wurde mit dem Exkursionsziel „Gelpetal“ ein Lernort ausgewählt, dem die Vielperspektivität inhärent ist. Dieses Naherholungs- und Naturschutzgebiet ist gekennzeichnet durch diverse Waldflächen (u.a. Auen- und Laubwald), Nass-, Feucht- und Magerwiesen sowie die natürlich verlaufenden Mittelgebirgsbäche Gelpe und Saalbach. Gleichzeitig gibt es diverse kulturhistorische Zeugnisse der Frühindustrialisierung, wie den restaurierten Käshammer[1] oder Stauteiche, zu entdecken (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, 2013; Viebahn, 2003).

Zudem wurde in Bezug auf den Modellcharakter der Seminarkonzeption bei der Auswahl des Lernkontextes (Wald / Wasser / Wuppertal) darauf geachtet, dass …

- vielfältige Bezüge zum Perspektivrahmen Sachunterricht und den darin formulierten Kompetenzerwartungen gegeben sind; so wird z.B. der Lebensraum Wald dem perspektivenvernetzenden Themenbereich zugeordnet (vgl. GDSU, 2013, S. 73);

[1] Der Käshammer war ein Hammerwerk, welches die Wasserkraft nutzte, um u.a. Roheisen zu Stahl veredeln (Viebahn, 2003).

- ein Einsatz auch in vielen anderen Regionen Deutschlands möglich ist, wobei die (stadtgeographischen) Spezifika natürlich jeweils verschieden sind;
- im Sinne der Ziele des Sachunterrichts an lebensweltliche Erfahrungen, Interessen sowie Vorstellungen der Schüler*innen angeknüpft werden kann, eine hohe Authentizität des Lernortes gegeben ist und vielfältige Zugänge zum Lerngegenstand möglich sind (u.a. GDSU, 2013);
- epochaltypische Schlüsselprobleme (vgl. Klafki, 1992, S. 18ff.) wie Waldsterben oder Wasserverschmutzung mitgedacht werden können.

4.2.2 Kohärenzebene 2: Vernetzung der Professionswissensbereiche

Da im Rahmen dieses Fachdidaktikseminars auch Wissen aus anderen Professionswissensbereichen aufgegriffen wird, ist das angewandte Kohärenzkonzept nach Mayer et al. (vgl. 2018, S. 15f.) dem Typus „Integrationsmodell“ zuzuordnen. Als verbindendes Element zwischen *Fachwissen, fachdidaktischem Wissen und inklusionspädagogischem Wissen* dient die Planung, Durchführung und Nachbereitung einer vielperspektivischen, inklusiven Exkursion in das Gelpetal.

Wie in Kapitel 3 dargestellt, benötigen Lehrkräfte aufgrund der Komplexität außerschulischer Lernorte ein breites *Fachwissen*, in diesem Fall über das Gelpetal in seiner Vielgestaltigkeit (vgl. Kohärenzebene 1). Um der Tatsache zu begegnen, dass Lehramtsstudierende dem im Studium vermittelten Fachwissen eine eher geringe Relevanz in Bezug auf ihre spätere Berufstätigkeit zuschreiben (Lersch, 2006), wird einerseits durch die Planungsaktivitäten der Studierenden (vgl. Kap. 4.3–4.5) verdeutlicht, dass Fachwissen benötigt wird, um erkenntnisgenerierende Forschungsaktivitäten (vgl. Anhang 2 im Online-Supplement) für eine sachunterrichtliche Exkursion zu konzipieren (vgl. u.a. Lange et al., 2015, S. 26). Andererseits wird Fachwissen (und Methodenkompetenz) zu den drei Kontexten durch Input-Vorträge der Dozierenden und die Anwendung fachspezifischer Arbeitsweisen vermittelt, da fachliche Sicherheit als Voraussetzung für den Einsatz von Exkursionen im Unterricht gilt (Brovelli et al., 2011, S. 348f.).

In Bezug auf *fachdidaktisches Wissen* stehen im Seminar die in Kapitel 3 thematisierten Facetten im Fokus: Wissen über die Methode der Exkursion (inkl. Vor- und Nachbereitung), Wissen über geeignete fachspezifische Arbeitsweisen, Wissen um die Relevanz der Einbeziehung von Schüler*innenvorstellungen und den Umgang mit (auf der Exkursion entstandenen) Fehlvorstellungen. Zur Vermittlung dieses Wissens wird u.a. der Empfehlung für die „Erfahrung einer Exkursion mit wirkungsvollen Lernstrategien“ (Brovelli et al., 2011, S. 346) gefolgt. Weitere Details sind den Kapiteln 4.3 bis 4.5 zu entnehmen.

Auch wenn es in der Seminarbeschreibung des Modulhandbuchs nicht explizit vorgegeben ist, wird aufgrund der o.g. Vorgaben der KMK (2019), der Überschneidungen von „Vielperspektivität“ und „Inklusion“ (s. Kap. 2.1) und der Tatsache, dass „das Thema Inklusion [noch] nicht in der Breite der Sachunterrichtsdidaktik angekommen“ ist (Simon, 2020, S. 82), auch das Thema *Inklusion* mitgedacht und -bearbeitet. Dabei wird ein „breites“ Inklusionsverständnis, welches im Sinne einer „inklusiven Bildung für alle“ (Deutsches Institut für Menschenrechte, 2017, S. 1) verschiedenste Heterogenitätsdimensionen einschließt, verfolgt; der Schwerpunkt liegt aufgrund der primären Zielgruppe des Seminars jedoch auf Schüler*innen mit diagnostiziertem Förder- bzw. Unterstützungsbedarf. Die in Kapitel 2.1 vorgestellten zentralen Prinzipien inklusiven Sachunterrichts spielen in allen Seminarphasen eine Rolle (vgl. Kap. 4.3–4.5 für Details) und hängen u.a. eng mit den gerade vorgestellten Facetten fachdidaktischen Wissens zusammen (z.B. „Warum eignet sich Lernen mit allen Sinnen auf einer Exkursion für inklusive Lernsettings?“).

4.2.3 Kohärenzebene 3: Vernetzung zwischen Ausbildung und beruflichen Anforderungen

Diese Kohärenzebene ist mit allen anderen Vernetzungsebenen verbunden. Damit die Studierenden transferfähiges Wissen und exkursionsdidaktische Handlungskompetenzen erwerben, wurde ein situierter Lernansatz (u.a. Fölling-Albers, Hartinger & Mörtl-Hafizović, 2004) verfolgt. In Anlehnung an den Leitgedanken „Exkursionsdidaktik lehren bedeutet, Studierende lernen lassen, wie sie selbst ‚Lernen vor Ort' anleiten können" (Ohl & Padberg, 2009, S. 5) wurde darauf Wert gelegt, dass möglichst viele Situationen im Kursverlauf Ähnlichkeiten mit späteren unterrichtlichen Gegebenheiten sowie mit Aktivitäten der Lehrkräfte aufweisen. Mehrmals werden handlungsorientierte Lernschleifen (Mattes, 2002, S. 3) durchlaufen, vor allem durch die Vorbereitung (Planungsaktivitäten), Durchführung (Einsetzen fachspezifischer Arbeitsweisen) und Nachbereitung der Exkursion (Präsentation und Sicherung der Ergebnisse, Reflexion). Zudem wird mit Standardwerken, wie dem Perspektivrahmen Sachunterricht (GDSU, 2013), und Handreichungen, wie den Checklisten von Henrichwark (2017), gearbeitet, die in der Berufspraxis zum Einsatz kommen. Auch in der summativen Prüfungsleistung (vgl. Kap. 4.5) werden Kompetenzen abgeprüft, die für die Berufspraxis relevant sind.

4.2.4 Kohärenzebene 4: Kollegiale Vernetzung

„Da es kaum möglich ist, dass Dozierende in allen Bezugsfächern sowie in der Didaktik des Sachunterrichts und in fachübergreifenden Fragen kompetent sind" (Meschede et al., 2020, S. 546), wird im Seminar – wie ebenfalls aktuell von Meschede et al. (vgl. 2020, S. 546) vorgeschlagen – fachdisziplinübergreifend kooperiert. Ein weiterer Grund ist, die Studierenden mit Co- bzw. Teamteaching, das für inklusive Lernsettings empfohlen wird (u.a. Seifert, 2018), vertraut zu machen. Es wird u.a. als chancengerechter, professioneller und effektiver für das Lernen beschrieben (vgl. Kricke & Reich, 2016, S. 10f.).

Das Seminar wird von zwei Dozierenden aus unterschiedlichen Fachdidaktiken im Co-Teaching (vgl. Kricke & Reich, 2016, S. 42ff.) geleitet. Eine Dozierende bringt Expertise für die naturwissenschaftliche und technische Perspektive des Sachunterrichts (Fachwissenschaft & Fachdidaktik) mit, die andere Dozierende für die historische, geographische und sozialwissenschaftliche Perspektive (Fachwissenschaft & Fachdidaktik). Diese Form der Kohärenz ist nach Mayer et al. (vgl. 2018, S. 15f.) dem „Teamteaching-Modell" zuzuordnen, bei dem mindestens zwei Lehrende aus unterschiedlichen Bereichen teilweise oder gänzlich (hier: Einstiegs- und Abschlusssitzungen sowie die Exkursion) eine Lehrveranstaltung gemeinsam durchführen. Bei der gemeinsamen Konzeption des Kurses wurde zusätzlich eine Expertin für das Lernen in inklusiven Gruppen konsultiert, welche zudem langjährige Erfahrungen als Grundschullehrerin und Schulleiterin hat.

4.3 Lernziele

Das übergeordnete Ziel des Seminars ist es, die professionellen Handlungskompetenzen der Lehramtsstudierenden bezüglich der Planung, Durchführung und Nachbereitung einer Exkursion im inklusiven, vielperspektivischen Sachunterricht zu stärken. Nachfolgend sind die Feinlernziele dargestellt, bei deren Formulierung besonders Wert auf die Einbeziehung der beschriebenen Kohärenzebenen gelegt wurde.

Die Studierenden können …

- den vielperspektivischen Charakter des Faches Sachunterricht anhand des konkreten Beispiels „Gelpetal" durch Input-Einheiten der Lehrenden, Arbeit mit dem Perspektivrahmen (GDSU, 2013) und Lehrplan (MSW NRW, 2008) sowie die Erfahrungen auf der Exkursion ableiten und skizzieren. Dabei erweitern und/oder

vertiefen sie ihr Fachwissen zu den Inhaltsfeldern Wasser, Wald und Wuppertal in Bezug auf die fünf Perspektiven des Sachunterrichts;

- Aspekte nennen, die bei der Planung, Durchführung und Nachbereitung einer sachunterrichtlichen Exkursion – auch unter Gesichtspunkten von Inklusion – beachtet werden sollten, indem sie in Kleingruppen Literatur sichten, die Ergebnisse in Kurzreferaten präsentieren, sich auf der Exkursion das Gelernte erneut bewusst machen und über die gewonnenen Erkenntnisse im Gruppengespräch diskutieren;
- planen, wie ein außerschulischer Lernort im inklusiven Sachunterricht vielperspektivisch, binnendifferenziert, kooperativ und handlungsorientiert erkundet werden kann, indem sie Forschungsaufgaben für eine fiktive heterogene Lerngruppe entwickeln und dabei auf ihr Professionswissen zurückgreifen;
- sich neben der Lehrendenperspektive auch in jene der Lernenden hineinversetzen, indem sie die entwickelten Arbeitsaufträge auf der Exkursion in der Rolle von Schüler*innen erproben; aus den eigenen Erfahrungen leiten sie Wissen über und Verständnis für individuelle Lernprozesse sowie Fördermöglichkeiten ab;
- fachspezifische Arbeitsweisen (wie z.B. Bestimmen mit Bestimmungsbüchern und/oder -apps; Umgang mit Kompass, Thermometer etc.) selbst anwenden, um damit Fachwissen und Wissen über fachspezifische Vermittlungsstrategien für den Sachunterricht zu generieren;
- im Team kooperieren und andere Meinungen akzeptieren, indem sie sich während aller Phasen des Seminars (inkl. Prüfungsleistung) in Kleingruppen- und Partnerarbeit untereinander austauschen, Aufgaben gerecht aufteilen und gemeinsam nach Problemlösungen suchen. Dadurch erkennen sie die Vorteile, die Notwendigkeit und potenzielle Schwierigkeiten von Kooperation in ihrem Berufsfeld.

4.4 Seminarablauf

Da der Master-Teilstudiengang 2017 neu eingerichtet wurde, erfolgte die Erarbeitung des Seminarkonzepts im Sommersemester (SoSe) 2017 und eine erste Erprobung im Wintersemester (WiSe) 2017/2018. Auf Basis der Rückmeldungen aus der standardisierten Lehrveranstaltungsevaluation der Universität und der Ergebnisse der eigenen Begleitforschung (vgl. Kap. 5) wurde der Seminarablauf abgeändert und die weiterentwickelte Kursvariante im SoSe 2018 erprobt. Die nachfolgend dargestellten Phasen beziehen sich auf die weiterentwickelte Variante. Wie in Abbildung 1 auf der folgenden Seite dargestellt, bildet die vierstündige Exkursion, welche durch neun 90-minütige Sitzungen vorbereitet wird, das zentrale Element des Seminars. Nach der Exkursion finden ein Reflexions- und Nachbereitungstermin sowie eine den Kurs abschließende Sitzung statt. Umrahmt werden die zwölf Sitzungen von einer Prä- und Post-Studierendenbefragung.

Eine Darstellung des Seminarablaufs im WiSe 2017/2018, bei dem die Lernziele – bezogen auf die Inhalts-, jedoch nicht auf die Verhaltenskomponenten – sowie die Kohärenzebenen und die summative Prüfungsleistung (vgl. Kap. 4.5) identisch waren, ist Anhang 1 im Online-Supplement zu entnehmen. Diese Beschreibung ist im Hinblick auf die vergleichenden Ergebnisse der Begleitforschung wichtig.

4.4.1 Planung und Vorbereitung des Seminars

Gerade bei Lehrveranstaltungen, in denen im Team gelehrt wird, ist es wichtig, sich frühzeitig über die jeweiligen Lehrphilosophien sowie Vorstellungen zum Teamteaching auszutauschen und darauf aufbauend die Seminarkonzeption anzulegen (vgl. Kricke & Reich, 2016, S. 111ff.). Die beiden beteiligten Dozierenden sowie die o.g. Expertin kamen folglich in mehreren Planungstreffen zusammen, um Lernziele, Inhalte, Ablauf und Prüfungsleistung des Seminars festzulegen (vgl. Abb. 1 und die folgenden Abschnitte).

Bei der Ausgestaltung der Phasen wurde auf Lerner*innenzentrierung Wert gelegt, bei der die Studierenden aktiv und im Austausch miteinander Wissen konstruieren und die Lehrenden als Lernbegleiter*innen fungieren (Reinmann & Mandl, 2006).

Die Auswahl des Exkursionsgebietes, das nach Baar & Schönknecht (vgl. 2018, S. 22f.) einem Lernort ohne primären Bildungsauftrag zugeordnet werden kann, erfolgte vor allem aus den in Kapitel 4.2.1 genannten Gründen, aber auch aufgrund der Nähe zum Universitätscampus. Es ist fußläufig zu erreichen, sodass Reisekosten und Zeit eingespart werden. Der Erfolg einer Exkursion ist maßgeblich von einer angemessenen Vorbereitung durch die Lehrenden abhängig (vgl. Baar & Schönknecht, 2018, S. 90ff). Daher wurde auch eine Vorexkursion gemacht, um sich einen Überblick über den Exkursionsraum zu verschaffen und eine Route für die Exkursion – angepasst an die didaktischen Ziele und die Lerngruppe – auszuarbeiten (vgl. Stolz & Feiler, 2018, S. 61). Der Routenverlauf wurde durch die zur Verfügung stehende Zeit für die Exkursion (240 min) und geeignete Standorte zum Anwenden fachspezifischer Arbeitsweisen ausgewählt. Dazu gehörten das Vorhandensein von Spuren historischen Wirtschaftens, einfachen Zugängen zum Bachlauf für die Forschungsaufträge mit fließendem Wasser, markanten Aufschlüssen im Gelände (anstehendes Grundgestein, freigelegte Bodenprofile) und unterschiedlichen natürlichen sowie von Menschen angelegten Pflanzengesellschaften.

Eine Woche vor der ersten Seminarsitzung wird zudem über das Nachrichtenforum des Kurses (Lernplattform *Moodle*) der Link zum Online-Prä-Fragebogen (detaillierte Informationen dazu s. Kap. 5.2) an die Kursteilnehmenden geschickt.

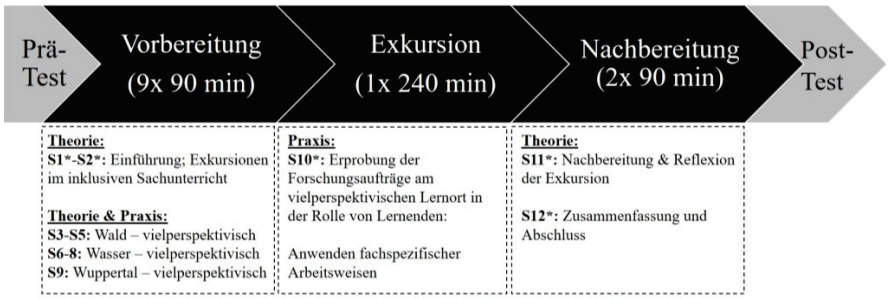


Abbildung 1: Ablauf und Inhalte des Seminars im SoSe 2018. In den mit Sternchen (*) markierten Sitzungen sind beide Dozierenden anwesend. (eigene Darstellung)

4.4.2 Seminarphase 1: Einführung und Vorbereitung der Exkursion

Ziel der ersten beiden Seminarsitzungen ist es, Transparenz zu schaffen, sich kennenzulernen und in das Thema des Seminars einzusteigen (vgl. Macke, Hanke, Viehmann-Schweizer & Raether, 2016, S. 93f.; Meyer, 2011, S. 122ff.). Daher stellen die beiden Dozierenden zunächst die Lernziele, die Inhalte, den Ablauf, das eingesetzte Konzept des Teamteachings (s. Kohärenzebene 4) und die Erwartungen an die Kursteilnehmer*innen vor. Dazu gehört auch – dem Modell des *Constructive Alignments* (Biggs & Tang, 2011) folgend – die Vorstellung und Besprechung der Prüfungsleistung (s. Kap. 4.5).

Zum Einstieg in das Seminarthema folgen kurze, mit Präsentationsfolien unterstützte Input-Einheiten der Lehrenden zum vielperspektivischen, inklusiven Sachunterricht sowie zur Methode der Exkursion (jeweils Definitionen mit einigen Charakteristika). Daran anknüpfend wird auf den Termin der Exkursion verwiesen, es wird Organisatorisches (z.B. Treffpunkt, mitzubringende Materialien) besprochen und erläutert, welche Inhalte und Aufgaben bis dahin vorbereitend im Seminar bearbeitet werden.

Darauf aufbauend wechseln die Studierenden bis zum Ende der zweiten Sitzung in eine aktiv-ko-konstruktive Kleingruppenarbeit, in der auch Kooperation geübt wird, die als wichtige Quelle für gelingende Inklusion an Schulen gesehen wird (Lütje-Klose & Urban, 2014).

Teil 1: Mithilfe bereitgestellter Handreichungen für Lehrpersonen (v.a. Henrichwark, 2017) und Recherche in Publikationsdatenbanken auf eigenen mobilen Endgeräten wird erarbeitet, was es bei der Planung (Gruppe 1), Durchführung (Gruppe 2) und Nachbereitung (Gruppe 3) von Exkursionen mit inklusiven Lerngruppen im Sachunterricht zu beachten gilt. Weitere Gruppen fokussieren sich auf Möglichkeiten der Differenzierung und Individualisierung (z.B.: „Wie kann interessegeleitetes Arbeiten ermöglicht werden?“, „Wie können Kinder mit eingeschränkten sprachlichen oder körperlichen Fähigkeiten gefördert und gefordert werden?“). Die Ergebnisse werden stichpunktartig auf Postern festgehalten (vgl. Abb. A3a im Online-Supplement) und den anderen Sitzungsteilnehmer*innen im Anschluss vorgestellt. Wichtig ist es an dieser Stelle, die Studierenden zu ermuntern, direkt nach jedem Kurzvortrag Rückfragen zu stellen, sodass es zu weiterführenden Diskussionen und nicht nur zu einer passiven Rezeption der Inhalte kommt (vgl. Zumbach & Astleitner, 2016, S. 39).

Teil 2: Im zweiten Teil der Sitzung findet in denselben Studierendenteams ein Brainstorming statt: Sie überlegen, welche Fachinhalte innerhalb der Seminarkontexte Wasser, Wald und Wuppertal im Sachunterricht eine Rolle spielen könnten, und ordnen diese den fünf Perspektiven (GDSU, 2013) zu. Im Folgenden werden zwei Beispiele gegeben:

> *Sozialwissenschaftliche Perspektive (Wasser): Wirtschaftsfaktor Wasser; Krieg um/Umgang mit Ressourcen; Produkte und Berufe rund um das Thema Wasser; Umweltschutz etc.*
>
> *Naturwissenschaftliche Perspektive (Wuppertal): Lebewesen & Ökosysteme in Wuppertal (z.B. Lebensraum Wupper oder Gelpetal, Zoo, Botanischer Garten); Luftverschmutzung durch Industrie und Verkehr etc.*

Anschließend identifizieren die Studierenden entsprechende Stellen im Lehrplan Sachunterricht (MSW NRW, 2008) und im Perspektivrahmen Sachunterricht (GDSU, 2013). Die Ergebnisse werden kurz im Plenum vorgestellt. Beide Arbeitsphasen sollen auch dazu dienen, die Relevanz der Seminarinhalte für die Berufspraxis zu verdeutlichen (vgl. Kap. 4.2.3). Beide Dozierenden stehen in diesen Phasen mit ihrer jeweiligen Expertise für Fragen und Anregungen zur Verfügung und leiten die Gespräche im Plenum.

In den Sitzungen drei bis neun wird die Exkursion in das Gelpetal im Detail vorbereitet: Da die Studierendenteams je Kontext (Wald, Wasser und Wuppertal) einen Forschungsauftrag für eine fiktive inklusive Lerngruppe im Sachunterricht entwickeln und auf der Exkursion in der Rolle von Lernenden erproben sollen, werden die Kontexte nacheinander behandelt. Bevor jeweils die detaillierte Erstellung der Aufgaben beginnt, werden im Plenum je Kontext fachwissenschaftliche und fachdidaktische Grundlagen präsentiert und gemeinsam besprochen. Dies beinhaltet: örtliche Gegebenheiten am Lernort Gelpetal (z.B. Informationen zum Mittelgebirgsbach Gelpe); Relevanz der Erhebung und Einbeziehung von Schüler*innen-Kognitionen und -Interessen (am Beispiel Wasserräder; eigene Vorstellungen zeichnen und analysieren; vgl. Abb. A3b) sowie potenziellen -Forschungsfragen (z.B. „Wie alt ist der Baum?“); Fachwissen, das zur Beantwortung solcher Fragen benötigt wird (z.B. „Was ist Holz und wie entsteht es?“); Einblicke in fachspezifische Arbeitsweisen zur Beantwortung der Fragen auf Exkursionen (z.B. Bauen und Erproben von Wasserrädern; vgl. Abb. A3c–e; Betrachten und Zählen von Jahresringen) sowie Möglichkeiten der Differenzierung und Individualisierung der Forschungsaufträge anhand von Beispielen (u.a. Lernen mit allen Sinnen im Wald) und Praxismaterialien (z.B. „Die kleine Waldfibel“ in drei verschiedenen Ausführungen, u.a. in einfacher Sprache; Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2015). Je nach Schwerpunkt der Sitzung wird sie entweder von der Dozierenden mit Expertise für

Naturwissenschaften und Technik oder der Dozierenden mit Expertise für die Gesellschaftswissenschaften geleitet.

Bei der Erstellung der Forschungsaufträge für die Exkursion (für Beispiele s. Anhang 2 im Online-Supplement) sollen die Studierenden das theoretisch Erlernte praktisch anwenden, d.h., ausgehend von einer möglichen Frage von Schüler*innen überlegen, mithilfe welcher Vermittlungsmethoden/Arbeitsweisen diese beantwortet werden können, und dabei Differenzierungsmöglichkeiten beachten. Dies wird in Form von Arbeitsblättern und zusätzlichen Notizen (potenzielle Lernziele; Sachunterrichts-Perspektiven) festgehalten. Die Dozent*innen stehen in dieser Arbeitsphase als Berater*innen zur Verfügung und geben vor Beginn der Exkursion über den Lernraum schriftliches Feedback dazu, damit die Teilnehmer*innen noch Änderungen vornehmen können.

4.4.3 Seminarphase 2: Durchführung der Exkursion

Für die vierstündige Exkursion in das Gelpetal wurde eine Kombination aus einer „problemorientierten Überblicksexkursion“ und einer „handlungsorientierten“ bzw. in Teilen „konstruktivistischen Arbeitsexkursion“ (vgl. Stolz & Feiler, 2018, S. 25ff.) gewählt, um verschiedene Lerntypen anzusprechen und Vorteile der jeweiligen Exkursionstypen zu nutzen (vgl. Stolz & Feiler, 2018, S. 40). Ersterer Typ wird gerade zu Beginn der Route eingesetzt, um den Lernort gemeinsam zu erschließen. Der Fokus liegt jedoch auf dem Typ „Arbeitsexkursion“, da die Studierenden dabei deutlich mehr Möglichkeiten zur Selbststeuerung, zur Kooperation und Kommunikation haben und durch die Handlungsorientierung Wissen aktiv konstruiert werden kann (Ohl & Neeb, 2012; Stolz & Feiler, 2018).

Am Startpunkt der Exkursion werden an die Gruppen noch benötigte Materialien wie GPS-Empfänger, Kompass, Lupengläser etc. ausgegeben. Pro Gruppe sollten mindestens eine (Smartphone-)Kamera, ein Paar Gummistiefel, die erarbeiteten Forschungsaufträge und Notizblock mit Stiften vorhanden sein.

Gemeinsam wird zu einem ersten, durch die Vorexkursion festgelegten Standort am Mittelgebirgsbach Gelpe gewandert. Dort wird zunächst über erste Sinneserfahrungen, die auf dem Weg bis dorthin gemacht wurden, gesprochen. Diese werden mit Blick auf eine inklusive Exkursion (Lernen mit allen Sinnen; vgl. Kaiser & Seitz, 2017, S. 21f.) diskutiert. Eine der Sinneserfahrungen ist die steile Hangneigung, und es kann – mithilfe der Informationen aus der Vorbereitungsphase – überlegt werden, welche Chancen, aber auch Schwierigkeiten sich dadurch für inklusiven Unterricht ergeben. So kann z.B. bei schlechtem Sehvermögen die Hangneigung trotzdem „gespürt“ werden, aber es muss auch bedacht werden, wie z.B. Schüler*innen im Rollstuhl teilnehmen können.

An diesem ersten Standort erinnern die beiden Dozierenden mithilfe eines kurzen Impulsvortrags an die in den vorherigen Seminareinheiten schon thematisierte Bedeutung der Gelpe als Energiequelle für den Antrieb von Wasserrädern und die dadurch mögliche Bearbeitung von Eisen und Stahl Anfang des 19. Jahrhunderts (Viebahn, 2003). Die Teilnehmer*innen erhalten die Beobachtungsaufgabe, auf der weiteren Strecke auf Spuren historischen Arbeitens zu achten, also auf Geländeformen, die nicht natürlichen Ursprungs sein können. An entsprechend identifizierten Stellen stoppt die Gruppe, um Vermutungen über die frühere Nutzung aufzustellen. Im Verlauf der Route (Rundweg) werden die Zeichen im Gelände immer auffälliger bis hin zu noch teilweise oder ganz erhaltenen historischen Wirtschaftsgebäuden. Auch hier können individuell Informationen erarbeitet werden. Während einige z.B. lieber den Schleifstein im Original (vgl. Abb. 2a) betrachten und befühlen, studieren und fotografieren andere gerne Informationsschilder (vgl. Abb. 2b; beide auf der folgenden Seite).

Neben diesem für alle geltenden Arbeitsauftrag liegt der Fokus der Exkursion auf dem Erproben der selbst geplanten Forschungsaufträge. Dafür sollten längere Stopps (ein bis zwei) an geeigneten Stellen auf der Exkursionsroute eingeplant werden, sodass sich die Studierenden intensiv und in Ruhe mit der Beantwortung der Forschungsfrage, ihrem

binnendifferenzierten Material und den fachspezifischen Arbeitsweisen auseinandersetzen können. Beispielsweise kann an natürlichen Abbruchkanten im Gelände der Bestimmung von Bodenhorizonten nachgegangen werden, also die Frage geklärt werden, wie der Boden im Wald beschaffen ist und welche Lebewesen dort zu finden sind (vgl. Abb. 2c). An leicht zugänglichen Bachstellen können u.a. Eigenschaften der Gelpe untersucht oder z.B. die Funktion der selbstgebauten Wasserräder erprobt werden (vgl. Abb. 2d–f). Die Ergebnisse und Erkenntnisse in Bezug auf die erstellten Forschungsaufträge werden in Form von Notizen, Fotos und Videos festgehalten, und die Gruppen können schon vor Ort oder spätestens auf dem Weg zurück zum Startpunkt in erste Gespräche und Diskussionen miteinander treten.



Abbildung 2: Zweite Phase des Seminars – Exkursion ins Gelpetal: Erleben seiner Vielperspektivität und Erproben fachspezifischer Arbeitsweisen.
a & b: Arbeit mit Originalobjekten und Quellen (Geschichte & Technik);
c: Beschaffenheit des Waldbodens (Geographie, Naturwissenschaften, Geschichte);
d: Funktionsweise von Wasserrädern (Technik & Naturwissenschaften);
e & f: Lebewesen in der Gelpe und Eigenschaften des Fließgewässers bestimmen (Naturwissenschaften).
Bildquelle: Melanie Beudels

Auf den Wegestücken zwischen den Stopppunkten können ebenfalls fachspezifische Arbeitsweisen erprobt werden, z.B. indem mithilfe eines GPS-Empfängers die Topografie des Geländes erfasst wird. Durch nachträgliche Datenauswertung wird dann ein Geländeprofil erstellt, welches die Sinneserfahrungen visualisiert. Auch weiteren Forschungsfragen, wie z.B. „Welche Pflanzen wachsen am Wegesrand?“, kann nachgegangen werden, indem mit analogen oder digitalen Bestimmungshilfen gearbeitet wird. An auffälligen Stellen am Wegesrand stoppt die Gruppe, und der*die jeweilige Experte bzw. Ex-

pertin verweist in kurzen Input-Vorträgen auf Details und/oder die Relevanz dieser Stellen für die Bearbeitung der Forschungsaufträge. Während der Erprobung der Forschungsaufträge halten sich die Dozierenden zurück, stehen aber für Rückfragen bereit.

Zurück am Startpunkt werden die ausgegebenen Materialien wieder eingesammelt. Die Studierenden werden zur Vorbereitung der kommenden Sitzung darum gebeten, sich zu den folgenden Fragen Notizen zu machen: a) Welches Fachwissen konnte auf der Exkursion gewonnen/erweitert werden? b) Welche der erprobten Aufgaben eignen sich für eine Exkursion mit inklusiven Lerngruppen im Sachunterricht und – wenn ja – warum? Gab es Schwierigkeiten? c) Was hätten Sie auf einer Exkursion im inklusiven Sachunterricht anders gemacht?

4.4.4 Seminarphase 3: Nachbereitung der Exkursion und Abschluss

Die letzten beiden Sitzungen entsprechen einer „analytisch-reflexiven Nachbereitungsphase“, die für fachdidaktische Exkursionen als wichtiger Baustein gesehen wird (vgl. Böing & Sachs, 2007, S. 40). Erlebnisse und Erkenntnisse werden gemeinsam gesichert, reflektiert und diskutiert sowie in Zusammenhänge gebracht, um Rückschlüsse für die eigene Professionalisierung zu ziehen. Dafür stellen die Kleingruppen nacheinander ihre wichtigsten Erkenntnisse zu den eben genannten Fragen a) – c) vor. Auch hier sollte wieder darauf geachtet werden, dass direkt Ergänzungen oder Rückfragen durch die anderen Teilnehmer*innen möglich sind, um einen intensiven Austausch zu gewährleisten (z.B. Diskussion über gefährliche Stellen im Gelände und Umgang damit, Schwierigkeiten während der Beantwortung der Forschungsfragen etc.). Die emotionale Wirkung der Exkursion wird ebenfalls thematisiert, indem die Studierenden verbalisieren, wie sie sich in unterschiedlichen Phasen auf der Route gefühlt haben und was sie daraus in Bezug auf ihre Berufspraxis (Lernprozesse, Inklusion) für Schlüsse ziehen.

In der letzten Sitzung erfolgt eine Zusammenfassung des im Seminar Gelernten im Hinblick auf die anfangs vorgestellten Kursziele. Moderiert durch die Dozierenden und unterstützt durch Präsentationsfolien sind die Studierenden aufgefordert, behandelte fachwissenschaftliche Inhalte, eingesetzte fachspezifische Arbeitsweisen/Vermittlungsmethoden (beides in Bezug auf die Vielperspektivität des Sachunterrichts) sowie Aspekte, die es bei der Vor- und Nachbereitung sowie Durchführungen von Exkursionen mit inklusiven Lerngruppen zu beachten gilt, zu wiederholen und mit den Erlebnissen und Erkenntnissen durch die Exkursion zu verknüpfen. Anschließend werden ausstehende Fragen zur summativen Prüfungsleistung (s. Kap. 4.5) besprochen, und es wird auf die Post-Fragebogenerhebung verwiesen.

4.5 Summative Prüfungsleistung

Dem Modell des *Constructive Alignments* (Biggs & Tang, 2011) folgend und den Forderungen von Studierenden nach mehr Kohärenz zwischen Prüfungsformen und beruflichen Kompetenzen (vgl. Wagener et al., 2019, S. 217f.) entsprechend wurde eine summative Prüfungsleistung gewählt, welche die in den Lernzielen vermerkten Kompetenzen der Teilnehmenden abprüft. Diese sind auch für das spätere Berufsleben relevant (s. Kohärenzebene 3) und werden durch die Aktivitäten im Kurs – wie das Erproben fachspezifischer Arbeitsweisen oder das Reflektieren über Binnendifferenzierungsmaßnahmen – trainiert.

Die Prüfungsleistung besteht aus einer schriftlichen Ausarbeitung von vier bis fünf Seiten plus Anhang (Kurzversion eines Unterrichtsentwurfes), in der ein handlungsorientierter Forschungsauftrag für eine Exkursion im inklusiven, vielperspektivischen Sachunterricht erarbeitet, erprobt und mithilfe von Literatur didaktisch-methodisch begründet sowie reflektiert werden soll. Dabei wird u.a. Folgendes dargestellt: kurze Sachanalyse zum Forschungsauftrag inkl. abgedeckte Perspektiven des Sachunterrichts, Lernziel(e), Rahmenbedingungen der Exkursion, Reflexion des Inklusionsverfahrens

(z.B. ästhetischer Zugang) und der eingesetzten Arbeitsweise, Medien sowie Handlungsalternativen bei möglichen Planabweichungen oder Lernschwierigkeiten.

Um den Studierenden im Sinne der Selbstbestimmungstheorie nach Deci & Ryan (1985) eine gewisse Wahlfreiheit zu lassen, können sie zum einen selbst entscheiden, ob sie die Prüfungsleistung in Einzel- oder Partnerarbeit (dann doppelte Seitenanzahl) anfertigen. So wird auch an dieser Stelle Kohärenzerleben ermöglicht, indem im Team kooperiert und damit Teamteaching für die Berufspraxis geübt wird (vgl. Kohärenzebenen 3 und 4). Zum anderen haben die Teilnehmenden – aus motivationalen Gründen und zur Differenzierung nach Interessen sowie Kompetenzen – die Möglichkeit, anstatt des schriftlichen Entwurfes ein ca. 15-minütiges Video zu erstellen, in dem die oben beschriebenen Aspekte mündlich und bildlich erläutert werden.

Zur Gewährleistung einer kriterienbezogenen Bewertung (vgl. u.a. Macke et al., 2016, S. 146f.) wurde durch das Dozierendenteam in der Planungsphase des Seminars ein Bewertungsbogen mit a) Kriterien, b) je Kategorie (z.B. „Sachanalyse“ oder „berücksichtigter Förderschwerpunkt“) erreichbaren Punkten und c) Kommentarfeldern erstellt (s. Anhang 4 im Online-Supplement).

5 Begleitforschung und deren Ergebnisse

Da Lehrveranstaltungen zur Bereitstellung einer lernförderlichen Umgebung an Lerner*innenvoraussetzungen und -bedarfe anknüpfen sollten (vgl. Zumbach & Astleitner, 2016, u.a. S. 125) und um die anderen Forschungsergebnisse besser interpretieren zu können, wurden bisherige Erfahrungen zu den Seminarschwerpunkten, Erwartungen, Wünsche und persönliche Lernziele abgefragt. Die weitere Begleitforschung bezieht sich auf die ersten beiden von Lipowsky & Rzejak (vgl. 2012, S. 2ff.) beschriebenen Kriterienebenen der Wirksamkeit von Lehrer*innenfortbildungen, die auch auf die erste Phase der Lehrpersonenbildung übertragbar sind. Teilnehmendenreaktionen auf das Seminar werden erhoben, um zu überprüfen, welche persönlichen Lernziele und Erwartungen durch welche Seminarbausteine erfüllt werden können.

Weil bisherige Studien jedoch zeigen, dass es keinen direkten Zusammenhang zwischen einer hohen Akzeptanz und Zufriedenheit der Teilnehmer*innen und der Veränderung professioneller Handlungskompetenzen gibt (u.a. Colquitt, LePine & Noe, 2000; Goldschmidt & Phelps, 2007), ist es wichtig, die „Outputebene“ zu untersuchen. Dies geschieht hier auf der Ebene motivationaler Orientierungen (vgl. Kap. 3), die das unterrichtliche Handeln von Lehrpersonen beeinflussen (Baumert & Kunter, 2006). Es werden einerseits die Veränderungen der Selbstwirksamkeitserwartungen (SWE) bezüglich des Unterrichtens vielperspektivischen Sachunterrichts und der Durchführung (inklusiver) Exkursionen durch die Seminarteilnahme betrachtet, um zu überprüfen, inwieweit das Seminar dazu führt, dass die Teilnehmer*innen sich zukünftig zutrauen, Sachunterricht zu gestalten, der mit der Herausforderung verbunden ist, vielperspektivisch zu sein bzw. die komplexe Methode der Exkursion zu beinhalten bzw. dabei gleichzeitig inklusive Lerngruppen zu beachten.

Andererseits wird das situationale Interesse (Krapp, 1992, S. 749f.) an den Seminarinhalten untersucht. Aus diesem kann sich über Zwischenstufen langfristiges persönliches Interesse entwickeln (vgl. u.a. Hidi & Renniger, 2006, S. 114ff.), dem eine hohe Bedeutung bei der Weiterentwicklung domänenspezifischen Leistungsvermögens und beim Transfer von Inhalten und Innovationen in die Schulpraxis zugeschrieben wird (vgl. Krapp & Prenzel, 2011, S. 32; Trempler, Schellenbach-Zell & Gräsel, 2013, S. 344). In diesem Beitrag werden das emotionale (Gefühle bei einer Interessenshandlung), epistemische (Bedürfnis nach weitergehender Beschäftigung mit dem Interessensgegenstand) und wertbezogene (eingeschätzte Relevanz des Interessensgegenstandes) situationale Interesse separat betrachtet (u.a. Krapp, 1992, 1999; Prenzel, 1988), da eine

Interessensentwicklung i.d.R. nicht stattfindet, wenn nur eine der drei Komponenten positiv erlebt wird (vgl. Krapp, 2007, S. 16f.).

5.1 Fragestellungen

(1) *Lerner*innenvoraussetzungen:* Welche Erfahrungen bezüglich der Seminarschwerpunkte bringen die Teilnehmer*innen mit?

(2) *Erwartungen:* Welche Erwartungen und Wünsche haben sie an den Kurs? Was ist ihr persönliches Lernziel?

(3) *Studierendenreaktionen:* Wurden die Erwartungen und Lernziele erfüllt? Welchen Eindruck haben die Studierenden vom Seminar?

(4) *Affektiv-motivationale Wirkung:* Ändern sich die Selbstwirksamkeitserwartungen bezüglich des Unterrichtens vielperspektivischen Sachunterrichts und der Durchführung von (inklusiven) Exkursionen? Wird ein hohes situationales Interesse an den Kursinhalten (Subskalen emotional, epistemisch und wertbezogen) generiert? Gibt es hierbei einen Unterschied zwischen der ersten (WiSe 2017/2018) und der weiterentwickelten (SoSe 2018) Kursvariante?

Zunächst werden das Untersuchungsdesign, die Messinstrumente, die Auswertungsmethode und die Stichprobe vorgestellt, um daran anschließend die Ergebnisse zu beschreiben und zu diskutieren.

5.2 Forschungsdesign, Messinstrumente und Auswertungsmethodik

Die anonyme Datenerhebung erfolgte in einem Prä-Post-Design (vgl. Abb. 1 auf S. 80): Alle Seminarteilnehmer*innen hatten sieben Tage bis zur ersten Seminarsitzung und sieben Tage nach der letzten Seminarsitzung Zeit, einen Online-Fragebogen (Tool: *SoSci Survey*; Leiner, 2006) auszufüllen. Link und Passwort dazu wurden mit der Bitte um Teilnahme (ca. 15–20 min je Testzeitpunkt) über die Lernplattform *Moodle* zur Verfügung gestellt.

Neben soziodemographischen Strukturdaten – Geschlecht, Alter, Studienfach, -grad und Fachsemester – wurden die SWE und das situationale Interesse an den Seminarinhalten mittels fünfstufiger Likert-Skalen (1 = stimmt gar nicht, 2 = stimmt wenig, 3 = stimmt teils teils, 4 = stimmt ziemlich, 5 = stimmt völlig) abgefragt. Zu beiden Testzeitpunkten erfolgte die Erhebung der SWE in Bezug auf die Schwerpunkte des Seminars: Durchführung von Exkursionen im Sachunterricht, Durchführung von inklusiven Exkursionen im Sachunterricht und vielperspektivisches Unterrichten im Sachunterricht (je drei Items; vgl. Tab. 1 auf der folgenden Seite, in Orientierung an Heran-Dörr, 2006, S. 351, und Kauertz et al., 2011, S. 19, beide ursprünglich mit Bezug zum naturwissenschaftlichen Sachunterricht). Zur Prüfung der Konstruktvalidität wurde eine explorative Faktorenanalyse (vgl. Anhang 5 im Online-Supplement) durchgeführt, welche diese Unterteilung stützt. Im Post-Test wurde zudem das situationale Interesse an den Seminarinhalten, unterteilt in die Subskalen emotionales, epistemisches und wertbezogenes Interesse (vgl. Krapp, 1999, S. 398f.), erhoben (je vier Items; vgl. Tab. 1, in Orientierung an Pawek, 2009, S. 200f.).

Tabelle 1: Konstrukte des quantitativen Erhebungsteils (Selbsteinschätzung), Anzahl und Kürzel der dazugehörigen Items, je ein Beispielitem und Angabe der internen Konsistenzen (Cronbachs alpha) zu beiden Messzeitpunkten (eigene Darstellung)

Konstrukt	*Anzahl Items*	*Kürzel Items*	*Beispielitem*	*Reliabilität (Cronbachs α Prä/Post)*
SWE Durchführung Exkursion SU*	3	SE24_03/ SP06_05, SE24_12^{+}/ SP06_13^{+}, SE24_15^{+}/SP06_16^{+}	Ich fühle mich nicht kompetent genug, eine Exkursion im Sachunterricht durchzuführen.	.880/.528
SWE Durchführung Exkursion SU Inklusion*	3	SE24_01^{+}/SP06_10^{+}, SE24_07/SP06_14, SE24_10^{+}/SP06_06^{+}	Ich traue mir zu, eine Sachunterrichts-Exkursion mit Kindern, die einen sonderpädagogischen Förderbedarf haben, durchzuführen.	.875/.622
SWE Vielperspektivisches Unterrichten*	3	SE24_05^{+}/SP06_01^{+}, SE24_08/SP06_08, SE24_14^{+}/SP06_18^{+}	Ich fühle mich überfordert, Themen des Sachunterrichts multiperspektivisch zu unterrichten.	.840/.606
Situationales Interesse: emotional	4	SP07_01, SP07_05, SP07_08, SP07_11	Die Tätigkeiten im Seminar haben mir Spaß gemacht.	-/.909
Situationales Interesse: epistemisch	4	SP07_02, SP07_04, SP07_07, SP07_09	Ich werde auch außerhalb des Seminars über Dinge nachdenken, die ich dort erlebt habe.	-/.868
Situationales Interesse: wertbezogen	4	SP07_03, SP07_06, SP07_10, SP07_12	Die im Seminar behandelten Inhalte können mir später als Lehrkraft nützlich sein.	-/.853

Die mit Sternchen (*) markierten Konstrukte wurden im Prä- und Post-Test eingesetzt. Die mit einem Plus (+) markierten Item-Kürzel zeigen jene invers formulierten Items, die umcodiert wurden. Zusammengehörige Itemkürzel aus beiden Testzeitpunkten sind mit einem „/“ aufgeführt.

Im Bewusstsein darüber, dass die Stichprobengröße aufgrund der begrenzten Teilnehmer*innenanzahl sowie der Neuheit des Kurses zunächst noch gering ausfallen würde, und um den Studierenden die Möglichkeit für individuelle Aussagen zu geben (vgl. Rindermann, 2003, S. 241), wurden die geschlossenen Skalen durch offene Fragen ergänzt. Diese inkludieren u.a. bisherige Erfahrungen bezüglich der Seminar-Schwerpunkte (z.B. Durchführung von Exkursionen) sowie Erwartungen an und Urteil über den Kurs, inkl. spontaner Assoziationen und Gründe zur Weiterempfehlung (vgl. Tab. A6 im Online-Supplement). Sie wurden in Anlehnung an Fragen eines Interviewleitfadens zur Akzeptanz und Wirkung einer Lehrer*innenfortbildung im Bereich des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts von Heran-Dörr (vgl. 2006, S. 360ff.) formuliert. Um die Validität der geschlossenen SWE-Skalen zu stützen und Quellen der Veränderung der SWE zu erfahren (Bandura, 1997; Tschannen-Moran et al., 1998), wurden zwei weitere offene Fragen in Bezug auf das Durchführen inklusiver Exkursionen und zukünftiges vielperspektivisches Unterrichten im Sachunterricht gestellt (vgl. Tab. A6).

Die Datenauswertung der geschlossenen Konstrukte erfolgte in SPSS 27. Fehlwerte waren nicht vorhanden, da über das Befragungstool eine Antwortpflicht eingestellt wurde. Items, die zu beiden Messzeitpunkten Trennschärfen $r < .5$ aufwiesen, wurden entfernt (vgl. Döring & Bortz, 2016, S. 478). Konstruktreliabilitäten wurden in Form interner Konsistenzen berechnet (vgl. Döring & Bortz, 2016, S. 443), wobei Cronbachs α-Werte $\leq .5$ als nicht akzeptabel, $\geq .7$ als akzeptabel, $\geq .8$ als gut und $\geq .9$ als sehr gut erachtet werden (vgl. George & Mallery, 2003, S. 231). Mittels K-S-Test mit Lilliefors-Korrektur wurden alle normierten Summenscores auf Normalverteilung getestet ($p \leq .05$ entspricht keiner Normalverteilung; vgl. Janssen & Laatz, 2017, S. 249). Da alle Summenscores – mit Ausnahme des Konstruktes „SWE Vielperspektivisches Unterrichten“

im Vortest – nicht normalverteilt waren, wurden Boxplots zur Darstellung verwendet (vgl. Tukey, 1977, S. 39ff.). Zur Überprüfung der Signifikanzen (Signifikanzniveaus $p \leq .05$ signifikant, $p \leq .01$ sehr signifikant und $p \leq .001$ höchst signifikant; vgl. Bühl, 2019, S. 171) wurde für abhängige Stichproben (Vergleich Prä-Post-Ergebnisse innerhalb der Gruppen) der Wilcoxon-Test (vgl. Janssen & Laatz, 2017, S. 674ff.) und für unabhängige Stichproben (Gruppenvergleich der Interesse-Konstrukte; Gruppenvergleich der drei SWE-Summenscoredifferenzen) der Mann-Whitney-U-Test (vgl. Janssen & Laatz, 2017, S. 652ff.) verwendet. Die Bewertung der Effektstärke erfolgte mittels Pearson-Korrelationskoeffizient r ($r \geq .10$ kleiner Effekt, $r \geq .30$ mittlerer Effekt und $r \geq .50$ großer Effekt; vgl. Cohen, 1988, S. 82). Zur Auswertung der geschlossenen Fragen zu bisherigen Erfahrungen der Studierenden bezüglich der Seminarschwerpunkte wurden Häufigkeiten berechnet.

Die Kategorisierung der Antworten der offenen Fragen erfolgte mittels qualitativer, inhaltlich strukturierender Inhaltsanalyse nach Mayring (2015). Die Entwicklung der Kategoriensysteme[2] geschah induktiv (vgl. Kuckartz, 2016, S. 72ff.). Aufgrund der geringen Stichprobengröße sowie der Kürze der Antworten wurden die Rückmeldungen aller Teilnehmer*innen ($N_{ges} = 36$) einbezogen und in Microsoft Word codiert. Als Analyse- und Auswertungseinheit dienten alle schriftlichen Antworten je offener Frage. Als Kodiereinheit wurde ein einzelnes Wort, als Kontexteinheit eine vollständige Antwort je Person festgelegt (vgl. Mayring, 2015, S. 61). Zur Verbesserung der Qualität der Analyse wurde eine Variante des konsensuellen Codierens (vgl. u.a. Kuckartz, 2016, S. 211f.) angewandt, bei der zwei Codierer*innen gemeinsam die Kategoriensysteme für jene Auswertungseinheiten, die aufgrund der Fragestellung (z.B. Erwartungen an das Seminar oder Gründe für die Weiterempfehlung) viele und diverse Antworten enthielten, erarbeiteten. In mehreren Materialdurchläufen und Überarbeitungsschritten der Kategoriensysteme, in denen je Kategorie eine Definition, alle Fundstellen und mindestens ein Ankerbeispiel festgehalten wurden, wurden die Kategorien – wenn als sinnvoll erachtet – durch die Bildung von Oberkategorien und die Zusammenlegung redundanter Unterkategorien verdichtet. Als letzter Schritt wurde die Anzahl an Codings je Kategorie und in Summe bestimmt (vgl. Mayring, 2015, S. 9ff.).

5.3 Charakterisierung der Stichprobe

Nach der Entwicklung des Konzeptes wurde das Seminar erstmalig im Wintersemester 2017/2018 mit einem $N_{ges,WiSe17/18} = 23$ Studierenden durchgeführt. Den Prä-Fragebogen füllten 18 Studierende vollständig aus, den Post-Fragebogen beantworteten alle 23 Teilnehmer*innen. Im zweiten Durchlauf des Seminars im Sommersemester 2018 nahmen insgesamt $N_{ges,SoSe18} = 18$ Personen am Kurs teil, von denen alle sowohl den Prä- als auch den Post-Fragebogen vollständig bearbeiteten. In die nachfolgende Auswertung wurden nur Datensätze einbezogen, von denen die Daten beider Messzeitpunkte vorlagen ($N_{ges} = 36$). 86.1 Prozent der Teilnehmer*innen waren weiblich, das Durchschnittsalter betrug 23.44 Jahre (SD = 2.04). 30 Personen waren Studierende des M.Ed. Sachunterricht mit Schwerpunkt Sonderpädagogische Förderung, weitere fünf Teilnehmer*innen befanden sich im M.Ed. Sachunterricht mit Schwerpunkt Naturwissenschaften und Technik oder Gesellschaftswissenschaften, und eine Person belegte den Kombi-B.A. Sachunterricht mit Schwerpunkt Naturwissenschaften und Technik.

[2] Vier beispielhafte Kategoriensysteme mit Kategorien, Definitionen, Ankerbeispielen und Fundstellen können Anhang 7 im Online-Supplement entnommen werden.

5.4 Ergebnisse

5.4.1 Lernvoraussetzungen und Erfahrungen

Nachfolgend sind die – in Bezug auf die Seminarschwerpunkte – erhobenen Lernvoraussetzungen der Studierenden beider Kursvarianten beschrieben, indem die Ergebnisse der quantitativen Analyse mit jenen der Inhaltsanalyse verwoben werden. Eine Übersichtstabelle der quantitativen Ergebnisse ist Anhang 8 im Online-Supplement zu entnehmen.

36.1 Prozent der Teilnehmenden geben an, schon einmal eine Exkursion im Rahmen des Sachunterrichts begleitet zu haben, wobei in allen Fällen auch Kinder mit sonderpädagogischem Förderbedarf dabei waren. 97.2 Prozent der Studierenden bringen zudem Erfahrungen in der Arbeit mit Schüler*innen, die einen sonderpädagogischen Förderbedarf haben, in das Seminar mit.

22.2 Prozent der Teilnehmer*innen haben schon einmal ein Thema im Sachunterricht vielperspektivisch unterrichtet. Als Kontexte werden u.a. Steinzeit, Klima, Zucker und Fahrrad genannt. 66.7 Prozent hatten in ihrem Studium bisher keine Veranstaltung, in der einer der Seminarkontexte (Wasser, Wald oder Wuppertal) intensiv behandelt wurde; 19.4 Prozent sind sich unsicher. Als Kurse, in denen einer der drei Seminarkontexte schon einmal behandelt wurde, nennen die Studierenden die Biologie- (3x; Wald) und Chemievertiefung (2x; Wasser), ein experimentelles Tutorium (2x; Wasser), ein Seminar zum historischen Lernen (1x; Wuppertal) und die Einführungsvorlesung Sachunterricht (1x). 11.1 Prozent der Studierenden bringen aus vorangegangenen universitären Lehrveranstaltungen Erfahrungen bezüglich der vielperspektivischen Betrachtung (einer) der drei Seminarkontexte mit, erwähnen aber keine explizit.

80.6 Prozent hatten in ihrem bisherigen Studienverlauf keinen Kurs, in dem die Methode der Exkursion im Rahmen von Sachunterricht intensiv behandelt wurde, 5.6 Prozent sind unsicher. Drei Personen (8.3 %) erwähnen das Seminar zum historischen Lernen, in dem Exkursionen im Sachunterricht thematisiert wurden. 91.7 Prozent geben an, noch nie eine Lehrveranstaltung belegt zu haben, in der Exkursionen unter Aspekten der Inklusion thematisiert wurden. Die drei Personen, welche die Frage bejahen, nennen erneut den Kurs zum historischen Lernen sowie zusätzlich die Biologievertiefung (eine Nennung).

5.4.2 Erwartungen, Wünsche und persönliche Lernziele

Die meisten Aussagen im Hinblick auf die Erwartungen, welche mit der Teilnahme am Seminar verknüpft sind, fallen in die Oberkategorie *Vielperspektivität* (32 Codings; 60.4 %). Es wird besonders oft erwartet, dass die verschiedenen Perspektiven des Sachunterrichts einbezogen werden (16 Aussagen) oder dass sie verknüpft werden (acht Aussagen, z.B. S28: *„Perspektivenvernetzende Betrachtungen“*). Die Erwartungen, *„Sachunterricht offener zu gestalten“* (S30) und *„Inklusionsdidaktische Netze zu erstellen“* (S21), verdeutlichen die inhaltliche Nähe der Oberkategorien *Vielperspektivität* und *Inklusion* (insgesamt fünf Codings, zwei davon Differenzierungsmaßnahmen betreffend). 15.1 Prozent der codierten Aussagen beziehen sich auf die Vermittlung oder den Erwerb von *Handlungskompetenzen* für die Berufspraxis im (inklusiven) Sachunterricht (*„[…] praktisch anwenden lernen“*, S1). Vier Personen erwarten, dass im Seminar eine *Vernetzung der Professionswissensbereiche* stattfindet (z.B. S10: *„Theoretische gelernte Inhalte (Fachwissen) didaktisch aufbereiten und verknüpfen“*).

Geht es um die Wünsche der Teilnehmer*innen in Bezug auf den Kurs, überwiegen Aussagen zur *Praxisrelevanz* der Seminarinhalte bzw. der *Wunsch nach Praxisbeispielen* (14 Codings; z.B. S19: *„Konkrete Beispiele von Gestaltung des Unterrichts“*). Zwölf Codings fallen wiederum in die Oberkategorie *Vielperspektivität* (z.B. S7: *„alle Perspektiven bzgl. vieler verschiedener Themen erläutern“*). Nur drei Personen äußern den Wunsch nach der Thematisierung *sonderpädagogischer Aspekte* (*„Ein inhaltlicher*

Schwerpunkt sollte auch auf der Vermittlung von Themen des Sachunterrichts für SuS mit sonderpädagogischem Förderbedarf liegen", S32). Jeweils acht Aussagen enthalten den Wunsch nach *praktischen Übungen* zur Planung oder Gestaltung von Unterricht (*„Konkrete Unterrichtseinheiten entwickeln"*, S9) sowie der *Vernetzung der Professionswissensbereiche* (*„Verknüpfung von Didaktik und Fachwissensvermittlung"*, S14). Außerdem wird der Wunsch geäußert, *Vermittlungsmethoden* kennenzulernen (fünf Codings, davon zwei die Methode der Exkursion betreffend).

Die Studierenden hatten zudem die Möglichkeit, ein persönliches Lernziel zu formulieren. Neun Personen geben kein Lernziel an. Die meisten Äußerungen fallen auch hier in die Oberkategorie Vielperspektivität: Neun Personen haben das Ziel, *Kompetenzen zur Planung und Gestaltung vielperspektivischen Sachunterrichts* zu erlangen, während fünf anstreben, *Einblicke in die Vielperspektivität* zu bekommen. Weitere, mehrfach genannte Lernziele sind der Erwerb von *Kompetenzen zur Gestaltung inklusiven Sachunterrichts* (sechs Codings) sowie von *Kompetenzen zur Planung und Durchführung von Exkursionen* (1x allgemein, 4x unter Aspekten von Inklusion, 1x unter dem Aspekt der Vielperspektivität). Drei Aussagen benennen als persönliches Ziel, *Handlungskompetenzen für den Sachunterricht* zu erlangen, ohne diese näher zu spezifizieren. Zudem wird angestrebt, *Anregungen bzw. Ideen für die Unterrichtspraxis* zu erhalten.

5.4.3 Studierendenreaktionen

Die Reaktionen der Studierenden auf das Seminar werden nachfolgend im direkten Semestervergleich beschrieben, um Unterschiede zwischen der ursprünglichen (WiSe 2017/2018) und der weiterentwickelten Kursvariante (SoSe 2018) herauszuarbeiten.

Im Post-Test wurden zunächst spontane Assoziationen zum Kurs abgefragt, um zu erfahren, welche Inhalte, Erfahrungen etc. besonders in Erinnerung geblieben sind. Bei der ersten Variante betreffen die meisten Äußerungen die *Themenkontexte Wasser, Wald und Wuppertal* (insgesamt 17 Kodierungen); bei der zweiten Variante gibt es dazu sieben Aussagen. Bei beiden Seminarvarianten sind viele Aussagen der Oberkategorie *Exkursion* zuzuordnen (je 15 Codings), wobei nur Teilnehmer*innen der weiterentwickelten Kursvariante *spezifische Planungsaktivitäten* erwähnen (z.B. S32: *„Das Planen und Erstellen von Versuchsmaterial für Exkursionen und das Erstellen von Arbeitsaufträgen"*). Es werden zudem *weitere fachspezifische Arbeitsweisen bzw. Vermittlungsmethoden* genannt: Bestimmen, Spielendes Lernen und Bauen (der Wasserräder) von Personen der ersten Kursvariante, Forschendes Lernen, Experimentieren und Bauen (der Wasserräder) von Studierenden der weiterentwickelten Variante. Der Oberkategorie *Vielperspektivität* sind fünf Aussagen (resp. drei im WiSe) zuzuordnen. Unterschiede zwischen den Gruppen gibt es bei diesen Oberkategorien: *Handlungsorientierung* (ein Coding vs. fünf Codings im SoSe), *Vernetzung Professionswissen* sowie *Inklusion* (je zwei vs. null Codings im SoSe) und *Praxisrelevanz der Seminarinhalte* (null vs. drei Codings im SoSe).

14 Teilnehmer*innen (resp. zehn im WiSe) geben an, dass alle ihre Erwartungen und Wünsche an sowie Lernziele für das Seminar erfüllt worden seien. In der ersten Kursvariante werden eine zu geringe *Studierendenaktivierung*, ein zu geringer *Praxisbezug* (je zwei Codings) sowie die geringen *Planungsaktivitäte*n für vielperspektivischen Sachunterricht (ein Coding) bemängelt. Drei Personen äußern zudem, dass zu viele *Seminarinhalte schon bekannt* waren, sodass nicht viel Neues gelernt wurde. All jene Aspekte werden von den Teilnehmer*innen der weiterentwickelten Variante nicht mehr bemängelt. Diese merken Folgendes an: Zwei Studierende hätten gerne mehr *theoretischen, didaktischen Input* erhalten. Für eine Person war die *gesellschaftswissenschaftliche Perspektive* im Kurs weniger greifbar, während sich S25 eine *stärkere Vertiefung fachwissenschaftlicher Inhalte* zu den Kontexten Wald und Wasser gewünscht hätte.

Bei der Frage, was die Studierenden am Seminar ändern würden, wenn sie es selbst leiten müssten, geben acht (resp. fünf im WiSe) an, dass sie nichts ändern würden. Die

Mehrheit der Änderungsvorschläge lässt sich vier Hauptkategorien zuordnen: *1. Studierendenaktivierung:* Neun Codings im WiSe (resp. null im SoSe) enthalten Äußerungen, die eine höhere Aktivierung der Studierenden anvisieren, z.B. durch *„Mehr Einbezug der Studierenden“* (S8) oder *„weniger Vorlesungscharakter“* (S7). *2. Leistungsanforderungen:* Während zwei Personen aus der ersten Kursvariante ein höheres *Anforderungsniveau* etablieren würden, geben drei Teilnehmer*innen der weiterentwickelten Kursvariante an, dass sie noch mehr Wert auf *Anforderungstransparenz*, auch im Hinblick auf das angewandte Teamteaching, legen würden. *3. Themenauswahl:* Der *Kontext Wuppertal* würde von je einer Person pro Kursvariante ausgetauscht werden, drei Personen aus der WiSe-Variante würden *„interessantere Themen“* (S12) wählen. *4. Gewichtung/Positionierung von Seminarphasen/Inhalten:* Teilnehmer*innen beider Kursvarianten geben an, dass sie teils andere zeitliche und inhaltliche Gewichtungen vornehmen würden:

> *Exkursion ins Gelpetal evtl. kürzen und vorher oder nachher eine Exkursion in die Stadt Wuppertal anschließen, Bau der Wasserräder entweder weglassen oder mehr Zeit und Wichtigkeit zum Ausprobieren dieser an der Gelpe einplanen* (S27).

Es konnten außerdem Gründe für die Weiterempfehlung des Seminars genannt werden. Hier fallen besonders viele Codings in die Kategorie *Kohärenzerleben*, mit den Unterkategorien *Bezüge zur Berufspraxis* (fünf vs. zehn Kodierungen im SoSe), *Vernetzung der Sachunterrichtsperspektiven* (je zwei Codings), *Theorie-Praxis-Vernetzung* (ein Coding im SoSe), *Vernetzung von Fachdidaktiken* und *Übertragbarkeit auf andere Fächer* (je ein Coding im WiSe). Als weitere Gründe nennen die Teilnehmer*innen beider Varianten das *Kennenlernen fachspezifischer Vermittlungsmethoden*, die *Handlungsorientierung*, den Einbezug von *Inklusion* sowie Aspekte der *Seminarorganisation und -gestaltung* (u.a. Feedbackstrukturen). Zudem lassen einige Formulierungen auf die *Generierung von Motivation/Interesse* (z.B. *„hat Spaß gemacht“*, S14) und *Alleinstellungsmerkmale* des Seminars am Studienstandort schließen (z.B. *„mal was anderes war“*, S3; *„sonst nicht so sehr gegeben“*, S20).

5.4.4 Affektiv-motivationale Wirksamkeit

Wie Abbildung 3 auf der folgenden Seite zu entnehmen ist,[3] sind die SWE der Studierenden beider Kursvarianten bezüglich der Durchführung von (inklusiven) Exkursionen und des vielperspektivischen Unterrichtens im Sachunterricht schon im Vortest als hoch zu bezeichnen ($Md_{WiSe17/18} \geq 4.00$, $Md_{SoSe18} \geq 3.83$).

Mittels exakter Wilcoxon-Tests für verbundene Stichproben wurde untersucht, ob die SWE in den drei Skalen durch die Teilnahme am Seminar signifikant zunehmen. Nach Abschluss des Seminars sind die SWE in der Skala *„Durchführung einer Exkursion im Sachunterricht“* in beiden Kursvarianten signifikant höher als vor der Teilnahme ($SWE_{Ex,WiSe17/18}$: n = 18, z = -2.501, p = .010, r = .59; $SWE_{Ex,SoSe18}$: n = 18, z = -2.572, p = .009, r = .61). Die Effektstärke ist hoch (vgl. Cohen, 1988, S. 82). Die SWE bezüglich der *„Durchführung einer inklusiven Exkursion im Sachunterricht“* nehmen in beiden Gruppen signifikant zu, die Effektstärke ist moderat ($SWE_{ExInkl,WiSe17/18}$: n = 18, z = -2.078, p = .040, r = .49; $SWE_{ExInkl,SoSe18}$: n = 18, z = -2.000, p = .047, r = .47). In der Dimension *„Vielperspektivisches Unterrichten“* sind die SWE bei den Studierenden der weiterentwickelten Kursvariante im Post-Test signifikant höher (n = 18, z = -3.562, p = .000, r = .84), bei jenen der ersten Kursvariante ist ebenfalls eine signifikante Zunahme zu verzeichnen (n = 18, z = -2.697, p = .004, r = .64). Die hohe Effektstärke (vgl. Cohen, 1988, S. 82) verweist auf einen bedeutsamen Unterschied.

Um zu untersuchen, ob es signifikante Unterschiede im Zuwachs der SWE im Gruppenvergleich gibt, wurden die jeweiligen SWE-Summenscoredifferenzen einem asymp-

[3] Eine tabellarische Darstellung aller Werte ist Anhang 9 im Online-Supplement zu entnehmen.

totischen Mann-Whitney-U-Test unterzogen. Dieser ergab keine signifikanten Unterschiede für die drei SWE-Skalen (SWE_{Ex}: n = 36, U = 158.000, z = -.129, p = .897, r = .02; SWE_{ExInkl}: n = 36, U = 161.000, z = -.032, p = .974, r = .005; SWE_{Vielp}: n = 36, U = 130.000, z = -1.032, p = .302, r = .17).

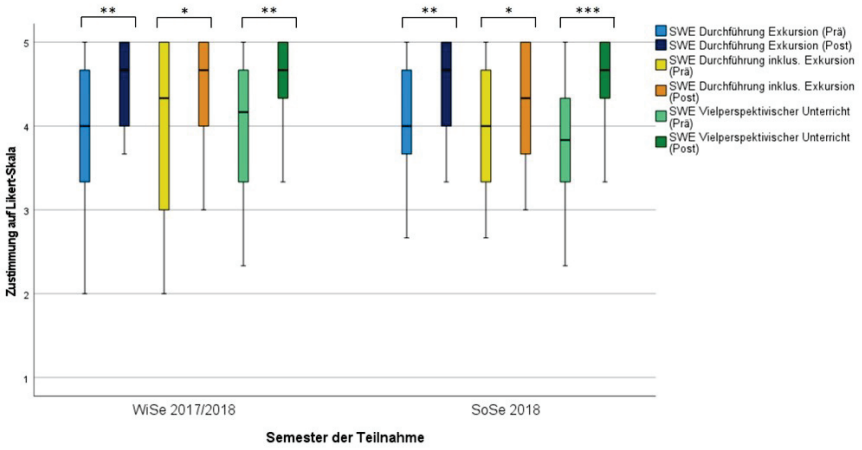


Abbildung 3: Selbstwirksamkeitserwartungen (SWE) bezüglich der Durchführung von (inklusiven) Exkursionen und vielperspektivischem Unterrichten im Sachunterricht im Prä-Post- sowie im Semestervergleich. Signifikanzniveaus: $p \leq .05$ signifikant (*), $p \leq .01$ sehr signifikant (**) und $p \leq .001$ höchst signifikant (***) (vgl. Bühl, 2019, S. 171) (eigene Darstellung)

Die Ergebnisse des Post-Tests[4] verdeutlichen, dass das *situationale Interesse* der Teilnehmer*innen an den Seminarinhalten insgesamt moderat bis hoch ist ($Md_{WiSe17/18} \geq 3.63$, $Md_{SoSe18} \geq 3.88$). Das wertbezogene Interesse ist bei beiden Varianten am höchsten ($Md_{WiSe17/18} = 3.75$, $Md_{SoSe18} = 4.50$; vgl. Abb. 4 auf der folgenden Seite). Die Studierenden, welche die weiterentwickelte Kursvariante im SoSe 2018 besuchten, haben gemäß asymptotischem Mann-Whitney-U-Test ein signifikant höheres emotionales (n = 36, U = 98.500, z = -2.041, p = .041, r = .34) sowie signifikant höheres wertbezogenes (n = 36, U = 83.500, z = -2.505, p = .012, r = .42) situationales Interesse an den Semi-narinhalten als die Teilnehmer*innen der ersten Kursvariante. Die Effektstärken sind nach Cohen (1988, S. 82) als moderat zu bezeichnen. Kein signifikanter Unterschied zwischen den Kursvarianten besteht beim Konstrukt des epistemischen situationalen Interesses (n = 36, U = 128.000, z = -1.084, p = .278, r = .18).

Die Ergebnisse der quantitativen Erhebung werden nachfolgend durch die inhaltsanalytisch ausgewerteten Aussagen der Studierenden zu den offenen Fragen ergänzt. Dabei werden die Daten vergleichend zwischen der ersten (WiSe 2017/2018) und der weiterentwickelten Kursvariante (SoSe 2018) dargestellt.

[4] Eine tabellarische Darstellung aller Werte ist Anhang 10 im Online-Supplement zu entnehmen.

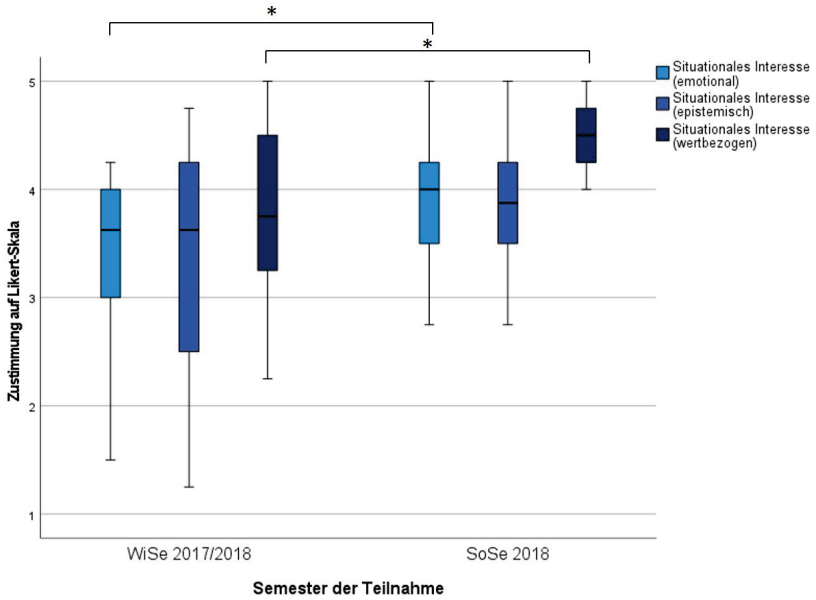


Abbildung 4: Situationales Interesse an den Seminarinhalten in den Subskalen emotional, epistemisch und wertbezogen im Vergleich der ersten (WiSe 2017/2018) und der weiterentwickelten Kursvariante (SoSe 2018). Signifikanzniveaus: $p \leq .05$ signifikant (*), $p \leq .01$ sehr signifikant (**) und $p \leq .001$ höchst signifikant (***) (vgl. Bühl, 2019, S. 171) (eigene Darstellung)

66.7 Prozent (resp. 61.1 Prozent im WiSe) der Teilnehmer*innen stimmen der Aussage ohne Einschränkungen zu, dass sie sich nun nach der Teilnahme am Seminar in der Lage fühlen, die Kontexte Wasser, Wald und Wuppertal vielperspektivisch im Sachunterricht zu behandeln. Sie begründen dies insbesondere durch die *praktischen Tätigkeiten* (auf der Exkursion) und die *Thematisierung der Vielperspektivität* jener Kontexte:

> *Das Seminar hat definitiv dazu beigetragen, dass ich im Stande wäre, diese Aufgabe zu erfüllen. Wir haben selber vielfach über mögliche Verknüpfungen der 7 Perspektiven in Bezug auf die drei Themen nachdenken und brainstormen können und haben im Anschluss immer noch durch das Vergleichen der Ideen im Plenum und durch den Input seitens der Dozentinnen weitere Ideen sammeln können.* (S27)

Zwei Personen (resp. drei im WiSe) schränken ihre Zustimmung dahingehend ein, dass sie sich beim *Kontext „Wuppertal" „noch unsicher"* (S21) in Bezug auf eine vielperspektivische Umsetzung im Sachunterricht fühlen. Zwei Aussagen (resp. vier im WiSe) erwähnen *Limitierungen bezüglich der Sachunterrichtsperspektiven*: *„Ich denke, ich wäre in der Lage, allerdings wurden mir die Nawitech-Perspektiven eingängiger vermittelt als es bei den geographisch, geschichtlichen Aspekten der Fall war."* (S2)

Zwei Personen (je eine pro Kursvariante) tätigen Aussagen, die die Frage nicht beantworten, eine Person (SoSe 2018) gibt keine Antwort, und eine weitere Person (SoSe18) verneint die Aussage ohne weitere Erläuterungen mit *„Nein, dazu bin ich noch nicht in der Lage"* (S35).

16 der 18 Teilnehmer*innen (resp. 14 von 18 im WiSe) geben an, dass sie sich nun nach dem Seminar besser auf die Planung und Durchführung einer inklusiven Exkursion im Sachunterricht vorbereitet fühlen. Besonders oft wird – bei beiden Kursvarianten – als Grund dafür die Besprechung von *Aspekten, die es bei der Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung inklusiver Exkursionen zu beachten* gilt, genannt (acht Codings vs. sieben im WiSe). Als weitere Begründungen werden von Studierenden beider Gruppen die Thematisierung *potenzieller Schwierigkeiten* (*„denn es wurden*

verschiedenste mögliche Hindernisse und Probleme besprochen und erläutert", S19), die Zurverfügungstellung von *Materialien zur Planung inklusiver Exkursionen* (*„Die Checklisten waren auch sehr hilfreich"*, S28) sowie die *Durchführung der Exkursion* an sich genannt. S2 schreibt zudem: *„Es war sicherlich sinnvoll, eine Exkursion sowohl von Schüler- als auch von Lehrerseite zu betrachten"*. Besonders die Teilnehmer*innen der weiterentwickelten Kursvariante äußern sich über *eigene Planungsaktivitäten* (*„Auch das praktische Erarbeiten eines spezifischen Arbeitsauftrags hat zur Festigung beigetragen."*, S36) sowie darüber, dass *„im Seminar […] die Notwendigkeit zur Differenzierung des Arbeitsmaterials gefordert"* wurde (S32).

6 Diskussion

In diesem Beitrag wurde ein neu entwickeltes Seminar vorgestellt, dessen Hauptziel es ist, die professionellen Handlungskompetenzen angehender Sachunterrichtslehrpersonen im Hinblick auf die Planung, Durchführung und Nachbereitung einer Exkursion im inklusiven, vielperspektivischen Sachunterricht zu stärken. Die Ergebnisse der Begleitforschung deuten darauf hin, dass das Seminar einen Beitrag zur Professionalisierung angehender Sachunterrichtslehrkräfte bezüglich o.g. Aspekte leisten kann.

Zunächst wurden die Erfahrungen der Teilnehmer*innen in Bezug auf die Seminarschwerpunkte Exkursion, Vielperspektivität und Inklusion abgefragt, da sie u.a. Einfluss auf die SWE haben können (Tschannen-Moran et al., 1998) und das situative Interesse an Seminarinhalten, die schon bekannt sind, geringer ausfallen kann als bei neuen Inhalten (Krapp, 1992, S. 749). Es fällt auf, dass die Studierenden im Rahmen universitärer Lehrveranstaltungen deutlich weniger Erfahrungen zu jenen drei Seminarschwerpunkten sammeln konnten als im Kontext von Berufspraxis. So haben z.B. nur 13.9 Prozent der Studierenden eine Lehrveranstaltung besucht (plus 5.6 Prozent, die sich unsicher sind), in der das Planen und Durchführen einer Exkursion im Sachunterricht intensiv behandelt wurde, während 36.1 Prozent Erfahrung in der Begleitung einer Exkursion im Sachunterricht haben (z.B. im Rahmen eines Schulpraktikums, im Praxissemester oder im Rahmen einer Vertretungsstelle). Alle Teilnehmer*innen – mit Ausnahme einer Person – haben schon einmal mit Schüler*innen, die einen sonderpädagogischen Förderbedarf haben, gearbeitet. Die Ergebnisse der Praxiserfahrungen sind erwartbar, da 83.3 Prozent der Teilnehmer*innen mit Schwerpunkt „Sonderpädagogische Förderung" studieren und 97.2 Prozent Masterstudierende sind, die u.a. im Rahmen von zu absolvierenden Schulpraktika oder einer Vertretungslehrer*innenstelle solche Erfahrungen sammeln konnten. Der Mangel an Kontakt mit universitären Lehrveranstaltungen, welche die Vielperspektivität des Sachunterrichts und (inklusive) Exkursionen als Methode fokussieren, bestätigt allerdings die Notwendigkeit der Konzeption und Etablierung solcher Seminare, wie es hier entwickelt wurde. Dort kann eine theoretische Wissensbasis für praktisches Handeln gelegt und darauf aufbauend im Berufsalltag reflektiert gehandelt werden (KMK, 2019, S. 3f.).

Die geäußerten Erwartungen, Wünsche und Lernziele der Studierenden bezüglich des Seminars bestätigen die in anderen Studien (z.B. Wagener et al., 2019) ermittelte Forderung Studierender nach mehr Kohärenz im Lehramtsstudium bzw. tangieren unterschiedliche Formen von Vernetzung (u.a. Mayer et al., 2018): So ist u.a. erwartet und gewünscht, dass im Seminar die Professionswissensbereiche miteinander verknüpft werden und die Inhalte einen klaren Bezug zur Unterrichtspraxis haben bzw. dass gewisse Handlungskompetenzen für die Berufstätigkeit gestärkt werden. Besonders häufig sind Aussagen, die sich auf die Vielperspektivität des Sachunterrichts bzw. die Vernetzung der Perspektiven beziehen. Dies könnte einerseits mit den geringen Erfahrungen der Teilnehmer*innen bezüglich „Vielperspektivität" zusammenhängen, denn nur 22.2 Prozent haben in der Rolle einer Lehrperson schon einmal ein Thema im Sachunterricht

vielperspektivisch behandelt. Zudem gibt keine*r der Befragten an, die Kontexte Wasser, Wald oder Wuppertal im Studium aus verschiedenen Perspektiven beleuchtet zu haben. Gleichzeitig ist vielen sicherlich bewusst, dass die Vielperspektivität ein Hauptcharakteristikum des Sachunterrichts ist (vgl. Kap. 2.1). Anderseits können der Titel der Veranstaltung oder die Modulbeschreibung in der Prüfungsordnung (vgl. Kap. 4.1), falls diese vor Beginn des Kurses studiert wurde, zur Übernahme solcher Aussagen geführt haben. Mehrere Personen nennen als persönliches Lernziel den Erwerb von Kompetenzen zur Gestaltung inklusiven Sachunterrichts. Diese erscheinen nicht in der Modulbeschreibung. Mögliche Gründe der Nennung sind der Studienschwerpunkt der Mehrheit der Teilnehmer*innen oder auch die von Simon (2020, S. 82) beschriebene Tatsache, dass „Inklusion [noch] nicht in der Breite der Sachunterrichtsdidaktik angekommen“ ist, obwohl Aspekte der Inklusion u.a. in sachunterrichtsspezifischen Lehrveranstaltungen immer mitgedacht werden sollten (vgl. KMK, 2019, S. 67).

Die von den Studierenden genannten Gründe der Seminar-Weiterempfehlung zeigen, dass die eingesetzten Formen horizontaler Kohärenz (vgl. Kap. 4.2) explizit wahrgenommen und erlebt werden. Besonders oft – gerade bei der weiterentwickelten Kursvariante – sind Aussagen, die der dritten Kohärenzebene (Vernetzung Ausbildung und berufliche Anforderungen) zuzuordnen sind. Ein hoher Praxisbezug korreliert wiederum mit einer hohen Akzeptanz und Zufriedenheit von Teilnehmer*innen, wie Studien zu Lehrer*innenfortbildungsmaßnahmen zeigen (zur Übersicht vgl. Lipowsky & Rzejak, 2012, S. 2). Auch die Vernetzung der Sachunterrichtsperspektiven (Kohärenzebene 1) und der Professionswissensbereiche (Kohärenzebene 2) werden von den hiesigen Seminarteilnehmer*innen genannt. Dieses vielfältige Kohärenzerleben, welches u.a. durch die Exkursion und die Planungsaktivitäten generiert wird, kann dabei helfen, ein vernetztes Professionswissen aufzubauen, das im Berufsalltag zur Anwendung kommt (vgl. Schwichow et al., 2019, S. 344).

Die vierte im Seminar vorhandene Ebene der Kohärenz (kollegiale Vernetzung) wird von den Befragten nicht explizit erwähnt, außer in einer Aussage (mehr Transparenz bezüglich der Anforderungen beider Dozent*innen an die Studierenden bzw. noch mehr Absprachen untereinander gewünscht). Solch ein Verbesserungsvorschlag oder auch Aussagen, wie die von S2 *(„Ich denke, ich wäre in der Lage, allerdings wurden mir die Nawitech-Perspektiven eingängiger vermittelt als es bei den geographisch, geschichtlichen Aspekten der Fall war.“*), visualisieren, dass Teamteaching mit vielen Herausforderungen verbunden ist: So ist u.a. ein (zeit-)intensiver Austausch untereinander nötig, und es müssen Kompromisse geschlossen werden (u.a. Kricke & Reich, 2016). Zudem sind bei der strukturellen Verankerung solcher Konzepte an Universitäten der personelle Mehraufwand und die hohe Personalfluktuation zu beachten (vgl. Mayer et al., 2018, S. 16; Wagener et al., 2019, S. 222), was auch in dem hier beschriebenen Projekt (bisher) zu einer Nicht-Verstetigung dieser Vernetzungsebene geführt hat. Seit dem Ende der ersten Förderphase (s. Fußnote 5) wird das Seminar daher von einer Lehrperson allein weitergeführt, was in Anbetracht der oben beschriebenen Vorteile und Chancen solcher Kooperationsstrukturen – wie der Impulsgebung zu curricularer Vernetzung – zu bedauern ist. In-wieweit das Teamteaching ein Mehrgewinn ist bzw. bei den Teilnehmer*innen zur Wahrnehmung von Kohärenz insgesamt oder zu Veränderungen von Einstellungen zu Teamteaching oder inklusionsbezogenen SWE (u.a. Görich, Kassis, Kunze, Hollen & Ossowski, 2019) führt, sollte näher untersucht werden.

Bevor nachfolgend die quantitativen Ergebnisse (Lehrer*innen-SWE, situationales Interesse) interpretiert, diskutiert sowie mit jenen der qualitativen Auswertung verknüpft werden, sei auf Limitationen bezüglich des Forschungsdesigns und der Messinstrumente verwiesen. Die Einbeziehung einer Kontrollgruppe, welche den Kurs nicht belegt, würde dabei helfen zu erkennen, ob die gemessenen Effekte auf die Intervention zurückgehen. Die Stichprobe ist mit $N_{ges} = 36$ als klein zu bezeichnen und sollte vergrößert werden, um belastbare Aussagen treffen zu können. Es ist dann auch zu überprüfen, ob sich die

internen Konsistenzen der SWE-Konstrukte eher auf dem Niveau des Vor- oder des Nachtests stabilisieren. Die niedrigeren internen Konsistenzen im Posttest in allen drei Skalen könnten sich dadurch ergeben, dass die Studierenden durch die Erfahrungen, die sie während des Seminars sammeln, eine differenziertere Sicht auf ihre Selbstwirksamkeit erlangen (je Item findet also eine differenziertere Selbsteinschätzung statt). Sinnvoll wäre es in dem Zusammenhang auch, die Anzahl an Items je SWE-Konstrukt zu erhöhen und z.B. die SWE bezüglich Exkursionen im Sachunterricht nicht nur in der Subskala Durchführung, sondern auch in den Skalen Planung und Auswertung/Nachbereitung zu untersuchen (Renner, 2020). Lohnenswert wäre es zudem, nicht nur Selbsteinschätzungen einzuholen, sondern auch den tatsächlichen Lernzuwachs (u.a. für Exkursionen benötigtes fachdidaktisches Wissen) zu messen.

Bei Betrachtung der SWE bezüglich vielperspektivischen Unterrichtens sowie der Durchführung (inklusiver) Exkursionen ist auffällig, dass diese schon vor Beginn des Seminars hoch eingeschätzt werden. Studierende in einem fortgeschrittenen Semester des Studiums, wie es hier der Fall ist, haben höhere SWE im Bereich „Unterrichten" als Studienanfänger*innen (Schulte, Bögeholz & Watermann, 2008). Als Erfahrungsquellen zur Entwicklung jener SWE sind hier bisherige Praxiserfahrungen der Teilnehmer*innen und universitäre Lehrveranstaltungen zu nennen, wobei letztere bei der Mehrheit – wie die Ergebnisse aus Kapitel 5.4.1 zeigen – als Quelle dieser spezifischen SWE eher auszuschließen sind. Eine andere Erklärungsmöglichkeit sind zu hohe Selbsteinschätzungen aufgrund mangelnder unterrichtlicher Erfahrungen (u.a. Rabe et al., 2012; Tschannen-Moran et al., 1998). Es erscheint daher lohnenswert zu untersuchen, welchen Effekt z.B. die Erprobung der entwickelten Forschungsaufträge auf einer Exkursion mit einer realen, inklusiven Lerngruppe hätte. Die ersten Ergebnisse der qualitativen Studie von Renner (2020) deuten darauf hin, dass sich exkursionsbezogene SWE durch solche Praxiserfahrungen positiv oder negativ entwickeln können und dass dabei nicht nur eigene Handlungserfahrungen eine Rolle spielen, sondern u.a. auch verbale und emotionale Einflüsse (Bandura, 1997). Gleichzeitig wird durch solche Praxiselemente eine noch engere Theorie-Praxisverzahnung realisiert, also das Kohärenzerleben im Seminar erhöht.

Sowohl bei den Studierenden der ersten als auch der weiterentwickelten Seminarvariante sind die SWE in den betrachteten Skalen nach Abschluss des Kurses signifikant höher als vorher. Mithilfe der offenen Antworten kann auf konkrete Einflussquellen im Seminar geschlossen werden: Die genannten praktischen Tätigkeiten (u.a. eigene Planungsaktivitäten, Durchführung Exkursion, Anwenden fachspezifischer Arbeitsweisen) sind eigenen Handlungserfahrungen (Bandura, 1997) zuzuordnen, die als „the most powerful source of efficacy information" (Tschannen-Moran et al., 1998, S. 211) bezeichnet werden. Als sekundäre Erfahrungsquellen werden hier u.a. das Feedbackgeben durch die Dozent*innen (verbale Beeinflussung) und die Generierung von Motivation/situativem Interesse (emotionale Reaktion) erwähnt (Bandura, 1997). Als weitere Quelle zuversichtlicher Erwartungen an die eigenen Kompetenzen wird die Thematisierung von Aspekten des Professionswissens genannt (u.a. Wissen über die Vielperspektivität des Sachunterrichts, über potenzielle Schwierigkeiten, die auftreten könnten, oder über Aspekte, die im Hinblick auf Exkursionen mit inklusiven Lerngruppen zu beachten sind).

Die Ergebnisse zum situationalen Interesse an den Kursinhalten verdeutlichen, dass es sinnvoll ist, Lehrveranstaltungen auf Basis von Studierendenrückmeldungen fortwährend weiterzuentwickeln. Gründe dafür, dass das situationale emotionale und wertbezogene Interesse der Teilnehmer*innen der ersten Kursvariante signifikant niedriger sind, lassen sich in den Aussagen zu den offenen Fragen wiederfinden. Diese können jeweils einem der folgenden wesentlichen Aspekte, die situationales Interesse beeinflussen, zugeordnet werden: a) Gestaltung der Lernumgebung/der Lerninhalte, b) persönlich wahrgenommene Interessantheit der Lerngegenstände und c) persönliches Erleben während der Tätigkeiten (Hidi & Renniger, 2006; Krapp, 1992, 2002). Die Studierenden der ers-

ten Variante bemängeln eine zu geringe Aktivierung (a, c) und teils schon bekannte Seminarinhalte (b), während dies bei jenen der zweiten Kursvariante nicht der Fall ist. Gleichzeitig wird von Letzteren die Handlungsorientierung (a) positiv hervorgehoben, welche auf eine hohe Aktivierung, Kompetenzerleben und die Motivation der Lernenden abzielt (Gudjons, 2014), wodurch gerade die emotionale Komponente des Interesses tangiert wird (vgl. Krapp, 1999, S. 398). Neue Inhalte oder Erlebnisse (b), wie sie hier von den Studierenden beschrieben werden (*„Weil es insgesamt durch die Exkursion mal was anderes war"*, S3), und das Hervorrufen positiver Gefühle (c) (*„hat Spaß gemacht"*, S14) betreffen ebenfalls diese emotionale Ebene (vgl. Krapp, 1999, S. 398). Die in der ersten Variante wenig fokussierten Planungsaktivitäten (a) sowie die teils bemängelten fehlenden Praxisbezüge (z.B. weniger Arbeit mit dem Perspektivrahmen Sachunterricht) können eine Erklärung für das signifikant geringere wertbezogene Interesse der Teilnehmer*innen sein. Die hohen Werte der Interessenssubskalen bei den Teilnehmer*innen der weiterentwickelten Kursvariante geben Anlass zur Hoffnung, dass sich aus dem situationalen Interesse persönliches Interesse entwickelt (vgl. Hidi & Renniger, 2006, S. 114ff.) und im Seminar behandelte Inhalte und Vermittlungsmethoden auch in die Berufspraxis integriert werden (vgl. Trempler et al., 2013, S. 344).

Insgesamt deuten auch die Ergebnisse der untersuchten SWE-Skalen und des situationalen Interesses darauf hin, dass das Seminar – besonders die weiterentwickelte Variante – einen positiven Einfluss auf die motivationalen Orientierungen der Studierenden hat. Das beschriebene Seminarkonzept, in dem verschiedene Formen von Kohärenz erlebt werden können, hat folglich das Potenzial, einen Beitrag zur Ausbildung professioneller Handlungskompetenzen (Baumert & Kunter, 2006) angehender Sachunterrichtslehrkräfte im Hinblick auf Vielperspektivität und Inklusion zu leisten.

Literatur und Internetquellen

Baar, R., & Schönknecht, G. (2018). *Außerschulische Lernorte: didaktische und methodische Grundlagen*. Weinheim: Beltz.

Bandura, A. (1997). *Self-Efficacy. The Exercise of Control*. New York, NY: Freeman.

Bateman, D., Taylor, S., Janik, E., & Logan, A. (2008). *Curriculum Coherence and Student Success*. Saint-Lambert, QC: Champlain Saint-Lambert Cégep.

Baumert, J., & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 9* (4), 469–520. https://doi.org/10.1007/s11618-006-0165-2

Bergische Universität Wuppertal. (2017). *Modulhandbuch zu der Prüfungsordnung Teilstudiengang Lernbereich Natur- und Gesellschaftswissenschaften (Sachunterricht) im Studiengang Master of Education – Lehramt für Sonderpädagogische Förderung.* Stand: 05.10.2017. Wuppertal: Bergische Universität Wuppertal.

Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for Quality Learning at University. What the Student Does* (4. Aufl.). Maidenhead: Open University Press.

Blaseio, B. (2016). Außerschulische Lernorte im Sachunterricht. Vielperspektivisches Sachlernen vor Ort. In J. Erhorn & J. Schwier (Hrsg.), *Pädagogik außerschulischer Lernorte. Eine interdisziplinäre Annäherung* (S. 261–282). Bielefeld: transcript. https://doi.org/10.14361/9783839431320-014

Blömeke, S. (2006). Struktur der Lehrerausbildung im internationalen Vergleich. Ergebnisse einer Untersuchung in acht Ländern. *Zeitschrift für Pädagogik, 52* (3), 393–416.

Böing, M., & Sachs, U. (2007). Fachdidaktische Exkursionen. Ein Baustein zur Förderung exkursionsdidaktischer Kompetenzen in der Lehrerbildung. *Geographie und Schule, 29* (169), 39–46.

Brovelli, D., von Niederhäusern, R., & Wilhelm, M. (2011). Außerschulische Lernorte in der Lehrpersonenbildung. Theorie, Empirie und Umsetzung an der PHZ Luzern. *Beiträge zur Lehrerbildung, 29* (3), 342–352.

Bühl, A. (2019). *Einführung in die moderne Datenanalyse ab SPSS 25* (16., aktual. Aufl.). Hallbergmoos: Pearson.

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. (2015). *Waldfibel Materialien*. Zugriff am 17.05.2021. Verfügbar unter: https://www.waldkulturerbe.de/waldfibel-materialien/.

Canrinus, E.T., Bergem, O.K., Klette, K., & Hammerness, K. (2017). Coherent Teacher Education Programmes: Taking a Student Perspective. *Journal of Curriculum Studies, 49* (3), 313–333. https://doi.org/10.1080/00220272.2015.1124145

Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2. Aufl.). New York, NY: Erlbaum.

Colquitt, J.A., LePine, J.A., & Noe, R.A. (2000). Toward an Integrative Theory of Training Motivation: A Meta-Analytic Path Analysis of 20 Years of Research. *Journal of Applied Psychology, 85* (5), 678–707. https://doi.org/10.1037/0021-9010.85.5.678

Deci, E.L., & Ryan, R.M. (Hrsg.). (1985). *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior*. New York, NY: Plenum. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2271-7

Deutsches Institut für Menschenrechte. (2017). *Das Recht auf inklusive Bildung. Allgemeine Bemerkung Nr. 4 des UN-Ausschusses für die Rechte von Menschen mit Behinderungen*. Zugriff am 17.05.2021. Verfügbar unter: https://www.institut-fuer-menschenrechte.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/Information/Information_12_Das_Recht_auf_inklusive_Bildung.pdf.

Diehr, B. (2020). Kohärenz und Korrespondenz – die fachdidaktische Perspektive auf die universitäre Englischlehrerbildung. In M. Heer & U. Heinen (Hrsg.), *„Die Stimmen der Fächer hören!" Fachprofil und Bildungsanspruch in der Lehrerbildung* (S. 325–342). Paderborn: Schöningh. https://doi.org/10.30965/9783657792740_021

Döring, N., & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften* (5., vollst. überarb. u. aktual. Aufl.). Berlin & Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-41089-5

Fölling-Albers, M., Hartinger, A., & Mörtl-Hafizović, D. (2004). Situiertes Lernen in der Lehrerbildung. *Zeitschrift für Pädagogik, 50* (5), 727–747.

Gaedtke-Eckardt, D.-G. (2011). *Fördern durch Sachunterricht*. Stuttgart: Kohlhammer.

GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts) (Hrsg.). (2013). *Perspektivrahmen Sachunterricht* (vollst. überarb. u. erw. Aufl.). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts) (Hrsg.). (2019). *Qualitätsrahmen Lehrerbildung – Sachunterricht und seine Didaktik*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference. 11.0 Update* (4. Aufl.). Boston, MA: Allyn & Bacon.

Görich, K., Kassis, W., Kunze, I., Hollen, M., & Ossowski, E. (2019). Inklusionsbezogene Lehrer*innenbildung im Tandemformat – Eine Studie zu Effekten auf inklusionsbezogene Einstellungen und Selbstwirksamkeitserwartungen. *Qualifizierung für Inklusion, 1* (1). https://doi.org/10.21248/qfi.10

Götz, J., Hauenschild, K., Greve, W., & Hellmers, S. (2015). Einstellungen von Lehrerinnen und Lehrern zur inklusiven Grundschule. In D. Blömer, M. Lichtblau, A.K. Jüttner, K. Koch, M. Krüger & R. Werning (Hrsg.), *Perspektiven auf inklusive Bildung* (Jahrbuch Grundschulforschung, Bd. 18) (S. 34–39). Wiesbaden: VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-06955-1_4

Goldschmidt, P., & Phelps, G. (2007). *Does Teacher Professional Development Affect Content and Pedagogical Knowledge: How Much and for How Long? CSE Technical Report 711*. Zugriff am 17.05.2021. Verfügbar unter: https://cresst.org/wp-content/uploads/R711.pdf.

Guderian, P. (2007). *Wirksamkeitsanalyse außerschulischer Lernorte: Der Einfluss mehrmaliger Besuche eines Schülerlabors auf die Entwicklung des Interesses an Physik.* Dissertation. Berlin: Humboldt-Universität zu Berlin. Zugriff am 17.05. 2021. Verfügbar unter: http://edoc.hu-berlin.de/dissertationen/guderian-pascal-2007-02-12/PDF/guderian.pdf.

Gudjons, H. (2014). *Handlungsorientiert lehren und lernen* (8., aktual. Aufl.). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Harr, N., Eichler, A., & Renkl, A. (2014). Integrating Pedagogical Content Knowledge and Pedagogical/Psychological Knowledge in Mathematics. *Frontiers in Psychology, 5* (924). https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00924

Haslbeck, H., Lankes, E.V., Kohlauf, L., & Neuhaus, B. (2019). Wie viele Variablen darf ich beim Experimentieren variieren? Ein Training für Grundschullehrkräfte zum Einsatz der Variablenkontrollstrategie im Unterricht. In M. Knörzer, L. Förster, U. Franz & A. Hartinger (Hrsg.), *Forschendes Lernen im Sachunterricht* (S. 47–54). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Hellmann, K. (2019). Kohärenz in der Lehrerbildung – Theoretische Konzeptualisierung. In K. Hellmann, J. Kreutz, M. Schwichow & K. Zaki (Hrsg.), *Kohärenz in der Lehrerbildung. Theorien, Modelle und empirische Befunde* (S. 9–30). Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-23940-4

Hempel, M. (2007). Diagnostik der kindlichen Lebenswelt als Voraussetzung zur Förderung des Kompetenzerwerbs der Lernenden. In R. Lauterbach, A. Hartinger, B. Feige & D. Cech (Hrsg.), *Kompetenzerwerb im Sachunterricht fördern und erfassen* (S. 23–36). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Hempel, M., & Kohlscheen, K. (2011). Interesse, (Hoch-)Begabung und Inklusion. In H. Giest, A. Kaiser & C. Schomaker (Hrsg.), *Sachunterricht – auf dem Weg zur Inklusion* (S. 49–56). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Henrichwark, C. (2017). „Wir sind dann mal weg!" – Außerschulische Lernorte mit inklusiven Lerngruppen besuchen. In *Auf dem Weg zur inklusiven Grundschule – Ideen und Materialien für Lehrkräfte.* Ausgabe 19. C.36 (S. 1–22). Stuttgart: Dr. Josef Raabe.

Heran-Dörr, E. (2006). *Entwicklung und Evaluation einer Lehrerfortbildung zur Förderung der physikdidaktischen Kompetenz von Sachunterrichtslehrkräften*. Inaugural-Dissertation. München: Ludwig-Maximilians-Universität München. Zugriff am 17.05.2021. Verfügbar unter: https://edoc.ub.uni-muenchen.de/5878/1/Heran-Doerr_Eva.pdf.

Heynoldt, B. (2016). *Outdoor Education als Produkt handlungsleitender Überzeugungen von Lehrpersonen. Eine qualitativ rekonstruktive Studie* (Geographiedidaktische Forschungen, Bd. 60). Münster: Monsenstein & Vannerdat.

Hidi, S., & Renninger, K.A. (2006). The Four-Phase Model of Interest Development. *Educational Psychologist, 41* (2), 111–127. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_4

Hinz, A. (2011). Inklusive Pädagogik – Vision und konkretes Handlungsprogramm für den Sachunterricht? In H. Giest, A. Kaiser & C. Schomaker (Hrsg.), *Sachunterricht – auf dem Weg zur Inklusion* (S. 23–38). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Janssen, J., & Laatz, W. (2017). *Statistische Datenanalyse mit SPSS* (9., überarb. u. erw. Aufl.). Berlin: Springer Gabler. https://doi.org/10.1007/978-3-662-53477-9

Kahlert, J. (1994). Ganzheit oder Perspektivität? Didaktische Risiken des fächerübergreifenden Anspruchs und ein Vorschlag. In R. Lauterbach, W. Köhnlein, I. Koch & G. Wiesenfarth (Hrsg.), *Curriculum Sachunterricht* (S. 71–85). Kiel: IPN.

Kaiser, A., & Seitz, S. (2017). *Inklusiver Sachunterricht. Theorie und Praxis*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Kauertz, A., Kleickmann, T., Ewerhardy, A., Fricke, K., Lange, K., Ohle, A., et al. (2011). *Dokumentation der Erhebungsinstrumente im Projekt PLUS, Forschergruppe und Graduiertenkolleg nwu-essen*. Zugriff am 17.05.2020. Verfügbar unter: https://duepublico2.uni-due.de/servlets/MCRFileNodeServlet/duepublico_derivate_00036697/Dokumentation_der_Erhebungsinstrumente_im_Projekt_PLUS_2013_final2.pdf.

Klafki, W. (1992). Allgemeinbildung in der Grundschule und der Bildungsauftrag des Sachunterrichts. In R. Lauterbach, W. Köhnlein, K. Spreckelsen & E. Klewitz (Hrsg.), *Brennpunkte des Sachunterrichts* (S. 11–31). Kiel: IPN & GDSU.

KMK (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland). (2019/2008). *Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung.* Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.10.2008 i.d.F. vom 16.05.2019. Zugriff am 17.05.2021. Verfügbar unter: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2008/2008_10_16-Fachprofile-Lehrerbildung.pdf.

Köhnlein, W. (1990). Grundlegende Bildung und Curriculum des Sachunterrichts. In W. Wittenbruch & P. Sorger (Hrsg.), *Allgemeinbildung und Grundschule* (S. 107–125). Münster: LIT.

Köhnlein, W., Marquardt-Mau, B., & Schreier, H. (Hrsg.). (1999). *Vielperspektivisches Denken im Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Krapp, A. (1992). Interesse, Lernen und Leistung. Neuere Forschungsansätze in der Pädagogischen Psychologie. *Zeitschrift für Pädagogik, 38* (5), 747–770.

Krapp, A. (1999). Intrinsische Lernmotivation und Interesse. Forschungsansätze und konzeptuelle Überlegungen. *Zeitschrift für Pädagogik, 45* (3), 387–406.

Krapp, A. (2002). Structural and Dynamic Aspects of Interest Development: Theoretical Considerations from an Ontogenetic Perspective. *Learning and Instruction, 12* (4), 383–409. https://doi.org/10.1016/S0959-4752(01)00011-1

Krapp, A. (2007). An Educational-Psychological Conceptualisation of Interest. *International Journal for Educational and Vocational Guidance, 7*, 5–21. https://doi.org/10.1007/s10775-007-9113-9

Krapp, A., & Prenzel, M. (2011). Research on Interest in Science: Theories, Methods and Findings. *International Journal of Science Education, 33* (1), 27–50. https://doi.org/10.1080/09500693.2010.518645

Krapp, A., & Ryan, R.M. (2002). Selbstwirksamkeit und Lernmotivation. Eine kritische Betrachtung der Theorie von Bandura aus der Sicht der Selbstbestimmungstheorie und der pädagogisch-psychologischen Interessenstheorie. In M. Jerusalem & D. Hopf (Hrsg.), *Selbstwirksamkeit und Motivationsprozesse in Bildungsinstitutionen* (Zeitschrift für Pädagogik, 44. Beiheft) (S. 54–82). Weinheim & Basel: Beltz Juventa.

Kricke, M., & Reich, K. (2016). *Teamteaching. Die neue Kultur des Lehrens und Lernens*. Weinheim: Beltz.

Kuckartz, U. (2016). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (3., überarb. Aufl.). Weinheim & Basel: Beltz Juventa.

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (2013). *Naturschutzgebiet Fließgewässersystem Gelpe- und Saalbachtal (W-015).* Zugriff am 17.05.2021. Verfügbar unter: http://nsg.naturschutzinformationen.nrw.de/nsg/de/fachinfo/gebiete/gesamt/W-015.

Lange, K., Ohle, A., Kleickmann, T., Kauertz, A., Möller, K., & Fischer, H. (2015). Zur Bedeutung von Fachwissen und fachdidaktischem Wissen für Lernfortschritte von Grundschülerinnen und Grundschülern im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. *Zeitschrift für Grundschulforschung, 8* (1), 23–38.

Lauterbach, R. (2017). Vielperspektivität – ein Beitrag zur Identitätsfindung der Didaktik des Sachunterrichts. In H. Giest, A. Hartinger & S. Tänzer (Hrsg.), *Vielperspektivität im Sachunterricht* (S. 13–26). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Leiner, D. (2006). *SoSci Survey* (Computer Software). Zugriff am 17.05.2021. Verfügbar unter: https://www.soscisurvey.de/.

Lersch, R. (2006). Lehrerbildung im Urteil der Auszubildenden. Eine empirische Studie zu beiden Phasen der Lehrerausbildung. In C. Allemann-Ghionda & E. Terhart (Hrsg.), *Kompetenzen und Kompetenzentwicklung von Lehrerinnen und Lehrern: Ausbildung und Beruf* (Zeitschrift für Pädagogik, 51. Beiheft) (S. 164–181). Weinheim: Beltz.

Lichtenstein-Rother, I. (1969). *Schulanfang. Pädagogik und Didaktik der ersten beiden Schuljahre* (7. Aufl.). Frankfurt a.M.: Diesterweg.

Lipowsky, F., & Rzejak, D. (2012). Lehrerinnen und Lehrer als Lerner – Wann gelingt der Rollentausch? Merkmale und Wirkungen wirksamer Lehrerfortbildungen. *Schulpädagogik heute, 5* (3), 1–17.

Lößner, M. (2011). *Exkursionsdidaktik in Theorie und Praxis: Forschungsergebnisse und Strategien zur Überwindung von hemmenden Faktoren* (Geographiedidaktische Forschungen, Bd. 48). Weingarten: Hochschulverband für Geographie und ihre Didaktik.

Lübke, L., Meyer, J., & Christiansen, H. (2016). Effekte von Einstellungen und subjektiven Erwartungen von Lehrkräften: Die Theorie des geplanten Verhaltens im Rahmen schulischer Inklusion. *Empirische Sonderpädagogik, 8* (3), 225–238.

Lübke, B., & Schütt, M.-L. (Hrsg.). (2019). *Lehren und Lernen mit heterogenen Lerngruppen am außerschulischen Lernort. Ergebnisse einer Forschungswerkstatt im Lehramtsstudium an der Universität Hamburg*. Norderstedt: BoD.

Lütje-Klose, B., & Urban, M. (2014). Professionelle Kooperation als wesentliche Bedingung inklusiver Schul- und Unterrichtsentwicklung, Teil 1: Grundlagen und Modelle inklusiver Kooperation. *Vierteljahresschrift für Heilpädagogik und ihre Nachbargebiete, 2*, 112–123. https://doi.org/10.2378/vhn2014.art09d

Macke, G., Hanke, U., Viehmann-Schweizer, P., & Raether, W. (2016). *Kompetenzorientierte Hochschuldidaktik* (3. Aufl.). Weinheim: Beltz.

Mattes, W. (2002). *Methoden für den Unterricht. 75 kompakte Übersichten für Lehrende und Lernende*. Paderborn: Schöningh.

Mayer, J., Ziepprecht, K., & Meier, M. (2018). Vernetzung fachlicher, fachdidaktischer und bildungswissenschaftlicher Studienelemente in der Lehrerbildung. In M. Meier, K. Ziepprecht & J. Mayer (Hrsg.), *Lehrerausbildung in vernetzten Lernumgebungen* (S. 9–20). Münster & New York: Waxmann.

Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken* (12., überarb. Aufl.). Weinheim & Basel: Beltz.

Meschede, N., Hartinger, A., & Möller, K. (2020). Sachunterricht in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. Rahmenbedingungen, Befunde und Perspektiven. In C. Cramer, J. König, M. Rothland & S. Blömeke (Hrsg.), *Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung* (S. 541–548). Bad Heilbrunn: Klinkhardt. https://doi.org/10.35468/hblb2020-065

Meyer, H. (2011). *Unterrichtsmethoden II: Praxisband* (14. Aufl.). Berlin: Cornelsen.

MSW NRW (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen). (2008). *Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen*. Frechen: Ritterbach.

Niederhäusern, R. von, Brovelli, D., Fuchs, K., & Rempfler, A. (2012). Kompetenzorientierung an außerschulischen Lernorten aus unterschiedlichen Fachperspektiven. In D. Brovelli, K. Fuchs, R. von Niederhäusern & A. Rempfler (Hrsg.), *Kompetenzentwicklung an außerschulischen Lernorten* (Außerschulische Lernorte – Beiträge zur Didaktik, Bd. 2) (S. 143–162). Münster: LIT.

Nießeler, A. (2015). Den Sachen begegnen. In J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (2., aktual. u. erw. Aufl.) (S. 441–448). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Ohl, U., & Neeb, K. (2012). Exkursionsdidaktik: Methodenvielfalt im Spektrum von Kognitivismus und Konstruktivismus. In J.-B. Haversath (Hrsg.), *Geographiedidaktik. Theorie – Themen – Forschung* (Das Geographische Seminar) (S. 259–288). Braunschweig: Westermann.

Ohl, U., & Padberg, S. (2009). Ein Exkursions-Gruppenpuzzle als geographiedidaktisches Lehr-Lern-Arrangement. In M. Dickel & G. Glasze (Hrsg.), *Vielperspektivität und Teilnehmerzentrierung – Richtungsweiser der Exkursionsdidaktik* (Praxis neue Kulturgeographie, Bd. 6) (S. 69–82). Münster: LIT.

Pawek, C. (2009). *Schülerlabore als interessefördernde außerschulische Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler aus der Mittel- und Oberstufe*. Dissertation. Kiel: Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Zugriff am 18.05.2021. Verfügbar unter: https://macau.uni-kiel.de/servlets/MCRFileNodeServlet/dissertation_derivate_00002763/diss_cpawek.pdf.

Prenzel, M. (1988). *Die Wirkungsweise von Interesse. Ein pädagogisch-psychologisches Erklärungsmodell*. Opladen: Westdeutscher Verlag.

Rabe, T., Meinhardt, C., & Krey, O. (2012). Entwicklung eines Instruments zur Erhebung von Selbstwirksamkeitserwartungen in physikdidaktischen Handlungsfeldern. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 18*, 293–315.

Reinmann, G., & Mandl, H. (2006). Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie. Ein Lehrbuch* (5., vollst. überarb. Aufl.) (S. 613–658). Weinheim: Beltz PVU.

Renkl, A. (1996). Träges Wissen: Wenn Erlerntes nicht genutzt wird. *Psychologische Rundschau, 47*, 78–92.

Renner, T. (2020). Selbstwirksamkeitserwartungen bei Lehramtsstudierenden zu geographischen Exkursionen. In M. Hemmer, A.-K. Lindau, C. Peter, M. Rawohl & G. Schrüfer (Hrsg.), *Lehrerprofessionalität und Lehrerbildung im Fach Geographie im Fokus von Theorie, Empirie und Praxis. Ausgewählte Tagungsbeiträge zum HGD-Symposium 2018 in Münster* (Geographiedidaktische Forschungen, Bd. 72) (S. 109–122). Münster: Münsterscher Verlag für Wissenschaft.

Rindermann, H. (2003). Lehrevaluation an Hochschulen: Schlussfolgerungen aus Forschung und Anwendung für Hochschulunterricht und seine Evaluation. *Zeitschrift für Evaluation, 2*, 233–256.

Schilling, Y., Beudels, M., Kuckuck, M., & Preisfeld, A. (2021, eingereicht). Sachunterrichtsbezogene Teilstudiengänge aus NRW auf dem Prüfstand – Eine Dokumentenanalyse der Bachelor- und Masterprüfungsordnungen. *HLZ – Herausforderung Lehrer_innenbildung*.

Schmidt, M. (2015). *Professionswissen von Sachunterrichtslehrkräften. Zusammenhangsanalyse zur Wirkung von Ausbildungshintergrund und Unterrichtserfahrung auf das fachspezifische Professionswissen im Unterrichtsinhalt „Verbrennung“.* Berlin: Logos.

Schulte, K., Bögeholz, S., & Watermann, R. (2008). Selbstwirksamkeitserwartungen und Pädagogisches Professionswissen im Verlauf des Lehramtsstudiums. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 11*, 268–287. https://doi.org/10.1007/s11618-008-0020-8

Schwarzer, R., & Jerusalem, M. (2002). Das Konzept der Selbstwirksamkeit. In M. Jerusalem & D. Hopf (Hrsg.), *Selbstwirksamkeit und Motivationsprozesse in Bildungsinstitutionen* (Zeitschrift für Pädagogik, 44. Beiheft) (S. 28–53). Weinheim & Basel: Beltz Juventa.

Schwichow, M., Zaki, K., Hellmann, K., & Kreutz, J. (2019). Quo vadis? Kohärenz in der Lehrerbildung. In K. Hellmann, J. Kreutz, M. Schwichow & K. Zaki (Hrsg.),

Kohärenz in der Lehrerbildung (S. 331–350). Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-23940-4_21

Seckelmann, A., & Hof, A. (Hrsg.). (2020). *Exkursionen und Exkursionsdidaktik in der Hochschullehre. Erprobte und reproduzierbare Lehr- und Lernkonzepte*. Berlin: Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-662-61031-2

Seifert, A. (2018). Kooperation und Teamarbeit in der inklusiven Grundschule – Empirische und theoretische Annäherungen an ein Desiderat. In K. Müller & S. Gingelmaier (Hrsg.), *Kontroverse Inklusion. Ansprüche, Umsetzungen und Widersprüche in der Schulpädagogik* (S. 192–201). Weinheim & Basel: Beltz Juventa.

Simon, T. (2020). Sachunterricht(sdidaktik) auf dem Weg zur Inklusion? Rück-, Ein- und Ausblicke. *k:ON - Kölner Online Journal für Lehrer*innenbildung, 2* (2), S. 70–93. https://doi.org/10.18716/ojs/kON/2020.2.04

Stolz, C., & Feiler, B. (2018). *Exkursionsdidaktik. Ein fächerübergreifender Praxisratgeber*. Stuttgart: Ulmer.

Thomas, B. (2013). *Der Sachunterricht und seine Konzeptionen. Historische und aktuelle Entwicklungen* (4., vollst. überarb. Aufl.). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Trempler, K., Schellenbach-Zell, J., & Gräsel, C. (2013). Der Einfluss der Motivation von Lehrpersonen auf den Transfer von Innovationen. In M. Rürup & I. Bormann (Hrsg.), *Innovationen im Bildungswesen. Analytische Zugänge und empirische Befunde* (S. 329–347). Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-531-19701-2_14

Tschannen-Moran, M., Woolfolk Hoy, A., & Hoy, W.K. (1998). Teacher Efficacy: Its Meaning and Measure. *Review of Educational Research, 68* (2), 202–248. https://doi.org/10.3102/00346543068002202

Tukey, J.W. (1977). *Exploratory Data Analysis*. Reading: Addison-Wesley.

Viebahn, E. (2003). *Hämmer und Schleifkotten im Gelpetal* (erw. Neuaufl.). Wuppertal: Born.

Wagener, U., Reimer, M., Lüschen, I., Schlesier, J., & Moschner, B. (2019). „Krass lehramtsbezogen“ – Lehramtsstudierende wünschen sich mehr Kohärenz in ihrem Studium. *HLZ – Herausforderung Lehrer_innenbildung, 2* (1), 210–226. https://doi.org/10.4119/hlz-2488

Zumbach, J., & Astleitner, H. (2016). *Effektives Lehren in der Hochschule. Ein Handbuch zur Hochschuldidaktik*. Stuttgart: W. Kohlhammer.

Beitragsinformationen[5]

Zitationshinweis:
Beudels, M., Jeske, I., & Preisfeld, A. (2021). Wasser, Wald & Wuppertal. Kohärenzerleben von Sachunterrichtsstudierenden bei der Planung, Durchführung und Nachbereitung einer Exkursion. *PFLB – PraxisForschungLehrer*innenBildung, 3* (1), 71–103. https://doi.org/10.11576/pflb-4455

Online-Supplement:
Anhänge zum Beitrag

Online verfügbar: 04.06.2021

ISSN: 2629-5628



© Die Autor*innen 2021. Dieser Artikel ist freigegeben unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung, Weitergabe unter gleichen Bedingungen, Version 4.0 International (CC BY-SA 4.0).
URL: https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/de/legalcode

[5] Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben „Kohärenz in der Lehrerbildung“ (KoLBi) der Bergischen Universität Wuppertal wurde im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01JA1507 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autor*innen.

V.3 Zielebenen 2 und 3: Mit Experimenten zu Wasserläufer & Co Kohärenz erleben – Potenziale eines interdisziplinären, experimentellen Kurses zur Professionalisierung angehender Sachunterrichtslehrkräfte (Manuskript 3)

Titel	Mit Experimenten zu Wasserläufer & Co Kohärenz erleben – Potenziale eines interdisziplinären, experimentellen Kurses zur Professionalisierung angehender Sachunterrichtslehrkräfte
Autor*innen	*Melanie Beudels*, Yannick Schilling & Angelika Preisfeld
Status	*under review*
Journal	DiMawe – Zeitschrift für Konzepte und Arbeitsmaterialien für Lehrer*innenbildung und Unterricht
Review	*Double peer review*
Jahr	*NYA*
Volume(Issue): Seiten	*NYA*
Link/DOI	*NYA*
Eigenanteil	**95 %** Konzeption der Lehrveranstaltung (100 %) Durchführung der Lehrveranstaltung (100 %) Planung und Erstellen des Untersuchungsdesigns (100 %) Datenerhebung (100 %) Datenanalyse (95 %) Verfassen des Manuskripts (95 %)
Inhaltlicher Schwerpunkt	Konzeption, Durchführung und Evaluation einer kohärenten, vielperspektivischen universitären Lehrveranstaltung für Grundschullehramtsstudierende (Intervention B, s. Kap. IV.2); Erwartungen, Wünsche und Werte der Teilnehmer*innen; Wirksamkeit der Intervention B, Ebene 1: Studierendenreaktionen, Ebene 2: affektiv-motivationale Wirksamkeit: situationales Interesse (emotionale, epistemische und wertbezogene Komponente) und Verständnis der Interdisziplinarität der Naturwissenschaften und Technik
Design/Methodik	Längsschnittstudie (2 MZ); EG; Online-Fragebogenerhebung; quantitative und qualitative Auswertung (*Mixed Methods*)
Online-Supplement	vorhanden; s. Anhang XI.10
Anmerkung	Die Einverständniserklärungen der Studierenden zu Abbildung 5 im Manuskript sind dem Anhang XI.15 zu entnehmen; jene der Eltern der Kinder sind aus Datenschutzgründen nicht angehangen; ein Einverständnis des Journals zur Vorabveröffentlichung des Manuskripts in dieser Arbeit wurde eingeholt

Kasten 3: *Informationen zu Manuskript 3*

Mit Experimenten zu Wasserläufer & Co Kohärenz erleben

Potenziale eines interdisziplinären, experimentellen Kurses zur Professionalisierung angehender Sachunterrichtslehrkräfte

Melanie Beudels[1, 2, *], Yannick Schilling[2] & Angelika Preisfeld[1]

[1]Lehrstuhl für Zoologie & Didaktik der Biologie, Bergische Universität Wuppertal
[2]Institut für Geographie und Sachunterricht, Bergische Universität Wuppertal
** Kontakt: melanie.beudels@uni-wuppertal.de*

Zusammenfassung: Dieser Beitrag stellt das Konzept einer universitären Lehrveranstaltung vor, die durch Herstellung curricularer Kohärenz auf mehreren Ebenen das Ziel verfolgt, angehende Sachunterrichtslehrpersonen für die Gestaltung eines vielperspektivischen Sachunterrichts im Bereich Naturwissenschaften und Technik zu professionalisieren. Anhand der Kontexte ‚Teich' und ‚Mensch und Leistungsfähigkeit' erleben die Studierenden den Lebensweltbezug des Sachunterrichts sowie interdisziplinäre Verflechtungen der Naturwissenschaften und Technik. Durch die eigenständige Planung, Durchführung und Auswertung sachunterrichtlich relevanter Experimente können sie sich zudem naturwissenschaftliches und technisches Fachwissen zu diesen Kontexten erarbeiten sowie ihr fachdidaktisches Wissen und ihre experimentelle Kompetenz erweitern. Die Ergebnisse der *Mixed-Methods*-Begleitforschung im *Pre-Post*-Design (N = 168) verweisen auf eine hohe Passung zwischen den Bedarfen der Studierenden und dem Kursangebot. 100 Prozent der Teilnehmer*innen empfehlen den Kurs weiter. Als Gründe dafür werden u.a. die Kohärenz von Kursinhalten und beruflichen Anforderungen, positive Veränderungen des Professionswissens und motivationaler Orientierungen genannt. Darüber hinaus wird angegeben, dass die Lehrveranstaltung das Verständnis von der Interdisziplinarität der Naturwissenschaften und Technik fördert. Das hohe situationale Interesse an den Kursinhalten lässt vermuten, dass Erlebtes bzw. Gelerntes auch in die Berufspraxis transferiert wird

Schlüsselwörter: Lehrpersonenprofessionalisierung, Sachunterricht, Kohärenz, Naturwissenschaften und Technik, Experimentieren

1. Einleitung

Ein Ziel des Faches Sachunterricht in der Grundschule ist es, einen Beitrag zur naturwissenschaftlichen und technischen Grundbildung der Schüler*innen zu leisten (Blumberg, Möller & Hardy, 2004; Mammes & Zolg, 2015). An individuelle Erfahrungen und Voraussetzungen anknüpfend, sollen Lernende dabei unterstützt werden, Phänomene, Sachverhalte und Zusammenhänge ihrer Lebenswelt zu verstehen, indem sie mithilfe geeigneter Denk- und Arbeitsweisen – wie dem Experimentieren – selbstständig erschlossen werden (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU), 2013; Möller, 2010).

Die Gestaltung eines solchen schüler*innen- und verständnisorientierten Unterrichts stellt hohe Anforderungen an die professionellen Kompetenzen (Baumert & Kunter, 2006) von Sachunterrichtslehrkräften. Sie

> „benötigen […] allgemeindidaktische und lernpsychologische Kenntnisse wie auch fachliche und fachdidaktische Kenntnisse in Bezug auf biologische, physikalische, chemische und technische Aspekte des Sachunterrichts und ihre interdisziplinären Verflechtungen“ (Möller, 2004, S. 75).

Gerade das Wissen über interdisziplinäre Vernetzungen der sachunterrichtlichen Bezugsfächer ist aufgrund des Anspruches, ein vielperspektivisches Fach[1] zu sein, nicht zu vernachlässigen. Dies verdeutlicht auch der ‚Qualitätsrahmen Lehrerbildung Sachunterricht und seine Didaktik‘ (GDSU, 2019) mit dem perspektivenübergreifenden/-vernetzenden Qualifikationsbereich. In diesem wird die Empfehlung formuliert, dass Sachunterrichtslehrpersonen in der Lage sein sollten, „sich ausgehend von Phänomenen die notwendigen fachwissenschaftlichen Bezüge erarbeiten und sie im Sinne perspektivenübergreifenden (vernetzenden) Denkens […] auch für Kinder sichtbar [zu] machen“ (GDSU, 2019, S. 40).

Meschede, Hartinger & Möller (vgl. 2020, S. 546) verweisen allerdings darauf, dass die bestehenden Ausbildungsstrukturen für den Sachunterricht an vielen Universitäten – aufgrund geringen Studienumfangs und/oder fehlender Studienelemente vor dem Hintergrund der inhaltlichen Breite des Faches – nicht ausreichen, um o.g. professionelle Kompetenzen hinreichend anzubahnen. Anschlussfähig an diese Problematik ist ein Ergebnis der Analyse der Prüfungsordnungen sachunterrichtsbezogener Teilstudiengänge in Nordrhein-Westfalen (NRW) von Schilling, Beudels, Kuckuck & Preisfeld (2021), welche bezüglich des perspektivenvernetzenden Qualifikationsbereichs Entwicklungspotenzial aufzeigt.

Deutschlandweit deuten zudem viele Ausbildungsvarianten für den Sachunterricht auf eine Ungleichgewichtung sachunterrichtlicher Bezugsfächer[2] sowie Unterschiede im Umfang fachlicher und fachdidaktischer Ausbildungsinhalte hin (Baumgardt & Kaiser, 2015; Gläser & Schomaker, 2014; Schilling et al., 2021).

Die Befunde spiegeln – für die Ausbildung im Fach Sachunterricht aufgrund der Vielzahl an Bezugsfächern und dem Anspruch an Perspektivenvernetzung (GDSU, 2019; Meschede et al., 2020) auf einer weiteren Ebene – ein generelles Problem der Lehrer*innenbildung in Deutschland wider: Es mangelt an curricularer Kohärenz im Lehramtsstudium (Mayer, Ziepprecht & Meier, 2018; Terhart, 2004). Unter *curricularer* bzw. *formell-institutioneller* Kohärenz wird zunächst allgemein die Vernetzung von Ausbildungsinhalten, -strukturen sowie -phasen auf der ‚Angebotsseite‘ verstanden (vgl. Cramer, 2020, S. 270ff.; Hellmann, 2019, S. 9ff.). Eine geringe curriculare Kohärenz

[1] zur Übersicht vgl. u.a. Thomas, 2013, S. 108ff.; hier wird unter Vielperspektivität zum einen der Einbezug und die Vernetzung verschiedenster Bezugsfächer verstanden, die im Perspektivrahmen Sachunterricht zu fünf Perspektiven – der geographischen, sozialwissenschaftlichen, historischen, technischen und naturwissenschaftlichen Perspektive – integriert werden (GDSU, 2013). Zum anderen ist damit auch das Einbeziehen der Fragen, Interessen und Sichtweisen der Lernenden sowie diverser Arbeits- und Denkweisen (wie z.B. Experimentieren) gemeint (GDSU, 2013; Köhnlein, Marquardt-Mau & Schreier, 1999).

[2] z.B. geringe Kontaktzeit zum naturwissenschaftlichen Bereich in den gesellschaftswissenschaftlichen Teilstudiengängen des Sachunterrichts am Standort Wuppertal, an dem das hier vorgestellte Konzept entwickelt und erprobt wurde; kein Bereich Technik am Standort Köln (Schilling et al., 2021)

kann auf Seiten der Lehramtsstudierenden zu einer geringen *wahrgenommenen* Kohärenz (vgl. Cramer, 2020, S. 270) führen (Hsieh, Law, Shy, Wang, Hsieh & Tang, 2011): Oftmals erkennen sie – z.B. aufgrund fehlender Vernetzung mit fachdidaktischen Inhalten – die Relevanz fachwissenschaftlicher Inhalte in ihrem Studium nicht (Lersch, 2006) oder es wird beklagt, dass universitäre Ausbildung und berufsbezogene Anforderungen nicht gut aufeinander abgestimmt seien (Wagener, Reimer, Lüschen, Schlesier & Moschner, 2019). Fehlende curriculare und wahrgenommene Kohärenz kann fragmentiertes, träges Professionswissen und damit einhergehend Anwendungsschwierigkeiten in der Berufspraxis zur Folge haben (u.a. Harr, Eichler & Renkl, 2014; Hellmann & Zaki, 2018; Renkl, 1996; Schwichow, Zaki, Hellmann & Kreutz, 2019). Es ist daher zu vermuten, dass eine geringe Vernetzung der sachunterrichtlichen Bezugsfächer (also z.B. von Biologie, Chemie, Physik, Technik) auf curricularer Ebene dazu führt, dass die Lehrkräfte nicht in der Lage sind, den o.g. Kompetenzerwartungen hinsichtlich des perspektivenübergreifenden Qualifikationsbereiches (GDSU, 2019) und somit den Ansprüchen an vielperspektivischen naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht (GDSU, 2013) gerecht zu werden. Cramer fasst diese „kognitive Wahrnehmung und [gedankliche] Herstellung von Kohärenz“ (Cramer, 2020, S. 270) auf Seiten der Nutzer*innen der Angebote als *informell-individuelle* Kohärenz zusammen.

Es mangelt allerdings an der Veröffentlichung und Beforschung von Lehrkonzepten für (angehende) Sachunterrichtslehrer*innen im naturwissenschaftlich-technischen Bereich, welche versuchen, den beschriebenen Defiziten hinsichtlich formell-institutioneller Kohärenz im Studium zu begegnen und dadurch informell-individuelle Kohärenz herzustellen. Bisherige Interventionen zur Professionalisierung von (angehenden) Sachunterrichtslehrer*innen im naturwissenschaftlich-technischen Bereich fokussieren zumeist ein Bezugsfach, wie bspw. die Physik (u.a. Heran-Dörr, 2006; Schmidt, 2015). Die wenigen existierenden Berichte von – auf Ebene der Bezugsfächer – kohärenten Lehr-Lernkonzepten und der Beforschung ihrer Wirksamkeit beziehen sich auf ganze Studiengänge (Göhring, 2017) oder beschränken sich auf die Vernetzung von Biologie *und* Chemie (Janssen, 2015) oder Biologie *und* Physik (Kratz & Schaal, 2015).[3] Die naturwissenschaftliche Perspektive hat jedoch die Biologie, Chemie *und* Physik als Bezugsfächer (GDSU, 2013), welche gleichzeitig eng mit der technischen Perspektive verwoben sind (s. Kap. 3.3.1).

In diesem Beitrag wird daher das Konzept *einer* universitären Lehrveranstaltung für angehende Sachunterrichtslehrpersonen beschrieben, in der *Biologie, Chemie, Physik und Technik* vernetzt werden. Ziel ist zum einen eine Effizienzsteigerung (vgl. Cramer, 2020, S. 269ff.) des Systems der universitären Ausbildung angehender Sachunterrichtslehrpersonen, um Redundanzen[4] zu verringern und die begrenzten zeitlichen Ressourcen effektiver zu nutzen. Letzteres meint auch, dass durch eine Vernetzung der naturwissenschaftlich-technischen Bezugsfächer aufgrund ihrer inhaltlichen und fachmethodischen Überschneidungen die Vielzahl an Bezugsfächern nicht als (problematische) Herausforderung in der Ausbildung gesehen wird, sondern als Chance zur Genese einer adäquaten Fachidentität. Zum anderen wird – vermittelt über die Wahrnehmung curricularer Kohärenz – angestrebt, die professionellen Kompetenzen (Professionswissen und motivationale Orientierungen) hinsichtlich aller vier Bezugsfächer (perspektivenspezifischer Qualifikationsbereich; GDSU, 2019) sowie bezüglich des perspektivenvernetzenden Qualifikationsbereiches (GDSU, 2019) zu fördern. Zur Herstellung formell-institutioneller sowie informell-individueller Kohärenz werden im Kurs primär zwei *Mittel* (Cramer, 2020, S. 271ff.) eingesetzt: Ein *interdisziplinäres Lehr-Lern-Setting* (s. Kap. 2.1 und 3.3.1) sowie darin integriert das Mittel des *Experimentierens* (s. Kap. 2.2 und 3.3.2).

[3] Ausnahme bildet der Beitrag von Beudels, Jeske & Preisfeld (2021); dort steht allerdings die Vernetzung aller fünf Perspektiven des Sachunterrichts (GDSU, 2013) im Fokus.

[4] Redundanz meint hier, dass z.B. sowohl in einer Lehrveranstaltung des Bezugsfaches Biologie als auch in einer des Bezugsfaches Chemie gleiche fachwissenschaftliche Inhalte behandelt werden oder in mehreren fachdidaktischen Kursen der Bezugsfächer das Thema „Experimentieren im Sachunterricht“ besprochen wird

Nachfolgend wird beschrieben, was unter diesen beiden Mitteln verstanden wird und herausgearbeitet, warum sie sich als Mittel der Kohärenzherstellung und Förderung professioneller Kompetenzen eignen. Daran anknüpfend wird in Kap. 3.3 ihr genauer Einsatz und ihre Funktion im Rahmen des Kurskonzepts erläutert. Es folgen Durchführungshinweise und die Vorstellung der Begleitforschung, deren Ergebnisse schließlich diskutiert werden.

2. Theoretische Verortung: Mittel der Kohärenzherstellung

2.1 Interdisziplinäres Lehren und Lernen in den Naturwissenschaften und der Technik

In der Literatur finden sich zahlreiche Definitionen ‚fächerübergreifenden' oder ‚interdisziplinären' Lehrens und Lernens. Unter einem ‚interdisziplinären' Lehr-Lern-Setting, wie es für die vorgestellte Lehrveranstaltung gewählt wurde, wird – in Anlehnung an Labudde (vgl. 2003, S. 54; 2014, S. 14f.), der zwischen zwei Ebenen differenziert – in diesem Beitrag folgendes verstanden: Auf *Ebene der Inhalte* stehen Fragen im Zentrum, für deren Klärung Kompetenzen aus verschiedenen Bezugsfächern (z.B. Biologie, Chemie, Physik und Technik) benötigt werden. Zur Beantwortung der Fragen wird auf *Ebene der Stundentafel* ein die Bezugsfächer integrierendes Lehrformat gewählt (s. Kap. 3.3.1). Ein solches Setting bedeutet jedoch „keinesfalls die Abkehr von jeglichem Fachunterricht und vom konsequenten Aufbau fachwissenschaftlicher Begriffe und Methoden" (Labudde, 2003, S. 54).

Die nachfolgend zusammengefassten Argumente für interdisziplinäres Unterrichten in den Naturwissenschaften und der Technik, die teils empirisch überprüft sind (zur Übersicht s. Labudde, 2014), können dabei nicht nur für das hier vorgestellte Lehrkonzept für angehende Sachunterrichtslehrpersonen herangezogen werden, sondern auch für den Sachunterricht als Integrationsfach (vgl. Kap. 1). Studien zeigen, dass fachübergreifende Lehr-Lern-Umgebungen das Interesse an den Naturwissenschaften erhöhen, gerade bei Mädchen zu positiveren Einstellungen gegenüber Naturwissenschaften sowie naturwissenschaftlichen Fächern führen (d.h. gender-gerechteres Unterrichten; vgl. Labudde, 2003, S. 53) und naturwissenschaftliche Kompetenzen sowie die Selbstständigkeit steigern (u.a. Bennett, Lubben & Hogarth, 2007; Bieber, 1999; Klos, 2007). Auch ergaben Forschungsarbeiten wie jene von Åström (2008), dass interdisziplinäres Lehren keine Nachteile bezüglich des Fachwissenszuwachses im Gegensatz zu disziplinärem Lehren mit sich bringt.

Die Vernetzung von Lerninhalten bzw. die Vermeidung des Entstehens fragmentierten Wissens wird oft als weitere Begründung angeführt, welche allerdings noch zu überprüfen ist (Labudde, 2014). Gemeint ist damit, dass Unterricht im Sinne eines konstruktivistischen Lernverständnisses (Gerstenmaier & Mandel, 1995) nicht „in den Denkschablonen und Fachschubladen der traditionellen Wissenschaften erfolgen" (Labudde, 2004, S. 57) kann, denn auch die Erfahrungen der Lerner*innen aus der Lebenswelt kennen keine Fachgrenzen (vgl. Huber, 2001, S. 308).

Interdisziplinärem Lehren und Lernen wird ebenfalls das Potenzial zugeschrieben, förderlich für eine naturwissenschaftliche und technische Grundbildung (*Scientific Literacy; Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD), 2017) zu sein, da beim *Scientific Literacy*-Ansatz nicht zwischen den einzelnen Fächern unterschieden wird (vgl. Nerdel, 2017, S. 15). Interdisziplinäre Lehr-Lern-Settings bieten hier die Gelegenheit, wissenschaftspropädeutische Kompetenzen zu fördern, also Gemeinsamkeiten und Chancen als auch Unterschiede bzw. Grenzen einzelner Fächer zu erkennen (u.a. Labudde, 2014). Gerade der Prozess naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung, wie er beim Experimentieren vorkommt (vgl. Kap. 2.2), kann als Brücke zwischen den Fächern angesehen werden, denn „die äußere Anlage des zyklischen Ablaufs eines

Experiments [ist] in allen Naturwissenschaften ähnlich“ (Barzel, Reinhoffer & Schrenk, 2012, S. 109).

2.2 Experimentieren – Erkenntnismethode, Arbeitsweise, Medium

Je nach Fach- und Anwendungsbereich existieren verschiedene Definitionen und Arten des Experimentierens (Höttecke & Rieß, 2015). So unterscheidet bspw. Meyer (vgl. 2011, S. 313ff.) zwischen Forschungsexperimenten, Unterrichtsexperimenten und freiem Experimentieren bzw. Tüfteln. Letztere Variante arbeitet nach dem Versuch-und-Irrtum-Schema und findet sich u.a. bei technischen Experimenten (vgl. Meyer, 2011, S. 324).

Wissenschaftliche Forschungsexperimente werden zur Gewinnung neuer Erkenntnisse durch die Untersuchung von Ursache-Wirkungszusammenhängen genutzt (vgl. Haider, 2015, S. 126), sodass mithilfe des gewonnenen Wissens u.a. „funktionierende Technik konstruiert werden kann“ (Höttecke & Rieß, 2015, S. 128). Experimentieren als *Erkenntnismethode* dient also dem Klären von Fragen an die Natur, indem unter kontrollierten Rahmenbedingungen eine unabhängige Variable variiert wird, um Veränderungen bei der abhängigen Variable messen zu können. Alle anderen Parameter werden dabei konstant gehalten (vgl. Hammann, 2016, S. 102). Studien zeigen, dass Kinder in der Grundschule zur Anwendung dieser Variablenkontrollstrategie (Chen & Klahr, 1999) fähig sein können (Sodian & Mayer, 2013), sodass u.a. auch der Perspektivrahmen Sachunterricht entsprechende Kompetenzerwartungen formuliert (vgl. GDSU, 2013, S. 40).

Die *Arbeitsweise* ‚Experimentieren‘ beschreibt den Prozess, durch den die Erkenntnisse gewonnen werden (vgl. Engelmann, Hoffmann & Woest, 2018, S. 64). Dieser kann grob in die Phasen ‚Planung‘, ‚Durchführung‘ und ‚Auswertung‘ unterteilt werden und verlangt – neben der Fähigkeit zur Kontrolle der Variablen – verschiedenste weitere Kompetenzen (u.a. Schreiber, Theyßen & Schecker, 2009). Die Planungsphase umfasst häufig das Formulieren einer Fragestellung und das Aufstellen von aus der Theorie abgeleiteten Hypothesen (vgl. Nerdel, 2017, S. 123). Schreiber et al. (vgl. 2009, S. 93) verweisen darauf, dass in dieser Phase zumindest Erwartungen oder Vermutungen bezüglich Ergebnissen festgehalten werden sollten, um „`Fehler‘ erkennen zu können“. Zur Durchführung eines Experiments müssen geeignete Geräte und Materialien zusammengestellt, korrekt aufgebaut sowie bedient werden, wozu auch manuelle Fertigkeiten benötigt werden (vgl. Schecker & Parchmann, 2006, S. 46; Schreiber et al., 2009, S. 94). Ergebnisse sollten dokumentiert und in der anschließenden Auswertung aufbereitet, ausgewertet und – bezugnehmend auf die Fragestellung und Hypothesen/Vermutungen – interpretiert werden (vgl. Nerdel, 2017, S. 123; Schreiber et al., 2009, S. 94).

Experimente können zudem in Lehr-Lern-Settings als *Medium* im Sinne eines Instruments zur Unterstützung von Lernprozessen dienen. Hier seien beispielhaft genannt: Medium zur Motivations- und Interessensförderung (durch Erleben von u.a. Kompetenz, Autonomie; Stichwort Selbstbestimmungstheorie, Deci & Ryan, 1985), zur Veranschaulichung eines Phänomens bzw. zur Vermittlung eines Sachverhalts (vgl. Haider, 2015, S. 126; Hammann, 2016, S. 102).

3. Kurskonzept und didaktisch-methodische Hinweise

Der Kurs wurde im Kontext des Projektes *Kohärenz in der Lehrerbildung* (*KoLBi*) entwickelt und wird seit dem Sommersemester (SoSe) 2016 durch den *Lehrstuhl für Zoologie und Didaktik der Biologie* an der Bergischen Universität Wuppertal (BUW) angeboten. Nachfolgend vorgestellte Lernziele, das Kurskonzept, Durchführungshinweise sowie Ergebnisse der Begleitforschung beziehen sich auf die Haupterhebungsphase vom Wintersemester (WiSe) 2017/2018 bis zum SoSe 2019, nachdem die Lehrveranstaltung – basierend auf den Ergebnissen der Pilotierungsphase im SoSe 2016 und WiSe

2016/2017 (zweimal als wöchentlicher Kurs, zweimal als Blockkurs) – weiterentwickelt wurde.

3.1 Curricularer Kontext und Zielgruppe

Ursprünglich war die hier vorgestellte Lehrveranstaltung (2 SWS, semesterbegleitendes, wöchentliches sowie vier-Tage-Blockkurs-Format in der vorlesungsfreien Zeit als Alternative), die aufgrund ihres freiwilligen Charakters als Tutorium tituliert ist, primär für Sachunterrichtsstudierende mit gesellschaftswissenschaftlichem Schwerpunkt angedacht. Diese erwerben bis zum Ende ihres Masters nur zwölf Pflichtleistungspunkte im Bereich Naturwissenschaften und Technik, wobei drei der vier Lehrveranstaltungen fachwissenschaftliche Basisvorlesungen (Biologie, Chemie, Physik) ohne fachdidaktischen Anteil sind (vgl. BUW, 2020, S. 8ff.).

Da sich nach dem Bewerben des Tutoriums herausstellte, dass auch Bachelor- und Masterstudierende anderer Sachunterrichtsstudiengänge (Schwerpunkt Naturwissenschaften und Technik sowie Sonderpädagogik) sowie Grundschullehramtsfächer (u.a. Musik, Anglistik) den Kurs freiwillig besuchen möchten (s. Diskussion: Bedarf/Nachfrage), wurde er auch für sie geöffnet. Die Weiterbildung letzterer Studierendengruppe ist auch deswegen angebracht, da ein nicht unerheblicher Teil der Grundschullehrpersonen Sachunterricht aufgrund des Klassenlehrer*innenprinzips (u.a. Lagies, 2020) fachfremd unterrichtet (vgl. Porsch & Wendt, 2016, S. 192ff.). Alle freiwilligen Teilnehmer*innen erhalten nach regelmäßigem Besuch des Kurses einen Teilnahmeschein, welcher das Kurskonzept und behandelte Inhalte ausweist.

Durch Kooperation mit Kolleg*innen aus der Anglistik wurde zudem das Modul *Bilingualer Sachunterricht* im Optionalbereich des kombinatorischen Bachelor of Arts (Kombi-B.A.) Grundschullehramt mit Studienfach Anglistik eingerichtet, in dessen Rahmen das Tutorium als eine der beiden Modulkomponenten belegt werden kann (vgl. BUW, 2017, S. 2).

Im WiSe 2018/2019 wurde der Kurs zudem einmalig als Ersatz für die verpflichtende Modulkomponente GNT4b (Vorlesung; vgl. BUW, 2016, S. 4) im Kombi-B.A. Grundlagen der Naturwissenschaft und der Technik (Sachunterricht) angeboten.

3.2 Lernziele

Die Kurskonzeption folgt dem didaktischen Ansatz des *Constructive Alignment*, bei dem *Learning Outcomes* bzw. Lernziele, Lehr- und Lernmethoden sowie Prüfungsformen eng aufeinander abgestimmt sind, um Transparenz und Kohärenz zu gewährleisten (Biggs & Tang, 2011). Daher werden zunächst die übergeordneten kognitiven, affektiven und psychomotorischen Lernziele aufgeführt, wobei Operatoren kursiv markiert und in eckigen Klammern die entsprechenden kognitiven Taxonomiestufen nach Bloom (1976) zugeordnet sind.

Die Studierenden …

- können Fachwissen zu ausgewählten biologischen, chemischen, physikalischen und technischen Themen/Phänomenen/Sachverhalten aus ihrer Lebenswelt *wiedergeben*. [Stufen 1 bis 2]
- sind in der Lage zu *erläutern*, was den Sachunterricht zu einem vielperspektivischen Fach macht. Anhand von Phänomenen/Sachverhalten aus dem Alltag können sie interdisziplinäre Verflechtungen der Naturwissenschaften und Technik *illustrieren.* [Stufen 1 bis 2]
- können Charakteristika eines wissenschaftlichen Experiments sowie Phasen des naturwissenschaftlichen Erkenntnisweges – am Beispiel des Experimentierens – *nennen* und Formen bzw. Typen des Experimentierens im Sachunterricht (vgl. Kap. 2.2.) *unterscheiden*. [Stufen 1 bis 2]

- *erweitern und trainieren* ihre experimentelle Kompetenz, indem sie naturwissenschaftlich-technische Experimente *planen, durchführen* und *auswerten*. [je nach Schritt: Stufe 1 bis Stufen 4/5 und psychomotorisches Lernziel]
- können ein Experiment für den naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht der Grundschule *planen*, indem sie Lernziele *formulieren*, eine stichwortartige Sachanalyse *erstellen*, curriculare Vorgaben *beachten*, potenziell auftretende (Lern-)Schwierigkeiten bei der Durchführung in der Schule sowie Schüler*innenvorstellungen *berücksichtige*n sowie *diskutieren* und darauf basierend ein Arbeitsblatt oder Forscherprotokoll für Lernende *entwickeln*. [je nach Unteraufgabe Stufe 2 bis 6]
- sind in der Lage, im Team zu *kooperieren*, die Meinungen anderer *zu tolerieren*, Rückmeldungen *zu reflektieren* und durch eine aktive Beteiligung (z.B. Rückfragen stellen, sich in der Nachbesprechung beteiligen) *Interesse* an den Inhalten *zu zeigen.* [affektives Lernziel]

In Anhang 1 (s. Online-Supplement) sind beispielhaft die Feinlernziele der Kurseinheiten fünf (Beispiel für eine experimentelle Kurseinheit aus Themenblock I) und sieben (Beispiel für eine experimentelle Kurseinheit aus Themenblock II) dargestellt.

3.3 Kurskonzept

Nachfolgend wird das allen Phasen der Lehrveranstaltung zugrundeliegende Kurskonzept vorgestellt, mithilfe dessen die dargestellten Lernziele erreicht werden sollen (Biggs & Tang, 2011). Es umfasst drei Kohärenzebenen (formell-institutionelle Kohärenz, s. Kap. 1), wobei die ersten beiden einer *horizontalen Vernetzungsrichtung* entsprechen, da Elemente bzw. Inhalte der ersten Ausbildungsphase miteinander verbunden werden (vgl. Mayer et al., 2018, S. 11). Auf der ersten Ebene (Kap. 3.3.1) fungiert das interdisziplinäre Lehr-Lern-Setting (Kap. 2.1) als dominierendes Mittel der Kohärenzherstellung (Cramer, 2020) während auf Ebene 2 (Kap. 3.3.2) insbesondere das Mittel ‚Experimentieren' (vgl. Kap. 2.2) dazu dienen soll, die Elemente Fachwissenschaft und Fachdidaktik miteinander zu vernetzen und für die Gestaltung von Experimentalunterricht zu professionalisieren. Durch Kohärenzebene 3 (Kap. 3.3.3) soll die Praxisorientierung der Kursinhalte und -aktivitäten verdeutlicht werden.

Der beschriebenen Konzeption liegt ein moderat-konstruktivistisches Lernverständnis (u.a. Gerstenmaier & Mandl, 1995; Riemeier, 2006) zugrunde, um der Entstehung trägen Wissens vorzubeugen. Moderat-konstruktivistische Lehr-Lern-Settings sind dadurch gekennzeichnet, dass das Wissen von den Lernenden aktiv bzw. selbstständig – unterstützt durch Kooperation und Kommunikation untereinander – konstruiert wird. Es werden Möglichkeiten zur Überprüfung von Vorstellungen bzw. Konzepten – z.B. durch Experimentieren – geboten und Sachverhalte oder Probleme vielperspektivisch betrachtet. Die Lehrperson fungiert dabei als Berater*in und Lernbegleitung, deren Aufgabe es aber auch ist, den Lernprozess durch Klarheit und Strukturierungsmaßnahmen – wie das Schaffen von Reflexionsanlässen – zu unterstützen (u.a. Gerstenmaier & Mandl, 1995; Kleickmann, Möller & Jonen, 2006; Möller, 2001).

3.3.1 Kohärenzebene 1: Vernetzung der sachunterrichtlichen Bezugsfächer Biologie, Chemie, Physik und Technik

Um eine Fragmentierung von Fachwissen „in zusammenhangslose Spezialkenntnisse" (Soostmeyer, 1996, S. 30) zu vermeiden, wurden als inhaltliche Basis des Kurskonzeptes die zwei Kontexte ‚Der Teich und seine Umgebung' sowie ‚Der Mensch und seine Leistungsfähigkeit' ausgewählt. Sie erlauben nicht nur einen vielperspektivischen[5] Blick auf die ‚Sache', sondern auch eine Identifikation mit dem Integrationsfach Sachunterricht, wie nachfolgend näher erläutert wird:

[5] vgl. Definition in Fußnote 1 (Kap. 1)

- *Lebensweltbezug und Lernvoraussetzungen*: Grundschüler*innen[6] bringen zu beiden Kontexten schon vielfältige Erfahrungen und Interessen mit in den Unterricht, an die angeknüpft werden kann (GDSU, 2013). Gewässer, wie der Teich, sind im Schul- und Wohnumfeld zu finden, zudem „mögen [Kinder] Wasser […], fühlen sich von [ihm] angezogen" (Kaiser, 2014, S. 157). Mit dem eigenen Körper wird sich tagtäglich – mehr oder weniger bewusst – auseinandergesetzt. Für beide Kontexte gilt aber auch, dass sie sehr komplexe Systeme umfassen, die es zu erschließen gilt. So wissen viele Schüler*innen nicht „was unter der Wasseroberfläche passiert" oder haben „von den interessanten Details [noch nicht] Kenntnis genommen" (Kaiser, 2014, S. 158). In Bezug auf ihren Körper sind Kinder im Grundschulalter zwar z.B. in der Lage, mehrere Organe zu nennen, haben aber Schwierigkeiten, Zusammenhänge zu beschreiben (vgl. Bietenhard, Gafner Knopf & Jaun-Holderegger, 2018, S. 73ff.).
- *Konzepte der Naturwissenschaften*: Dem Prinzip des exemplarischen Lehrens und Lernens (vgl. Wagenschein, 1999, S. 27ff.) folgend, können anhand der Inhalte beider Kontexte (Basis-)Konzepte der Naturwissenschaften erarbeitet werden. Beispielhaft seien hier genannt: Das Materiekonzept (vgl. Steffensky, 2015, S. 129ff.; Wodzinski, 2020, S. 583ff.; Eigenschaften, Umwandlung, Erhaltung) anhand der Themen Wasser (Themenblock I) und Luft (Themenblock II), das Konzept der Energie (vgl. Wodzinski, 2020, S. 586ff.) anhand der Themen Ernährung und Bewegung in Themenblock II sowie das Konzept der Wechselwirkung (vgl. Wodzinski, 2020, S. 589ff.) am Beispiel der Angepasstheit von Pflanzen und Tieren an ihren Lebensraum (Morphologie der Seerose, um auf dem Teich zu schwimmen; Lotuseffekt eines Schilfblattes, um Wasser und Schmutz abzuweisen).
- *Vernetzung von Naturwissenschaften und Technik:* Da „die Verbindung mit technischen Themen […] viele Möglichkeiten [bietet], die in der aktuellen Diskussion um die Stärkung der Naturwissenschaften vielleicht zu wenig genutzt werden" (Wodzinski, 2020, S. 600), wird im Kurs auch die technische Perspektive einbezogen. So lässt sich z.B. aus der Erkenntnis, warum etwas schwimmt oder sinkt, ableiten, welche Faktoren beim Bau eines schwimmfähigen Bootes aus Alltagsmaterialien zu beachten sind. Andererseits kann z.B. das Hinzuziehen von technischen Gelenken in Alltagsgegenständen (Scharniergelenk bei Türen, Kugelgelenk bei einem Joystick) dabei helfen, die Charakteristika menschlicher Gelenke besser zu verstehen. Auch das interdisziplinäre Feld der Bionik (Themenblock I) wird thematisiert, denn Oberflächen mit Lotuseffekt – wie bei Schilfblättern – oder Insekten wie der Wasserläufer dienen als Vorbild für technische Entwicklungen zum Lösen von Problemstellungen (Nachtigall & Wisser, 2013).
- *Zentrale Arbeitsweisen und Erkenntnismethoden*: Im Rahmen beider Kontexte können diverse fachspezifische Arbeitsweisen des Sachunterrichts genutzt werden, um Fachwissen bzw. Basiskonzepte zu erschließen. Der Fokus liegt hier auf dem Experimentieren als der zentralen Methode der Erkenntnisgewinnung der Naturwissenschaften (vgl. Kap. 2.2). Weitere Arbeitsweisen des Sachunterrichts, wie das Beobachten, werden jedoch auch erprobt und thematisiert, da sie den Experimentierprozess oftmals begleiten (vgl. Frischknecht-Tobler & Labudde, 2013, S. 133ff.). Die zentrale Methode der Technik, das Problemlösen (vgl. Mammes & Zolg, 2015, S. 146), wird im Rahmen des Themas Bionik nachvollzogen. Hier ergeben sich einige Parallelen zum Experimentieren, welches aus kognitionspsychologischer Sicht ebenfalls ein Problemlöseprozess ist (Klahr & Dunbar, 1988).

[6] Dies gilt für Studierende natürlich auch.

Zur Bearbeitung beider Kontexte ist der Kurs in zwei Themenblöcke unterteilt. Den Ausgangspunkt bilden jeweils potenzielle Fragen, die durch das Wahrnehmen von Phänomenen oder Sachverhalten (z.B. „Warum kann der Wasserläufer auf der Wasseroberfläche des Teiches laufen?“; „Wieso schlägt mein Herz schneller, wenn ich Sport mache?“) entstehen (vgl. Abb. 1).

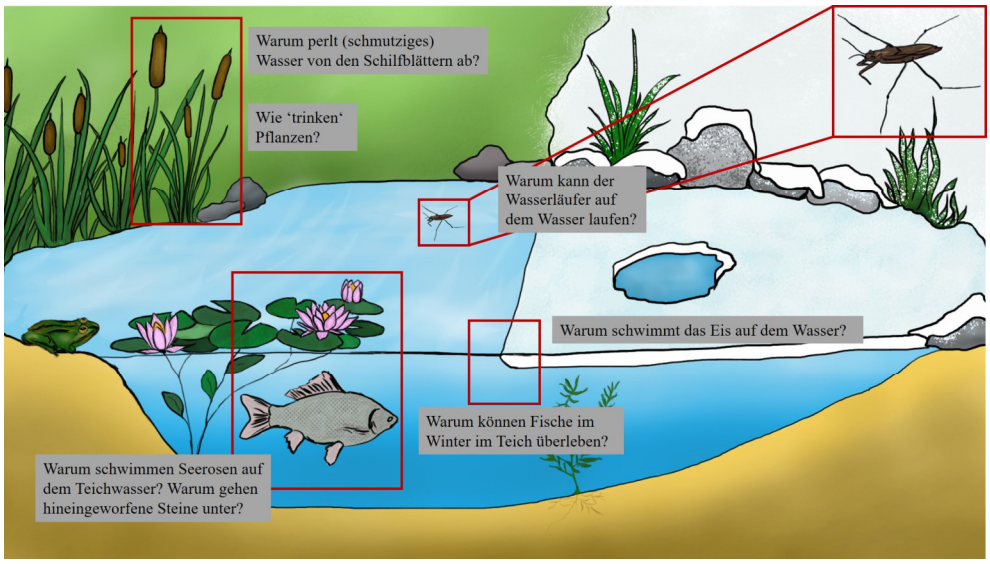


Abbildung 1: Fragen zu Phänomenen/Sachverhalten aus der Lebenswelt als Ausgangspunkt des Lehrkonzeptes. Themenblock I: ‚Den Teich und seine Umgebung experimentell entdecken‘ (Eigene Darstellung; Zeichnung: Fabiola Beudels)

Solche Fragen ‚an die Natur‘ sind nicht nur essentiell bei der Beschreitung des naturwissenschaftlichen Erkenntnisweges (vgl. Kap. 2.2), sondern sollten auch möglichst oft die Basis von Unterrichtsgeschehen bilden (u.a. Boegner & Miller, 2008). Um der ‚Distanz‘ vieler (angehender) Sachunterrichtslehrkräfte zu den Fächern Chemie, Physik und Technik (Kleickmann, 2015; Landwehr, 2002; Straube, Brämer & Köster, 2020) zu begegnen, wurden – die Tatsache beachtend, dass Unterrichtsinhalte der belebten Natur bei Grundschullehrpersonen beliebter sind (Kleickmann, 2015) – möglichst viele Fragen aus einem biologischen Blickwinkel heraus formuliert (vgl. Abb. 1). Bei näherer Beschäftigung sollte den Teilnehmer*innen bewusst werden, dass es „in der Natur keine Einteilung in die einzelnen Fächer“ (Janssen, 2015, S. 56) gibt und sich viele vermeintlich biologische Phänomene nur durch „das Wissen um physikalische und chemische Phänomene und ihre Gesetzmäßigkeiten erklären lassen“ (Janssen, 2015, S. 55f.).

Die Klärung der Fragen und Erarbeitung fachwissenschaftlicher Hintergründe erfolgen durch das Lernen an Stationen (Kampl, 2016; Macke, Hanke, Viehmann-Schweizer & Raether, 2016) in Kombination mit der Arbeitsweise ‚Experimentieren‘ (s. Kap. 3.3.2). Das Lernen an Stationen bietet sich hier nicht nur an, da je Station eine (Teil-) Frage beantwortet werden kann, sondern auch, weil den Studierendenteams ein aktives, konstruktives Lernen sowie – je nach persönlichen Voraussetzungen – individuelles Vorgehen (u.a. Verweilzeit an der Station) ermöglicht wird (vgl. Macke et al., 2016, S. 250).

3.3.2 Kohärenzebene 2: Vernetzung von Fachwissenschaft und Fachdidaktik

Im Kurs kommt das Prinzip des „pädagogischen Doppeldeckers“ (Wahl, 2013, S. 64ff.) zur Anwendung: Beim Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten im Rahmen der beiden Kontexte können die Studierenden – in der Rolle von Lernenden – nicht nur Fachwissen (*learning science content*) inkl. Methodenwissen (*learning about inquiry*) sowie experimentelle Kompetenz (*learning to do inquiry*) erwerben bzw. ausbauen, sondern lernen – aus dem Blickwinkel von Lehrenden – gleichzeitig auch, wie

fachliche Inhalte im Unterricht vermittelt werden können (*learning to teach science*, vgl. Gyllenpalm & Wickman, 2011, S. 922f.). Das Experimentieren an Stationen in Kleingruppenarbeit kann somit als Modell für ein mögliches Lehr-Lernsetting im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht herangezogen und reflektiert werden. Wie diese Teilziele erreicht werden sollen, wird nachfolgend näher erläutert.

Experimentieren an Stationen in Partnerarbeit: Dem Wissenschaftsverständnis einiger Lehrkräfte, dass „Kinder ‚Experimente' durch[führen und] anschließend […] die Schulbücher oder die Lehrperson die Erklärung [geben bzw. gibt]" (Möller, 2009, S. 170) soll hier entgegengewirkt werden, indem die Teilnehmer*innen den naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg durch Experimentieren an Stationen selbst beschreiten und sich durch die Interpretation der Ergebnisse Fachwissen erschließen. Die Arbeitsblätter, welche an den Stationen ausliegen, sind daher so gestaltet, dass die Studierenden nicht nur die Phase der Experiment-Durchführung (s. Kap. 2.2) vollziehen, sondern auch aufgefordert sind, eigene Fragen und Vermutungen zu formulieren, die dokumentierten Beobachtungen mit ihren Vermutungen zu vergleichen sowie Schlüsse aus den Ergebnissen zu ziehen (vgl. Beispiel-Arbeitsblatt in Anhang 3). Das Verbalisieren, Überprüfen und Reflektieren eigener Vorstellungen zu Sachverhalten soll – falls notwendig – dabei helfen, einen *Conceptual Change* (Posner, Strike, Hewson & Gertzog, 1982) bei den Studierenden einzuleiten. Auch der Austausch mit der Partnerin oder dem Partner ist während des Experimentierens hilfreich: Vorstellungen können ausgetauscht und verglichen, es kann eine gegenseitige Unterstützung bei der Durchführung erfolgen, individuelle Stärken können Raum für vielfältige Lösungsansätze bieten und Kooperationsfähigkeit kann für die Berufspraxis geübt werden (u.a. Möller, 2001; Zumbach & Astleitner, 2016). Für jede Station wurden zudem Sachanalysen (s. Anhang 4) angefertigt. Diese dienen der Vertiefung/Auffrischung fachwissenschaftlicher Hintergründe der jeweiligen Experimente und können, *nach* dem Experimentieren – falls während der Arbeitsphase noch Zeit zur Verfügung steht – gelesen werden. Mithilfe der digitalen Versionen, die im Anschluss an die jeweiligen Einheiten über den Lernraum zur Verfügung gestellt werden und Angaben zu weiterführender Literatur enthalten (s. Abb. A4.2), kann eine weitergehende fachwissenschaftliche Einarbeitung erfolgen.

Die fachwissenschaftlichen Erkenntnisse werden nach jeder experimentellen Arbeitsphase im Plenum zusammengeführt und diskutiert. Zur Festigung des Wissens über den Prozess des Experimentierens bzw. der Erkenntnisgewinnung wird in diesen Nachbesprechungen eine strukturierende Gesprächsführung (vgl. Möller, Hardy, Jonen, Kleickmann & Blumberg, 2006, S. 163ff.) angewandt. Die Dozierende regt dazu an, zunächst die Durchführung zu schildern („Was wurde wie getan?"), dann die Beobachtungen bzw. Ergebnisse objektiv zu beschreiben („Was wurde beobachtet?", „Was ist dabei rausgekommen?") und zum Schluss Begründungen bzw. Interpretationen („Was kann man daraus ableiten? Wie ist das zu erklären?") zu äußern. In diesem letzten Schritt wird auch das „Erkennen von Zusammenhängen" (Vernetzung der Bezugsfächer) und das Übertragen „auf andere Phänomene" (Hartinger, Grygier, Tretter & Ziegler, 2013, S. 13f.) fokussiert.

Durch das Erleben verschiedener Typen des sachunterrichtlichen Experimentierens (vgl. Grygier & Hartinger, 2012, S. 13ff.) an den Stationen können die angehenden Lehrkräfte Unterschiede, aber auch Gemeinsamkeiten der Experimentierformate erkennen. Da die reine Handlung, d.h. in diesem Falle das Experimentieren, i.d.R. nicht ausreicht, um vertieftes Wissen über naturwissenschaftlich-technische Denk- und Arbeitsweisen auszubilden (zur Übersicht vgl. Haslbeck, Lankes, Kohlhauf & Neuhaus, 2019, S. 49), werden die Nachbesprechungen auch zur Reflexion (u.a. „Welche Kompetenzen werden benötigt/können gefördert werden?") und zum theoretischen Input (z.B. Definition eines wissenschaftlichen Experiments) durch die/den Lehrende*n genutzt.

An dieser Stelle gilt es auch, Erlebtes in Bezug zur unterrichtlichen Praxis und zum eigenen Professionalisierungsprozess zu setzen. So tauchen während der experimentellen Arbeitsphase Schwierigkeiten auf, wie sie auch im Unterricht wiederzufinden sind

(z.B. Unklarheit bzgl. des Arbeitsauftrags, Über- oder Unterforderung aufgrund des Öffnungsgrades des Experiments; Unsicherheiten bzgl. des Umgangs mit Experimentiergerätschaften; Börlin, 2012; Kurth & Wodzinski, 2020). Diese werden im Plenum thematisiert und Lösungen zum Umgang diskutiert. Auch Vor- und Nachteile bzw. Chancen und Grenzen der verschiedenen Experiment-Typen im Hinblick auf Lernprozesse und *Conceptual Change* werden erörtert. Es kann beispielsweise diskutiert werden, inwieweit das Erleben von Autonomie, Kompetenz, Vergnügen, u.Ä. (Deci & Ryan, 1985) durch die Experimentierformate ermöglicht werden.

Planen eines Experiments für den Sachunterricht: Wie in Tab. 1 (s. Kap. 4) ersichtlich, sind die Studierendenteams je Themenblock einmal aufgefordert, ein Experiment für den naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht zu planen. Ziel ist es, das bisher im Kurs erarbeitete Fachwissen und fachdidaktische Wissen in einer für den Beruf typischen Situation *anzuwenden*, miteinander *zu verknüpfen* und Unterrichtsplanung zu *üben*, denn sie „ist als eine der wesentlichen Aufgaben von Lehrkräften" (Kirsch, 2020, S. 407) zu bezeichnen. Während des Planungsprozesses kann realisiert werden, dass Fachwissen „die Grundlage für fachdidaktische Beweglichkeit" (Baumert & Kunter, 2006, S. 496) bildet. Ohne dieses fällt es nicht nur schwer, Fehlvorstellungen der Lerner*innen zu identifizieren, sondern auch Unterrichtssequenzen zu gestalten, die verständnisorientiert sind und Fachkonzepte anbahnen (Lange, Ohle, Kleickmann, Kauertz, Möller & Fischer, 2015; Wodzinski, 2020). Da die Planung von naturwissenschaftlich-technischem (Experimental-)Unterricht ein äußerst komplexer und langwieriger Prozess ist, bei dem u.a. eine fachliche Klärung und didaktische Strukturierung unter Beachtung von Voraussetzungen der Lerner*innen erfolgen sollte (vgl. Nerdel, 2017, S. 80ff.), werden im Kurs nur Teilaspekte einer Planung aufgegriffen, Bearbeitungshilfen zur Verfügung gestellt und Erkenntnisse im Plenum reflektiert (s. Kap. 4.4).

3.3.3 Kohärenzebene 3: Vernetzung von universitärer Ausbildung und beruflichen Anforderungen

Den Forderungen von Lehramtsstudierenden nach einer engeren Abstimmung der universitären Ausbildung und beruflichen Anforderungen (s. Kap. 1) wird durch die dritte Kohärenzebene begegnet, die auch Aspekte umfasst, die bereits im Rahmen der Beschreibung der vorherigen Kohärenzebenen angeklungen sind. So können z.B. bei der Planung eines Experiments für den Sachunterricht (s. Kap. 3.3.2) Kompetenzen angebahnt werden, die in der Berufspraxis benötigt werden.

Bei der Auswahl der in Kap. 3.3.1 erläuterten Kurskontexte wurden *curriculare Empfehlungen und Vorgaben* berücksichtigt. Die durch die Experimente zu erarbeitenden Fachinhalte weisen vielfältige Bezüge zu den im Perspektivrahmen Sachunterricht (GDSU, 2013) und Lehrplan Sachunterricht des Landes NRW (Ministerium für Schule und Weiterbildung (MSW) des Landes NRW, 2008[7]) formulierten Kompetenzerwartungen auf, um eine entsprechende Anwendbarkeit im Sachunterricht zu gewährleisten. Im Themenblock II werden beispielsweise Aspekte des perspektivenübergreifenden Themenbereichs ‚Gesundheit und Gesundheitsprophylaxe' aufgriffen (vgl. GDSU, 2013, S. 80ff.). Da das Wissen über Curricula als eine Facette des fachdidaktischen Wissens angesehen wird (vgl. Park & Oliver, 2008, S. 266) und um den Studierenden den Praxisbezug der beiden Kontexte zu verdeutlichen, sind sie an mehreren Stellen im Kurs aufgefordert, diese Bezüge herauszuarbeiten (s. Tab. A2 im Online-Supplement). Im Rahmen der Vor- oder Nachbesprechungen der experimentellen Arbeitsphasen verweist die/der Dozierende zusätzliche auf entsprechende Bezüge.

Bei der Konzeption der Experimente wurde darauf geachtet, dass – mit wenigen Ausnahmen – *Alltagsmaterialien* verwendet werden können, die günstig oder kostenlos zu

[7] Während der Erprobung des Konzeptes galt der Lehrplan von 2008. Seit dem Sommer 2021 ist ein neuer Lehrplan für Grundschulen in Kraft getreten (Ministerium für Schule und Bildung des Landes NRW (MSB NRW), 2021). Auch zwischen den dort genannten Kompetenzerwartungen für das Fach Sachunterricht und den hiesigen Kurskontexten bestehen zahlreiche Berührungspunkte.

erwerben sind. So wird der Transfer in die Praxis erleichtert, da einige Schulen unzureichend mit Experimentiermaterialien ausgestattet sind (vgl. Peschel, 2007, S. 174). Die Verwendung von Alltagsmaterialien beim unterrichtlichen Experimentieren stellt darüber hinaus einen Lebensweltbezug her und bietet zudem den Vorteil, dass die Kinder die Experimente zuhause erneut durchführen können (vgl. Möller, 2010, S. 100).

Weil ein Transfer von Fortbildungsinhalten in die Unterrichtspraxis eher stattfindet, wenn die Teilnehmer*innen *konkrete Medien zur Unterstützung* erhalten (Hondrich, Hertel, Adl-Amini & Klieme, 2016), werden den Studierenden neben den Arbeitsblättern und Sachanalysen nach jeder Kurseinheit auch die Präsentationsfolien sowie Beispiele für experimentelle Unterrichtssequenzen oder Experimente aus frei oder über die Universitätsbibliothek zugänglichen Handreichungen für Lehrpersonen zur Verfügung gestellt.

Da seitens der Lehramtsstudierenden der Wunsch nach mehr *Kohärenz zwischen Prüfungsformen und beruflichen Anforderungen* besteht (u.a. Wagener et al., 2019) und im Sinne des *Constructive Aligments* die Prüfungsform so gewählt werden sollte, dass die zu erreichenden *Learning Outcomes* auch beurteilt werden können (Biggs & Tang, 2011), wird eine *summative Prüfungsform* verwendet, welche berufsrelevante und in den *Learning Outcomes* vermerkte Kompetenzen (u.a. Planungskompetenz, experimentelle Kompetenz) abprüft. Wie schon während des Kurses, ist ein Experiment für den Sachunterricht – verortet in einem der beiden Themenblöcke – zu planen, zu erproben und zu reflektieren. In einer schriftlichen, ca. fünfseitigen Ausarbeitung (plus Anhang mit Fotos zur Durchführung des Experimentes) werden folglich Lernziele formuliert, benötigte Voraussetzungen der Lerner*innen und des Umfeldes sowie Informationen zur Unterrichtsorganisation und zu Bezugsfächern festgehalten. Bei der Erstellung des das Experiment begleitenden Arbeitsblattes oder Forscherprotokolls soll ein besonderes Augenmerk auf das Beschreiten des naturwissenschaftlichen Erkenntniswegs gelegt werden (vgl. Kap. 2). Kernelement der Ausarbeitung sind die didaktisch-methodischen Begründungen. Sie dienen u.a. der Legitimation des Experiments und der Reflexion von Erkenntnissen aus der Erprobung im Hinblick auf den Umgang mit möglichen (Lern-)Schwierigkeiten unter Einbezug von Literatur. Aus motivationalen Gründen können die Studierenden – im Sinne einer gewissen Wahlfreiheit (Deci & Ryan, 1985) – entscheiden, ob sie die Prüfungsleistung in Partnerarbeit[8] oder alleine anfertigen. Fällt die Wahl auf Ersteres, wird wiederum Kooperationsfähigkeit für die Berufspraxis trainiert (s. Kohärenzebene 3 und letztes Lernziel). Diese summative Prüfungsleistung ist von den Pflicht-Teilnehmer*innen[9] (s. Kap. 3.1) in einem Zeitrahmen von vier Wochen nach Abschluss der letzten Kurseinheit zu erbringen. Als Grundlage für die Benotung dient ein Bewertungsbogen mit vorab definierten Bewertungskriterien (s. Anhang 5), der eine möglichst objektive Beurteilung der Produkte der Prüfungsleistung gewährleisten soll (vgl. Macke et al., 2016, S. 146f.). Nach Mitteilung der Noten wird den Studierenden(teams) ihre korrigierte und kommentierte Ausarbeitung per E-Mail zurückgesendet, damit sie daraus Schlüsse zur Gestaltung ihres weiteren Lernprozesses ziehen können (vgl. Gaus, 2018, S. 9f.). Bei Rückfragen kann ein Gespräch mit der/dem Dozierenden vereinbart werden.

Um die Studierenden beim Erwerb bzw. der (Weiter-)Entwicklung der in den Lernzielen vermerkten und bei der Erstellung der Prüfungsleistung benötigten Kompetenzen zu unterstützen, dienen nicht nur die bisher vorgestellten Kursbausteine. Begleitet werden die Aktivitäten durch Formen des *formativen Prüfens bzw. Feedbacks*, welche den Studierenden während des Lernprozesses dabei helfen sollen, ihren Lernstand bezüglich Lernfortschritten und noch vorhandenen Defiziten einzuschätzen (Shute, 2008; Yorke, 2003). Feedback zur *Planungskompetenz* erfolgt durch eine organisierte Form der

[8] Im Falle von Partnerarbeit sind zwei (Teil-)Experimente zu planen, durchzuführen und zu reflektieren.

[9] Die freiwilligen Teilnehmer*innen haben keine summative Prüfungsleistung zu erbringen. Dies gilt auch für die freiwillig teilnehmenden Studierenden des Moduls *Bilingualer Sachunterricht* im Optionalbereich. Hier erfolgt die Prüfungsleistung in der anderen Lehrveranstaltung des Moduls.

Rückmeldung, d.h. Zeitpunkte und Vorgehen sind vorher festgelegt (vgl. Macke et al., 2016, S. 84f.). Alle Studierendenteams erhalten zu den Produkten ihrer Planungsaktivitäten anhand vorher kommunizierter Kriterien über die Lernplattform *moodle* anonymisiert und schriftlich Rückmeldung durch die/den Dozierende*n. Dieses konstruktive Feedback erfolgt zeitnah bis spätestens zum Start der nächsten Planungsphase, um Reflexion zu ermöglichen und Orientierungspunkte für die weiteren Planungen zu geben (vgl. Gaus, 2018, S.3ff.). Zudem soll den Studierenden durch das mehrfache individuelle Feedbackgeben der eigene Lernfortschritt verdeutlicht werden, um das Vertrauen in die eigenen Kompetenzen zu steigern (vgl. Zumbach & Astleitner, 2016, S. 120f.). Da nicht nur das Erhalten, sondern auch das Geben von Feedback lernförderlich sein kann (Cho & Cho, 2011) und Lehrkräfte dazu in der Lage sein sollten, Schüler*innen lernförderliches, individuelles Feedback zu geben (Degeling, 2019), sind die Studierendenteams in Themenblock II aufgefordert, einer anderen Gruppe Feedback zu ihren Planungs-Produkten zu geben (Peerfeedback; s. Kap. 4.4). Zur Unterstützung der Reflexion ihrer *experimentellen Kompetenz* wird auf Selbst- und Fremdeinschätzungsinstrumente zurückgegriffen. Für selbstgesteuertes, lebenslanges Lernen gilt die Fähigkeit zur Selbsteinschätzung als essentiell (Boud & Falchikov, 2006). Deswegen sind die Studierenden nicht nur im Rahmen der Begleitforschung (vgl. Kap. 5) angehalten, u.a. ihre experimentellen Fähigkeiten einzuschätzen, sondern es wird auch in Kurseinheit acht (vgl. Tab. A2) beispielhaft ein Selbsteinschätzungsbogen ausgefüllt, wie er im Sachunterricht eingesetzt werden kann (vgl. Ganser & Simon, 2009, S. 101). Fremdeinschätzung erfolgt in Form spontanen Feedbackgebens (vgl. Macke et al., 2016, S. 85ff.) während der experimentellen Arbeitsphasen an den Stationen durch die Teampartner sowie durch die/den Dozierende*n. Die positive Wahrnehmung eigener Kompetenzen kann dazu führen, dass die intrinsische Motivation – d.h. die Motivation, sich mit einer Sache um ihrer selbst willen zu beschäftigen, ohne, dass Anreize von außen notwendig sind (Krapp, 1999) – gesteigert wird (Deci & Ryan, 1985).

4. Durchführungshinweise

Der Kurs ist aus zwei Themenblöcken á fünf Einheiten aufgebaut (Kontext ‚Teich und seine Umgebung' und Kontext ‚Mensch und seine Leistungsfähigkeit', vgl. Kap. 3.3.1 und Tab. 1), die von einer einführenden und einer abschließenden Sitzung umrahmt werden. Jede der zwölf Einheiten dauert 100 Minuten und findet einem Praktikumsraum (mit Arbeitsflächen, Waschbecken, etc.) statt. Zur Gewährleistung einer intensiven Betreuung und Bereitstellung von ausreichend Platz zum Arbeiten an den Stationen werden je Kurs maximal 30 Studierende zugelassen (vgl. Macke et al., 2016, S. 251). Geleitet wird der Kurs durch eine*n Dozierende*n mit Unterstützung einer studentischen Hilfskraft, welche beim Auf-/Um-/Abbau der Lernstationen und Klären von Fragen in den Arbeitsphasen assistiert.

Tabelle 1: Übersicht über die Kurseinheiten mit Zuordnung der Phase und Angaben zu methodischen Schwerpunkten

KE	*Phase*	*(Methodische) Schwerpunkte*
1	Einstieg	Überblick über Kursziele, -inhalte, -ablauf; Aktivierung von Vorwissen durch Mind-Mapping; Lehrplanarbeit
2	Themenblock I: Den Teich und seine Umgebung experimentell entdecken	Experimentieren an Stationen
3		Start Planung eines Experiments für den Sachunterricht (Bezug zu Erkenntnissen aus KE2)
4		Fertigstellung der Planung; Nachbesprechung und Reflexion der Planung; Einführung zu Inhalten in KE5 und KE6
5		Experimentieren an Stationen
6		Experimentieren an Stationen
7	Themenblock II: Den menschlichen Körper und seine Leistungsfähigkeit experimentell entdecken	Experimentieren an Stationen
8		Experimentieren an Stationen
9		Experimentieren an Stationen
10		Aktivierung von Vorwissen mithilfe von Leitfragen im Gespräch mit Partner*in; Start Planung eines Experiments für den Sachunterricht
11		Fertigstellung der Planung; Durchführung und Auswertung des Experiments einer anderen Gruppe; schriftliches Feedback
12	Abschluss	Nachbesprechung und Reflexion der Planung; Rückblick auf den Kurs und Zusammenfassung; standardisierte Kursevaluation; ausführliche Besprechung Prüfungsleistung*

Anmerkung: KE = Kurseinheit; Markierung mit Sternchen (*) = für Pflichtteilnehmer*innen; für Details je Kurseinheit s. Anhang 2 im Online-Supplement

Nachfolgend werden Vorbereitungs- und Durchführungshinweise gegeben sowie der Ablauf der einzelnen Phasen des Tutoriums beschrieben. Eine tabellarische Detailübersicht zu den einzelnen Kurseinheiten mit Angaben zum behandelten Thema, dem Ablauf inkl. Zeitangaben, den eingesetzten Lehr-/Sozialformen und Methoden sowie den fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Inhalten befindet sich in Tab. A2 des Online-Supplements.

4.1 Vorbereitungen

Vor Kursbeginn wird ein digitaler Lernraum eingerichtet, welcher als Informations- und Feedbackplattform verwendet wird sowie der Zurverfügungstellung der eingesetzten Medien (u.a. Präsentationsfolien, Arbeitsblätter der Lernstationen) und der Arbeitsprodukte der Studierenden (u.a. Mind-Maps, Poster mit didaktisch-methodischen Überlegungen zu Experimenten) dient.

Für die experimentellen Kurseinheiten (s. Kap. 4.3) werden die Lernstationen so aufgebaut, dass sich die Studierenden von Station zu Station bewegen (Rotationsprinzip;

vgl. Kampl, 2016, S. 63). Damit an jeder Station mehrere Gruppen parallel arbeiten können, werden neben den Arbeitsblättern und laminierten Sachanalysen mehrere Sets an Experimentiermaterialien sowie freie Arbeitsflächen bereitgestellt (vgl. Abb. 2c).

Da beim Blockkursformat drei Einheiten je Tag zu absolvieren sind und wenig Zeit zum Umbauen der Stationen zur Verfügung steht, wird in der anderen Hälfte des Kursraums die nächste Einheit durch die Hilfskraft vorbereitet.



Abbildung 2: a) Arbeitsprodukt der KE1: Mind-Map eines Studierendenteams zu Themenblock I; b) Beispiel einer studentischen Mind-Map zu Themenblock II; c) Beispiel des Aufbaus einer Lernstation zum Thema ‚Schwimmen und Sinken' in KE2; d) Experimentieren eines Studierendenteams an dieser Station. Bildquelle: Melanie Beudels

4.2 Einstieg

Der ersten Kurseinheit (vgl. Tab. A2) kommen mehrere für den Verlauf des Kurses wichtige Funktionen zu, die nachfolgend erläutert werden.

(1) *Kennenlernen:* Zur Schaffung eines wertschätzenden und partnerschaftlichen Lernklimas ist es wichtig, dass sich die Teilnehmenden zu Anfang kennenlernen (vgl. Macke et al., 2016, S. 79ff.). Dazu stellen sich die Lehrperson sowie die studentische Hilfskraft zunächst vor; die Teilnehmer*innen können sich über ihren Studienschwerpunkt austauschen, nachdem sie gebeten wurden, jeweils ihren Vornamen – mittels Klebeschilds – an ihr Oberteil zu heften. So kann eine persönliche Ansprache erfolgen. Außerdem lernen die Studierenden ihre*n Experimentierpartner*in[10] näher kennen, indem sie die in Punkt 3 bzw. Tab. A2 beschriebenen Arbeitsphasen gemeinsam durchführen. Bei einer ungeraden Studierendenanzahl oder der Abwesenheit einer Person in einer Einheit wird ein Dreierteam gebildet, da aus den in Kap. 3.3.2 genannten Gründen niemand alleine arbeiten soll.

(2) *Ziel- und Veranstaltungstransparenz:* Um die Studierenden bei der Selbststeuerung ihres Lernprozesses (vgl. Zumbach & Astleitner, 2016, S. 117ff.) zu

[10] Aufgrund der Komplexität des Lehr-Lernsettings wird im Sinne einer Beständigkeit im Regelfall auf einen Partner*innenwechsel verzichtet.

unterstützen und Missverständnissen vorzubeugen, werden nicht nur die übergeordneten Lernziele des Kurses präsentiert, sondern es wird auch das Kurskonzept (vgl. Kap. 3.3), welches zum Erreichen dieser Lernziele führen soll, grob erläutert. Informationen zur Struktur und zum Ablauf des Kurses dienen als zusätzlicher Orientierungsrahmen (vgl. Macke et al., 2016, S. 93f.). Den Pflichteilnehmer*innen wird zudem ein kurzer Überblick über die summative Prüfungsleistung (s. Kap. 3.3.3) gegeben, denn wenn „Lernaktivitäten und Prüfung von Studierenden als eine didaktische Einheit wahrgenommen [werden], wird der Lernprozess während der Veranstaltung insofern gefördert, als er aus Sicht der Studierenden bereits eine sinnvolle Prüfungsvorbereitung darstellt." (Gaus, 2018, S. 9). Nach Abschluss der in Punkt 3 vorgestellten ersten Arbeitsphase löst die/der Dozierende im Sinne einer Inhaltstransparenz auf, welche der auf den Studierenden-Mind-Maps genannten Fachinhalte wirklich im Rahmen der zwei Themenblöcke erarbeitet werden. Die Vorstellung dieser Inhalte soll zudem neugierig auf die kommenden Kurseinheiten machen (vgl. Meyer, 2011, S. 122).

(3) *Einfinden ins Kursthema und Aktivierung von Vorwissen:* Es folgt ein theoretischer Input der/des Dozierenden zu Zielen und Charakteristika des Faches sowie der zur Gestaltung eines verständnis- und schüler*innenorientierten naturwissenschaftlich-technischen Sachunterrichts benötigten professionellen Kompetenzen von Lehrkräften (vgl. Kap. 1). Diese Informationen sind insbesondere für jene Teilnehmer*innen essentiell, die bisher wenig oder keinen Kontakt mit dem Fach Sachunterricht hatten. Auf dieses Wissen aufbauend, folgen zwei Phasen kokonstruktiver Teamarbeit, in denen sich die Gruppenmitglieder im intensiven Austausch der Lösung einer Aufgabe widmen (vgl. Gräsel, Fußangel & Pröbstel, 2006, S. 201f.):
In der ersten Arbeitsphase sind die Studierenden aufgefordert, je Themenblock eine Mind-Map mit ihrem Vorwissen zu erstellen (s. Abb. 2a und b; Fachwissen, Markierung von Bezugsfächern, potenzielle fachspezifische Arbeitsweisen zur Erschließung der Fachinhalte im Sachunterricht), nachdem im Plenum wiederholt wurde, was es bei der Erstellung zu beachten gilt und welche Funktionen Mind-Maps im Kontext von Lehren und Lernen erfüllen können (vgl. Macke et al., 2016, S. 262ff.). Die erstellten Mind-Maps werden – sortiert nach den beiden Themenblöcken – an die Kursraumwand gehängt und unter der Leitfrage „Welche inhaltlichen Gemeinsamkeiten und Unterschiede weisen die Maps auf?" von allen Anwesenden begutachtet. Im Plenum wird zusammengefasst, welche Aspekte auf vielen Mind-Maps genannt wurden und welche z.B. herausgestochen sind. Das Erstellen und Begutachten der Mind-Maps dient nicht nur der Aktivierung und Ermittlung des Vorwissens, sondern es hilft dabei, erste inhaltliche Zusammenhänge zu erkennen (s. Kohärenzebene 1) und eine Übersicht über die Kursthemen zu gewinnen (vgl. Macke et al., 2016, S. 262).
Nachdem durch die/den Dozierende*n aufgelöst wurde, welche der Inhalte im Rahmen des Kurses behandelt werden, beginnt die zweite Arbeitsphase. Zur Verdeutlichung der Praxisrelevanz beider Kontexte (s. Kohärenzebene 3) erarbeiten die Teams Berührungspunkte der Inhalte zu den im Lehrplan Sachunterricht des Landes NRW (MSW, 2008) genannten Bereichen, Schwerpunkten sowie Kompetenzerwartungen und stellen diese im Anschluss im Plenum vor. Da die Studierenden an weiteren Stellen des Kurses mit dem Lehrplan arbeiten, wird er allen Studierenden in Papier- und digitaler Form zur Verfügung gestellt. Vor Beginn dieser Arbeitsphase ist es empfehlenswert, darauf hinzuweisen, *alle* Bereiche des Lehrplans – und nicht nur den Bereich ‚Natur und Leben' – zu sichten, um der Vielperspektivität der Kontexte gerecht zu werden.

4.3 Kurseinheiten mit Schwerpunkt ‚Experimentieren an Stationen'

In jeweils drei Kurseinheiten pro Themenblock (KE2, KE5, KE6 in Themenblock I; KE7, KE8, KE9 in Themenblock II) liegt der Schwerpunkt auf dem Experimentieren an Stationen in Partnerarbeit (vgl. Tab. 1 und Tab. A2). Nachfolgend werden generelle Durchführungshinweise gegeben sowie Besonderheiten einiger Einheiten erläutert.

Die *Einstiegsphasen* der experimentellen Kurseinheiten dienen dazu, einen Orientierungsrahmen zu geben, Neugier zu wecken und Transparenz bezüglich des zu erarbeitenden Themas zu schaffen (vgl. Meyer, 2011, S. 122ff.). Dazu wird in jeder Sitzung die jeweilige Abbildung, welche den Kontext des Themenblocks darstellt (vgl. Abb. 1 für Themenblock I), eingeblendet und es werden die Bereiche, welche in der Einheit behandelt werden, optisch hervorgehoben. Die Studierenden äußern nun ihre Ideen zu potenziellen Kinderfragen. Nach den in Kap. 3.3.1 beschriebenen Kriterien stellt die Dozierende danach ebenfalls mögliche Schüler*innenfragen vor. Diese gilt es, mithilfe der Experimente zu beantworten. Je nach Ablauf der vorherigen Sitzung, Feinlernzielen der Einheit sowie dem für das Experimentieren benötigten Vorwissen erfüllt die Einstiegsphase weitere Funktionen: Das gemeinsame Klären von Rückfragen (in jeder Einheit), die Wiederholung der Erkenntnisse der vorangegangenen Einheit (u.a. in KE6), die Sicherung bzw. Nachbesprechung der Fachinhalte der letzten Einheit (u.a. in KE3) und das Klären oder die Wiederholung von Begrifflichkeiten, die während der Erarbeitungsphase wichtig sind (z.B. in KE9, „Kohlenhydrate" – „Proteine" – „Lipide"; KE7: Typen des Unterrichtsexperiments nach Meyer (vgl. 2011, S. 313)).

In den *Gelenkphasen* werden die Studierenden darüber informiert, wie viele Stationen in der jeweiligen Einheit zu bearbeiten sind, ob nach einem bestimmten System rotiert wird[11] und wie viel Zeit ihnen insgesamt für die Erarbeitungsphase zur Verfügung steht (vgl. Tab. A2). Da jede Gruppe aufgrund individueller Lernvoraussetzungen, wie Vorwissen und Interessen, in einem eigenen Tempo arbeitet, kann so selbst entschieden werden, wie lange an einer Station verweilt wird (vgl. Kampl, 2016, S. 54). Um eine ungleichmäßige Verteilung auf die Stationen zu vermeiden, werden den Teams Start-Stationen zugewiesen. Falls es spezielle Aspekte zu beachten gilt, die nicht auf den Arbeitsblättern vermerkt sind, jedoch ohne weitere Erläuterungen zu Schwierigkeiten oder Nachfragen führen würden, werden sie in dieser Phase von der Lehrperson erläutert (vgl. Kampl, 2016, S. 70). Dies betrifft z.B. die Beschaffung von Eis aus dem Kühlfach, den Umgang mit lebenden Tieren, das Abklären von Lebensmittelallergien bzw. -unverträglichkeiten oder das Entsorgen von Abfällen. In der Gelenkphase der ersten experimentellen Kurseinheit (KE2) werden zudem allgemeine Arbeits- und Verhaltensregeln vereinbart[12].

Während der *Arbeitsphasen* (s. Abb. 2d) experimentieren die Studierenden – mithilfe der jeweiligen Stationsarbeitsblätter – selbstständig in kokonstruktiver Teamarbeit (vgl. Gräsel et al., 2006, S. 201f.) an den Stationen. Treten Fragen oder Probleme auf, die im Team nicht geklärt werden können, kann zunächst ein anderes Team, welches an der Station arbeitet, um Hilfe gebeten werden. Findet sich keine Lösung, wird die/der Dozierende um Rat gefragt. Diese*r läuft während des Stationenlernens im Raum umher, beobachtet den Lernprozess, unterstützt, wenn notwendig, gibt spontanes Feedback zur experimentellen Kompetenz (vgl. Kap. 3.3.3) und schreitet ein, falls Regeln grob missachtet werden (vgl. Kampl, 2016, S. 72). Es ist u.a. darauf zu achten, dass die Sachanalysen erst studiert werden, wenn die Ergebnisse des jeweiligen Experiments selber interpretiert wurden (s. Kap. 3.3.2). Gerade in der ersten experimentellen Kurseinheit (KE2) ist es hilfreich, mithilfe einer Zeitansage auf die noch verbleibende Arbeitszeit

[11] Keine festgelegte Reihenfolge beim Stationenlernen; KE9 bildet die Ausnahme: hier folgen die Studierenden der Reihenfolge der ‚Verdauungsstationen' im Körper, d.h. z.B. nach der Station ‚Magen' ist die Station ‚Dünndarm' zu bearbeiten.

[12] Die Funktion von Regeln und Verhaltensweisen im Experimentalunterricht wird auch in den Nachbesprechungen thematisiert.

hinzuweisen. Die Erfahrung zeigt, dass das Rotieren zur nächsten Station mit zunehmender Arbeitsroutine im Kursverlauf ohne Signale durch die Lehrperson ablaufen kann.

Für die Stationen in KE2 wurde sich für ein stark angeleitetes Experimentieren – d.h. u.a. vorgegebene Vorgehensweisen zur Durchführung – entschiedenen, um eine Überforderung der Studierenden aufgrund z.B. mangelnder Routine (vgl. Girwidz, 2020, S. 282) zu vermeiden und sie Schritt für Schritt an das Experimentieren heranzuführen. Bei Kurseinheiten, in denen offene Experimentierformate, wie das Explorieren (vgl. Grygier & Hartinger, 2012, S. 15ff.), platziert sind, kann bei Bedarf auf Tipps und Fokussierungshilfen (s. Abb. A3.1; „Tipps dafür“) zurückgegriffen werden. Diese helfen bei der Planung des Experiments und lenken die Aufmerksamkeit auf bestimmte Aspekte (vgl. Möller et al., 2006, S. 163).

Die *Nachbesprechung* jeder experimentellen Arbeitsphase (vgl. Kap. 3.3.2) wird mit Präsentationsfolien unterstützt und erfolgt – mit Ausnahme von KE2 (vgl. Tab. A2), in der das erste Mal im Kurs experimentiert wird (viel Zeit zur Verfügung gestellt) – direkt in der jeweiligen Sitzung.

4.4 Kurseinheiten mit Schwerpunkt ‚Planung eines Experimentes für den Sachunterricht‘

Wie aus Tab. 1 und Tab. A2 ersichtlich wird, sind die Planungsphasen in beiden Themenblöcken an unterschiedlichen Stellen positioniert.

Die Planung in Themenblock I knüpft an die Experimentiererfahrungen aus KE2 an. Die fachwissenschaftlichen Hintergründe sind somit noch präsent und einige Lerner*innenvorstellungen sowie potenzielle Schwierigkeiten beim Experimentieren sind bekannt. Die Planungs-Aufgabe wird im Plenum erörtert; zusätzlich wird zur Orientierung ein Blatt ausgeteilt, auf dem alle Arbeitsschritte festgehalten sind: Es ist ein Arbeitsblatt (oder Forscherprotokoll) für ein Experiment zum Thema ‚Schwimmen und Sinken‘ – „ein anspruchsvolles Thema mit vielen Möglichkeiten“ (vgl. Wodzinski, 2006, S. 75) – in einer fiktiven Grundschulklasse zu entwerfen (s. Abb. 3b). Dabei ist der Experiment-Typ frei wählbar, der naturwissenschaftliche Erkenntnisweg aber zu beachten; das Experiment soll in der Erarbeitungsphase einer Unterrichtsstunde positioniert sein. Auf einem Plakat sind vorgeschaltet bzw. parallel didaktisch-methodische Überlegungen festzuhalten (Feinlernziele, stichwortartige Sachanalyse, Positionierung in einer Unterrichtssequenz, Titel der Stunde, Überlegungen zur Unterrichtsorganisation und zum Umgang mit Schwierigkeiten; vgl. Abb. 3a). Als Planungshilfen dienen u.a. eine Liste mit Operatoren zur Formulierung von Lernzielen und Auszüge aus Lehrer*innenhandreichungen wie jener von Wodzinski (2006). In der Nachbesprechung dieser ersten Planungsphase steht der Austausch darüber, welche Aspekte der Planung als einfach und welche als schwierig empfunden wurden – und warum (z.B. geringe Planungserfahrung,

mangelndes Fachwissen) – im Fokus. Die/Der Dozierende gibt neben dem schriftlichen Feedback (vgl. Kap. 3.3.3) Tipps für die kommende Planung.

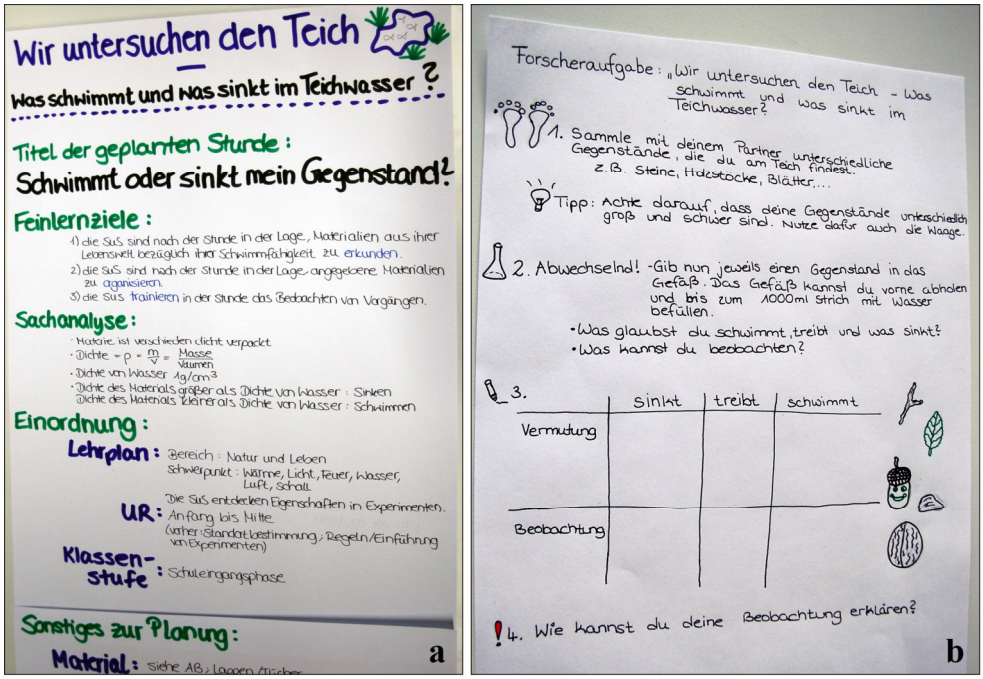


Abbildung 3: Beispiel eines Produktes der Planung eines Experiments zum Thema ‚Schwimmen und Sinken' in Themenblock I. a) didaktisch-methodische Überlegungen; b) entworfenes Arbeitsblatt zum Experiment. Bildquelle: Melanie Beudels

Die Planung in Themenblock II (vgl. Tab. A2) unterscheidet sich in folgenden Aspekten von der eben beschriebenen Planungsphase: Es ist ein Experiment zu einem vielperspektivischen[13] Inhaltsbereich zu planen, der zuvor nicht experimentell erschlossen wurde (A: Herz und Blutkreislauf; B: Luft und Atmung). Zum Einstieg in diesen neuen Themenbereich sind der Planungsphase, welche wie Planung eins abläuft, daher zwei Brainstormingphasen (vgl. Macke et al., 2016, S. 205f.) vorgeschaltet, nachdem den Teams das Unterthema (A oder B) zugeordnet wurde. Phase 1 (s. Tab. A2) dient dem Austausch von Vorstellungen und Vorwissen über das Potenzial des Inhalts und über Schüler*innenvorstellungen (vgl. Modell fachdidaktischen Wissens von Geers, Alfs & Hößle, 2009, S. 87 ff.). In Phase 2 sollen bestehendes Fachwissen sowie Wissen über mögliche fachspezifische Vermittlungsstrategien zum Thema A oder B aktiviert sowie notiert werden. Zur Aktivierung können Fragen (z.B. „Wofür brauchen wir Herz, Blut und Blutkreislauf überhaupt?") aus einem Umschlag genutzt werden. Für die Planungsphase (Phase 3) liegen wiederum Hilfsmittel (s.o.) aus, zudem kann im Internet recherchiert und sich mit der/dem Dozierenden bei Schwierigkeiten ausgetauscht werden. Ist eine Idee für ein Experiment gefunden, werden Experimentiermaterialien aus der Sammlung des Vorbereitungsraums zur Verfügung gestellt; das Experiment kann vorbereitet und getestet werden. In Phase 4 führt jedes Team das Experiment einer anderen Gruppe anhand der erstellten Arbeitsblätter durch (dabei Wechsel der Themen A und B). Anschließend wird der Gruppe schriftlich Feedback zu den didaktisch-methodischen Überlegungen, zum Experiment und zum Arbeitsblatt gegeben (Phase 5). Dafür werden vorher Feedbackregeln kommuniziert (vgl. Macke et al., 2016, S. 83ff.; u.a. erst Lob, dann

[13] zahlreiche Bezüge zu Kompetenzerwartungen der Lehrpläne (u.a. MSW, 2008, z.B. Eigenschaften von Luft; Körper des Menschen) und des Perspektivrahmens Sachunterricht (GDSU, 2013; u.a. perspektivenvernetzender Themenbereich „Gesundheit und Gesundheitsprophylaxe", S. 80ff.); Bezüge zu anderen Fächern wie Sport oder Philosophie (vgl. Kaiser & Seitz, 2017, S. 41ff.)

Kritik, konstruktive Hinweise wie Aufzeigen von Handlungsalternativen). Phase 6 dient dem Reflektieren des Feedbacks und zum Austausch untereinander (vgl. Tab. A2). In der nachfolgenden Einheit werden Erkenntnisse dieser Planungsphase im Plenum zusammengeführt und diskutiert.

4.5 Abschluss

Die abschließende Kurseinheit (KE12) dient insbesondere der Reflexion im Hinblick auf den eigenen Professionalisierungsprozess, welcher im Rahmen der Kursteilnahme stattgefunden hat. Dazu sollen auch die in den verschiedenen Phasen gesammelten Erfahrungen mit Rückbezug auf die übergeordneten Lernziele (vgl. Kap. 3.2) verbalisiert werden.

Anhand von vorbereiteten Präsentationsfolien, auf denen u.a. Fotos der Durchführung der Experimente abgebildet sind, und gelenkt durch Rückfragen sowie Impulse der/des Dozierenden (vgl. Macke et al., 2016, S. 94ff.) fassen die Studierenden erworbenes naturwissenschaftlich-technisches Fachwissen zusammen und erläutern interdisziplinäre Verflechtungen. Danach werden Erkenntnisse bezüglich des fachdidaktischen Wissens thematisiert, wobei einzelne Wissensfacetten, die im Kurs eine Rolle gespielt haben (u.a. Wissen über (den Umgang mit) Schüler*innenvorstellungen; Wissen über das Curriculum; vgl. Geers et al., 2009, S. 87ff.), aufgegriffen werden. Der Fokus liegt dabei auf dem Wissen über fachspezifische Vermittlungsstrategien, im Speziellen der Arbeitsweise und Erkenntnismethode ‚Experimentieren'. Auch hier sind die Studierenden aufgefordert, mithilfe von Fotos und Abbildungen, die während der Erarbeitungsphasen entstanden (z.B. Fotos zur Variation der unabhängigen Variable beim Experiment zum Lotuseffekt) oder die ihnen in den Vor-/Nachbesprechungen begegnet sind (z.B. Abbildung zu Phasen des Experimentierprozesses), die wichtigsten Erkenntnisse zusammenzufassen und mit Blick auf den Einsatz in der Berufspraxis zu reflektieren (z.B. „Welche Kompetenzen der Schüler*innen können gefördert werden?"). Es wird diskutiert, inwiefern das erlebte Lehr-Lernsetting, also das Experimentieren in interdisziplinären Kontexten, als Modell für den Sachunterricht dienen kann, um dort im Sinne einer naturwissenschaftlich-technischen Grundbildung zu handeln.

Nach Verabschiedung der freiwilligen Teilnehmer*innen wird die summative Prüfungsleistung (vgl. Kap. 3.3.3) im Detail erläutert und es können Rückfragen gestellt werden.

5. Begleitforschung und Ergebnisse

Die den Kurs begleitende Forschung bezieht sich primär auf die beiden ersten von Lipowsky & Rzejak (vgl. 2012, S. 2ff.) beschriebenen Kriterienebenen der Wirksamkeit von Lehrpersonenfortbildungen, welche auf die erste Phase der Ausbildung von Lehrkräften übertragbar sind: Die *Reaktionen* (Ebene 1) und das *Lernen* (Ebene 2) der Teilnehmer*innen. Es soll insbesondere die Frage geklärt werden, ob die im Kurs installierten formell-institutionellen Kohärenzebenen zur Herstellung *informell-individueller Kohärenz* und zu einer Erweiterung *professioneller Kompetenzen* auf Seiten der Teilnehmer*innen führen (vgl. Cramer, 2020, S. 270) und somit die Ziele des Kurses (s. Kap. 1 und 3.2) erreicht werden.

In diesem Beitrag liegt der Fokus auf den *Reaktionen* der Studierenden – hier in Form von Rückmeldungen bezüglich der Akzeptanz des Kurses und der Zufriedenheit. Diese Rückmeldungen sollen – ohne explizit danach zu fragen (vgl. Cramer, 2020, S. 276) – Hinweise darauf geben, ob die o.g. Ziele erreicht werden. Zudem können sie nicht nur Determinanten für die Motivation, behandelte Inhalte in die Berufspraxis zu transferieren, sein (Huber & Radisch, 2010; Lipowsky, 2014), sondern sie liefern auch Informationen darüber, ob eine Passung zwischen den Bedarfen der Studierenden und dem Angebot gegeben ist. Die Bedarfe wurden vor Beginn des Kurses abgefragt (s.u.). Neben *Erwartungen, Wünschen und persönlichen Lernzielen* konnten auch Angaben zur

persönlichen Relevanz bestimmter Inhalte, welche im Zusammenhang mit professionellen Kompetenzen stehen (s. Anhang 7), gemacht werden.

Da es keinen direkten positiven Zusammenhang zwischen den Reaktionen, also z.B. der Wahrnehmung von Kohärenz, und einer veränderten professionellen Kompetenz, also z.B. der Zunahme an fachintegrativem Wissen, gibt (Colquitt, LePine & Noe, 2000; Goldschmidt & Phelps, 2007), wird auch die zweite Wirkungsebene, das *Lernen* der angehenden Lehrer*innen, untersucht. Dabei können nach Lipowsky & Rzejak (vgl. 2012, S. 3f.) nicht nur kognitive Wirkungen, sondern auch Veränderungen von Überzeugungen und motivationalen Orientierungen betrachtet werden, weil sie ebenfalls ein essentieller Teil professioneller Kompetenz sind (Baumert & Kunter, 2006). Inwieweit sich Professionswissen und motivationale Orientierungen durch die Kursteilnahme bedeutend verändern, wird an anderer Stelle vorgestellt[14].

An dieser Stelle können allein die Reaktionen darauf hindeuten, ob sich professionelle Kompetenzen verändern. Zur Ermittlung von Faktoren, die zur Entwicklung der professionellen Kompetenzen führen können, werden hier zusätzlich zwei Konstrukte explizit erhoben: Da es ein Ziel der Lehrveranstaltung ist, Zusammenhänge der sachunterrichtlichen Bezugsfächer Biologie, Chemie, Physik und Technik zu verdeutlichen (Kap. 3.3.1), wird untersucht, ob die Teilnehmer*innen der Meinung sind, dass der Kurs ihr *Verständnis von der Interdisziplinarität* dieser Fächer gefördert hat. Außerdem wird das *situationale Interesse* (vgl. Krapp, 1992, S. 749f.) an den Kursinhalten betrachtet. Es wird zwischen emotionalen (Emotionen, wie Freude bei einer Interessenshandlung), epistemischen (Streben nach Wissenserwerb bezüglich des Gegenstandes) sowie wertbezogenen (subjektive Bedeutung bzw. Relevanz des Interessegegenstandes) Interessenskomponenten (Krapp, 1992 & 1999; Prenzel, 1988) differenziert. Dies begründet sich darin, dass die Entwicklung dispositionalen Interesses dadurch begünstigt wird, dass mehr als eine dieser Interessens-Komponenten positiv erlebt wird (vgl. Krapp, 2007, S. 16f.). Das dispositionale Interesse wiederum hat Einfluss auf das Leistungsvermögen von Lehrpersonen oder z.B. den Transfer von Innovationen in den Unterricht (vgl. Krapp & Prenzel, 2011, S. 32; Trempler, Schellenbach-Zell & Gräsel, 2013, S. 344).

5.1 Fragestellungen

(1) *Bedarfe, Erwartungen und persönliche Relevanz von Kursinhalten:* Welche Erwartungen und Wünsche haben die Studierenden an die Lehrveranstaltung? Was ist ihr persönliches Lernziel? Welche Inhalte werden als besonders wichtig erachtet?

(2) *Erste Ebene der Wirksamkeit:* Was sind spontane Assoziationen zum Kurs? Welche Erwartungen, Wünsche und Lernziele werden nicht erfüllt? Empfehlen die Studierenden den Kurs weiter und warum? Welche Änderungsvorschläge gibt es? Welche Kurseinheiten sind die unbeliebtesten und warum? → Deuten die Reaktionen auf die Herstellung informell-individueller Kohärenz hin?

(3) *Zweite Ebene der Wirksamkeit:* Generiert die Teilnahme ein hohes situationales Interesse an den Kursinhalten (emotionale, epistemische und wertbezogene Komponente)? Geben die Studierenden an, dass durch den Kurs ihr Verständnis von der Interdisziplinarität der Naturwissenschaften und Technik gefördert wird (informell-individuelle Kohärenz)?

[14] Schwerpunkt integratives Fachwissen und fachbezogene Selbstkonzepte: Beudels, Damerau & Preisfeld, eingereicht; Schwerpunkt experimentbezogene Fähigkeitsselbstkonzepte: Beudels, Preisfeld & Damerau, angenommen; Schwerpunkt Lehrer*inneninteresse und -selbstwirksamkeitserwartungen: Beudels, Schröder & Preisfeld, angenommen

5.2 Untersuchungsdesign, Messinstrumente und Auswertungsmethodik

Zur Untersuchung der Fragestellungen wurde ein *Pre-Post*-Forschungsdesign verwendet. Die Teilnehmer*innen wurden über das Nachrichtenforum des digitalen Lernraums gebeten, in einem Zeitraum von zehn Tagen bis zur ersten Kurseinheit und zehn Tagen nach Abschluss der letzten Kurseinheit jeweils einen Online-Fragebogen (*SoSci Survey*; Leiner, 2006) zu bearbeiten. Neben soziodemographischen Strukturdaten – Geschlecht, Alter, Studienfach inkl. -schwerpunkt und akademischem Grad – wurde auch das besuchte Kursformat (wöchentliche oder Blockkurs-Variante) erhoben sowie durch Abgleich der Strukturdaten mit Angaben zum Semester und dem Kursformat ermittelt, ob eine freiwillige oder Pflicht-Teilnahme bestand.

Um den Teilnehmer*innen individuelle Aussagen zu ermöglichen (vgl. Rindermann, 2003, S. 241), erfolgte die Untersuchung der Forschungsfragen eins und zwei hauptsächlich in Form offener Fragestellungen, die in vier Fällen mit geschlossenen Fragen kombiniert wurden (s. Tab. A6 im Online-Supplement). Die Formulierung geschah in Orientierung an Fragen eines Interviewleitfadens zur Akzeptanz und Wirkung einer Fortbildung von Sachunterrichtslehrpersonen zur Förderung physikdidaktischer Kompetenzen (vgl. Heran-Dörr, 2006, S. 360ff.).

Die Angaben zur persönlichen Relevanz bestimmter Kursinhalte im *Pretest* (17 Items; Eigenkonstruktion; s. Tab. A7) erfolgten mithilfe einer fünfstufigen Skala (1 = ‚unwichtig' bis 5 = ‚sehr wichtig'). Das situationale Interesse an den Kursinhalten in den Subskalen emotional, epistemisch und wertbezogen (jeweils vier Items; adaptiert von Pawek, 2009, S. 200f.; Rodenhauser, 2016, S. 128f.; s. Tab. 2) sowie die wahrgenommene Verständnisförderung der Interdisziplinarität der Naturwissenschaften und Technik (vier Items, Eigenkonstruktion; s. Tab. 2) wurden mittels fünfstufiger Likert-Skalen (1 = ‚stimmt gar nicht' bis 5 = ‚stimmt völlig') erfasst.

Mithilfe der Software SPSS 27 wurden die Daten aller geschlossenen Konstrukte analysiert. Über das Online-Befragungstool *SoSci Survey* wurde eine Erinnerung zur Antwort je Item eingestellt, sodass Fehlwerte nicht gegeben waren. Zur Auswertung der mit den offenen Fragen kombinierten geschlossenen Fragen (s. Tab. A6) wurden Häufigkeiten berechnet. Zur Prüfung der Konstruktvaliditäten wurden die in Tab. 2 und Tab. A7 (TU23-Items) aufgeführten Items zunächst explorativen Faktorenanalysen unterzogen, da sie für diese Arbeit neu konstruiert bzw. von Forschungsarbeiten mit anderer Zielgruppe/anderem Themenschwerpunkt adaptiert wurden. In Anhang 8 sind entsprechend das Vorgehen und die Ergebnisse beschrieben, welche die in Tab. 2 und Tab. A7 dargestellten Unterteilungen stützen. Die Reliabilität der Konstrukte wurde in Form interner Konsistenzen berechnet (vgl. Döring & Bortz, 2016, S. 443). Werte von Cronbachs $\alpha \leq .5$ gelten dabei als nicht akzeptabel, $\alpha \geq .7$ als akzeptabel, $\alpha \geq .8$ als gut und $\alpha \geq .9$ als sehr gut (vgl. George & Mallery, 2003, S. 231). Die K-S-Tests mit Lilliefors-Korrektur ergaben, dass die Daten aller untersuchten Konstrukte nicht normalverteilt sind. Daher werden zur Ergebnisbeschreibung Mediane angegeben und Boxplots zur Darstellung der Ergebnisse (vgl. Tukey, 1977, S. 39ff.) verwendet.

Tabelle 2: Konstrukte des quantitativen Erhebungsteils (Selbsteinschätzung; *Posttest*), Anzahl und Kürzel der dazugehörigen Items, je ein Beispielitem und Angaben zur internen Konsistenz (Cronbachs α)

Konstrukt	*Anzahl Items*	*Kürzel Items*	*Beispielitem*	*Reliabilität (Cronbachs α)*
Situationales Interesse: emotionale Komponente	4	NT12_01, NT12_10, NT12_16, NT12_19	Ich fand die Tätigkeiten im Tutorium sehr interessant.	.958
Situationales Interesse: epistemische Komponente	4	NT12_02, NT12_07, NT12_11, NT12_22	Ich kann mir vorstellen, mich auch in meiner Freizeit mit den Themen des Tutoriums zu beschäftigen.	.822
Situationales Interesse: wertbezogene Komponente	3 (~~4~~)+	NT12_06, NT12_15, NT12_20+, NT12_26	Die Inhalte des Kurses sind für mich als Lehrkraft wichtig.	.738 (.863*)
Förderung Verständnis von Interdisziplinarität der Naturwissenschaften und Technik	4	NT12_09, NT12_17, NT12_21, NT12_24	Mir haben die Tätigkeiten im Tutorium gezeigt, dass biologische, chemische, physikalische und technische Themen miteinander in Beziehung stehen.	.860

Anmerkung: + = Item nach explorativer Faktorenanalyse und Reliabilitätsprüfung entfernt; * = interne Konsistenz nach Entfernung des markierten Items

Zur Analyse der offenen Antworten (s. Fragestellungen 1 und 2) wurden inhaltlich strukturierende qualitative Inhaltsanalysen (Kuckartz, 2016) mithilfe der Software MAXQDA Analytics Pro 2020 durchgeführt. Je offener Frage wurde induktiv (vgl. Kuckartz, 2016, S. 72ff.) ein separates Kategoriensystem angelegt[15]. Aufgrund des Umfangs der Antworten wurden bei vier Fragen (vgl. Tab. A6) die Aussagen aller 168 Teilnehmer*innen ausgewertet. Aus ökonomischen Erwägungen wurden bei den anderen sechs Fragen (s. Tab. A6) die Antworten von 50 Prozent der Studierenden (N = 84) analysiert, wobei zur Auswahl eine Kombination aus Quoten- (44 % freiwillige Teilnehmer*innen = 37 Personen; 56 % Pflichtteilnehmer*innen = 47 Personen) und Zufallsauswahl (nach der beschriebenen Quotenfestlegung wurden zufällig Personen aus den beiden Gruppen gezogen) verwendet wurde (vgl. Mayring, 2015, S. 55). Als Kontexteinheit wurde eine vollständige Aussage je Person und Frage bestimmt, als Kodiereinheit diente ein einzelnes Wort (vgl. Mayring, 2015, S. 61).

Alle Kategoriensysteme wurden – im Sinne eines konsensuellen Kodierens (vgl. Kuckartz, 2016, S. 211f.) – von zwei Kodierenden gemeinsam und im Diskurs erstellt, um die Analysegüte zu erhöhen. Dabei wurden mehrere Materialdurchläufe und Überarbeitungen vollzogen, um Kategorien festzulegen, diese – auch mithilfe von Ankerbeispielen (s. Anhang 9) – zu definieren und alle Fundstellen zu markieren. Bei Redundanzen von Unterkategorien wurden diese, falls inhaltlich begründbar, zusammengelegt und Oberkategorien gebildet. Zuletzt erfolgte die Berechnung der absoluten und relativen Häufigkeiten der Kodierungen je Ober- und Unterkategorie (vgl. Mayring, 2015, S. 9ff.).

5.3 Stichprobenbeschreibung

Das hier vorgestellte Kurskonzept wurde achtmal erprobt, wobei viermal die wöchentliche Kursvariante und viermal die Blockkursvariante durchgeführt wurde. Insgesamt nahmen 191 Studierende teil. Der beschriebenen Analyse wurden nur Datensätze von denjenigen Personen, welche zu beiden Messzeitpunkten den Fragebogen vollständig ausfüllten, unterzogen, sodass sich ein N_{ges} = 168 ergibt. 89.9 Prozent der

[15] Drei Beispiele für die angelegten Kategoriensysteme sind Anhang 9 im Online-Supplement zu entnehmen.

Teilnehmer*innen waren weiblich (N_w = 151; N_m = 17), das Durchschnittsalter betrug – zum Startzeitpunkt des *Posttests* – 22.43 Jahre (SD = 3.05 Jahre). 56.0 Prozent nahmen an der wöchentlichen, 44.0 Prozent an der Blockkursvariante ($N_{wöch}$ = 94; N_{Block} = 74) teil, 44.0 Prozent besuchten den Kurs freiwillig, 56.0 Prozent im Rahmen der in Kapitel 3.1 beschriebenen Pflicht-Kursteilnahme. 89.3 Prozent der Teilnehmer*innen befanden sich im Bachelorstudium ($N_{Bachelor}$ = 150; N_{Master} = 18). 67.3 Prozent ($N_{NaWiTech}$ = 113) gaben an, mit Schwerpunkt ‚Naturwissenschaften und Technik' (NaWiTech) zu studieren bzw. im Bachelor studiert zu haben, 32.7 Prozent belegten einen anderen Grundschulstudiengang ($N_{anderer\ Schwerpunkt\ Sachunterricht}$ = 21; $N_{Anglistik}$ = 30; $N_{andere\ Fächer}$ = 4).

5.4 Ergebnisse: Erwartungen, Wünsche, Lernziele, Relevanz der Inhalte

5.4.1 Erwartungen

62.2 Prozent aller codierten Aussagen zu den Erwartungen (107 von 172; es wurde die Hälfte aller Datensätze betrachtet, s. Kap. 5.2) fallen in die Oberkategorie *Professionelle Kompetenz*. Dabei überwiegen mit einem 43.6 prozentigen Anteil an allen Kodierungen (75 Codings) Aussagen, die das *fachdidaktische Wissen* bzw. *fachdidaktische Kompetenzen* betreffen. Es wird erwartet, dass gelernt oder vermittelt wird, wie sachunterrichtliche Lernprozesse gestaltet werden können (31 Kodierungen; z.B. S145[16]: „Ich hoffe, dass ich sowohl theoretisch als auch praktisch an die Gestaltung und Durchführung von SU herangeführt werde"), weitere 31 Aussagen beziehen sich konkret auf den Erwerb von Kompetenzen zur Gestaltung experimenteller Lernprozesse im Sachunterricht (z.B. S35: „Wünschenswert wäre, wenn wir Studenten lernen, wie wir am effektivsten Experimente mit unseren späteren Schülern durchführen") oder das Geben von Einblicken/Anregungen für Unterrichtsexperimente (z.B. S20: „Anregungen, Ideen und konkrete Experimente und Versuche"). Dahingegen wird in nur 4.7 Prozent der kodierten Aussagen die Erwartung formuliert, dass *Fachwissen* vermittelt, erworben oder vertieft wird (S31: „Außerdem würde ich gerne mein Fachwissen auffrischen."). Erwartungen hinsichtlich einer *Vernetzung sachunterrichtlicher Bezugsfächer* werden in nur drei Fällen geäußert (u.a. S163: „Verknüpfung der einzelnen Fachrichtungen"), während in fünf Aussagen der Fokus auf die *naturwissenschaftliche Perspektive* gelegt wird (S36: „vor allen in Hinblick auf den naturwissenschaftlichen Bereich").

15.7 Prozent der Aussagen wurden der Oberkategorie *Praxisorientierung/Anwendbarkeit im Sachunterricht* zugeordnet (u.a. S189: „Praxisnahe Themen"; S114: „Hauptsache ich frage mich nicht, was mir dieser Kurs in der Grundschule bringen wird"), 13.4 Prozent der Oberkategorie *Praxiserfahrungen/Handlungsorientierung* (S117: „viele praktische Erfahrungen"), wobei viele der Teilnehmer*innen erwarten, im Kurs experimentieren zu können (u.a. S11: „Durchführung […] Experimente"). In 4.1 Prozent der Aussagen wird die Erwartung geschildert, dass die Lehrveranstaltung bzw. die behandelten Inhalte *situationales Interesse wecken* oder *motivieren* sollen. Bei 3.5 Prozent aller Codings werden *keine Erwartungen* geäußert (z.B. S119: „Ich weiß noch nicht so genau, was mich in diesem Tutorium erwartet").

5.4.2 Wünsche

Werden die geäußerten Wünsche der Studierenden betrachtet, überwiegen mit 44.6 Prozent aller Codings (66 von 148) Aussagen zum *Experimentieren*. Dabei wird besonders oft der Wunsch geäußert, *Experimente kennenzulernen* (20 x; z.B. S16: „Konkrete Experimente kennenlernen"), *Experimente durchzuführen* (17 x; u.a. S137: „Verschiedenste Experimente selber ausprobieren") und *experimentbezogenes fachdidaktisches Wissen* zu erlangen bzw. *fachdidaktischen Input in Bezug auf Experimente im*

[16] Flüchtigkeits-/Rechtschreib-/Grammatik-/Interpunktionsfehler bei den zitierten schriftlichen Studierendenaussagen wurden zur besseren Lesbarkeit korrigiert.

Unterricht zu erhalten (19 x; S130: „Wie baue ich Experimente auf, dass die SuS viel lernen und mitnehmen?“).

Wie auch schon bei den Erwartungen, wird mehrfach der Wunsch geäußert, *Wissen* oder *Kompetenzen zur Gestaltung sachunterrichtlicher Lernprozesse* (exklusive der fachspezifischen Arbeitsweise Experimentieren) zu erwerben (14.9 % der Aussagen), indem Unterrichtsbeispiele einbezogen (9 x), fachspezifische Vermittlungsstrategien (4 x) oder z.B. der Umgang mit Herausforderungen besprochen werden (2 x). In ebenfalls 14.9 Prozent der Codings wird erneut *die Anwendbarkeit der Kursinhalte im Sachunterricht*, also der Berufspraxis, betont.

Weitere Wünsche beziehen sich auf die *allgemeine Kursgestaltung* (9 x), wobei u.a. eine angenehme Lernatmosphäre (z.B. S110: „ein gutes Klima“), abwechslungsreiche Kursaktivitäten sowie die Verständlichkeit der Aufgabenstellungen thematisiert werden. In fünf Aussagen sind Wünsche formuliert, die bestimmte *Bezugsfächer* des Sachunterrichts betreffen (z.B. S78: „im Bereich Chemie“ oder S3: „der Biologie und Physik“). Während mehrere Studierende auch hier den Wunsch äußern, *Fachwissen* zu erwerben, gibt es eine Person, deren Wunsch es ist, dass fachwissenschaftliche Aspekte eine geringere Rolle spielen sollen (S149: „weniger Fachwissen“).

In 11.5 Prozent der Aussagen wird *kein konkreter Wunsch* an den Kurs formuliert.

5.4.3 Lernziele

Die Aussagen der Studierenden zu ihren persönlichen Lernzielen können vier Oberkategorien zugeordnet werden: Der Kategorie *Professionelle Kompetenz* (81.3 %, d.h. 152 der 187 Kodierungen), *Praxisorientierung bzw. Anwendbarkeit der Kursinhalte im Sachunterricht* (10.2 %; z.B. S46: „die ich so an der Grundschule anwenden kann.“), *Praxiserfahrungen* (5.4 %, z.B. S156: „Praxiserfahrung sammeln“) und der Kategorie *kein Lernziel* (3.2 %; vgl. Tabelle A9.1 im Online-Supplement).

Wie auch bei den Erwartungen, ist die Mehrheit der Aussagen, welche der Oberkategorie *Professionelle Kompetenz* angehören, der Unterkategorie *fachdidaktische(s) Wissen/Kompetenzen* zuzuordnen. Dazu zählen wiederum besonders Lernziele in Bezug auf Wissen bzw. Kompetenzen zur Gestaltung experimenteller Lernprozesse (41 x) oder sachunterrichtlicher Lernprozesse im Allgemeinen (21 x). Ebenfalls oft genannt sind die Lernziele, Planungskompetenzen (13 x) und Wissen über die Motivierung von Lernenden zu erlangen (9 x; z.B. S103: „wie man in der Grundschule Spaß am Sachunterricht vermitteln kann.“).

Weitere Lernziele im Bereich professioneller Kompetenzen sind der Erwerb oder die Vertiefung von *Fachwissen* (8 x; S46: „Ich hoffe darauf, dass ich mein Schulwissen über Biologie, Chemie, Physik auffrischen kann und gleichzeitig etwas Neues hinzulerne.“) und die Weiterentwicklung *experimenteller Kompetenz* (10 x). Auch wird in mehreren Aussagen wieder der *Fokus auf die Naturwissenschaften*, auf *Vielperspektivität* oder den *bilingualen Sachunterricht* gelegt (vgl. Tab. A9.1 und Kap. 5.4.1). 7.5 Prozent der Aussagen deuten auf *affektive Lernziele* hin, z.B. die Steigerung unterrichtsbezogener Selbstwirksamkeitserwartungen oder experimentbezogener Fähigkeitsselbstkonzepte (u.a. S15: „mich sicherer und selbstbewusster bei einer Durchführung in der Grundschule fühlen.“).

5.4.4 Angaben zur persönlichen Relevanz der Inhalte

Sehr wichtig sind den Kursteilnehmer*innen *fachdidaktische Inhalte* (Md = 5.00), gefolgt von *pädagogischen Inhalten* (Md = 4.00, wichtig) und *fachwissenschaftlichen Inhalten* (Md = 3.00, mittelmäßig wichtig). Werden die für diese Lehrveranstaltung relevanten Bezugsfächer des Sachunterrichts betrachtet, wird das Einbeziehen von *biologischen*, *chemischen* und *technischen Aspekten* als wichtig (Md = 4.00), das Behandeln von *physikalischen Sichtweisen* als mittelmäßig wichtig (Md = 3.00) erachtet.

Besonders wichtig scheint den Studierenden zudem der *Praxisbezug* bzw. die Anwendbarkeit des Gelernten in der Grundschule (Md = 5.00) sowie ein

handlungsorientiertes Kurskonzept (Md = 4.50) zu sein. Es ist ihnen aber auch wichtig, *fachwissenschaftliche und fachdidaktische Hintergrundinformationen zu den Experimenten* zu erhalten (jeweils Md = 4.00). Eine *Vernetzung der Sachunterrichtsperspektiven* wird ebenfalls als wichtig (Md = 4.00) erachtet.

5.5 Ergebnisse: Erste Ebene der Wirksamkeit

5.5.1 Spontane Assoziationen

54.3 Prozent aller Kodierungen (151 von 278) entfallen auf *konkrete Fachinhalte* (vgl. Tab. A9.2 im Online-Supplement). Die meisten Aussagen bezüglich *Themenblock I* betreffen die Themen ‚Tiere' (14 x, z.B. S51: „Wasserläufer"), ‚Bionik' (13 x, S35: „Lotuseffekt"; S109: „Hector") und ‚Schwimmen und Sinken' (12 x, z.B. S72: „[…] Warum schwimmt die Ente auf dem Wasser?"). Weitere Codings entfallen auf das Thema Wasser und seine Charakteristika (z.B. 7 x Oberflächenspannung des Wassers, 4 x Anomalie des Wassers). Die am häufigsten vorkommenden spontanen Assoziationen zu Fachinhalten des *Themenblocks II* sind den Themen ‚Menschliche Sinne und Licht' (14 x; z.B. S.119: „Schmecken/Riechen"; S78: „Farbspektren"), ‚Herz/Blutkreislauf' (13 x; z.B. S3: „systolischer und diastolischer Blutdruck") sowie dem Thema ‚Atmungssystem, Lunge, Luft' zuzuordnen.

23.4 Prozent aller Codings fallen in die Oberkategorie *Experimentieren*, wobei die Mehrheit (57 der 65 Codings) den Unterkategorien ‚Experimente/Durchführung Experimente' und ‚Planung Experimente/experimentelle Unterrichtsstunde' zugeordnet werden kann (vgl. Tab. A9.2).

Die restlichen 22.3 Prozent der codierten Aussagen entfallen u.a. auf die Oberkategorien *praktisches bzw. handlungsorientiertes Arbeiten* (exklusive Experimentieren; 14 x; z.B. S15: „Vieles selber ausprobieren"), *Interesse/Motivation* (16 x; z.B. S110: „Das Tutorium hat sehr großen Spaß gemacht"), *Praxisnähe/Grundschulbezug* (12 x; z.B. S71: „hoher Praxisbezug") und *Professionswissen* (12 x).

5.5.2 Unerfüllte Erwartungen/Wünsche/Lernziele

139 der 168 Studierenden (82.7 %) geben bei dieser Frage an, dass *alle Erwartungen, Wünsche und Lernziele erfüllt* wurden, jeweils 2.4 Prozent sind sich *unsicher* (durch ein Fragezeichen oder die Aussage „weiß ich jetzt nicht" (S175) ausgedrückt), äußern eine *schwer zu interpretierende Aussage* in Bezug auf die Fragestellung (z.B. S24: „Viele Experimente und Fachwissen") oder geben an, dass sie *keine Erwartungen, Wünsche oder Lernziele* hatten (u.a. S152: „ich hatte nicht viele Vorstellungen").

Ein Drittel (7 von 21) der Codings zu *nicht erfüllten Erwartungen, Wünschen bzw. Lernzielen* ist der Oberkategorie *Experimentieren* zuzuordnen. Als nicht erfüllte Wünsche werden hier u.a. genannt: Die Planung einer vollständigen experimentellen Unterrichtsstunde (S9), die Vermeidung fiktiver Planungen (S12) oder die Besprechung, wie Lehrkräfte „Schüler*innen Experimentierregeln beibringen" (S163) können. Drei Personen merken an, dass sie sich mehr Zeit für die oder mehr Tiefe in der *Vermittlung von Fachinhalten* gewünscht hätten. Bei ebenfalls drei Teilnehmer*innen ist die *Vermittlung pädagogischer Inhalte* hinter den Erwartungen zurückgeblieben (z.B. S28: „Es wurde nur sehr wenig bis kaum über pädagogische Inhalte gesprochen."). Jeweils zwei Aussagen betreffen *didaktische Inhalte* (S58: „Ich hatte einen noch stärkeren didaktischen Fokus erwartet") und das behandelte *Themenspektrum* (S121: „Weitere verschiedene Themen. Nicht nur Wasser und Körper").

5.5.3 Änderungsvorschläge bzw. -wünsche

In der Hälfte aller Aussagen (52.9 %; 99 von 187 Codings) wird von den Studierenden angegeben, dass sie *keine Veränderungen am Kurs* vornehmen würden, wenn sie selber die Dozierenden wären (u.a. S70: „Ich würde es so lassen").

Die meisten Änderungsvorschläge betreffen *zeitliche* (16.0 %) sowie bestimmte *inhaltliche Aspekte* (10.7 %). Während einige Teilnehmer*innen mehr Zeit für die Nachbesprechungen, Planungsphasen oder den Kurs im Allgemeinen zur Verfügung stellen würden (z.B. S23: „evtl. eine zusätzliche Einheit“), schlagen wiederum andere Gegenteiliges vor (u.a. S28: „Ich würde weniger wiederholen und nachbesprechen.“; S31: „keine Arbeitsblätter erstellen, da es zu zeitaufwändig war.“). Bezogen auf inhaltliche Aspekte wird in 4.8 Prozent der Aussagen angemerkt, bestimmte fachwissenschaftliche oder fachdidaktische Inhalte noch tiefgehender oder detaillierter zu besprechen (S90: „Einzelne Themen etwas vertiefter bearbeiten“ oder S4: „etwas mehr auf mögliche Probleme eingehen“). Mehrere Studierende (3.2 Prozent der Codings) würden weitere Themengebiete integrieren (z.B. S49: „weitere Themengebiete erschließen; nicht nur zwei große Gebiete“).
Weitere Änderungsvorschläge betreffen das *Experimentieren* (4.8 %; u.a. S38: „Vielleicht noch mehr Experimente ausprobieren lassen“; S19: „Anregen zum Fotos-Machen und damit eigene Experimentiermappe erstellen“) und die *eingesetzten Medien* (3.2 %; z.B. S43: „Teilweise waren die Arbeitsblätter sehr ähnlich aufgebaut, vielleicht gibt es eine Möglichkeit diese unterschiedlicher zu gestalten“). Zudem gibt es einzelne Äußerungen zu den *Rahmenbedingungen/der Organisation* (3.2 %), u.a. zur Anrechenbarkeit des Kurses (S21: „für NaWiTech anrechenbar anbieten (es besteht hier sehr großes Interesse)“[17]) oder der Werbung (S158: „mehr Personen außerhalb des Sachunterrichtsstudiums ansprechen“) sowie zur *Gruppeneinteilung* (2.7 %; u.a. S58: „Ich würde eventuell die Kleingruppen öfters durchmischen, damit eine bessere Gesamtgruppendynamik entsteht.“, aber auch Gegenteiliges, S52: „Die Anglisten und die NaWiTechler voneinander trennen, da die Kompetenzen doch sehr unterschiedlich sind. Vielleicht durch die Aufgaben, die bearbeitet werden sollen.“).

5.5.4 Weiterempfehlung und Gründe

100 Prozent der Teilnehmer*innen geben an, dass sie den Kurs anderen Grundschullehramtsstudierenden weiterempfehlen würden. 90.5 Prozent würden zudem einen weiteren Kurs, der fachwissenschaftliche und fachdidaktische Inhalte der Naturwissenschaften und der Technik vertieft, freiwillig besuchen. 61.3 Prozent wählen dabei den Zusatz aus, dass sie wieder eine Perspektivenvernetzung präferieren, während 6.5 Prozent nur freiwillig teilnehmen würden, wenn sie sich das Bezugsfach (Biologie, Chemie, Physik, Technik) aussuchen könnten.

Die Weiterempfehlungsgründe lassen sich den Oberkategorien *Professionswissen* (32.7 %; 66 von 202 Kodierungen), *motivationale Orientierungen* (22.8 %), *Praxisnähe/Grundschulbezug* (16.8 %), *praktisches Arbeiten/Handlungsorientierung* (12.9 %), *Kursstruktur/-gestaltung/-rahmenbedingungen* (8.4 %) und *Alleinstellungsmerkmale/Besonderheiten* (6.4 %) zuordnen (vgl. Tab. A9.3 im Online-Supplement).

Besonders oft wird als Weiterempfehlungsgrund in der Kategorie *Professionswissen* der Erwerb von *fachdidaktischem Wissen* (44 Aussagen) genannt, wobei Aussagen zum Wissen über fachspezifische Vermittlungsstrategien bzw. Arbeitsweisen (20 x) und Wissen über die Planung/Gestaltung von Sachunterricht im Allgemeinen (16 x) überwiegen. Weiterhin werden der Erwerb/das Vermitteln von *Fachwissen* (6 x), *nicht trägem* bzw. *in der Praxis anwendbarem Professionswissen* (7 x) sowie ein *hoher Lerneffekt* bzw. *nachhaltiges Lernen* (6 x) als Gründe genannt.

In die Oberkategorie *motivationale Orientierungen* fallen einerseits Aussagen, die als Grund ein hohes situationales Interesse bzw. eine hohe intrinsische Motivation angeben (42 x; z.B. S92: „macht gleichzeitig auch sehr viel Spaß“; davon betrifft die Hälfte die wertbezogene Komponente des Interesses, z.B. S20: „Hilfreich für späteren Beruf“). Andererseits deuten mehrere Aussagen auf eine positive Veränderung der Selbstkonzepte

[17] Diese Äußerungen erfolgten, bevor der Kurs als Pflicht-Variante für die Sachunterrichtsstudierenden mit Schwerpunkt Naturwissenschaften und Technik angeboten wurde.

oder unterrichtlicher Selbstwirksamkeitserwartungen hin (z.B. S74: „man wird noch sicherer“).

Als Hauptweiterempfehlungsgrund in der Kategorie *praktisches Arbeiten/Handlungsorientierung* (z.B. S87: „man kann aktiv mitarbeiten“) wird die Vernetzung von Theorie und Praxis durch *Learning by Doing* (9 x; z.B. S121: „Die Selbsterfahrung hilft dem Lernprozess“) genannt. Gründe, die der Kategorie *Kursstruktur/-gestaltung/-rahmenbedingungen* zugeordnet wurden, sind u.a. Feedback- und Austauschstrukturen (u.a. S88: „das Feedback hilft“), die Veranschaulichung der Inhalte (z.B. S67: „Es ist sehr anschaulich gestaltet“) oder Eigenschaften der Lehrpersönlichkeit der Dozierenden (z.B. S17: „und Frau X didaktisch und insgesamt sehr kompetent ist und ihre Lehre sich durch Praxisbezug und sämtliche Aspekte "guten Unterrichts" auszeichnet.“). In der Oberkategorie *Alleinstellungsmerkmale/Besonderheiten* finden sich Aussagen wie jene von S31 („Das Tutorium deckt einen Bereich des Sachunterrichts ab, der so in keiner anderen Veranstaltung aufgegriffen wird.“).

5.5.5 Beliebteste und unbeliebteste Kurseinheiten

Die Studierenden konnten außerdem angeben, welche beiden der zwölf Kurseinheiten ihnen jeweils am besten und am wenigsten gefallen haben und warum.

Am beliebtesten sind vor allem diejenigen Einheiten, in denen an Stationen experimentiert werden kann (vgl. Tab. A10). Die Mehrheit der Begründungen (63.7 %; 109 von 171 Codings) ist der Oberkategorie *Interesse/Motivation* zuzuordnen, wobei als Hauptgrund die Generierung von situationalem Interesse durch die Experimente/an den Experimenten (71 Codings) genannt wird (z.B. S60: „Experimente […] waren interessant“; emotionale Komponente z.B. S147: „Experimente waren spannend, haben Spaß gemacht“). Auch persönliches Sachinteresse (15 x, z.B. S75: „Ich finde das Thema auch sehr interessant, auch schon in der Schule.“), wertbezogenes Interesse (5 x) sowie Neuigkeits- bzw. Überraschungseffekte (5 x; u.a. S3: „teilweise kamen unerwartete Ergebnisse zum Vorschein.“) sind genannte Gründe, die dieser Oberkategorie zugeordnet sind.

Am zweithäufigsten (16.4 % der Codings) wird als Begründung für die Lieblingseinheit das Erlangen *professioneller Kompetenzen* genannt (11 x Planungskompetenz, 5 x Fachwissen, 3 x fachdidaktisches Wissen, 2 x experimentelle Kompetenz). Weitere, mehrfach genannte Gründe sind die *Praxisnähe bzw. der Bezug zur Berufspraxis* gewisser Inhalte (7.0 %), die *Aufbereitung der Kursinhalte* (5.3 %; z.B. S20: „Tolle Veranschaulichung der Inhalte“), der *Lebensweltbezug* (1.8 %; z.B. S83: „aus der Lebenswelt der Kinder“) sowie die Steigerung unterrichtlicher Selbstwirksamkeitserwartungen (1.8 %; z.B. S31: „ich mir zutrauen würde, auch selbst im Unterricht zu behandeln“).

Wie Tab. A10 zu entnehmen ist, gibt die Mehrheit (54,2 %) der Kursteilnehmer*innen bei der Frage, welche Kurseinheiten ihnen am wenigsten gefallen haben, an, dass ihnen *keine Kurseinheit nicht gefallen* hat.

Am unbeliebtesten sind die *Einheiten, in welchen theoretischer Input und Nachbesprechungen im Plenum überwiegen* (vgl. Tab. A10 und A2). Diese Schwerpunkte spielen auch bei den Begründungen der Studierenden eine wichtige Rolle. Als häufigster Grund wird angegeben, dass diese Einheiten theorielastig sind (17 x, z.B. S131: „Es war ein theoretischer Kurstag“), darunter sind aber auch Aussagen wie: „Es war zwar theoretisch, aber auch durch so etwas muss man in der Uni durch“ (S65). Weiteren Personen waren die Nachbesprechungen zu langwierig oder zu langweilig (u.a. S155: „Nachbesprechungen sind halt schon etwas langweilig“). Hauptgründe für die Wahl der *Kurseinheiten KE3, KE10 und KE11,* in denen die *Planung eines Experiments für den Sachunterricht* im Vordergrund steht, sind die Komplexität oder Schwierigkeiten während der Planung (12 x; z.B. S72: „Sehr komplex, wenn man kein Vorwissen hatte“; S2: „Und die Erstellung von Unterrichtsentwürfen für fiktive Klassen erweist sich für mich als schwierig.“). Als Gründe für die Auswahl *experimenteller Einheiten* als unbeliebteste Kurseinheiten werden vor allem geringes persönliches oder situationales Interesse (15 x), Ekel bzw. Abneigung (5 x; z.B. S45: „Weil ich es nicht sehr gerne mag, mit

Lebensmitteln zu arbeiten.“) sowie eine als gering eingeschätzte Umsetzbarkeit in der Schulpraxis (5 x; u.a. S62: „sind nicht gut durchführbar mit den Kindern.“) thematisiert.

5.5.6 Weitere Anmerkungen

Am Ende des *Posttests* hatten die Studierenden die Möglichkeit, noch weitere Anmerkungen, die bisher nicht geäußert wurden, zu notieren. Unter den getätigten Äußerungen überwiegen positive Rückmeldungen (90.1 %, d.h. 145 Codings), die anderen 9.9 Prozent (16 Codings) enthalten Änderungsvorschläge oder kritische Rückmeldungen.

Unter Ersteren finden sich am häufigsten Aussagen, die auf ein hohes *situationales Interesse* oder das Vorhandensein *intrinsischer Motivation* hindeuten (53 x; z.B. emotionale Komponente – S160: „Es hat wirklich Spaß gemacht.“; Druck/Anspannung – S46: „Es war eine schöne entspannte Atmosphäre.“; wertbezogene Komponente – S6: „Ich habe bisher keinen Kurs besucht, der mir so viel für die spätere Arbeit in der Grundschule (besonders im Sachunterricht) gebracht hat.“). Zudem weisen viele Äußerungen (22 x) auf eine *Zufriedenheit mit dem Kurs* hin (u.a. S6: „Das Tutorium hat mir ausgesprochen gut gefallen!“; S105: „Ich war sehr zufrieden!“) oder es wird *Dank* geäußert (14 x; z.B. S58: „Ich möchte mich ganz herzlich für die tollen Erfahrungen bedanken“). 13 Personen betonen die *Vertiefung oder den Zuwachs von Wissen* (u.a. S25: „Ich habe super viel dazu gelernt.“). Weitere, mehrfach genannte positive Rückmeldungen beziehen sich u.a. auf die *Lehrpersönlichkeit der/des Dozierenden* (9 x; u.a. S57: „Ich fand es super, dass Frau X selbst sehr engagiert war und man gemerkt hat, dass es ihr wirklich am Herzen liegt, mehr Experimente und praktische Aufgaben in den zukünftigen Sachunterricht zu integrieren!“), das *Kurskonzept bzw. die -gestaltung* (4 x; z.B. S6: „Das komplette Konzept finde ich sehr gelungen!“) sowie den *Wunsch nach Verstetigung/Weiterführung der Lehrveranstaltung* (4 x; S13: „Ich finde es schade, dass so eine praxisnahe Veranstaltung freiwillig ist, alle angehenden Lehrkräfte sollten diese Veranstaltung besuchen“).
43.8 Prozent der Kodierungen, in denen Kritik oder Änderungsvorschläge geäußert werden, beziehen sich auf *zeitliche Aspekte*. So wird u.a. dreimal angemerkt, dass der Kurs zeitlich ausgedehnt werden sollte bzw. mehr Zeit für bestimmte Phasen benötigt worden wäre (z.B. S87: „Manchmal wäre noch etwas mehr Zeit bei der Planung eines Experiments gut gewesen, weil man da einfach so viele Gedanken und Einfälle hatte.“). Zweimal wird das Kürzen der Nachbesprechungsphasen im Blockkursformat thematisiert. Außerdem wird viermal der Wunsch geäußert, *weitere Themengebiete* im Kurs zu behandeln (z.B. S14: „Ich würde das Tutorium gerne auch mit weiteren Unterrichtsreihen/Themen machen (z.B. Tiere in Experimenten, Luft und Fliegen)“).

5.5 Ergebnisse: Zweite Ebene der Wirksamkeit

Im Nachtest wurde das situationale Interesse an den Kursinhalten in den Subskalen emotional, epistemisch und wertbezogen untersucht. Die Ergebnisse (vgl. Abb. 4) verdeutlichen, dass das situationale Interesse insgesamt als hoch bis sehr hoch zu bezeichnen ist (emotionale Komponente: $Md_{Emo\text{-}Int} = 4.75$; epistemische Komponente: $Md_{Epis\text{-}Int} = 4.25$; wertbezogene Komponente: $Md_{wert\text{-}Int} = 5.00$). Zudem geben die Teilnehmer*innen an, dass der Kurs ihr Verständnis von der Interdisziplinarität der Naturwissenschaften und Technik gefördert habe ($Md_{Interdis} = 4.50$).

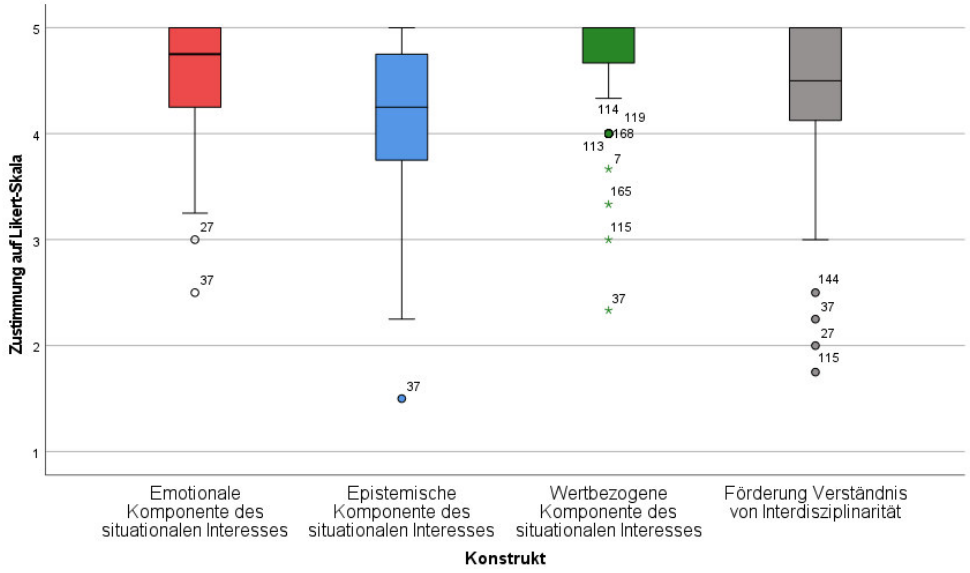


Abbildung 4: Situationales Interesse der Teilnehmer*innen (N = 168) an den Seminarinhalten in den Subskalen emotional, epistemisch und wertbezogen sowie Zustimmung bezüglich der Förderung des Verständnisses von der Interdisziplinarität der Naturwissenschaften und Technik durch den Kurs (eigene Darstellung)

6. Diskussion und Fazit

Die Angaben der Teilnehmer*innen zu ihren Erwartungen und zur persönlichen Relevanz bestimmter Kursinhalte im *Pretest* hängen nicht nur mit der Teilnahme- und Lernmotivation zusammen, welche wiederum einen Einfluss auf die Wahrnehmung und Nutzung des Angebotes haben, sondern es lassen sich auch gewisse Rückschlüsse auf die zu Kursbeginn vorhandenen Bedarfe und Voraussetzungen der Studierenden ziehen (Lipowsky, 2014).

Es scheint den Teilnehmer*innen äußerst wichtig zu sein, ihre *fachdidaktischen Kompetenzen* zu stärken, um Lernprozesse im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht – mit Fokus auf dem Einsatz von Experimenten – gestalten zu können. Als weniger relevant wird der Erwerb von *Fachwissen* erachtet (vgl. Kap. 5.4). Dies kann einerseits damit zusammenhängen, dass durch die leitfachorientierte Studiengangskonzeption des Sachunterrichts an der BUW eine deutlich höhere Kontaktzeit zu fachwissenschaftlichen Lehrveranstaltungen gegeben ist, als es an anderen Standorten in NRW der Fall ist (Schilling et al., 2021). Als ein weiterer Grund kann die oftmals nicht erkannte Relevanz fachwissenschaftlicher Inhalte im Lehramtsstudium angeführt werden (Lersch, 2006).

Der am häufigsten genannte Grund für die Weiterempfehlung des Kurses ist der Erwerb von Professionswissen. Auch hier überwiegen Aussagen zum fachdidaktischen Wissen, allerdings wird ebenfalls der Erwerb von Fachwissen, nicht trägem/in der Berufspraxis anwendbarem Wissen und nachhaltiges Lernen angeführt (vgl. Kap. 5.5.4).

O.g. Ziel, das Professionswissen im Bereich des naturwissenschaftlich-technischen Sachunterrichts zu stärken, kann also – den subjektiven Einschätzungen der Studierenden zufolge – mithilfe von Kohärenzebene 2 (vgl. Kap. 3.3.2) erreicht werden. Ob es tatsächlich zu einer signifikanten Veränderung des Wissens kommt, kann jedoch nur durch ‚Selbsteinschätzungen' der Teilnehmer*innen nicht beantwortet werden (vgl. Cramer, 2020, S. 276). Dass ein kurz- und langfristiger Fachwissenszuwachs stattfindet, zeigen Beudels, Damerau & Preisfeld (eingereicht).

Auch die *Vernetzung der Sachunterrichtsperspektiven* im Kurs und die Einbeziehung der Bezugsfächer Biologie, Chemie und Technik werden als ‚persönlich wichtig' erachtet (Kap. 5.4.4)[18]. Ein möglicher Grund dafür ist, dass den Studierenden der vielperspektivische Charakter des Sachunterrichts (GDSU, 2013; Thomas, 2013) bewusst ist. Zum anderen lässt sich aufgrund der Befunde von Schilling et al. (2021) vermuten, dass ihnen im bisherigen Studienverlauf wenige oder keine Kurse/Module begegnet sind, in denen sachunterrichtliche Bezugsfächer/Perspektiven explizit aufeinander bezogen wurden[19]. Aus den offenen Antworten im *Pretest* kann ein hoher Bedarf nach der im Kurs installierten ersten Kohärenzebene (Kap. 3.3.1), allerdings nicht abgeleitet werden, denn eine Vernetzung der Bezugsfächer wird nur selten explizit genannt.

Die Analyse der spontanen Assoziationen, die Aufschluss darüber ermöglichen, welche der Kursinhalte, -phasen oder Erlebnisse besonders in Erinnerung geblieben sind, zeigt, dass zumeist konkrete Fachinhalte aus den beiden Kurskontexten genannt werden und dass sie Bezüge zu allen hier fokussierten sachunterrichtlichen Bezugsfächern aufweisen (vgl. Kap. 5.5.1). Dies bekräftigt die These von Desimone (vgl. 2009, S. 184), dass *content focus*, welcher hier über Kohärenzebene 1 eingebracht wurde, einer der wirksamsten Faktoren bei Lehrer*innenfortbildungen ist. Das Ergebnis hinsichtlich der Förderung des Verständnisses für interdisziplinäre Verflechtungen der Naturwissenschaften und Technik (s. Kap. 5.6) deutet ebenfalls darauf hin, dass Kohärenzebene 1 explizit wahrgenommen wurde. Ein solches Kohärenzerleben kann dann wiederum beim Aufbau eines vernetzten und in der Berufspraxis anwendbaren Professionswissens helfen (Schwichow et al., 2019). Dass eine Mehrheit der befragten Studierenden auch einen weiteren ähnlichen Kurs, in dem die Bezugsfächer miteinander vernetzt werden, freiwillig belegen würden (s. Kap. 5.5.4), verdeutlicht, dass noch keine Bedarfssättigung hinsichtlich des perspektivenvernetzenden Qualifikationsbereiches (GDSU, 2019) vorliegt.

Fast die Hälfte aller Codings zu Wünschen der Teilnehmer*innen fällt in die Kategorie ‚*Experimentieren*' (vgl. Kap. 5.4.2), das hier als Mittel zur Kohärenzherstellung verwendet wurde. Auch in den Erwartungen und Lernzielen wird der Erwerb fachdidaktischer Kompetenzen zur Planung/Gestaltung experimentellen Sachunterrichts sowie experimenteller Kompetenzen (vgl. Kap. 5.4.1, 5.4.3) vielfach betont. Dieser Bedarf kann damit zusammenhängen, dass die Teilnehmenden in der Vergangenheit (Grundschule, weiterführende Schule und im bisherigen Studium) nur wenige bis mäßig hohe Experimentiererfahrungen sammeln konnten (s. Beudels, Preisfeld & Damerau, angenommen). Als ein weiterer Grund für die zahlreichen Nennungen ist sicherlich auch die Werbung zum Kurs zu nennen, in der das Experimentieren in einem interdisziplinären Setting betont wurde.

Durch eine kombinierte Interpretation der Ergebnisse bezüglich der beliebtesten bzw. unbeliebtesten Kurseinheiten mit jenen der spontanen Assoziationen und der Weiterempfehlungsgründe lässt sich schließen, dass als ein Hauptgrund für die *motivierende bzw. interessensgenerierende Wirkung* des Kurses *tätigkeitszentrierte Handlungen* (Schiefele & Urhahne, 2000), insbesondere das Experimentieren, benannt werden können. Das gemessene hohe situationale Interesse an den Kursinhalten in allen drei Subskalen (vgl. Kap. 5.6), welches sich ebenfalls in den offenen Antworten der Studierenden

[18] Ausnahme bildet hier das Bezugsfach Physik, dessen Einbeziehung den Teilnehmer*innen ‚mittelmäßig' wichtig ist. Dies könnte an der großen ‚Distanz' vieler Grundschullehrpersonen zu Physik liegen (Landwehr, 2002).

[19] Dies gilt insbesondere auch für alle Teilnehmer*innen mit einem anderen Studienfach als Sachunterricht.

widerspiegelt (vgl. Kap. 5.5), lässt vermuten, dass sich bei einigen Teilnehmer*innen bei weiterer Beschäftigung mit den Themen dispositionales Interesse ausbilden kann[20] (vgl. Hidi & Renniger, 2006, S. 114ff.; Krapp, 2007, S. 16f.; Krapp & Prenzel, 2011, S. 32), welches als wichtig für den Transfer von Innovationen in die Berufspraxis erachtet wird (vgl. Trempler et al., 2013, S. 344). Einen Hinweis darauf, dass die Pflichtteilnehmer*innen auch nach dem Ende der letzten Kurseinheit intrinsisch motiviert sind (Krapp, 1999), sich mit Kursinhalten zu beschäftigen und erworbene Kompetenzen in der Praxis zu erproben, liefern die Produkte ihrer summativen Prüfungsleistung. Ohne, dass dies verlangt wurde, ließen einige der Teams die geplanten Experimente von Grundschulkindern erproben (vgl. Abb. 5).

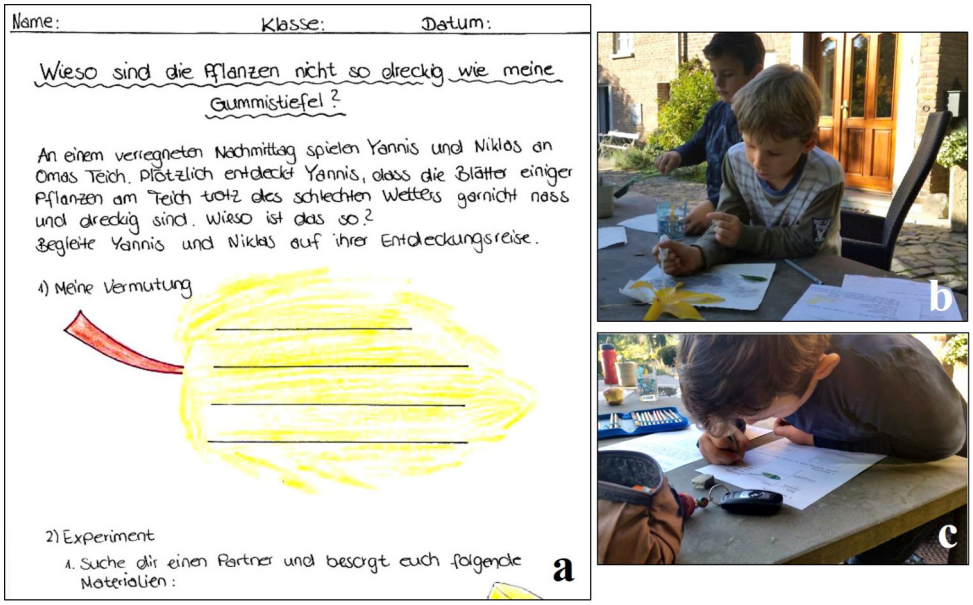


Abbildung 5: Produkt der Prüfungsleistung eines Studierendenteams: Ausschnitt des Arbeitsblattes zu einem Experiment in Form eines Protokollbogens; b) Durchführung des Experiments durch Grundschulkinder; c) Notieren und Auswerten der Ergebnisse des Experiments auf dem Protokollbogen. Bildquelle: Alina Schwanke & Anna-Lena Wennmachers, 2018; Fotos mit freundlicher Genehmigung der Erziehungsberechtigten der Kinder

Ebenfalls betont wird der Wunsch nach *Bezügen der Kursinhalte zur Berufspraxis* (Kohärenzebene 3). Aussagen wie „Hauptsache ich frage mich nicht, was mir dieser Kurs in der Grundschule bringen wird“ (S114) deuten darauf hin, dass im bisherigen Studienverlauf die Praxisorientierung der Lehrveranstaltungen bzw. die Anwendbarkeit der Lehrveranstaltungsinhalte in der Berufspraxis als gering empfunden wurde. Dies deckt sich mit den Erkenntnissen anderer Forschungsarbeiten (u.a. Wagener et al., 2019). Die Reaktionen im *Posttest* zeigen, ohne explizit danach zu fragen (vgl. Cramer, 2020, S. 276), dass die Teilnehmer*innen Kohärenzebene 3 wahrgenommen haben. Mit Blick auf die Ergebnisse anderer Studien (u.a. Agyei & Voogt, 2014), ist zu erwarten, dass Erlebtes und Gelerntes in die zukünftige unterrichtliche Praxis transferiert wird.

Die Rückmeldungen der Studierenden sollten von Dozierenden auch dazu genutzt werden, über die eigene Lehre zu reflektieren und sie weiterzuentwickeln (vgl. Rindermann, 2003, S. 233). Generell zeigen die Reaktionen, dass der Großteil der Teilnehmer*innen mit den Lehrinhalten, Aktivitäten und der Struktur des Kurses zufrieden und eine gute Passung zwischen Lerner*innenvoraussetzungen sowie -bedarfen und dem Angebot gegeben ist (vgl. Kap. 5.4 und 5.5). So liegt die Weiterempfehlungsrate bei 100

[20] s. dazu auch die Ergebnisse der Begleitforschung mit Fokus auf der Entwicklung des Lehrer*inneninteresses (Beudels, Schröder & Preisfeld, angenommen)

Prozent und über 80 Prozent geben an, dass ihre Erwartungen, Wünsche und Lernziele erfüllt wurden.

Den Kritikpunkten einiger Teilnehmer*innen hinsichtlich zu wenig Zeit für die Vertiefung von Fachinhalten oder für gewisse Arbeitsphasen, wie die Planung experimenteller Unterrichtsstunden, und Änderungsvorschlägen, wie die Erweiterung der Kursinhalte um weitere Themenkontexte, könnte durch eine Erweiterung des Kurses bei gleichzeitiger Umsortierung der Kurseinheiten begegnet werden: Im ersten Kurs á zwölf Einheiten stünde das Experimentieren an Stationen im Fokus (Erweiterung um einen weiteren Kontext), im Folgekurs das Planen von experimentellen Unterrichtssequenzen zu den drei Kontexten. So könnten die Studierenden je nach persönlichem Bedarf entscheiden, ob sie beide oder nur eine der Lehrveranstaltungen belegen möchten.

Zudem können die Nachbesprechungsphasen abwechslungsreicher gestaltet werden (s. Kap. 5.5.5), indem sie nicht immer von der/dem Dozierenden frontal moderiert werden. Die Studierenden könnten – ähnlich wie beim Gruppenpuzzle (vgl. Zumbach & Astleitner, 2016, S. 92f.) – für die Nachbesprechung ihre ‚Stammgruppe', also ihre*n Teampartner*in verlassen und in einer neuen Gruppe zusammenkommen, um die Ergebnisse mit den Kommiliton*innen zu besprechen und zu diskutieren.

Zusammenfassend lässt sich aus den Ergebnissen ableiten, dass die installierten drei Kohärenzebenen (vgl. Kap. 3) sowie die beiden zentralen Mittel zur Kohärenzherstellung (vgl. Kap. 2) von den Teilnehmer*innen wahrgenommen und im Hinblick auf die eigene Professionalisierung als nützlich empfunden werden. Nicht zuletzt deuten die Aussagen, die bestimmte Alleinstellungsmerkmale des Kurses im Studienverlauf herausstellen, sowie die Tatsache, dass der Kurs von 129 Personen – die Pilotierungsphase (N = 55) eingerechnet – freiwillig absolviert wurde, darauf hin, dass diese Lehrveranstaltung anschlussfähig an studierendenseitige Bedürfnisse hinsichtlich naturwissenschaftlich-technischer Lerngelegenheiten mit sachunterrichtlicher Fokussierung ist, welche durch das bestehende Lehrveranstaltungsangebot nicht hinreichend adressiert werden.

Literatur und Internetquellen

Agyei, D.D., & Voogt, J. (2014). Examining Factors Affecting Beginning Teachers' Transfer of Learning of ICT-enhanced Learning Activities in Their Teaching Practice. *Australasian Journal of Educational Technology, 30* (1), 92–105. https://doi.org/10.14742/ajet.499

Åström, M. (2008). *Defining Integrated Science Education and Putting It to Test.* Dissertation. Norrköping: Mittuniversitetet. Zugriff am 13.10.2021. Verfügbar unter: https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:114056/FULLTEXT01.pdf;Defining.

Barzel, B., Reinhoffer, B., & Schrenk, M. (2012). Das Experimentieren im Unterricht. In W. Rieß, M. Wirtz, B. Barzel & A. Schulz (Hrsg.), *Experimentieren im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht* (S. 103–127). Münster: Waxmann.

Baumert, J., & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 9* (4), 469–520. https://doi.org/10.1007/s11618-006-0165-2

Baumgardt, I., & Kaiser, A. (2015). Lehrer- und Lehrerinnenbildung. In J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (2., aktual. Aufl.) (S. 73–82). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Bennett, J., Lubben, F., & Hogarth, S. (2007). Bringing Science to Life: A Synthesis of the Research Evidence on the Effects of Context-Based and STS Approaches to Science Teaching. *Science Education, 91*, 347–370. https://doi.org/10.1002/sce.20186

Bergische Universität Wuppertal (BUW) (2016). *Module des Studienganges Grundlagen der Naturwissenschaft und der Technik im Kombinatorischen Studiengang Bachelor of Arts (2016) zur Prüfungsordnung vom 06.10.2016 (Amtl. Mittlg. Nr. 87/2016)*. Zugriff am 13.10.2021. Verfügbar unter: https://www.zpa.uni-wuppertal.de/fileadmin/zpa/Studiengaenge/Komb._BA/Grundlagen_der_Naturwissenschaft/GNT_KBA_2016_Modulhandbuch.pdf.

Bergische Universität Wuppertal (BUW) (2017). *Modulbeschreibung ANG103 Bilingualer Sachunterricht in der Grundschule, Stand 29.11.2017*. Zugriff am 13.10.2021. Verfügbar unter: https://www.kolbi.uni-wuppertal.de/fileadmin/kolbi/KoLBi_Dateien/ANG103_Bilingualer_Sachunterricht_Grundschule.pdf.

Bergische Universität Wuppertal (BUW) (2020). *Modulhandbuch zu der Prüfungsordnung. Teilstudiengang Natur- und Gesellschaftswissenschaften (Sachunterricht) im Kombinationsstudiengang Lehramt an Grundschulen mit dem Abschluss Master of Education, Stand 07.02.2020*. Zugriff am 13.10.2021. Verfügbar unter: https://bscw.uni-wuppertal.de/pub/bscw.cgi/d11734609/20200207_MH_Sachunterricht_MEd_G_Echtsystem.pdf.

Beudels, M., Damerau, K., & Preisfeld, A. (eingereicht). Effects of an Interdisciplinary Course on Pre-Service Primary Teachers' Content Knowledge and Academic Self-Concepts in Science and Technology. *Education Sciences.*

Beudels, M., Jeske, I., & Preisfeld, A. (2021). Wasser, Wald & Wuppertal. Kohärenzerleben von Sachunterrichtsstudierenden bei der Planung, Durchführung und Nachbereitung einer Exkursion. *PFLB – PraxisForschungLehrer*innenBildung, 3* (1), 71–103. https://doi.org/10.11576/pflb-4455

Beudels, M., Preisfeld, A., & Damerau, K. (angenommen). Impact of an Experiment-Based Intervention on Pre-Service Primary School Teachers' Experiment-Related and Science Teaching-Related Self-Concepts. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education.*

Beudels, M., Schröder, N., & Preisfeld, A. (angenommen). „Ich traue mir zu…" – Effekte einer interdisziplinären Lehrveranstaltung auf motivationale Orientierungen angehender Sachunterrichtslehrkräfte. *PFLB – Zeitschrift für Schul- und Professionsentwicklung*.

Bieber, G. (1999). Untersuchungen zum Übergang von nach PING untersuchten Schülerinnen und Schülern von der 6-jährigen Grundschule in die Sekundarstufe. In R. Brechel (Hrsg.), *Zur Didaktik der Physik und Chemie* (S. 138–140). Alsbach: Leuchtturm.

Bietenhard, S., Gafner Knopf, A.M., & Jaun-Holderegger, B. (2018). Befinden und sich kennen: Glück, Gesundheit, Körper. In M. Adamina, M. Kübler, K. Kalcsics, S. Bietenhard & E. Engeli (Hrsg.), „*Wie ich mir das denke und vorstelle...". Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zu Lerngegenständen des Sachunterrichts und des Fachbereichs Natur, Mensch, Gesellschaft* (S. 63–83). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for Quality Learning at University*. *What the Student Does* (4. Aufl.). Maidenhead, UK: Open University Press.

Bloom, B.S. (1976). *Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich* (5. Aufl.). Weinheim/Basel: Beltz Verlag.

Blumberg, E., Möller, K., & Hardy, I. (2004). Erreichen motivationaler und selbstbezogener Zielsetzungen in einem schülerorientierten und naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht – Bestehen Unterschiede in Abhängigkeit von der Leistungsstärke? In W. Bos, E.-M. Lankes, N. Plaßmeier & K. Schwippert (Hrsg.), *Heterogenität – Eine Herausforderung an die empirische Bildungsforschung* (S. 41–55). Münster: Waxmann.

Boegner, V., & Miller, S. (2008). Kinderfragen als Ausgangspunkt des Sachunterrichts. In H. Giest & W. Jutta (Hrsg.), *Kind und Wissenschaft. Welches Wissenschaftsverständnis hat der Sachunterricht?* (S. 145–157). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Börlin, J. (2012). *Das Experiment als Lerngelegenheit: Vom interkulturellen Vergleich des Physikunterrichts zu Merkmalen seiner Qualität*. Berlin: Logos.

Boud, D., & Falchikov, N. (2006). Aligning Assessment with Long-Term Learning. *Assessment & Evaluation in Higher Education, 31* (4), 399–413. https://doi.org/10.1080/02602930600679050

Chen, Z., & Klahr, D. (1999). All Other Things Being Equal: Acquisition and Transfer of the Control of Variables Strategy. *Child Development, 70* (5), 1098–1120. https://doi.org/10.1111/1467-8624.00081

Cho, Y.H., & Cho, K. (2011). Peer Reviewers Learn from Giving Comments. *Instructional Science, 39* (5), 629–643. https://doi.org/10.1007/s11251-010-9146-1

Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2. Aufl.). New York: Erlbaum. https://doi.org/10.1002/bs.3830330104

Colquitt, J.A., LePine, J.A., & Noe, R.A. (2000). Toward an Integrative Theory of Training Motivation: A Meta-analytic Path Analysis of 20 Years of Research. *Journal of Applied Psychology, 85* (5), 678–707. https://doi.org/10.1037/0021-9010.85.5.678

Cramer, C. (2020). Kohärenz und Relationierung in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. In C. Cramer, J. König, M. Rothland & S. Blömeke (Hrsg.), *Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung* (S. 269–279). Bad Heilbrunn: Klinkhardt. https://doi.org/10.35468/hblb2020-031

Deci, E.L., & Ryan, R.M. (1985). *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior*. New York: Plenum. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2271-7

Degeling, M. (2019). Feedback im Unterricht – Warum lernförderliches Feedback zu geben, eine hohe Kunst ist und wie sie sich in der Praxissemestervorbereitung und -begleitung anbahnen lässt. Vorschläge zur Diskussion. In M. Degeling, N. Franken, S. Freund, S. Greiten, D. Neuhaus & J. Schellenbach-Zell (Hrsg.), *Herausforderung Kohärenz: Praxisphasen in der universitären Lehrerbildung. Bildungswissenschaftliche und fachdidaktische Perspektiven* (S. 312–326). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Desimone, L.M. (2009). Improving Impact Studies of Teachers' Professional Development: Toward Better Conceptualizations and Measures. *Educational Researcher, 38* (3), 181–199. https://doi.org/10.3102/0013189X08331140

Döring, N., & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften* (5. vollst. überarb., akt. Aufl.). Berlin/Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-41089-5

Engelmann, P., Hoffmann, C., & Woest, V. (2018). Fächerübergreifende Naturwissenschaften in der Aus- und Weiterbildung von Lehrerinnen und Lehrern. In I. Winkler, A. Gröschner & M. May (Hrsg.), *Lehrerbildung in einer Welt der Vielfalt. Befunde und Perspektiven eines Entwicklungsprojektes* (S. 60–74). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Frischknecht-Tobler, U., & Labudde, P. (2013). Beobachten und Experimentieren. In P. Labudde (Hrsg.), *Fachdidaktik Naturwissenschaft* (2. Aufl.) (S. 133–148). Bern: Haupt.

Ganser, B., & Simon, I. (2009). *Forscher unterwegs. Materialien und Kopiervorlagen für naturwissenschaftliche Experimente in der Grundschule*. Augsburg: Brigg Pädagogik.

Garet, M.S., Porter, A.C., Desimone, L.M., Birman, B.F., & Yoon, K.S. (2001). What Makes Professional Development Effective? Results from a National Sample of Teachers. *American Educational Research Journal, 38* (4), 915–945. https://doi.org/10.3102/00028312038004915

Gaus, D. (2018). *Kompetenzorientiertes Prüfen. Handreichung der Prüfungswerkstatt*. Mainz: Zentrum für Qualitätssicherung und -entwicklung. Zugriff am 13.10.2021. Verfügbar unter: https://www.zq.uni-mainz.de/files/2018/08/2_Kompetenzorientiertes-Pruefen.pdf.

Geers, U., Alfs, N., & Hößle, C. (2009). Fachdidaktisches Wissen von Lehrkräften zum Thema "Ökosysteme" sowie zum Kompetenzbereich Bewerten am Beispiel "Grüne Gentechnik". In D. Krüger, A. Upmeier zu Belzen, S. Hof, K. Kremer & J. Mayer (Hrsg.), *Erkenntnisweg Biologiedidaktik 8. Beiträge auf der 11. Frühjahrsschule der Sektion Biologiedidaktik im VBIO in Marburg – 2009* (S. 83–98). Zugriff am 13.10.2021. Verfügbar unter: https://www.bcp.fu-berlin.de/biologie/arbeitsgruppen/didaktik/Erkenntnisweg/2009/index.html.

George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference. 11.0 update* (4. Aufl.). Boston: Allyn & Bacon.

Gerstenmaier, J., & Mandel, H. (1995). Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. *Zeitschrift für Pädagogik, 41* (6), 867–888.

Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU). (2013). *Perspektivrahmen Sachunterricht* (überarb.). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU). (2019). *Qualitätsrahmen Lehrerbildung – Sachunterricht und seine Didaktik*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Girwidz, R. (2020). Experimentieren im Physikunterricht. In E. Kircher, R. Girdwidz & H.E. Fischer (Hrsg.), *Physikdidaktik Grundlagen* (4. Aufl.) (S. 263–291). Berlin: Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-662-59490-2_15

Gläser, E., & Schomaker, C. (2014). Zur aktuellen Situation sachunterrichtsbezogener Studiengänge in den Bundesländern. In GDSU (Hrsg.), *Die Didaktik des Sachunterrichts und ihre Fachgesellschaft GDSU e.V.* (S. 43–48). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Göhring, A. (2017). Naturwissenschaftlich integrierte Lehrerbildung an der Universität – Modellversuch Naturwissenschaft und Technik (NWT). In H. Giest, A. Hartinger & S. Tänzer (Hrsg.), *Vielperspektivität im Sachunterricht* (S. 201–208). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Goldschmidt, P., & Phelps, G. (2007). *Does Teacher Professional Development Affect Content and Pedagogical Knowledge: How Much and for How Long? CSE Technical Report 711*. Zugriff am 03.03.2021. Verfügbar unter: https://cresst.org/wp-content/uploads/R711.pdf.

Gräsel, C., Fußangel, K., & Pröbstel, C. (2006). Lehrkräfte zur Kooperation anregen – eine Aufgabe für Sisyphos? *Zeitschrift für Pädagogik, 52* (2), 205–219.

Grygier, P., & Hartinger, A. (2012). *Gute Aufgaben Sachunterricht* (2. Aufl.). Berlin: Cornelsen Scriptor.

Gyllenpalm, J., & Wickman, P.-O. (2011). "Experiments" and the Inquiry Emphasis Conflation in Science Teacher Education. *Science Teacher Education, 95* (5), 908–926. https://doi.org/10.1002/sce.20446

Haider, M. (2015). Physikalische Aspekte. In J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, M., A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (2., akt., erw. Aufl.) (S. 122–128). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Hammann, M. (2016). Experimentieren. In U. Spörhase & W. Ruppert (Hrsg.), *Biologie Methodik. Handbuch für die Sekundarstufe I und II* (3. Aufl.) (S. 102–106). Berlin: Cornelsen.

Harr, N., Eichler, A., & Renkl, A. (2014). Integrating Pedagogical Content Knowledge and Pedagogical/Psychological Knowledge in Mathematics. *Frontiers in Psychology, 5*, 924. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00924

Hartinger, A., Grygier, P., Tretter, T., & Ziegler, F. (2013). *Lernumgebungen zum naturwissenschaftlichen Experimentieren*. Kiel: Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik. Zugriff am 13.10.2021. Verfügbar unter: http://www.sinus-an-grundschulen.de/fileadmin/uploads/Material_aus_SGS/Handreichung_Hartinger_et_al_fuer_web.pdf.

Haslbeck, H., Lankes, E.V., Kohlauf, L., & Neuhaus, B. (2019). Wie viele Variablen darf ich beim Experimentieren variieren? Ein Training für Grundschullehrkräfte zum Einsatz der Variablenkontrollstrategie im Unterricht. In M. Knörzer, L.

Förster, U. Franz & A. Hartinger (Hrsg.), *Forschendes Lernen im Sachunterricht* (S. 47–54). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Hellmann, K. (2019). Kohärenz in der Lehrerbildung – Theoretische Konzeptualisierung. In K. Hellmann, J. Kreutz, M. Schwichow & K. Zaki (Hrsg.), *Kohärenz in der Lehrerbildung. Theorien, Modelle und empirische Befunde* (S. 9–30). Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-23940-4

Heran-Dörr, E. (2006). *Entwicklung und Evaluation einer Lehrerfortbildung zur Förderung der physikdidaktischen Kompetenz von Sachunterrichtslehrkräften*. Dissertation. München: Universität München. Zugriff am 18.02.2021. Verfügbar unter: https://edoc.ub.uni-muenchen.de/5878/1/Heran-Doerr_Eva.pdf.

Hidi, S., & Renninger, K.A. (2006). The Four-Phase Model of Interest Development. *Educational Psychologist, 41* (2), 111–127. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_4

Höttecke, D., & Rieß, F. (2015). Naturwissenschaftliches Experimentieren im Lichte der jüngeren Wissenschaftsforschung – Auf der Suche nach einem authentischen Experimentbegriff der Fachdidaktik. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 21* (1), 127–139.

Hondrich, A.L., Hertel, S., Adl-Amini, K., & Klieme, E. (2016). Implementing Curriculum-embedded Formative Assessment in Primary School Science Classrooms. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice, 23* (3), 353–376. https://doi.org/10.1080/0969594X.2015.1049113

Hsieh, F.-J., Law, C.-K., Shy, H.-Y., Wang, T.-Y., Hsieh, C.-J., & Tang, S. J. (2011). Mathematics Teacher Education Quality in TEDS-M: Globalizing the Views of Future Teachers and Teacher Educators. *Journal of Teacher Education*, *62* (2), 172–187. https://doi.org/10.1177/0022487110390819

Huber, L. (2001). Stichwort: Fachliches Lernen. Das Fachprinzip in der Kritik. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 4* (3), 307–333. https://doi.org/10.1007/s11618-001-0040-0

Huber, S., & Radisch, F. (2010). Wirksamkeit von Lehrerfort- und -weiterbildung. Ansätze und Überlegungen für ein Rahmenmodell zur theoriegeleiteten empirischen Forschung und Evaluation. In W. Böttcher, J.N. Dicke & N. Hogrebe (Hrsg.), *Evaluation, Bildung und Gesellschaft. Steuerungsinstrumente zwischen Anspruch und Wirklichkeit* (S. 337–354). Münster: Waxmann.

Janssen, J., & Laatz, W. (2017). *Statistische Datenanalyse mit SPSS* (9. überarb., erw. Aufl.). Berlin: Springer Gabler. https://doi.org/10.1007/978-3-662-53477-9

Janssen, M.K. (2015). *Mit biologischen Inhalten Brücken zur Chemie bauen. Entwicklung und Erprobung eines Seminars für Sachunterrichtsstudierende*. Dissertation. Siegen: Universität Siegen. Zugriff am: 01.03.2021. Verfügbar unter: https://dspace.ub.uni-siegen.de/bitstream/ubsi/1011/1/Dissertation_Janssen_Mareike_Katrin.pdf.

Kaiser, A. (2014). *Praxisbuch handelnder Sachunterricht* (Bd. 4). Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren.

Kaiser, A., & Seitz, S. (2017). *Inklusiver Sachunterricht. Theorie und Praxis*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Kampl, S. (2016). *Stationenlernen im Geschichtsunterricht. Allgemeine und fachspezifische Momente*. Schwalbach / Ts.: WOCHENSCHAU Verlag.

Kirsch, A. (2020). Qualitätsstandards für die Unterrichtsplanung im Fach Sachunterricht. *HLZ – Herausforderung Lehrer*innenbildung, 3* (1), 406–422. https://doi.org/10.4119/hlz-2557

Klahr D., & Dunbar K (1988). Dual Space Search During Scientific Reasoning. *Cognitive Science, 12* (1), 1–48. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1201_1

Kleickmann, T. (2015). Professionelle Kompetenz von Primarschullehrkräften im Bereich des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts. *Zeitschrift für Grundschulforschung, 8* (1), 7–22.

Kleickmann, T., Möller, K., & Jonen, A. (2006). Die Wirksamkeit von Fortbildungen und die Bedeutung tutorieller Unterstützung. In R. Hinz & T. Pütz (Hrsg.), *Professionelles Handeln in der Grundschule. Entwicklungslinien und Forschungsbefunde* (S. 121–128). Hohengehren: Schneider.

Klos, S. (2007). *Kompetenzförderung im naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht – Der Einfluss eines integrierten Unterrichtskonzepts*. Dissertation. Berlin: Logos.

Köhnlein, W., Marquardt-Mau, B., & Schreier, H. (Hrsg.). (1999). *Vielperspektivisches Denken im Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Krapp, A. (1992). Interesse, Lernen und Leistung. Neuere Forschungsansätze in der Pädagogischen Psychologie. *Zeitschrift für Pädagogik, 38* (5), 747–770.

Krapp, A. (1999). Die Person-Gegenstands-Theorie des Interesses. *Zeitschrift für Pädagogik, 45* (3), 387–406.

Krapp, A. (2007). An Educational-Psychological Conceptualisation of Interest. *International Journal for Educational and Vocational Guidance, 7*, 5–21. https://doi.org/10.1007/s10775-007-9113-9

Krapp, A., & Prenzel, P. (2011). Research on Interest in Science: Theories, Methods and Findings. *International Journal of Science Education, 33* (1), 27–50. https://doi.org/10.1080/09500693.2010.518645

Kratz, J., & Schaal, S. (2015). Strukturierung und Praxisnähe in der Sachunterrichtsausbildung – eine Interventionsstudie. In M. Hammamm, J. Mayer & N. Wellnitz (Hrsg.), *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik* (Bd. 6) (S. 137–154). Innsbruck: Studienverlag.

Kuckartz, U. (2016). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (3. überarb. Aufl.). Weinheim/Basel: Beltz Juventa.

Kurth, C., & Wodzinski, R. (2020). Schwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren am Beispiel Hebel. In S. Habig (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Kompetenzen in der Gesellschaft von morgen* (S. 262–265). Duisburg/Essen: Universität Duisburg-Essen.

Labudde, P. (2003). Fächer übergreifender Unterricht in und mit Physik: Eine zu wenig genutzte Chance. *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule, 1* (2), 48–66.

Labudde, P. (2004). Fächer übergreifender Unterricht in Naturwissenschaften: ‚Bausteine' für die Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen. *Beiträge zur Lehrerbildung, 22* (1), 54–68.

Labudde, P. (2014). Fächerübergreifender naturwissenschaftlicher Unterricht – Mythen, Definitionen, Fakten. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 20*, 11–19. https://doi.org/10.1007/s40573-014-0001-9

Lagies, J. (2020). Lehrer*innenberuf, Lehrer*innenbildung und Organisationslogik: strukturell erzeugte Fachfremdheit zwischen Fachprinzip und Klassenlehrer*innenprinzip. In J. Lagies (Hrsg.), *Fachfremdheit zwischen Profession und Organisation: Orientierungsrahmen Mathematik fachfremd unterrichtender Grundschullehrkräfte* (S. 77–132). Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-26632-5_3

Landwehr, B. (2002). *Distanzen von Lehrkräften und Studierenden des Sachunterrichts zur Physik. Eine qualitativ-empirische Studie zu den Ursachen*. Berlin: Logos.

Lange, K., Ohle, A., Kleickmann, T., Kauertz, A., Möller, K., & Fischer, H. (2015). Zur Bedeutung von Fachwissen und fachdidaktischem Wissen für Lernfortschritte von Grundschülerinnen und Grundschülern im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. *Zeitschrift für Grundschulforschung, 8* (1), 23–38.

Leiner, D. (2006). *SoSci Survey (Computer Software)*. Zugriff am 13.10.2021. Verfügbar unter: https://www.soscisurvey.de/.

Lersch, R. (2006). Lehrerbildung im Urteil der Auszubildenden. Eine empirische Studie zu beiden Phasen der Lehrerausbildung. In C. Allemann-Ghionda & E. Terhart (Hrsg.), *Zeitschrift für Pädagogik. Kompetenzen und Kompetenzentwicklung von*

Lehrerinnen und Lehrern. Ausbildung und Beruf (Beiheft, Bd. 51) (S. 164–181). Weinheim: Beltz.

Lipowsky, F. (2014). Theoretische Perspektiven und empirische Befunde zur Wirksamkeit von Lehrerfort- und -weiterbildung. In E. Terhart, H. Bennewitz &. M. Rothland (Hrsg.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf* (2. überarb. Aufl.) (S. 511–541). Münster: Waxmann.

Lipowsky, F., & Rzejak, D. (2012). Lehrerinnen und Lehrer als Lerner – Wann gelingt der Rollentausch? Merkmale und Wirkungen wirksamer Lehrerfortbildungen. *Schulpädagogik heute, 5* (3), 1–17.

Macke, G., Hanke, U., Viehmann-Schweizer, P., & Raether, W. (2016). *Kompetenzorientierte Hochschuldidaktik* (3. Aufl.). Weinheim: Beltz.

Mammes, I., & Zolg, M. (2015). Technische Aspekte. In J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, M., A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (2., akt., erw. Aufl.) (S. 143–149). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Mayer, J., Ziepprecht, K., & Meier, M. (2018). Vernetzung fachlicher, fachdidaktischer und bildungswissenschaftlicher Studienelemente in der Lehrerbildung. In M. Meier, K. Ziepprecht & J. Mayer (Hrsg.), *Lehrerausbildung in vernetzten Lernumgebungen* (S. 9–20). Münster: Waxmann.

Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken* (12. überarb. Aufl.). Weinheim/Basel: Beltz.

Meschede, N., Hartinger, A., & Möller, K. (2020). Sachunterricht in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. Rahmenbedingungen, Befunde und Perspektiven. In C. Cramer, J. König, M. Rothland & S. Blömeke (Hrsg.), *Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung* (S. 541–548). Bad Heilbrunn: Klinkhardt. https://doi.org/10.35468/hblb2020-065

Meyer, H. (2011). *Unterrichtsmethoden II: Praxisband* (14. Aufl.). Berlin: Cornelsen.

Ministerium für Schule und Bildung (MSB) (2021). *Lehrpläne für die Primarstufe in Nordrhein-Westfalen: Deutsch, Englisch, Kunst, Mathematik, Musik, Kunst, Praktische Philosophie, Evangelische Religionslehre, Katholische Religionslehre, Sachunterricht, Sport*. Frechen: Ritterbach Verlag. Zugriff am 13.10.2021. Verfügbar unter: https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_PS/ps_lp_sammelband_2021_08_02.pdf.

Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (MSW NRW) (2008). *Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen: Deutsch, Sachunterricht, Mathematik, Englisch, Musik, Kunst, Sport, Evangelische Religionslehre, Katholische Religionslehre*. Frechen: Ritterbach Verlag. Zugriff am 13.10.2021. Verfügbar unter: https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_gs/LP_GS_2008.pdf.

Möller, K. (2001). Konstruktivistische Sichtweisen für das Lernen in der Grundschule? In H.-G. Roßbach, K. Nolle & K. Czerwenka (Hrsg.), *Forschungen zu Lehr- und Lernkonzepten für die Grundschule* (S. 16–31). Opladen: Leske + Budrich.

Möller, K. (2004). Naturwissenschaftliches Lernen in der Grundschule – Welche Kompetenzen brauchen Grundschullehrkräfte? In H. Merkens (Hrsg.), *Lehrerbildung: IGLU und die Folgen* (S. 65–84). Opladen: Leske + Budrich.

Möller, K. (2009). Was lernen Kinder über Naturwissenschaften im Elementar- und Primarbereich? Einige kritische Bemerkungen. In R. Lauterbach, H. Giest & B. Marquardt-Mau (Hrsg.), *Lernen und kindliche Entwicklung. Elementarbildung im Sachunterricht* (S. 165–172). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Möller, K. (2010). Lehrmittel als Tools für die Hand der Lehrkräfte. Ein Mittel zur Unterrichtsentwicklung? *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung, 28* (1), 97–108.

Möller, K., Hardy, I., Jonen, A., Kleickmann, T., & Blumberg, E. (2006). Naturwissenschaften in der Primarstufe. Zur Förderung konzeptuellen Verständnisses durch Unterricht und zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildungen. In M. Prenzel & L.

Allolio-Näcke (Hrsg.), *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms BiQua* (S. 161–193). Münster: Waxmann.

Nachtigall, W., & Wisser, A. (2013). *Bionik in Beispielen. 250 illustrierte Ansätze*. Berlin/Heidelberg: Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-642-34767-2

Nerdel, C. (2017). *Grundlagen der Naturwissenschaftsdidaktik. Kompetenzorientiert und aufgabenbasiert für Schule und Hochschule*. Berlin: Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-662-53158-7

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2017). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework*. Zugriff am 13.10.2021. Verfügbar unter: https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2015-assessment-and-analytical-framework_9789264281820-en.

Park, S.H., & Oliver, J.S. (2008). Reconceptualization of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals. *Research in Science Education, 38* (3), 261–284. https://doi.org/10.1007/s11165-007-9049-6

Pawek, C. (2009). *Schülerlabore als interesseförderndе außerschulische Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler aus der Mittel- und Oberstufe.* Dissertation. Kiel: Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Zugriff am 15.02.2021. Verfügbar unter: https://macau.uni-kiel.de/servlets/MCRFileNodeServlet/dissertation_derivate_00002763/diss_cpawek.pdf.

Peschel, M. (2007). Wer unterrichtet unsere Kinder? SUN – Sachunterricht in Nordrhein-Westfalen. In K. Möller, P. Hanke, C. Beinbrech, A.K. Hein, T. Kleickmann & R. Schages (Hrsg.), *Qualität von Grundschulunterricht entwickeln, erfassen und bewerten* (Jahrbuch Grundschulforschung, Bd. 11) (S. 171–174). Wiesbaden: VS Verlag.

Porsch, R., & Wendt, H. (2016). Aus- und Fortbildung von Mathematik- und Sachunterrichtslehrkräften. In H. Wendt et al. (Hrsg.), *TIMSS 2015. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich* (S. 189–204). Münster/New York: Waxmann.

Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W., & Gertzog, W.A. (1982). Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. *Science Education, 66* (2), 211–227. https://doi.org/10.1002/sce.3730660207

Prenzel, M. (1988). *Die Wirkungsweise von Interesse. Ein pädagogisch-psychologisches Erklärungsmodell*. Opladen: Westdeutscher Verlag.

Renkl, A. (1996). Träges Wissen: Wenn Erlerntes nicht genutzt wird. *Psychologische Rundschau, 47*, 78–92.

Riemeier, T. (2006). Moderater Konstruktivismus. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung* (S. 69–79). Berlin/Heidelberg: Springer.

Rindermann, H. (2003). Lehrevaluation an Hochschulen: Schlussfolgerungen aus Forschung und Anwendung für Hochschulunterricht und seine Evaluation. *Zeitschrift für Evaluation, 2*, 233–256.

Rodenhauser, A. (2016). *Bilinguale biologische Schülerlaborkurse. Konzeption und Durchführung sowie Evaluation der kognitiven und affektiven Wirksamkeit*. Dissertation. Wuppertal: Bergische Universität Wuppertal. Zugriff am: 12.02.2021. Verfügbar unter: http://elpub.bib.uni-wuppertal.de/edocs/dokumente/fbc/biologie/diss2016/rodenhauser/dc1626.pdf.

Schecker, H., & Parchmann, I. (2006). Modellierung naturwissenschaftlicher Kompetenz. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 12*, 45–66.

Schiefele, U., & Urhahne, D. (2000). Motivationale und volitionale Bedingungen der Studienleistung. In U. Schiefele & K.-P. Wild (Hrsg.), *Interesse und Lernmotivation. Untersuchungen zur Entwicklung, Förderung und Wirkung* (S. 183–205). Münster: Waxmann.

Schilling, Y., Beudels, M., Kuckuck, M., & Preisfeld, A. (2021). Sachunterrichtsbezogene Teilstudiengänge aus NRW auf dem Prüfstand – Eine Dokumentenanalyse der Bachelor- und Masterprüfungsordnungen. *HLZ – Herausforderung Lehrer*innenbildung*, *4* (1), 178–195. https://doi.org/10.11576/hlz-4031

Schmidt, M. (2015). *Professionswissen von Sachunterrichtslehrkräften. Zusammenhangsanalyse zur Wirkung von Ausbildungshintergrund und Unterrichtserfahrung auf das fachspezifische Professionswissen im Unterrichtsinhalt „Verbrennung“*. Dissertation. Berlin: Logos.

Schreiber, N., Theyßen, H., & Schecker, H. (2009). Experimentelle Kompetenz messen? *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule, 8* (3), 92–101.

Schwichow, M., Zaki, K., Hellmann, K., & Kreutz, J. (2019). Quo vadis? Kohärenz in der Lehrerbildung. In K. Hellmann, J. Kreutz, M. Schwichow & K. Zaki (Hrsg.), *Kohärenz in der Lehrerbildung* (S. 331–350). Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-23940-4_21

Shute, V.J. (2008). Focus on Formative Feedback. *Review of Educational Research, 78* (1), 153–189. https://doi.org/10.3102/0034654307313795

Sodian, B., & Mayer, D. (2013). Entwicklung des wissenschaftlichen Denkens im Vor- und Grundschulalter. In M. Stamm & D. Edelmann (Hrsg.), *Handbuch frühkindliche Bildungsforschung* (S. 617–631). Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-531-19066-2_43

Soostmeyer, M. (1996). Überlegungen zum Studium für den Sachunterricht in der Grundschule. In B. Marquardt-Mau, W. Köhnlein, D. Cech & R. Lauterbach (Hrsg.), *Lehrerbildung Sachunterricht* (S. 28–55). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Steffensky, M. (2015). Chemische Aspekte. In J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, M., A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (2., akt., erw. Aufl.) (S. 128–132). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Straube, P., Brämer, M., & Köster, H. (2020). Selbstwirksamkeitserwartungen und Interesse von Grundschulpädagogik-Studierenden und Grundschullehrkräften bezüglich informatischer Inhalte. In M. Thumel, R. Kammerl & T. Irion (Hrsg.), *Digitale Bildung im Grundschulalter: Grundsatzfragen zum Primat des Pädagogischen* (S. 231–251). München: kopaed.

Terhart, E. (2004). Struktur und Organisation der Lehrerbildung in Deutschland. In S. Blömeke, P. Reinhold, G. Tulodziecki & J. Wild (Hrsg.), *Handbuch Lehrerbildung* (S. 37–59). Bad Heilbrunn: Klinkhardt. https://doi.org/10.1007/BF02655861

Thomas, B. (2013). *Der Sachunterricht und seine Konzeptionen. Historische und aktuelle Entwicklungen* (4. vollst. überarb. Aufl.). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Trempler, K., Schellenbach-Zell, J., & Gräsel, C. (2013). Der Einfluss der Motivation von Lehrpersonen auf den Transfer von Innovationen. In M. Rürup & I. Bormann (Hrsg.), *Innovationen im Bildungswesen. Analytische Zugänge und empirische Befunde* (S. 329–347). Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-531-19701-2_14

Tukey, J.W. (1977). *Exploratory Data Analysis*. Reading: Addison-Wesley.

Wagener, U., Reimer, M., Lüschen, I., Schlesier, J., & Moschner, B. (2019). „Krass lehramtsbezogen“ – Lehramtsstudierende wünschen sich mehr Kohärenz in ihrem Studium. *HLZ – Herausforderung Lehrer*innenbildung*, 2 (1), 210–226. https://doi.org/10.4119/UNIBI/hlz-215

Wagenschein, M. (1999). *Verstehen lehren. Genetisch – Sokratisch – Exemplarisch* (5. Aufl.). Weinheim/Basel: Beltz.

Wahl, D. (2013). *Lernumgebungen erfolgreich gestalten. Vom trägen Wissen zum kompetenten Handeln* (3. Aufl.). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Wodzinski, R. (2006). Schwimmen und Sinken – Ein anspruchsvolles Thema mit vielen Möglichkeiten. In G. Lück & H. Köster (Hrsg.), *Physik und Chemie im Sachunterricht* (S. 75–94). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Wodzinski, R. (2020). Physikalische Fachkonzepte anbahnen – Anschlussfähigkeit verbessern. In E. Kircher, R. Girdwidz & H.E. Fischer (Hrsg.), *Physikdidaktik Grundlagen* (4. Aufl.) (S. 573–602). Berlin: Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-662-59490-2_15

Yorke, M. (2003). Formative Assessment in Higher Education: Moves Towards Theory and the Enhancement of Pedagogic. *Higher Education, 45*, 477–501. https://doi.org/10.1023/A:1023967026413

Zumbach, J., & Astleitner, H. (2016). *Effektives Lehren in der Hochschule. Ein Handbuch zur Hochschuldidaktik*. Stuttgart: W. Kohlhammer.

Förderhinweis

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben *Kohärenz in der Lehrerbildung (KoLBi)* der Bergischen Universität Wuppertal wurde im Rahmen der gemeinsamen *Qualitätsoffensive Lehrerbildung* von Bund und Ländern mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01JA1507 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autor*innen.

V.4 Zielebene 3: *Effects of an Interdisciplinary Course on Pre-Service Primary Teachers' Content Knowledge and Academic Self-Concepts in Science and Technology – A Quantitative Longitudinal Study* (Manuskript 4)

Titel	*Effects of an Interdisciplinary Course on Pre-Service Primary Teachers' Content Knowledge and Academic Self-Concepts in Science and Technology - A Quantitative Longitudinal Study*
Autor*innen	*Melanie Beudels*, Karsten Damerau & Angelika Preisfeld
Status	veröffentlicht
Journal	Education Sciences
Review	*Double-blind peer review*
Jahr	2021
Volume(Issue): Seiten	11(11): 744
Link/DOI	https://doi.org/10.3390/educsci11110744
Lizenz	CC BY 4.0
Eigenanteil	**96 %** Konzeption und Durchführung der Lehrveranstaltung (100 %; s. Manuskript 3) Planung und Erstellen des Untersuchungsdesigns (100 %) Datenerhebung (100 %) Datenanalyse (98 %) Verfassen des Manuskripts (95 %) Überarbeitung des Manuskripts (95 %)
Inhaltlicher Schwerpunkt	Kognitive und affektiv-motivationale Wirksamkeit der Intervention B: Naturwissenschaftlich-technisches *CK*; FSK in den sachunterrichtlichen Bezugsfächern Biologie, Chemie, Physik und Technik; Einfluss der unabhängigen Variable ‚Kursformat' (wöchentlich/Block); Einfluss der unabhängigen Variable ‚Studienschwerpunkt' (NaWiTec oder nicht-NaWiTec); Zusammenhänge zwischen der Veränderung des *CK* und der Veränderung der fachbezogenen FSK
Design/Methodik	quasi-experimentelle Längsschnittstudie (3 MZ); EG und BG; quantitative Online-Fragebogenerhebung
Online-Supplement	nicht vorhanden

Kasten 4: *Informationen zu Manuskript 4*

education sciences

MDPI

Article

Effects of an Interdisciplinary Course on Pre-Service Primary Teachers' Content Knowledge and Academic Self-Concepts in Science and Technology–A Quantitative Longitudinal Study

Melanie Marita Beudels [1,*], Karsten Damerau [2] and Angelika Preisfeld [1]

[1] Department of Zoology and Biology Education, University of Wuppertal, 42119 Wuppertal, Germany; apreis@uni-wuppertal.de
[2] Department of Ecology and Environmental Education, European University of Flensburg, 24943 Flensburg, Germany; Karsten.Damerau@uni-flensburg.de
* Correspondence: melanie.beudels@uni-wuppertal.de

Abstract: Primary school teachers need adequate professional knowledge and motivational orientations to qualify scientifically and technologically literate students. Previous studies have focused on the impact of coursework on (pre-service) primary teachers' content knowledge, rather than on the development of academic self-concepts. In addition, the influence of the course format and the major field of study has not been investigated much to this date. Thus, this study examines the effects of an interdisciplinary course on pre-service primary teachers' content knowledge and academic self-concepts in science and technology using a quasi-experimental, quantitative, pre-post-follow-up design ($n = 202$). Whilst no significant changes in knowledge were revealed for the baseline group not participating in the course, significant short-term and long-term cognitive gains were found for the experimental group. Biology-, chemistry-, physics- and technology-related self-concepts increased significantly when participating in the course. The results also indicate that the course format and major field of study can have an impact on the development of pre-service teachers' professional knowledge. Regarding the development of academic self-concepts in the experimental group, it can be assumed that both the weekly and block course format are beneficial for heterogeneous learner groups consisting of pre-service teachers with different major fields of study.

Keywords: teacher education; pre-service primary school teachers; content knowledge; academic self-concept; interdisciplinarity; intervention

check for updates

Citation: Beudels, M.M.; Damerau, K.; Preisfeld, A. Effects of an Interdisciplinary Course on Pre-Service Primary Teachers' Content Knowledge and Academic Self-Concepts in Science and Technology–A Quantitative Longitudinal Study. *Educ. Sci.* **2021**, *11*, 744. https://doi.org/10.3390/educsci11110744

Academic Editors: Ching-Sing Chai and James Albright

Received: 23 September 2021
Accepted: 10 November 2021
Published: 17 November 2021

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Copyright: © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

1. Introduction

Worldwide, the aim of science and technology education in primary school is to develop pupils' scientific [1] and technological literacy [2]. Children should acquire competencies enabling them to participate and act responsibly in this science- and technology-oriented, multi-perspective world. Every day, they encounter numerous phenomena such as rainbows, the "disappearance" of water from its puddle or the floating of a giant ship in a river. Primary science and technology lessons are intended to help them better understand these phenomena. However, it is not just about gaining knowledge and procedural skills, being familiar with some of the fundamental concepts and fostering conceptual change to overcome non-scientific concepts. The goal is also to contribute to positive motivational orientations, thus reinforcing self-confidence and interest in science and technology [2–7].

In addition to pedagogical content knowledge (PCK) and pedagogical knowledge (PK), primary school teachers need adequate content knowledge (CK) in the domains of biology, chemistry, physics and technology to plan and deliver instruction that meets the above goals [8–11]. CK is seen as a basis for the development of PCK and influences the actions of teachers (for details, see Section 1.1). If a primary teacher wants children to explore natural phenomena, he/she needs CK in all related disciplines to design the lesson

so that a conceptual change can take place [8,12]. For example, he or she needs CK in biology to explain the behavior of a water strider gliding on the water surface. He/she also needs CK in chemistry and physics to understand the principle of the surface tension of water. Thus, to design instruction appropriate to our multifaceted world, primary teachers also require interdisciplinary CK [8,13].

However, teachers' instructional practices are influenced not only by their actual professional knowledge but also significantly by their motivational orientations [11,14], such as their academic self-concepts (ASCs). ASCs, "describing our self-beliefs about our intellectual strengths and weaknesses" ([15] p. 187), are not the inner mirror of our actual knowledge and skills, but they reflect our self-perceived reality [15,16]. If a teacher does not feel competent in a particular domain (e.g., physics), he/she will tend to avoid topics from that area in class, even though his/her CK and PCK might be sufficient to make instruction effective for learning [17,18]. Given this relevance to teacher behavior (see Section 1.2 for details), positive biology-, chemistry-, physics- and technology-related ASCs are desirable [17,19–21].

However, there is consistent evidence that science- and technology-related CK [22–28] and ASCs [17,18,20] of pre- and in-service primary teachers tend to be low (for an overview see [29]). They often have the same misconceptions as the children they teach [28,30,31]. Regarding ASCs, chemistry-, physics- and technology-related ASCs are rather low, whereas biology-related ASCs are often higher [32,33]. These findings echo particular characteristics, challenges and consequences of the primary teacher education system:

Primary teacher candidates frequently have different entry characteristics than secondary teacher candidates: Among other things, they have fewer high school backgrounds in science [34], which can explain lower CK in this area. They are also less confident in maximizing "understanding of the subject matter" and deciding "what content to teach" ([34], p. 50). Primary teacher candidates also exhibit higher intrinsic, pedagogically oriented motives for choosing their course of study; subject interest as a reason for the career decision is given less frequently [34–38]. These career decisions are influenced by ASCs. Thus, if a teacher candidate has a high physics-related ASC, he or she is more likely to choose physics as a major for secondary school teaching rather than a course in primary education in which physics content plays little or no role [15,39]. Given these entry-level characteristics and the relevance of science- and technology-related CK and ASCs to the design of instruction that meets the aforementioned goals of primary science and technology education, university training should therefore ensure that CK and ASCs develop positively. At this point, the primary teacher education system is facing challenges:

1. Teacher generalist training and teaching-out-of-field: In many countries, primary teachers are educated as generalists who have to teach multiple subjects [29,40,41]. However, training in three to four or more subjects also implies fewer contact hours per subject [42–45]. This is problematic for the goal of increasing CK and ASCs—positively correlating with the corresponding CK domain (see Section 1.2)—, as it has been shown that the number of contact hours with the subject at the university correlates positively with the level of CK [46]. Primary teachers who took a science major during their studies have a higher science CK than primary teachers without this major [22,45]. In some countries, such as China [7] or Germany [47], science and technology are sometimes not covered at all during studies [43–45]. Nevertheless, primary school teachers then have to teach topics from these disciplines in their role as classroom teachers [48].
2. Subject-integrated teaching—broad study content: With the aim of exploring the multi-perspective world (see above), in many countries, including Japan, France, Austria, The Netherlands, Slovenia, China and Germany, science and technology content is taught within an integrated subject in primary school [7,45,49,50]. By the term "integrative" we mean that the subject includes not only biology, chemistry, physics and (sometimes) technology, but also disciplines such as history, social sciences, geography [7,45,49–51]. Since this subject is called differently in each country [45], the term

"General Studies" (Sachunterricht) is used as a generalization in the following. This is the term used in Germany [3], where this study was conducted. Thus, at best, primary teachers should have CK and positive ASCs in all of these disciplines (hereafter used synonymously with the term "domain"; [13,51]). Given the interdisciplinary nature of this subject, primary teachers should at the same time be able to think across disciplines and appropriately connect the content of different fields [13].

Thus, in addition to the problem that there is already little time available for each subject due to the training as generalists, General Studies teacher training is faced with ensuring adequate professionalization given the wide range of corresponding disciplines [51].

In summary, there is a large discrepancy between the expectations for science and technology teaching at the primary level and the realities of primary teacher education and teachers' professional competencies. The question arises as to how positive development of pre-service primary teachers' science- and technology-related CK and ASCs can be promoted given the above entry-level characteristics on the one hand, and the limited time resources and the broad range of study content on the other [52]. University courses that combine several disciplines of General Studies (e.g., biology, chemistry and technology) are seen as a possible solution to this dilemma [43,51]. Given the scarce time resources available during the study, this could not only foster professional competencies in several domains simultaneously but also raise awareness of the interdisciplinary nature of the discipline. However, since there is little research on this topic (see Section 1.3), this study examines the effects of an interdisciplinary intervention at the university on pre-service primary teachers' CK and ASCs in science and technology. In the following, we first summarize the state of the research in order to derive the research questions.

1.1. Teachers' Content Knowledge: Definition, Structure, Relevance, Operationalization and Influencing Factors

CK—also called subject matter knowledge [53]—is one of the main facets of teachers' professional knowledge and comprises the deep understanding of the subject matter to be taught [9,10,54–56]. It includes knowledge about subject-specific facts, terms, concepts, (content) structures and their interrelationships as well as knowledge about relations to other domains and methods to generate new knowledge [9,10,57,58].

There are several ways to categorize CK [9,10,54]. Following the work of Schwab [59], a distinction is often made between substantive and syntactic CK [60,61]. Syntactic knowledge refers to the knowledge of methods for generating and rules for evaluating subject-specific knowledge [61,62]. Knowledge of syntax means being familiar with the principles by "which truth or falsehood, validity or invalidity, are established" ([9], p. 9). Substantive knowledge, on the other hand, includes the knowledge that is generated by science, i.e., knowledge about facts, basic concepts, relationships and subject structure [9,61,62]. Regarding the type of knowledge, further categorizations and conceptualizations can be found [54,63–65], including declarative ("knowing that" [65]), procedural (knowing how to do something [54,63]) and conditional (knowing when and why to apply a process or action [64,65]) knowledge. Declarative knowledge relevant to this work comprises theoretical and factual knowledge required to understand the relevant domain. It comprises knowledge of terms, definitions and principles [63,64].

CK is considered an essential prerequisite for the development of PCK [66–71], indicated by high to moderate correlations between these two facets of professional knowledge [72,73]. For the disciplines of biology [68], chemistry [74], physics [75] and technology [76], CK has already been shown to affect PCK, but PCK has not been shown to affect CK. Thus, to some extent, fostering CK is sufficient for the development of PCK [72,77]. Along with this, many studies reveal CK's impact on the quality of planning lessons, teaching and instructions [58,68,78,79]: Due to a lack of CK, children's misconceptions may not be recognized, the instructional potential of certain concepts may not be realized and insufficient activities may be offered to develop these concepts [12,58,80,81]. Teachers with a high CK also have a broader repertoire and a higher quality of explanations and strategies

for explaining and presenting learning content [70,78,82,83]. In addition, they plan more cognitively demanding [84], coherent [78] and open learning environments [58], such as inquiry-based science lessons [85]. CK in a particular domain is also related to teachers' motivational orientations (see also Section 1.2). A low science CK has been found to be associated with a low teaching self-efficacy and low confidence regarding science [86–88]. There is also preliminary evidence that primary teachers' CK—mediated by instructional quality—positively impact pupils' learning outcomes [89–91].

Given this importance and impact of CK, a main goal of the teacher education standards is to ensure that prospective teachers acquire sound, structured and reflective CK e.g., [8,92]. Theoretically and empirically it has not yet been clarified to what extent and depth (primary) teachers need CK to implement good teaching [8]. However, there is a noticeable consensus that adequate planning of lessons requires CK that goes beyond the school level in which it is taught [93]. For the field of science education at primary schools, Anders et al. [94] demand that the teachers' CK should at least correspond to the level of the lower secondary level. Since there is no consensus on the breadth and depth of teachers' CK, operationalizing knowledge in terms of difficulty levels is handled differently in research studies [75,95,96]. In the TEDS-M study, for instance, a distinction was made between novice ("content that is typically taught at the grades the future teacher will teach" [95], p. 436), intermediate (one or two years beyond the grade levels taught) and advanced (three or more years beyond) levels of difficulty [97]. Ohle and colleagues, in developing a physics CK questionnaire for pre- and in-service primary teachers, made sure that there were items with references to primary, secondary and university textbooks [91,96,98]. Simultaneously, they differentiated between three levels of complexity: Facts, relations and concepts [91,98].

As mentioned in the introduction, teachers' CK in a subject correlates positively with the contact time to that subject during the course of study [22,45,46]. Overall, many studies suggest that the phase of university studies and attending in-service training are the strongest factors influencing teachers' CK [26,99–101]. Content-focused learning environments, i.e., topic-specific rather than non-topic-specific courses, have been found to be particularly beneficial for CK [102,103]. Moderate constructivist [104,105] settings, where participants can reflect on their concepts, develop them further and exchange ideas with each other, have also proven successful [17,106].

However, teachers' professional competence does not only arise from cognitive variables such as the CK. Affective-motivational characteristics, including self-concept, are also essential to their professional performance [11,107].

1.2. Teachers' Academic Self-Concept: Definition, Structure, Operationalization, Relevance and Influencing Factors

Hierarchically structured and multifaceted, self-concept is a person's perception of her- or himself [108]. It arises from the personal set of knowledge, skills and beliefs and is formed through experiences with and influences of the environment [108–110]. The general self-concept can be differentiated into a non-academic and academic self-concept (ASC). The latter includes at least two facets—verbal and mathematic ASC—which can be divided into different subject areas [111,112]. The chemistry- and physics-related ASC are assigned to the math ASC, while the biology-related ASC can be allocated to both the verbal and the math ASC [113,114]. According to Marsh's classification [113], it is to be assumed that the technology-related ASC can at least be subordinated to the mathematical ASC due to its proximity to the subjects of physics and mathematics [115].

Little is known about the structure of teachers' ASC, defined as self-evaluation of their professional knowledge [116,117]. The findings of Paulick et al. [116] reveal that teachers' ASC can be subdivided into CK-, PCK- and PK-related components. Regarding science- and technology-related CK ASCs of pre- or in-service primary teachers, previous studies have either focused on one domain—mostly physics [20,118,119]—or their ASC has been examined without checking whether mental discrimination is made between the domains [32,120]. However, primary school teachers may not have science domain-specific ASCs at all due to the integrative character of General Studies [3]. Gabriel-Busse

et al. [121] showed that German primary school children discriminate between science-, technology-, history-, geography- and politics-related ASCs, but not between their self-evaluated abilities in biology, chemistry and physics.

ASC is considered a mediator between experiences of performance in a particular domain and (learning) behavior or motivation related to this domain [122]. A pre-service teacher who has had negative learning experiences with physics in school or the course of study and, as a result, develops a low physics-related ASC [18] is likely to exhibit low learning motivation and engagement in this area in the future [110,123,124]. Therefore, it is not surprising that teachers with a positive ASC show different teaching behaviors than teachers with a low ASC [21]. They are more likely to adopt new instructional practices [125], support the development of pupils' motivational orientations, such as their interests [21], and are more tolerant to stress [126]. The ASC also influences whether teachers avoid inquiry-based instructional settings and instead tend to provide expository instruction, which does little to stimulate deep learning [17,21,29]. Consequently, in terms of teaching effectiveness, high teacher ASCs can also lead to greater cognitive gains among pupils [127]. Teachers' ASCs also seem to be of relevance in developing other motivational orientations and mediating the interaction of interest and professional knowledge [117].

According to the reciprocal effects model [128], ASC and performance have a reciprocal, mutually reinforcing relationship. Thus, academic achievement impacts and predicts self-concept, and self-concept affects and predicts achievement. Positive correlations of professional knowledge and ASC among pre- and in-service teachers have already been shown for mathematics [129], biology and physics [116,117]. Paulick et al. [116] found positive relationships between CK ASC and CK test scores, PCK ASC and PCK test scores, and PK ASC and PK performance. They conclude that teachers' ASC is a predictor for their performance in the corresponding domain. However, the strength of correlations also suggests that additional factors are influencing their ASCs.

Due to the numerous favorable outcomes of ASCs, many educational interventions in school and colleges aim to develop them positively [32,118,130,131], although altering them is challenging as they are considered rather stable [15]. Little is known about possible factors that affect teachers' ASC during their university education. There is first evidence that external and internal reference norms [112] have an impact on pre-service teachers' ASCs [117,132]. Social comparisons (external reference), take place, for example, when a pre-service teacher compares his performance/skills in a university science course with the performance of fellow students in the same course [16,112,133]. Internal reference norms include temporal (comparison of current performance with past performance), dimensional (comparison of performance in one domain, e.g., biology, with performance in another domain, e.g., chemistry) and criterial (comparison of performance with target criteria, e.g., competence expectations for a teacher) comparisons [16,110,112,134]. In addition to a positive experience of competency, individual oral or written performance feedback and supportive faculty behaviors could also strengthen pre-service teachers' ASCs [16,110,135,136]. Furthermore, studies examining the experiment-related ASC [137,138] demonstrate that the major field of study may also be a variable that influences pre-service teachers' ASC.

For the positive development of ASCs with respect to more than one discipline and avoiding fragmented knowledge, interdisciplinary learning environments are considered beneficial [32,139,140]. This will be discussed in the next section.

1.3. Research on the Development of Pre- and In-Service Primary Teachers Science- and Technolgy-Related CK and ASCs through Interdisciplinary Interventions: Status Quo and Research Gaps

Interdisciplinary courses are seen as one way to address the challenges described in the introduction [32,43,140]. By the term "interdisciplinary" we mean that a course deals with topics and questions that require competencies from several disciplines, e.g., biology and technology [141].

Such interdisciplinary learning environments are expected to better connect learning content [139,140]. Aström showed for the school context that interdisciplinary learning

has no disadvantages compared to disciplinary learning in terms of subject knowledge gain [142]. While several studies have revealed positive effects of science content or/and methods courses as well as teacher training on pre- and in-service primary teachers' CK [24,26,101,143], there are just a few reports of courses and their effectiveness that focus on more than one discipline of General Studies. Cross-sectional and longitudinal studies often investigate topic- or discipline-specific CK, e.g., CK on "states of matter and phase transitions" [96] or "combustion" [45]. However, this means that the ability to think across disciplines, as explicitly called for in the Minimum Standards for General Studies Teacher Education [13], cannot be tested at all or only to a very limited extent. For a cross-sectional study, Niermann [144] developed a questionnaire to examine primary teachers' declarative CK on all five main domains of General Studies. Nevertheless, the questionnaire contains only one question per domain, and no interdisciplinary CK is required to answer the questions. One of the few longitudinal studies investigating change in pre-service primary teachers' interdisciplinary CK is the study by Kratz and colleagues [102]. Using a concept mapping technique, they demonstrate that interdisciplinary CK (biology and physics) increased significantly as a result of a university seminar linking biology and physics.

For the context of school, studies have shown that interdisciplinary science education leads to a significant increase in science-related ASCs, especially among girls, thereby eliminating the differences between girls and boys [141,145]. Given that the majority of primary school teachers are women [146], a discipline-integrating approach to their university education and training could be useful in positively influencing the often low chemistry-, physics- and technology-related ASCs.

However, there is a global lack of research on the effects of (interdisciplinary) courses on the development of science- and technology-related ASCs of pre- and in-service primary teachers [147]. Those longitudinal studies that do exist tend to focus on only one science domain, with an emphasis on physics-related ASC [118,119], and have yielded mixed results: Technology-related ASC [147] and physics-related ASC [119] of pre-service primary teachers did not change as a result of a single technology-related seminar or two physics-related experiment-based seminars, respectively. However, as in studies with pupils who participated in a half-day laboratory course [130,131], experiment-related ASC increased significantly among pre-service primary teachers in [119] as a result of participation in a one-semester course. Kleickmann and colleagues [118] found that five months of physics-related in-service primary teacher training with extensive, adaptive scaffolding led to higher physics-related ASCs. In a study involving a very small sample (n = 19; [120]), a one-semester course integrating biology and chemistry led to a significant increase in pre-service primary teachers' chemistry-related ASC. Biology-related ASC did not change significantly. Furthermore, Göhring [32] has shown that a program of study including several integrated science modules results in positive development especially of pre-service primary teachers' chemistry- and physics-related ASCs. As university studies progressed, the ASCs stabilized.

1.4. Research on the Development of Pre- and In-Service Teachers CK and ASCs through Different Course Formats: Status Quo and Research Gaps

In particular, pre-service primary teachers, who do not study General Studies or do not have a science and technology major, might be interested in block scheduled training, e.g., during the semester break, to enhance their professional competencies in the field of science and technology. Block course formats create curriculum flexibility and are suitable for certain student groups, such as students with parallel time-intensive commitments [148–150]. These "intensive" or "non-traditional" courses do not take place regularly once or twice a week, but in compact time blocks during the semester or lecture-free period. The total number of instructional hours is generally identical to that of "traditional", weekly courses [148,151].

Compared to the context of school, with very mixed results on the impact on academic achievement [152], there are few longitudinal studies on the effectiveness of different

course formats in higher education, including teacher education [153]. Often, samples are relatively small [154,155] or only subjective impressions about experiences with the course formats are investigated [153,155,156]. Most of these studies show that higher education block courses lead to at least equivalent or even greater short- and long-term knowledge gains than weekly courses [154,157–160]. Little research suggests that block teaching leads to poorer performance in higher education institutions [161,162]. One of the main arguments against the pedagogical value of block formats, frequently mentioned in the context of school, is the attention span of learners. During a block course, less learning content may be retained because attention diminishes [163,164]. Another counter-argument is that the learning content is better memorized and deepened in weekly courses since there is less input at once, regular processing and repetition [148,165,166].

In contrast to the effects on cognitive gain, there are almost no studies on the impact of the variable "course format" on pre- and in-service teachers' ASC. For the context of school education, Bateson [167] showed that there were significant differences in science achievement between grade-10 students attending different course formats, but no differences in affective domains. However, he examined science attitudes, not ASCs. [154,159] found that students who participated in a university block course had higher scores on perceived competence than those who participated in the weekly version. This may be an indication that the ASC develops more positively through block courses, as the experience of competency is considered an important factor influencing self-concept [108,135]. According to Burton and Nesbit [151], perception of the ability in a specific domain—in addition to experience with the course format and current subject load—also appears to influence whether students tend to take a block course in the appropriate domain.

1.5. Aim of the Study

As described above, primary teachers' CK and ASCs in biology, chemistry, physics and technology play an essential role in supporting pupil learning in General Studies classes [21,68,90,107]. However, pre- and in-service primary teachers' CK and ASCs in these disciplines tend to be low [17,18,20,22–28]. Previous research (see Section 1.3) suggests that interdisciplinary courses have the potential to positively develop their CK and ASCs regarding several of these disciplines. The few existing research reports on effects of interdisciplinary interventions for pre-service primary teachers in the field of science and technology refer to entire programs of study [32] or examine the impact of a short-time intervention that links only two disciplines [102,120]. For the development of an adequate professional identity and genesis of discipline-interlinking CK [8,13], however, it would be appropriate to integrate all three science disciplines (biology, chemistry, physics) and technology, which is closely interwoven with the natural sciences [168], in a single course. With positive effects on the CK and ASCs, such interdisciplinary course offerings could be a solution for making more effective use of the limited time resources (see introduction) in the primary teacher education program [169].

Thus, this study investigates the impact of an interdisciplinary university course that integrates biology, chemistry, physics and technology (see Section 2.2) on pre-service primary teachers' CK and ASCs in science and technology. The first block of research questions is:

RQ 1: The intervention's impact on CK and ASC in science and technology

RQ 1.1: Does participation in the intervention lead to short-term and long-term gains in CK in science and technology compared to non-participation?
RQ 1.2: Does participation in the intervention lead to a change in biology-, chemistry-, physics- and technology-related ASCs compared to non-participation?

RQ 2: Correlations between cognitive gain and changes in ASCs

Is there a positive correlation between cognitive gain and change in biology-, chemistry-, physics- and technology-related ASCs?

Referring to the findings of [116] that teachers' ASCs are indicators of their achievements in professional knowledge, the results on RQ 2 are used to assess the external validity of the cognitive test (see Section 2.4.1). Furthermore, studies on the effects of the course format (weekly versus block course format) are mostly situated in the context of schooling [152,170]. Few research reports relate to higher education teaching (see Section 1.4; [150]). The influence of this variable is particularly important with respect to further training of pre- and in-service primary teachers who do not have an appropriate university education in science and technology. Due to limited time during the semester or work life, they may be particularly interested in further training in a block format. Thus, the second block of research questions is:

RQ 3: Impact of the course format

RQ 3.1: Are there equivalent short- and long-term cognitive gains between pre-service teachers attending a traditional/weekly and an intensive/block course format of the intervention?
RQ 3.2: Does the course format impact the development of biology-, chemistry-, physics- and technology-related ASCs?

Finally, we examine whether both pre-service primary teachers with and without a major field of study in science and technology benefit from the intervention in terms of CK and ASCs. Given the differences in cognitive and affective baselines found in previous studies [22,45,137], it may be possible that one group is under-challenged and the other is over-challenged.

RQ 4: Impact of the major field of study

RQ 4.1: Does the major field of study affect short- and long-term cognitive gains within groups of weekly and block course participants?
RQ 4.2: Does the major field of studies influence the development of biology-, chemistry-, physics- and technology-related ASCs within groups of weekly and block course participants?

2. Materials and Methods

2.1. Research Design

The cognitive and affective effects of the intervention described in Section 2.2 were investigated using a quasi-experimental pre-post-follow-up design with an experimental group (EG) who attended the intervention and a control group that did not participate in the course (baseline group (BG), see Figure 1). The latter group served to exclude pretest effects and capture effects resulting from participation in other courses or practical experiences. Pretest 1 with the affective questionnaire (see Section 2.4.2) took place directly before the start of the first course unit. The cognitive pretest (pretest 2; see Section 2.4.1) was carried out between the introductory session (unit 1) and the first session with station rotation learning (unit 2, see Figure 1) because the mind mapping in unit 1 should not be influenced by the questions of the knowledge test. The posttest (affective and cognitive test) was administered immediately after the completion of the last unit. Eight weeks after the end of the course the follow-up test (cognitive test) was performed.

There were two EG subgroups that participated in either a weekly or a block course format (see Figure 1, RQ 3 and [137]). To ensure comparability, the BG was also divided into two groups, who completed the questionnaire either at the beginning and end of the lecture period (and eight weeks later for the follow-up test; corresponding to weekly course attendance) or within the time of a block course during the semester break corresponding to block course participation.

Since many variables influence the impact of an intervention, each round of the intervention was always carried out by the same lecturer—accompanied by the same student assistant—in the same room. Therefore, the influence of these variables on the dependent variables is negligible.

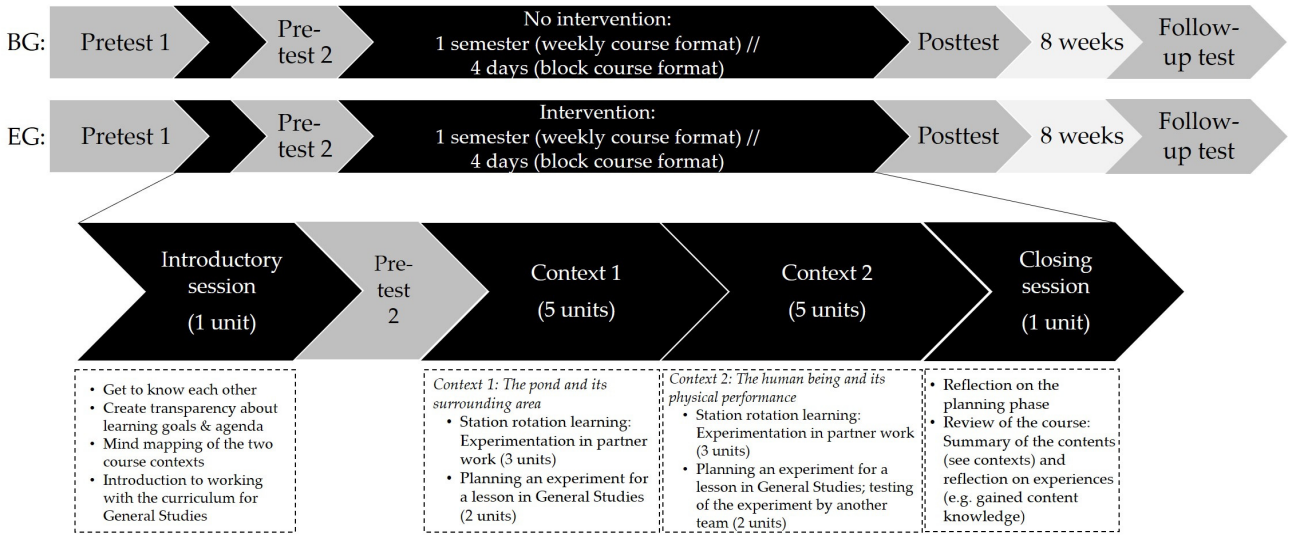


Figure 1. Research design and overview of the units and the intervention's contents (own figure based on [137]).

2.2. Summary of the Intervention's Educational Concept and the Curricular Framework

A detailed description of the intervention with implementation instructions can be found in [171]. Therefore, the curricular framework, the target audience and elements of the course particularly relevant to this study are only briefly described here. For the reasons outlined in the introduction, one of the main goals of the intervention is to increase CK and ASCs not only with respect to one subject area of General Studies (e.g., biology), but to strengthen them in several subject areas. In this case, they are biology, chemistry, physics and technology.

The target audience includes pre-service primary teachers currently pursuing bachelor's and master's degrees—regardless of their major field of studies. The reason for admitting students from all kinds of disciplines is that most of them have to teach General Studies without having an appropriate college education [48]. Many participants (e.g., all master's students, bachelor's students specializing in English or social sciences) can only take the course voluntarily due to the existing examination regulations. The only group of students required to participate was bachelor primary teacher candidates majoring in science and technology (SciTec). This was done as part of a pilot project in which the intervention was applied as a substitute for a mandatory module component.

The entire intervention consists of twelve units (see Figure 1), each scheduled for 100 min. As mentioned before, students can either take a traditional, weekly format or attend a four-day block course with three units per day. There is a maximum of 30 participants per intervention to ensure intensive support.

The course is divided into two thematic blocks of five units each, framed by an introductory and a concluding unit (Figure 1). In thematic block 1, the context "the pond and its surrounding" is explored. In block 2, the context is "the human being and its physical performance". These contexts were chosen for the following reasons: 1. There are many connections to the children's experiences [3,172]. 2. Interdisciplinary interdependencies between the fields of biology, chemistry, physics and technology can be experienced. 3. Following the concept of exemplary in teaching [173], key concepts in science such as matter and energy [168] can be understood. 4. There are many points of reference to the guidelines of the curriculum for General Studies in North Rhine-Westphalia [174] and the recommendations of the Perspectives Framework for General Studies [3].

Based on the findings of previous studies [106,118], the learning environment was designed according to moderate constructivist learning theory [104,105]. Emphasis is placed on student-centered learning, which is supported by the lecturer. In three units per thematic block, participants acquire scientific and technical CK through a combination

of station rotation learning and conducting experiments in partner work (see Figure 1). Learning at stations is preceded and followed by activities that are also relevant to this study:

1. Before conducting the experiments: In the introductory session, the participants create a mind map for each of the two contexts noting existing CK on the subjects biology, chemistry, physics and technology. The creation and subsequent review of all mind maps prepared in partner work not only serve to activate prior knowledge but also help to recognize first contextual relationships and get an overview of the course topics [175]. Based on the mind maps' contents, the lecturer finally resolves which of the mentioned contents will be covered in the course.
2. When conducting the experiments: Questions such as "What makes water lilies float on the surface of the water?" and "Why does a small stone sink?" form the starting point of the experimentation process. Considering that most pre-service primary teachers are more interested in biology than the other three subjects [176,177], many of the questions were formulated from a biological perspective to reduce the reservations many primary teachers have about the subjects of chemistry, physics and technology (see Section 1). The station worksheets are designed to develop biological, chemical, physical and technical CK through experimentation. First, hypotheses can be made about the outcome of the experiments. By conducting and interpreting experiments and accompanied by sharing ideas with the team partner, these hypotheses are verified or falsified. Thus, conceptual change [178] is enabled. During this work process, the participants should become aware that there is no division into individual subjects in nature, that many biological or technical phenomena can only be explained by chemical and physical laws and that chemistry [120], physics and technology have high relevance for everyday life [179,180].
3. After conducting the experiments:
    a. Background information: For each station a one-page text with further information on the scientific background of the experiment is available. This can be read as a refresher or reinforcement of CK if there is time after the station is completed and before the plenary debrief (see 3b). After each session, digital versions are available in the digital learning room, also containing bibliographical references to simplify further engagement into the topics.
    b. Debrief: After each experimental work phase and in the final session, CK gained and interdisciplinary connections experienced are brought together and discussed in the plenary. This debrief is guided by the lecturer, supported by presentation slides with pictures from the experimentation phase and by giving impulses [175].
    c. Applying CK: In two additional units per topic block (see Figure 1), participants practice planning experiment-based science/technology lessons by applying and combining CK and PCK to create a child-oriented experiment. In doing so, they can realize that CK is important for the development of PCK [69–71]. As part of this planning, CK that the teacher will need for this experiment is recorded in bullet points on a poster. The lecturer then provides written feedback to the groups on their planning via the digital learning space. Participants have access to feedback for all groups but do not know which people are behind which planning product to avoid social comparisons [112].

2.3. Sample

The study was conducted at a university in the federal state of North Rhine-Westphalia (Germany) from winter semester 2017/2018 up to and including summer semester 2019. During this period, the intervention took place eight times: Four times in a weekly and four times in a block course format. The sample included 238 primary teacher students, of whom 191 belonged to the experimental group (EG) while 47 formed the baseline group (BG). Only the records of students who completed the questionnaire at all three measurement

time points were subjected to data analysis (Section 2.5), resulting in a sample size of N_{total} = 202 (N_{EG} = 158; N_{BG} = 44) with a mean age of 22.65 years (SD = 2.93 years). 79.2% of the students were in a bachelor's degree program, 20.8% were in a master's degree program. 90.1% of the participants were female. This gender distribution corresponds to the typical situation regarding the teaching staff at German primary schools (89.4% female teachers in the school year 2019/2020 [146]). 55.7% of the EG students attended the weekly, 44.3% the block course format ($N_{EG, weekly}$ = 88; $N_{EG, block}$ = 70). 47.7% ($N_{BG, weekly}$ = 21) of the BG-students completed the questionnaire at the beginning and end of the lecture period and eight weeks later, which corresponds to participation in the weekly course. The other 52.3% ($N_{BG, block}$ = 23) filled in the tests during the time span of a block course, which corresponds to block course attendance. 66.5% of the participants in the EG studied primary school education with a focus on science and technology (SciTec), the other 33.5% reported studying primary school teaching with other majors, e.g., English, social or religious studies. Therefore, when selecting participants for the BG, care was taken to ensure a similar distribution of the representatives in terms of the major field of study ($N_{BG, SciTec}$ = 27; i.e., 61.4%; $N_{BG, no\ SciTec}$ = 17; i.e., 38.6%). For data analysis and interpretation of results, it should be noted that 45.6% of the EG attended the course voluntarily ($N_{EG, voluntary}$ = 72), while 54.4% ($N_{EG, mandatory}$ = 86) participated as part of a mandatory module of their studies (see Section 2.2). Due to the examination regulations for elementary school teaching at the university, students without the major SciTec could only participate in the course voluntarily.

2.4. Instruments and Data Collection

Data were collected using the SoSci Survey online questionnaire tool [181]. Via the message forum of a digital learning space, information and links to the questionnaires, which included the cognitive and affective test separately, were provided for each reference time point. The test was administered as a power test [182] without time pressure since the intention was to investigate whether the students can answer the questions of the cognitive test correctly in a reasonable time frame. In addition, they were given the opportunity to reflect on their motivational orientations in detail and without pressure. However, participants were asked to complete the questionnaires without interruption and to answer the cognitive test without assistance.

2.4.1. Cognitive Test

The cognitive questionnaire assesses substantive, declarative CK in science and technology covering the intervention's topics (see Section 2.2 and [171], e.g., properties of water, human senses, bionics). Standards of the curriculum for General Studies in North Rhine-Westphalia [174] and recommendations of the Perspectives Framework for General Studies [3] were taken into account to ensure curricular validity. As with Ohle and colleagues [91], the curricular validity of the CK test was also guaranteed by analyzing textbooks from German primary schools, then from secondary schools and subsequently university-level textbooks and handouts for General Studies teachers. Table A1 (Appendix A) lists textbooks and handouts used for some of the topics covered in the test.

Due to the self-construction of the items, they were tested in a preliminary study with pre-service primary teachers and then revised. The final measurement instrument consists of 127 items in the form of 24 multiple-choice questions (each with three to eight items; multiple answer questions), three matching questions (each with three to four items) and three open-ended questions (eight items in total). Since closed-ended questions can be scored rapidly and facilitate the assessment of a large sample [183], they predominate in this questionnaire. According to Bridgeman and Lewis [184], closed-ended items do not necessarily have a lower validity than open-ended items. The order of the questions varied at each reference time to counteract order effects [185].

Based on the consensus that teachers' CK should extend beyond the school level in which it is taught [93] and Anders and colleagues' suggestion that primary school teachers'

science CK should correspond at least to lower secondary level [94], all items represent secondary school level content. According to the classification by Ohle et al. [91,98] and textbook analysis (see Table A2), most items can also be assigned to primary school content level (26 items) and/or university content level (112 items). Following Ohle and colleagues [91,98] two levels of item complexity were used. Complexity level 1 includes facts (37 items), i.e., single facts and terms. Complexity level 2 covers relations and concepts (90 items), i.e., relating facts to each other, integrating concepts or applying (physical) laws.

To meet the interdisciplinary goals of the course, many questions relate to more than one discipline of General Studies, e.g., biology and chemistry or physics and technology. Sample questions can be found in Table A2. Multiple-choice items and matching items were scored with one point for a correct and zero points for an incorrect answer. Open-ended items were scored with zero to two points using a scoring horizon to ensure objective evaluation.

The criterion validity of the cognitive test was examined by correlating the pre-, posttest and follow-up test scores with the external criterion of students' last biology, chemistry and physics grades at secondary school, since the cognitive test includes topics that are also part of the curriculum in biology, chemistry and physics at this school level. Grades in technology were not correlated with the test results because this subject is not offered in many secondary schools. A correlation with the average grades in biology, chemistry, physics and technology during the study period was not performed as it turned out that many participants had not yet completed a science or technology course. Due to the interdisciplinary nature of the questions, no subdivision of the questions into purely biological, chemical, physical and technical questions was made for the calculation of the correlations (see also Section 4). Criterion validity is confirmed by weak but significant correlations for the domain of biology at all three times of measurement (pre: $r_{\text{biology}} = -0.225$, $p \leq 0.001$; post: $r_{\text{biology}} = -0.156$, $p = 0.026$; follow-up: $r_{\text{biology}} = -0.211$, $p = 0.003$), for the field of chemistry partially (pre: $r_{\text{chemistry}} = -0.125$, $p = 0.076$; post: $r_{\text{chemistry}} = -0.215$, $p = 0.002$; follow-up: $r_{\text{chemistry}} = -0.130$, $p = 0.065$) and also partially for physics (pre: $r_{\text{physics}} = -0.092$, $p = 0.192$; post: $r_{\text{physics}} = -0.154$, $p = 0.028$; follow-up: $r_{\text{physics}} = -0.169$, $p = 0.016$). The r-values are negative since the German grading scale uses 1 for the best and 6 for the worst grade. Furthermore, the external validity of the test is discussed by interpreting the results for RQ 2 (Sections 3.2 and 4).

2.4.2. Affective Questionnaire

According to the classification of [116], this study examines CK-related ASCs. ASCs in science (biology, chemistry, physics) and technology were assessed using five-point Likert-type scales (1 = I strongly disagree to 5 = I strongly agree) and three items for each subscale (see Table 1; analogous wording for each subject).

An exploratory factor analysis (EFA; [186]) was carried out to test construct validity as the subscales and items listed in Table 1 were adapted from studies focusing on a different study group in combination with only one reference subject ([187]: Subject: General Studies with focus on physics, study group: In-service primary teachers; [131]: Subject: Biology, study group: High school students). Kaiser–Meyer–Olkin (KMO) measure of sampling adequacy [188] indicated that the sampling was adequate for factor analysis as KMO values were >0.50 (pretest: 0.773; posttest: 0.790; [189]) and Bartlett's test of sphericity [190] was significant ($p \leq 0.001$; [186]). A principal axis factor analysis with varimax rotation was performed for each time of measurement, including the twelve items shown in Table 1. Considering the theoretical assumptions [186] and the proportions of the total variances [189], a four-factor solution was chosen (see Table A3), which accounted for 75.04% (pretest) and 76.89% (posttest) of the variance, respectively. Items with the highest loadings on one common factor were combined into a subscale. Factor loadings of $\lambda \leq 0.50$ were not accepted [191]. No item had to be removed as there were no cross-loadings $\lambda \geq 0.40$ [192] or highest loads on an unexpected factor. Factor loadings $\lambda < 0.30$, interpreted as low [193], are not shown in Table A3. Moreover, item communalities were

calculated as they indicate the stability of the factor solutions. The average communalities h^2 of 0.75 (pretest) and 0.77 (posttest) are greater than 0.50 which is acceptable for sample sizes of approximately 200 persons [194].

Table 1. Affective variables (ASCs) with subscale name, number of items, the wording of the items in German (original) and English, item abbreviations, discriminatory power r_{it} and reliability (Cronbach's α).

Subscales	Number of Items	Original Item	Item Translation	Item Abbreviation (Pre/Post)	r_{it} (Pre/Post)	Cronbach's α (Pre/Post)
biology-related ASC	3	Biologie liegt mir nicht besonders *.	Biology doesn't come easily to me *.	TU31_03/NT19_11	0.650/0.724	0.845/0.862
		Ich bin gut in Biologie.	I am good at biology.	TU31_05/NT19_01	0.768/0.787	
		Mir fällt es leicht, neue Inhalte im Fach Biologie zu verstehen.	I find it easy to understand new content in biology.	TU31_08/NT19_06	0.732/0.708	
chemistry-related ASC	3	Chemie liegt mir nicht besonders *.	Chemistry doesn't come easily to me *.	TU31_06/NT19_05	0.853/0.850	0.934/0.919
		Ich bin gut in Chemie.	I am good at chemistry.	TU31_11/NT19_10	0.879/0.871	
		Mir fällt es leicht, neue Inhalte im Fach Chemie zu verstehen.	I find it easy to understand new content in chemistry.	TU31_13/NT19_12	0.863/0.805	
physics-related ASC	3	Ich bin gut in Physik.	I am good at physics.	TU31_09/NT19_18	0.846/0.898	0.924/0.928
		Mir fällt es leicht, neue Inhalte im Fach Physik zu verstehen.	I find it easy to understand new content in physics.	TU31_14/NT19_15	0.844/0.840	
		Physik liegt mir nicht besonders *.	Physics doesn't come easily to me *.	TU31_16/NT19_08	0.857/0.833	
technology-related ASC	3	Ich bin gut in Technik.	I am good at technology.	TU31_02/NT19_04	0.761/0.840	0.863/0.890
		Technik liegt mir nicht besonders *.	Technology doesn't come easily to me *.	TU31_15/NT19_14	0.720/0.779	
		Mir fällt es leicht, neue Inhalte im Fach Technik zu verstehen.	I find it easy to understand new content in technology.	TU31_17/NT19_17	0.745/0.750	

* = inversely formulated items that were recoded for analysis.

2.5. Data Analysis

Data analyses were carried out using the software SPSS statistics, version 27 (IBM Germany, Ehningen, Germany). Missing values in the data did not be replaced as the survey tool's function for reminding people to answer each item was set.

The cognitive test's open answers were evaluated using a scoring horizon to ensure objectivity. For correct scoring, incorrectly ticked items in the multiple-choice questions were recoded. Posttest items with a difficulty index of <20% (overly easy items) and >80% (overly difficult items) were eliminated [195] as the cognitive test aims to measure a person's cognitive performance. Ninety-eight items remained for further evaluation. Because the cognitive test examined broad scientific and technical CK, the next step was to exclude all items with discriminability values $r_{it} < 0.1$ [130,195], resulting in 74 items with an internal consistency of Cronbach's $\alpha = 0.873$ in the posttest (pretest: $\alpha = 0.721$, follow-up test: $\alpha = 0.835$). Based on George and Mallery's guidelines [196], these values of

Cronbach's α are considered acceptable and good, respectively. With these 74 remaining items, a maximum of 81 points could be achieved at each reference time.

Since the ASCs examined here were operationalized by tight constructs, item discriminability values r_{it} should be as high as possible [195]. For this reason, items with discriminability values $r_{it} < 0.3$ with at least one of the two test times were excluded before further analyses were performed (values between 0.3–0.5 are considered medium, values above 0.5 as high [195]). As can be seen in Table 1, r_{it} values for all items were well above 0.5 at both test times, so no item had to be removed. With Cronbach's $\alpha \geq 0.8$ and $\alpha \geq 0.9$ in the pre- and posttest, the reliabilities of the subscales can be regarded as good and excellent, respectively [196]. To allow comparison, total scores of the affective subscales were normed to a maximum of 5.

While most statistical tests are relatively robust to slight deviations from a Gaussian distribution [189], the total (normed) scores of all constructs were examined for normal distribution at all test times. Optical methods were also used as Kolmogorov–Smirnov and Shapiro–Wilk tests react very sensitively to minimal deviations from a normal distribution when in larger samples [189]. According to Q-Q plots, values of the skew index ($-3.0 \leq SI \leq 3.0$) and Fisher kurtosis (<8.0; [197]), data were normally distributed. Thus, parametric tests could be applied for cross-sectional and longitudinal comparisons. To exclude ceiling and floor effects [195], the pre-test means of all scales were examined for extremely high and extremely low values.

For longitudinal comparisons over two or three measurement times and between two groups, the following procedure—adapted from Damerau [131]—was chosen: Initially, independent samples *t*-tests [189] served to explore pretest differences between the two groups.

In case of no a priori differences, two-way repeated measures analyses of variance (ANOVAs) were performed to answer RQ 1 and 3, with the first factor being time (within-subject) and the second factor being the main comparison group (between-subject). When interpreting the results, the interaction effect, i.e., the interaction between the factors, is decisive [198]. This interaction effect provides information on whether there is a significant difference in the development of the dependent variables between the two groups over time.

The influence of the variables "type of participation" (voluntary/mandatory) respectively "major field of studies" (SciTec/non-SciTec) was factored out by conducting three-way repeated measures ANOVAs with an additional between-subject factor representing the factored-out variable to be able to attribute possible changes in the dependent variables to the impact of the course format (RQ 3). Since the two factored-out factors are nominally scaled, they were included as between-subject factors rather than as covariates for which a metric scale level is required [191]. It was not possible to include both between-subject factors simultaneously. The reason for this is the existing examination regulations, by which non-SciTecs can only participate voluntarily, resulting in a subgroup sample size of $n_{\text{non-SciTec+mandatory participation}} = 0$.

In case of significant pretest differences between two groups, analyses of covariance (ANCOVAs; [191]) were applied with the pretest scores as the covariate, posttest or follow-up test scores as the dependent variable and one (RQ 1: Treatment; RQ 4: Major) or two (RQ 3; course format + the respective factored-out variable) independent variables as fixed factors. This setting partializes out the influence of the covariate and the second fixed factor (RQ 3) on the dependent variable. When interpreting the results, the main effect of the first fixed factor in each case (RQ 1: Treatment; RQ 3: Course format; RQ 4: Major) on the dependent variables is crucial. Interaction effects of fixed factor 1 and fixed factor 2 are also reported. These effects indicate that the interaction of both factors affects the knowledge gain or the development of the ASCs, respectively.

The following procedure was used to localize the previously identified differences: In the case of three measurement times (CK) one-way repeated measures ANOVAs were first conducted for each group to investigate whether knowledge changed significantly over

time. If a significant change in knowledge was found, paired samples *t*-tests [189] were conducted to determine time spans in which significant changes occurred (pre-/posttest; pre-/follow-up test and post-/follow-up test). In the case of two measurement times (ASCs) paired samples *t*-tests were performed to examine pre-post differences within a group.

To answer RQ 3, the impact of the variables "type of participation" or "major field of studies" on the dependent variables again had to be factored out. Thus, instead of one-way repeated measures ANOVAs and paired samples *t*-tests, two-factor (pairwise) repeated measures ANOVAs [198] were employed. The variable "time" was used as within-subject factor and the factored-out variable ("type of participation" or "major field of studies") as between-subject factor. The main effect was considered to determine the impact of the factor "time" on the dependent variable [198].

Prior to performing the independent samples *t*-tests and ANCOVAs, Levene's tests were applied to assess the homogeneity of variances of the two populations. In case of unequal variances, Welch-tests were subsequently used [189]. Besides, before conducting repeated measures ANOVAs with three times of measurement, Mauchly's test of sphericity was used to test for equality of variances of differences. If the Mauchly's test was significant, correction procedures were applied (Greenhouse–Geisser epsilon $\varepsilon > 0.75$: Huynh–Feldt correction; $\varepsilon < 0.75$: Greenhouse–Geisser correction [199]).

For paired samples *t*-tests and AN(C)OVAs, partial eta-squared (η_p^2) is reported as effect size [198,200], with $0.01 \leq \eta_p^2 < 0.06$ representing a small effect, $0.06 \leq \eta_p^2 < 0.14$ a medium effect and $\eta_p^2 \geq 0.14$ representing a large effect [201]. For independent samples *t*-tests, the effect size omega squared (ω^2) is reported. Values of $0.01 \leq \omega^2 < 0.06$ are interpreted as a small effect, $0.06 \leq \omega^2 < 0.15$ as a medium effect and $\omega^2 \geq 0.15$ as a large effect [202].

To answer RQ 2, cognitive gain and changes in ASCs were first calculated by determining the differences between pre- and posttest for each participant. Then, Pearson *r* correlations were used to investigate the strength of the relationship [189] between cognitive gain and change in ASCs (Pearson correlation coefficient of $|r| \geq 0.1$: Weak/small correlation; $|r| \geq 0.3$: Moderate correlation; $|r| \geq 0.5$: Strong/large correlation [201]).

3. Results

3.1. Impact of the Intervention: Comparison of EG and BG

3.1.1. Content Knowledge (RQ 1.1)

For the EG and BG, average cognitive test scores were examined for all three reference times. Table 2 shows corresponding means, standard deviations, *p*-values and effect sizes η_p^2 for inner- and intergroup comparisons.

Table 2. Means (M) and standard deviations (SD) of declarative CK at all three measurement times comparing EG ($n = 158$) and BG ($n = 44$). *p*-values and effect sizes η_p^2 are given for inner- and intergroup comparison.

Group	Reference Time	M	SD	*p*	η_p^2	p_{groups}	$\eta_{p,\ groups}^2$
EG	Pre	36.61	8.61	0.000 ***	0.686	0.000 ***	0.285
	Post	53.18	9.99				
	Follow-up	51.66	9.28				
BG	Pre	36.45	6.70	0.142	0.044		
	Post	36.23	9.43				
	Follow-up	37.93	7.74				

Significance level: $p \leq 0.001$ highly significant (***) [203]; effect size: $0.01 \leq \eta_p^2 < 0.06$: Small effect, $0.06 \leq \eta_p^2 < 0.14$: Medium effect, $\eta_p^2 \geq 0.14$: Large effect [201].

According to the result of independent samples *t*-test, there is no significant difference in test scores between EG and BG at the time of pretest ($t(200) = 0.114$, $p = 0.910$, $\omega^2 \leq 0.001$). This means both groups had very similar declarative CK regarding the course contents prior to the intervention. At this point, both groups scored on average less than half of the

maximum score of 81 points (M_{EG} = 36.61; M_{BG} = 36.45). Floor and ceiling effects [195] can therefore be excluded.

Due to the similarity of pretest means, a two-way repeated measures ANOVA was conducted to detect a significant group/treatment*reference time interaction. With Mauchly's test of sphericity being significant (Mauchly-$W(2) = 0.848$, $p \leq 0.001$) and Greenhouse–Geisser epsilon $\varepsilon > 0.75$, a Huynh–Feldt correction was applied for calculation. The ANOVA shows that the EG is significantly different from BG in terms of cognitive gain across the three measurement time points ($F(1.760, 351.902) = 79.644$, $p \leq 0.001$, $\eta_p^2 = 0.285$); the effect size is large.

The following steps served to locate the observed differences: First, one-way repeated measures ANOVAs were conducted to investigate whether CK within EG and BG changed significantly over time. Since in the EG Mauchly's test of sphericity was significant (Mauchly-$W(2) = 0.816$, $p \leq 0.001$) and Greenhouse–Geisser epsilon was $\varepsilon > 0.75$, the Huynh–Feldt correction was used: CK increased significantly over the three measurement times ($F(1.706,267.782) = 343.798$, $p \leq 0.001$, $\eta_p^2 = 0.686$). The large effect size indicates a statistically significant difference. On the other hand, there was no significant change in CK over time in the BG ($F(2,86) = 1.997$, $p = 0.142$, $\eta_p^2 = 0.044$). Pretest effects or effects resulting from participation in other courses or practical experiences can thus be excluded.

Paired samples t-tests were then performed to localize the identified differences in the EG's test scores: CK increased significantly from pre- to posttest ($t = -20.706$, $p \leq 0.001$, $\eta_p^2 = 0.740$, $n = 158$) and from pre- to follow-up test ($t = -20.545$, $p \leq 0.001$, $\eta_p^2 = 0.729$, $n = 158$) with large effect sizes. However, it should also be noted that knowledge decreases significantly between post- and follow-up test, but the effect size is small ($t = 2.834$, $p = 0.005$, $\eta_p^2 = 0.049$, $n = 158$).

Overall, the results reveal both significant short-term and long-term gains of declarative CK for the participants of the intervention.

3.1.2. Academic Self-Concepts (RQ 1.2)

As shown in Table 3, the biology-related ASC is highest in both the EG (M = 3.74) and BG (M = 3.93) before the start of the intervention, followed by the technology-related ASC (M_{EG} = 3.20; M_{BG} = 3.19). The chemistry- and physics-related ASCs are rated the lowest ($2.71 \leq M \leq 3.06$). Especially for the last three subscales, floor- and ceiling effects [195] can be neglected as extremely high or extremely low mean values are not present.

Independent samples t-tests revealed no significant differences between the two groups in the pretest for all four ASC constructs (biology: $t(200) = -1.294$, $p = 0.197$, $\omega^2 = 0.003$; chemistry: $t(200) = 1.673$, $p = 0.096$, $\omega^2 = 0.009$; physics: $t(200) = 1.808$, $p = 0.072$, $\omega^2 = 0.011$; technology: $t(200) = 0.044$, $p = 0.965$, $\omega^2 \leq 0.001$).

Thus, two-factor repeated measures ANOVAs were conducted to examine differences in the development of ASCs between the EG and BG. There is a significant difference in the ASC development between EG and BG for all four disciplines, albeit with small to medium effect sizes (biology: $F(1,200) = 9.892$, $p = 0.002$, $\eta_p^2 = 0.047$; chemistry: $F(1,200) = 10.871$, $p \leq 0.001$, $\eta_p^2 = 0.052$; physics: $F(1,200) = 6.617$, $p = 0.011$, $\eta_p^2 = 0.032$; technology: $F(1,200) = 18.149$, $p \leq 0.001$, $\eta_p^2 = 0.083$).

In the EG, the ASC increases significantly from pre- to posttest in all four subscales with large or medium effect sizes (biology: $t = -7.272$, $p \leq 0.001$, $\eta_p^2 = 0.252$; chemistry: $t = -6.563$, $p \leq 0.001$, $\eta_p^2 = 0.215$; physics: $t = -4.879$, $p \leq 0.001$, $\eta_p^2 = 0.132$, technology: $t = -7.680$, $p \leq 0.001$, $\eta_p^2 = 0.273$, $n_{EG} = 158$). By contrast, the results of paired samples t-tests for all four ASC subscales in the BG show no significant differences between pre- and posttest means (biology: $t = -0.703$, $p = 0.486$, $\eta_p^2 = 0.011$; chemistry: $t = 0.090$, $p = 0.929$, $\eta_p^2 = 0.000$; physics: $t = 0.227$, $p = 0.822$, $\eta_p^2 = 0.001$; technology: $t = 0.728$, $p = 0.470$, $\eta_p^2 = 0.012$, $n_{BG} = 44$).

Table 3. Means (M) and standard deviations (SD) of biology-, chemistry-, physics- and technology-related ASCs at both measurement times comparing EG (n = 158) and BG (n = 44). p-values and effect sizes η_p^2 are given for inner- and intergroup comparison.

Scale	Group	Reference Time	M	SD	p	η_p^2	p_{groups}	$\eta_{p,\ groups}^2$
biology-related ASC	EG	Pre	3.74	0.90	0.000 ***	0.252	0.002 **	0.047
		Post	4.10	0.79				
	BG	Pre	3.93	0.75	0.486	0.011		
		Post	3.98	0.69				
chemistry-related ASC	EG	Pre	3.02	1.09	0.000 ***	0.215	0.001 ***	0.052
		Post	3.43	0.99				
	BG	Pre	2.71	1.03	0.929	0.000		
		Post	2.70	1.07				
physics-related ASC	EG	Pre	3.06	1.05	0.000 ***	0.132	0.011 *	0.032
		Post	3.32	0.98				
	BG	Pre	2.74	0.93	0.822	0.001		
		Post	2.73	0.95				
technology-related ASC	EG	Pre	3.20	0.90	0.000 ***	0.273	0.000 ***	0.083
		Post	3.64	0.86				
	BG	Pre	3.19	0.94	0.470	0.012		
		Post	3.12	0.87				

Significance levels: $p \leq 0.05$ significant (*), $p \leq 0.01$ very significant (**), $p \leq 0.001$ highly significant (***) [203]; effect size: $0.01 \leq \eta_p^2 < 0.06$: Small effect, $0.06 \leq \eta_p^2 < 0.14$: Medium effect, $\eta_p^2 \geq 0.14$: Large effect [201].

3.2. Correlations between Cognitive Gain and Changes in ASCs (RQ 2)

Bivariate correlations were calculated between the change in CK and changes in ASCs (posttest-pretest) to evaluate the external validity of the cognitive questionnaire. The results reveal a weak, but significant positive correlation between cognitive gain and change in physics-related ASC ($r(201) = 0.148$; $p = 0.035$) as well as cognitive gain and change in technology-related ASC ($r(201) = 0.182$; $p = 0.010$). No significant correlations were found between change in CK and change in biology- ($r(201) = 0.120$; $p = 0.089$) and chemistry-related ASC ($r(201) = 0.072$; $p = 0.308$).

3.3. Impact of the Course Format

Having demonstrated that BG's CK and ASCs did not change significantly over time, we now examined whether the course format had an impact on cognitive gain and change in biology-, chemistry-, physics- and technology-related ASCs. Therefore, only the EG was considered for this purpose.

The impact of the factors "type of participation" (voluntary or mandatory) and "major field of studies" (SciTec or non-SciTec) was factored out as outlined in Section 2.5 to be able to attribute the effects to the influence of the course format. As described above, these factors had to be partialized out separately. Therefore, two statistical values are given for each scale and group. To improve the reading flow, the statistical values are not reported in the text. Instead, reference is made to the corresponding tables which contain the most important statistical characteristics.

3.3.1. Content Knowledge (RQ 3.1)

Since there were a priori differences in the test scores between weekly and block course participants, ANCOVAs were conducted for longitudinal comparisons between two groups with posttest/follow-up test scores as dependent variables, pretest scores as covariate and the variables "course format" and "type of participation"/"major field of study" as fixed factors. As shown in Table 4, there is a significant difference in the increase in CK from pre- to posttest between weekly and block course participants; the effect size is medium. Short-term cognitive gain is higher among block course participants. In terms of differences in long-term gains of cognitive knowledge, the following should be noted: A

significant difference—with a small effect size—is only given if the influence of the type of participation is factored out. There is no difference when the impact of the major field of study is factored out (see Table 4).

Table 4. Means (M) and standard deviations (SD) of declarative CK at all three measurement times comparing the groups of weekly (n = 88) and block format (n = 70) participants. p-values and effect sizes η_p^2 are given for inner- and intergroup comparison.

Group	Reference Time	M	SD	p	η_p^2	p_{groups}	$\eta_{p,\ groups}^2$
weekly	Pre	38.31	8.80	(0.000 ***)/[0.000 ***]	(0.627)/[0.612]	(Post: 0.000 ***), (Follow-up 0.038 *)/ [Post 0.000 ***], [Follow-up 0.066]	(Post 0.088), (Follow-up 0.028)/ [Post 0.080], [Follow-up 0.022]
	Post	51.99	9.76				
	Follow-up	51.60	8.85				
block	Pre	34.49	7.93				
	Post	54.67	10.14				
	Follow-up	51.73	9.86				

round brackets = AN(C)OVA with further between-subject factor "type of participation" (see Section 2.5); square brackets = AN(C)OVA with further between-subject factor "major field of study"; significance levels: $p \leq 0.05$ significant (*), $p \leq 0.001$ highly significant (***) [203]; effect size: $0.01 \leq \eta_p^2 < 0.06$: Small effect, $0.06 \leq \eta_p^2 < 0.14$: Medium effect, $\eta_p^2 \geq 0.14$: Large effect [201].

Significant interaction effects course format*type of participation or course format*major do not exist here, i.e., the factors "type of participation" or "major field of studies" do not additionally influence the effect of the course format on CK.

To locate the differences found, repeated measures ANOVAs were first performed for each group. The Huynh–Feldt correction was used for the subgroup of weekly participants as Mauchly's test of sphericity was significant and the Greenhouse–Geisser epsilon was $\varepsilon > 0.75$. According to the ANOVA's results, both the students who attended the weekly format and those who participated in the block course showed a significant change in cognitive performance over the three measurement times; the effect was large (Table 4). Further repeated measures ANOVAs, each including two measurement time points, were then conducted for each group to more precisely localize the identified differences in the average test scores. In both subgroups, there was a significant cognitive gain from pre- to posttest and from pre- to follow-up-test (large effect size). While CK decreased significantly from post- to follow-up test in the group of block course participants (large effect), there was no significant loss of knowledge in the group of weekly participants.

3.3.2. Academic Self-Concepts (RQ 3.2)

With no a priori differences between the two groups regarding the four subscales, three-way repeated measures ANOVAs were conducted to examine whether the ASC development of the two groups was significantly different (factor 1/within-subject-factor: Reference time; factor 2: Course format as between-subject factor; factor 3: The factored-out between-subject factor: "Type of participation" or "major field of study"). As can be seen in Table 5, there are no statistically significant differences in the change in ASCs between the groups.

Both weekly and block course participants showed significant increases in biology-, chemistry-, physics- and technology-related ASCs from pre- to posttest (Table 5). Effect sizes are large or medium, latter with respect to the biology-related and physics-related ASC of weekly participants.

It can be concluded that both course formats lead equally to a positive change in biology-, chemistry-, physics- and technology-related ASCs of pre-service primary teachers.

No significant interaction effects time*course format*type of participation or time* course format*major field of study were observed. I.e., the factors "type of participation" or rather "major field of study" do not additionally influence the effect of the interaction time*course format on the dependent variables. The only exception is the technology-related ASC when factoring out the impact of the type of participation. There is a significant

interaction effect ($F(1,154) = 4.359$, $p = 0.038$, $\eta_p^2 = 0.028$), but the effect size can be described as small.

Table 5. Means (M) and standard deviations (SD) of biology-, chemistry-, physics- and technology-related ASCs at both measurement times comparing the groups of weekly ($n = 88$) and block format ($n = 70$) participants. p-values and effect sizes η_p^2 are given for inner- and intergroup comparison.

Scale	Group	Reference Time	M	SD	p	η_p^2	p_{groups}	$\eta_{p,\ groups}^2$
biology-related ASC	weekly	Pre	3.74	0.87	(0.000 ***)/[0.000 ***]	(0.187)/[0.139]	(0.442)/[0.326]	(0.004)/[0.006]
		Post	4.06	0.77				
	block	Pre	3.74	0.93	(0.000 ***)/[0.000 ***]	(0.386)/[0.374]		
		Post	4.14	0.81				
chemistry-related ASC	weekly	Pre	3.02	1.10	(0.000 ***)/[0.000 ***]	(0.230)/[0.232]	(0.647)/[0.849]	(0.001)/[0.000]
		Post	3.42	1.01				
	block	Pre	3.01	1.08	(0.000 ***)/[0.000 ***]	(0.225)/[0.217]		
		Post	3.43	0.97				
physics-related ASC	weekly	Pre	3.08	1.09	(0.000 ***)/[0.000 ***]	(0.133)/[0.138]	(0.716)/[0.528]	(0.001)/[0.003]
		Post	3.38	1.04				
	block	Pre	3.03	1.02	(0.001 ***)/[0.001 ***]	(0.157)/[0.153]		
		Post	3.26	0.92				
technology-related ASC	weekly	Pre	3.20	0.85	(0.000 ***)/[0.000 ***]	(0.276)/[0.294]	(0.962)/[0.736]	(0.000)/[0.001]
		Post	3.67	0.88				
	block	Pre	3.19	0.96	(0.000 ***)/[0.000 ***]	(0.340)/[0.346]		
		Post	3.60	0.85				

round brackets = ANOVA with further between-subject factor "type of participation" (see Section 2.5); square brackets = ANOVA with further between-subject factor "major field of study"; significance level: $p \leq 0.001$ highly significant (***) [203]; effect size: $0.01 \leq \eta_p^2 < 0.06$: Small effect, $0.06 \leq \eta_p^2 < 0.14$: Medium effect, $\eta_p^2 \geq 0.14$: Large effect [201].

3.4. Impact of the Major Field of Study

The intervention aims to develop the professional skills of all pre-service primary teachers, regardless of their major field of study. Thus, we also examined whether there are significant differences in the development of CK and ASCs between SciTec and non-SciTec students within the groups of participants in the weekly and block format. It was not possible to factor out the impact of the type of participation since there was a subgroup sample size of $n_{\text{non-SciTec+mandatory participation}} = 0$ due to examination regulations.

3.4.1. Content Knowledge (RQ 4.1)

According to independent samples t-tests, weekly participating SciTec and non-SciTec students differed significantly in their prior CK, the effect size being medium ($t(86) = 2.565$, $p = 0.012$, $\omega^2 = 0.060$). This was not the case with the block course format subgroups ($t(68) = 1.334$, $p = 0.187$, $\omega^2 = 0.012$).

For the first group (weekly participants), the results of the ANCOVAs show no statistically significant differences in the change of CK from pre- to post- ($F(1,83) = 0.043$, $p = 0.836$, $\eta_p^2 = 0.001$) and from pre- to follow-up test ($F(1,83) = 0.284$, $p = 0.595$, $\eta_p^2 = 0.003$) between SciTec and non-SciTec students.

One-way repeated measures ANOVAs with Huynh–Feldt correction (Mauchly's tests of sphericity significant and $\varepsilon > 0.75$ in both subgroups) show that CK changed significantly over the three measurement times in the SciTec ($F(1.654,97.607) = 88.188$, $p \leq 0.001$, $\eta_p^2 = 0.599$) and in the non-SciTec subgroup ($F(1.603,43.294) = 54.761$, $p \leq 0.001$, $\eta_p^2 = 0.670$; Table 5). The following paired samples t-tests reveal a significant increase in knowledge from pre- to posttest (SciTec: $t = -9.811$, $p \leq 0.001$, $\eta_p^2 = 0.620$, $n = 60$; non-SciTec: $t = -7.894$, $p \leq 0.001$, $\eta_p^2 = 0.698$, $n = 28$) and from pre- to follow-up-test (SciTec: $t = -11.321$, $p \leq 0.001$, $\eta_p^2 = 0.685$, $n = 60$; non-SciTec: $t = -8.169$, $p \leq 0.001$, $\eta_p^2 = 0.712$, $n = 28$) within both subgroups. In addition, there was no loss of knowledge from post-

to follow-up test within both subgroups (SciTec: $t = 0.587$, $p = 0.560$, $\eta_p^2 = 0.006$, $n = 60$; non-SciTec: $t = 0.153$, $p = 0.880$, $\eta_p^2 = 0.001$, $n = 28$).

These results confirm the above findings (see Section 3.3.1) and demonstrate that pre-service teachers with and without a SciTec major benefit equally from the weekly intervention in terms of short- and long-term increases in CK.

In the case of the block course subgroups, the two-way repeated measures ANOVA indicates a significant difference in the development of CK between SciTec- and non-SciTec students, with a medium effect size ($F(2,136) = 5.610$, $p = 0.005$, $\eta_p^2 = 0.076$; Table 6). Further pairwise two-way repeated ANOVAs, each with two measurement time points, served to localize the difference found. There is a significant difference in cognitive gain between pre- and posttest ($F(1,68) = 9.805$, $p = 0.003$, $\eta_p^2 = 0.126$) and between pre- and follow-up test ($F(1,68) = 5.371$, $p = 0.023$, $\eta_p^2 = 0.073$). The effect size is medium. Thus, within the group of block course participants, short- and long-term gain of CK is greater among non-SciTec pre-service teachers (Table 6).

Table 6. Means (M) and standard deviations (SD) of declarative CK at all three measurement times comparing weekly participants with a SciTec major ($n = 60$) and a different major ($n = 28$) and block format participants with a SciTec major ($n = 45$) and a different major ($n = 25$). p-values and effect sizes η_p^2 are given for inner- and intergroup comparison.

Group	Subgroup	Reference Time	M	SD	p	η_p^2	p_{groups}	$\eta_{p,\ groups}^2$
weekly	SciTec	Pre	39.90	9.08	0.000 ***	0.599	0.836 (Post), 0.595 (Follow-up)	0.001 (Post), 0.003 (Follow-up)
		Post	52.55	9.93				
		Follow-up	52.07	8.99				
	non-SciTec	Pre	34.89	7.19	0.000 ***	0.670		
		Post	50.79	9.45				
		Follow-up	50.61	8.60				
block	SciTec	Pre	35.42	7.77	0.000 ***	0.756	0.005 **	0.076
		Post	53.36	9.98				
		Follow-up	50.87	9.87				
	non-SciTec	Pre	32.80	8.08	0.000 ***	0.842		
		Post	57.04	10.20				
		Follow-up	53.28	9.86				

Significance levels: $p \leq 0.01$ very significant (**), $p \leq 0.001$ highly significant (***) [203]; effect size: $0.01 \leq \eta_p^2 < 0.06$: Small effect, $0.06 \leq \eta_p^2 < 0.14$: Medium effect, $\eta_p^2 \geq 0.14$: Large effect [201].

Despite these significant differences, one-way repeated measures ANOVAs show that knowledge changed within the three measurement times in both subgroups (SciTec: $F(2,88) = 136.562$, $p \leq 0.001$, $\eta_p^2 = 0.756$; non-SciTec: $F(2,48) = 127.873$, $p \leq 0.001$, $\eta_p^2 = 0.842$). CK increased significantly from pre- to posttest (SciTec: $t = -15.588$, $p \leq 0.001$, $\eta_p^2 = 0.847$, $n = 45$; non-SciTec: $t = -13.946$, $p \leq 0.001$, $\eta_p^2 = 0.890$, $n = 25$) and from pre- to follow-up test (SciTec: $t = -12.369$, $p \leq 0.001$, $\eta_p^2 = 0.777$, $n = 45$; non-SciTec: $t = -11.020$, $p \leq 0.001$, $\eta_p^2 = 0.835$, $n = 25$) in the SciTec- as well as in the non-SciTec subgroup.

A significant difference in loss of knowledge from post- to follow-up test between both subgroups could not be identified ($F(1,68) = 0.518$, $p = 0.474$, $\eta_p^2 = 0.008$). According to paired samples t-tests, knowledge in both groups decreased significantly from post- to follow-up test with medium and high effect sizes, respectively (SciTec: $t = 2.214$, $p = 0.032$, $\eta_p^2 = 0.100$, $n = 45$; non-SciTec: $t = 3.059$, $p = 0.005$, $\eta_p^2 = 0.281$, $n = 25$).

3.4.2. Academic Self-Concepts (RQ 4.2)

Within the group of weekly participants, an independent samples t-test revealed pretest equality between SciTec and non-SciTec students only for the biology-related ASC ($t(86) = 1.320$, $p = 0.190$, $\omega^2 = 0.008$). On the other hand, within the block course group, no pretest differences between the two subgroups were found for the biology-related ($t(68) = 1.045$, $p = 0.300$, $\omega^2 = 0.001$), chemistry-related ($t(68) = 1.718$, $p = 0.090$, $\omega^2 = 0.028$) and physics-related ($t(68) = 1.753$, $p = 0.084$, $\omega^2 = 0.030$) ASC. In this case, two-way measures ANOVAs were performed next.

Regarding the chemistry- ($t(86) = 3.806$, $p \leq 0.001$, $\omega^2 = 0.133$), physics- ($t(86) = 4.893$, $p \leq 0.001$, $\omega^2 = 0.207$) and technology-related ($t(86) = 6.670$, $p \leq 0.001$, $\omega^2 = 0.331$) ASCs of weekly participants and the technology-related ASC within the block course group ($t(68) = 6.286$, $p \leq 0.001$, $\omega^2 = 0.365$), a priori differences were revealed between SciTec- and non-SciTec students. Because of these pretest differences, ANCOVAs were performed with pretest values as the covariate.

The results of the analyses show no significant differences in the development of the ASCs between the subgroups (Table 7). This means that both groups of pre-service primary teachers benefited equally from taking the course in terms of ASC development. With one exception, paired samples *t*-tests revealed significant increases in biology- ($SciTec_{weekly}$: $t = -4.151$, $p \leq 0.001$, $\eta_p^2 = 0.226$, $n = 60$; $SciTec_{block}$: $t = -6.069$, $p \leq 0.001$, $\eta_p^2 = 0.456$, $n = 45$; non-$SciTec_{block}$: $t = -3.343$, $p = 0.003$, $\eta_p^2 = 0.318$, $n = 25$), chemistry- ($SciTec_{weekly}$: $t = -3.784$, $p \leq 0.001$, $\eta_p^2 = 0.195$, $n = 60$; non-$SciTec_{weekly}$: $t = -3.414$, $p = 0.002$, $\eta_p^2 = 0.302$, $n = 28$; $SciTec_{block}$: $t = -4.282$, $p \leq 0.001$, $\eta_p^2 = 0.294$, $n = 45$; non-$SciTec_{block}$: $t = -2.351$, $p = 0.027$, $\eta_p^2 = 0.187$, $n = 25$), physics- ($SciTec_{weekly}$: $t = -2.333$, $p = 0.023$, $\eta_p^2 = 0.084$, $n = 60$; non-$SciTec_{weekly}$: $t = -3.173$, $p = 0.004$, $\eta_p^2 = 0.272$, $n = 28$; $SciTec_{block}$: $t = -2.667$, $p = 0.011$, $\eta_p^2 = 0.139$, $n = 45$; non-$SciTec_{block}$: $t = -2.156$, $p = 0.041$, $\eta_p^2 = 0.162$, $n = 25$) and technology-related ($SciTec_{weekly}$: $t = -3.628$, $p \leq 0.001$, $\eta_p^2 = 0.182$, $n = 60$; non-$SciTec_{weekly}$: $t = -5.726$, $p \leq 0.001$, $\eta_p^2 = 0.548$, $n = 28$; $SciTec_{block}$: $t = -3.697$, $p \leq 0.001$, $\eta_p^2 = 0.237$, $n = 45$; non-$SciTec_{block}$: $t = -3.973$, $p \leq 0.001$, $\eta_p^2 = 0.397$, $n = 25$) ASCs in all four subgroups with high or medium effect sizes, respectively. There is no statistically significant change in the biology-related ASC from pre- to posttest in the group of non-SciTec pre-service teachers, who took part in the weekly course format ($t = -1.675$; $p = 0.106$, $n = 28$; Table 7).

Table 7. Means (M) and standard deviations (SD) of biology-, chemistry-, physics- and technology-related ASCs at both measurement times comparing weekly participants with a SciTec major ($n = 60$) and a different major ($n = 28$) and participants of the block format with a SciTec major ($n = 45$) and a different major ($n = 25$). *p*-values and effect sizes η_p^2 are given for inner- and intergroup comparison.

Scale	Group	Subgroup	Reference Time	M	SD	*p*	η_p^2	p_{groups}	$\eta_{p,\ groups}^2$
biology-related ASC	weekly	SciTec	Pre	3.82	0.88	0.000 ***	0.226	0.365	0.010
			Post	4.19	0.76				
		non-SciTec	Pre	3.56	0.85	0.106	0.094		
			Post	3.79	0.72				
	block	SciTec	Pre	3.83	0.81	0.000 ***	0.456	0.870	0.000
			Post	4.22	0.65				
		non-SciTec	Pre	3.59	1.11	0.003 **	0.318		
			Post	4.00	1.04				
chemistry-related ASC	weekly	SciTec	Pre	3.31	1.04	0.000 ***	0.195	0.473	0.006
			Post	3.65	0.97				
		non-SciTec	Pre	2.42	0.97	0.002 **	0.302		
			Post	2.93	0.93				
	block	SciTec	Pre	3.18	1.04	0.000 ***	0.294	0.255	0.019
			Post	3.51	0.96				
		non-SciTec	Pre	2.72	1.12	0.027 *	0.187		
			Post	3.29	1.01				
physics-related ASC	weekly	SciTec	Pre	3.43	0.96	0.023 *	0.084	0.310	0.012
			Post	3.67	0.94				
		non-SciTec	Pre	2.35	0.99	0.004 **	0.272		
			Post	2.75	0.97				
	block	SciTec	Pre	3.19	0.99	0.011 *	0.139	0.320	0.019
			Post	3.36	1.01				
		non-SciTec	Pre	2.75	1.03	0.041 *	0.162		
			Post	3.07	0.68				

Table 7. *Cont.*

Scale	Group	Subgroup	Reference Time	M	SD	*p*	η_p^2	p_{groups}	$\eta_{p,\ groups}^2$
technology-related ASC	weekly	SciTec	Pre	3.54	0.70	0.001 ***	0.182	0.336	0.012
			Post	3.92	0.77				
		non-SciTec	Pre	2.48	0.68	0.000 ***	0.548		
			Post	3.13	0.85				
	block	SciTec	Pre	3.62	0.70	0.001 ***	0.237	0.660	0.003
			Post	3.86	0.72				
		non-SciTec	Pre	2.41	0.88	0.001 ***	0.397		
			Post	3.13	0.89				

Significance levels: $p \leq 0.05$ significant (*), $p \leq 0.01$ very significant (**), $p \leq 0.001$ highly significant (***) [203]; effect size: $0.01 \leq \eta_p^2 < 0.06$: Small effect, $0.06 \leq \eta_p^2 < 0.14$: Medium effect, $\eta_p^2 \geq 0.14$: Large effect [201].

4. Discussion

In this study, the impact of an interdisciplinary university course on pre-service primary school teachers' CK and ASCs in science and technology has been examined. This is intended to contribute to providing learning environments that inherently hold the potential to foster professional knowledge and motivational orientations concerning multiple disciplines—in this case, biology, chemistry, physics and technology—simultaneously. Not only does this take into account the interdisciplinary nature of General Studies [3], but it may also be a possible solution to making the most profitable use of the limited time often allotted to this broad subject in university teacher education [43,44].

4.1. The Intervention's Impact on Pre-Service Primary Teachers' CK and ASCs

4.1.1. Cognitive Gain

Consistent with previous studies [22–28] the pretest results indicate rather low declarative CK of pre-service primary teachers in science and technology. Regarding the relevance of teachers' CK for the development of PCK and the teaching activities [55,58,68] as well as the difficulty level of the items, a dilemma of primary teacher education becomes apparent. Theoretically, all questions of the test could be answered correctly by the participants already in the pretest, since they correspond to the secondary school level according to the analysis of the textbooks (see Section 2.4.1). Since this is not the case, it can be assumed that some university courses suppose basic CK that is not available at all. How can possible alternative conceptions of children be analyzed and discussed in a seminar if the pre-service teachers do not have the CK to even recognize these misconceptions? Do lecturers go over this and directly teach university-level CK, or do they invest time to help pre-service teachers refresh CK at secondary school level, which is—according to [94]—the level of CK that they will need for their professional practice? The latter objective is pursued by the present intervention.

In contrast to the BG, there are short- and long-term gains in the EG in terms of substantive, declarative CK in science and technology (RQ 1.1). Course design took into account previous findings on learning environments that have led to gain in CK, such as content focus [102,103] and a moderate constructivist setting [106]. Making assumptions before conducting the experiment or mind-mapping at the beginning of the course activate prior knowledge that can be referred to during the course and reflected upon through the activities. Follow-up studies could investigate, among other things, whether omitting mind-mapping results in even lower CK scores in the pretest. Other factors that may have led to an increase in knowledge include: Study materials to refresh or reinforce CK (one-page texts), debrief in plenary to clarify ambiguities or questions and application of CK in planning experiment-based science/technology lessons (see Section 2.2).

Due to the interdisciplinary nature of many questions, a division according to the four disciplines was dispensed with in the evaluation. Similar to the study by Niermann [144], a test could also be used in the future in which the items can be clearly assigned to a discipline.

However, this would not meet the interdisciplinary course concept and the requirements regarding an interdisciplinary mindset of General Studies teachers [13]. Another, more open way to investigate cross-linked CK would be the concept mapping method, which was used in the study of [102]. The validity of the knowledge test and the generalizability of the results are discussed in Section 4.4., also with the help of the interpretation of the results for RQ 2.

4.1.2. Science- and Technology-Related Academic Self-Concepts

So far, it has been an open question whether pre-service primary teachers differentiate between different domains of science (biology, chemistry, physics) respectively General Studies (science, technology, history, geography and politics) in their ASCs. For school context, it has been found that pupils differentiate between related (sub-)domains and content areas within a subject [121,204,205]. Gabriel-Busse et al. [121] showed that, despite multi-perspective teaching practice of General Studies, German primary school children develop five subject-specific ASCs (science, technology, history, geography and politics) that can be empirically distinguished from one another. Science domain-specific ASCs were not found. According to the results of the factor analysis, participants of this study do not have a "general" scientific-technical ASC or, for example, a science ASC and a technology ASC. Instead, they distinguish between their abilities in biology, chemistry, physics and technology, both in the pre- and posttest. These findings could result from the fact that in most German secondary schools, these four subjects are traditionally taught separately and not interdisciplinarily as in other countries [205]. Moreover, many General Studies courses at university only relate to one of these subjects [43]. Different performance experiences in these subjects lead to a differentiation of ASCs, with contrast effects also playing a role [206]. As in previous studies [32,33], the biology-related ASC is rated highest, whereas the chemistry- and physics-related ASC is rated lowest.

Factor cross-loadings of $\lambda \geq 0.30$ arising in the rotated factor matrix of the posttest data for factor 3 (physics-related ASC) and factor 4 (technology-related ASC; see Table A3) might be an indication that participating in an integrative educational setting leads to change in the ASC structure. The intervention emphasizes connections between the disciplines and focuses on interdisciplinary competencies such as problem-solving skills needed for experimentation (Section 2.2). In an interdisciplinary setting, contrast effects and the use of dimensional reference norms [114,134,206] may therefore play a minor role in affecting the ASC. Jansen et al. [204] also found that the learning environment can influence ASC structures: Correlations between the three ASC subscales biology, chemistry and physics were significantly higher in the group of ninth-grade students who were taught science in an integrated subject for several years, compared to students who were taught the three sciences separately. Subsequent longitudinal studies should therefore investigate the structural stability [110] of pre-service primary teachers' ASCs. Moving toward a "general scientific-technical ASC" by attending several interdisciplinary courses may be evidence of more coherent thinking. This would meet both the goals of General Studies, being an integrative subject [3,45], and the recommendations recorded in the qualification model concerning teacher education for General Studies [13].

The results of our study indicate that a single course has the potential to reinforce pre-service primary teachers' ASC in multiple science and technology domains (RQ 1.2). While in the EG, ASC increased significantly in all four subscales from pre- to posttest with high effect sizes, there were no changes in ASCs in the BG. Comparing the change in ASCs between the two groups, the difference is significant, but the effect sizes are small to moderate. This may be due to the unequal size of the comparison groups since this can affect effect size [195]. A follow-up study with a larger sample, especially with regard to the BG, should therefore investigate whether this positive trend is confirmed. If follow-up studies confirm these small to moderate effects, the results should lead to the conclusion that such one-semester intervention does indeed have a small or moderate impact on ASC development (although not a large effect).

Looking at the results of previous studies, it can be assumed that the interdisciplinary character of the intervention plays an essential role in the positive development of ASCs: While in the work of [119,147] physics-related and technology-related ASCs, respectively, did not change significantly through courses that addressed only one domain at a time, pre-service teachers' science-related ASCs increased during a program of study with several modules integrating science [32]. In Janssen's study [120], assessing the effects of a one-semester seminar integrating biology and chemistry, the chemistry-related ASC of pre-service primary teachers also developed positively. Future studies should investigate whether participants' domain-specific ASCs remain stable at the posttest level over the course of the study, similar to [32], or whether they change due to the influence of other courses or practical experience at school.

The following course activities or components may have resulted in the positive development of participants' ASCs: By independently acquiring CK through experimentation and applying professional knowledge when planning lessons, they can experience their competencies and gain positive learning experiences [108,110,135]. A positive, supportive learning atmosphere, mentioned by participants in the open-ended responses [171], is also cited in the literature as a factor influencing self-concept [110]. Verbal feedback during the work phases, written feedback on the planning products [135,136] and the debriefing phases promote reflection on own competencies. These continuous feedback structures and the comparison with requirements, such as the learning objectives of the course (criterial reference norm, [110]), help to assess one's state of performance. Using temporal comparisons [110,133], participants may find that they have more science and technology CK at the end of the course than at the beginning. The influence of grades, which are also frequently used as a source for performance evaluation [123,207], can be excluded since these were not assigned during the survey period. In addition, by anonymizing the written feedback by the lecturer and setting objective feedback criteria, we tried to minimize the negative effects of social comparisons [16,112,133].

4.2. Impact of the Course Format

This study contributes to filling the research gaps in the field of higher education regarding the impact of course format (RQ 3) on students' development of professional competencies [153].

Our findings are in line with the majority of previous research showing that block courses lead to equal or even better knowledge gains than weekly courses [155–157,159,160]. The significantly higher short-term cognitive scores of the block course participants could be related to the fact that the course was not interrupted by other courses due to its format and position in the lecture-free period. This can lead to less stress [208], a more positive learning atmosphere [209], a higher level of concentration on the learning content, a more continuous learning experience and a more intense and more efficient mental linking of the contents in comparison to the weekly format [148,158,210,211].

However, it is more important to examine the differences in terms of long-term CK retention, as "retention is considered the more serious test because it shows which knowledge is retained or stable over longer time periods" ([170], p. 21). If it turns out that block course participants lose a lot of CK from the course after six months, it is questionable to offer this course format, as it usually still takes time for them to apply the knowledge in professional practice. Again, there are slight advantages for block course participants, but only with small effect sizes and only when the type of participation is factored out. Future studies need to investigate whether this outcome is also observed when the variables "type of participation" and "major field of study" are simultaneously partialized out. In this study, this was not possible due to existing examination regulations, according to which non-SciTec students cannot be obliged to attend the course.

Besides, it is striking that among the weekly group, the CK remained stable from the post to the follow-up test, while the knowledge of the block course participants decreased significantly. In terms of long-term knowledge gain, participants of the weekly format could

benefit from learning less content at once, which they can process and deepen gradually over weeks [148,165,166]. Follow-up studies covering a longer observation period than two months after the end of the course could provide further evidence for this.

Similar to Bateson's results [167], block course participants have an advantage in short-term CK gain, but there are no differences between the groups in ASC change between the pretest and posttest. Both course formats are equally beneficial to the positive development of science- and technology-related ASCs. Thus, the period over which a course runs (a semester, i.e., several months, as opposed to four days) does not appear to be a determining factor in the development of pre-service teachers' ASCs in this case. The trends observed in the studies by [154,159] (see Section 1.3) are not supported by our findings.

4.3. Impact of the Major Field of Study

One of the important things to consider when examining the effects of different course formats is the pre-existing knowledge of the participants, as this can have an impact on learning success [151]. Based on previous studies, showing that primary teachers with a science background have a higher science CK than those without a science major [22,45], it was assumed that non-SciTec students would have lower science and technology CK than SciTec students at pretest. This has been confirmed only for the group of weekly participants. In the block format group, CK of the non-SciTecs was also lower in the pretest but did not differ significantly from that of the SciTecs. One possible reason for these differences could be Burton and Nesbit's [151] finding that students who are more confident in a subject are more likely to choose the block format. This also matches the results that the pretest ASCs of the weekly non-SciTec participants were significantly lower than those of the SciTec students in three subscales, whereas this was the case in the block format group in only one subscale (see Section 3.4.2). Burton and Nesbit's thesis, however, is refuted when the pretest CK scores of the weekly and the block course participants are considered more globally. The scores of both SciTecs and non-SciTecs who attend weekly are each comparatively higher than those of block course participants. In future studies, the number of participants per subgroup should be as similar and as large as possible because unequal study group sizes and sample size affect test power and effect size [195].

Overall, while controlling for pretest scores using ANCOVAs when necessary, both pre-service teachers with and without a SciTec major benefit from the course in terms of CK and ASC, regardless of whether they attend weekly or the block course (RQ 4). Regarding the ASC, the intervention seems to include situations and factors that lead to a positive development of science- and technology-related ASC for both groups of pre-service teachers (see Section 4.1.2). With a heterogeneous learning group and an instructional setting that thrives on interaction with one another (see Section 2.2), social comparisons [16,112,117,133] are also expected to have an impact on ASC. In addition to the aforementioned attempt to avoid the negative effects of social comparisons, non-SciTecs may have found that their knowledge and skills in science and technology are similar when compared to SciTec students.

In line with the findings of [137,138], however, the comparison of short- and long-term CK gains within the block course group also demonstrates that the major field of study can be a factor influencing ASC development. The combination of a course format that has hitherto been little represented in university teaching with learning content from areas that are rarely or completely untouched in one's studies may be one of the reasons why non-SciTecs show a significantly higher increase in knowledge.

4.4. Limitations and Implications for Further Research

Due to the existing examination regulations, many of the pre-service teachers attended the course voluntarily. It can be assumed that mainly those interested in such training participated in the intervention. According to Richter [212], teachers who already have a higher CK level are more likely to attend professional training. Participants could also choose the course format they prefer. Thus, in subsequent studies, randomized assignment

of pre-service teachers to the groups (EG/BG and weekly/block) would be appropriate. Otherwise, differences in the outcomes could already be due to self-selection. However, such an experimental design is often difficult to implement in regular university teaching under the given examination regulations. Burton and Nesbit also point out that "random assignment of students to traditional or block classes is unlikely to be acceptable to students, ethics committees or to universities, given the normal practice of allowing students to choose between available alternatives" ([151], p. 6).

As mentioned above, in addition to increasing the sample size per subgroup, the stability of CK and ASC over a longer period than two months after the end of the course should be examined to better assess the sustainability of the intervention.

Regarding the cognitive questionnaire, the following limitations should be noted: CK is domain-specific [213]. That is, a high CK in one topic (e.g., human respiratory system) does not necessarily imply high CK in another topic (e.g., human senses). Even though the questionnaire covers several topics from science and technology, only course-specific content is assessed, which limits the generalizability of the results. The same applies to the type of knowledge. In future studies, not only the development of declarative CK but also that of procedural or situational CK could be investigated, as these are also relevant for professional action [54]. In preparing the analysis of the cognitive test, we were also confronted with a reliability-validity trade-off [214]: A broad coverage of the knowledge under investigation usually increases validity, but this may lead to low reliability of the test. We tried to find a balance by using a test that represents a wide variety of topics and by choosing a low discriminability value that led to the exclusion of items, as is recommended for broad constructs [195]. Nevertheless, several items had to be removed, which on the one hand led to acceptable reliability (see Section 2.5), but on the other hand, may result in lower validity. Referring to the findings of Paulick and colleagues [116], our study tested the validity of the knowledge test by correlating CK increases with changes in ASCs (RQ 2). The more the participants gained CK, the more their physics- and technology-related self-concept increased. No significant correlations were found for the biology- and chemistry-related ASCs. These results can be interpreted to the effect that the questionnaire—after removal of the items according to the above criteria—adequately covers the CK in the disciplines of physics and technology and that there is further need for optimization for the disciplines of biology and chemistry. This need is alleviated when the results on correlations with the external criterion "last school grade" are added. Here, weak but significant correlations were found between CK posttest scores and school grades in biology, chemistry and physics. As with [72], high school GPA (grade point average) could additionally be used for external testing of knowledge test's validity in the future.

As an online questionnaire was used, it cannot be ruled out that participants relied on external help to answer the questions, even if they were asked not to do so. Due to the anonymity of the test and the lack of an examination character, it was not expected that external help would be used. The instrument "online questionnaire" was deliberately chosen because it offers many advantages: There are more ways to present the questions, resource consumption is less, and with open-ended answers, there is no difficulty deciphering the handwriting. Missing values are reduced because participants are alerted to missing responses, and data entry time and errors are minimized as data no longer need to be entered manually by the person conducting the evaluation. The primary reason, though, was that it would otherwise have been difficult to reach participants for the follow-up test two months after the end of the course.

In this study, the instructor of the intervention was also the researcher. The influence of this confounding variable [215] was minimized by considering several aspects of course delivery, data collection and data analysis: The effect of "teaching to the test" was avoided by the course setting, which emphasized self-directed knowledge acquisition through experimentation, and by the abundance of supplementary material provided after the experiments (see Section 2.2). To ensure objectivity in conducting the study [195], the links to the online questionnaires were always sent by the same test administrator with the same

instructions and information via the digital message forum in all course runs. Objectivity of data analysis was ensured by using a predominantly closed-response format, a scoring key for the open-ended responses in the cognitive test and a standardized data analysis procedure (see Section 2.5). Since CK alone is not sufficient ensure to lead to effective instruction or to improve pupil achievement [60,216] future studies should also consider the intervention's impact on pre-service teachers' PCK. It could be explored, for example, whether attending the course reinforces pre-service teachers' PCK about primary school children's (alternative) conceptions of course topics. Referring to the finding that CK is negatively correlated with PCK self-concept [117], we could also examine whether gains in CK lead pre-service teachers to have more pessimistic perceptions of their PCK.

5. Conclusions

In summary, this study shows that a single interdisciplinary university course holds the potential to positively impact not only pre-service primary teachers' CK but also their ASC in several disciplines. Thus, interdisciplinary interventions of this kind could be one way of addressing the challenges facing the primary teacher education system worldwide (see introduction). The course concept has been proven to be suitable for a heterogeneous learner population. The finding that the course format can significantly influence the CK is relevant not only to the design of university curricula and courses but also to the offering of voluntary professional development courses in teacher education.

Author Contributions: Conceptualization, research design, methodology, data collection, validation, data analysis, visualization, writing—original draft, funding acquisition, M.M.B.; supervision, data analysis, writing—review and editing, K.D.; supervision, conceptualization and funding acquisition, A.P. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This work was funded by the "Qualitätsoffensive Lehrerbildung", a joint initiative of the Federal Government and the Länder, which aims to improve the quality of teacher training. The program is funded by the Federal Ministry of Education and Research (BMBF). The authors are responsible for the content of this publication; grant number 0JA1507. We gratefully acknowledge the support of the Open Access Publication Fund of the University of Wuppertal (grant number: GoldOA-PUBL20210923).

Institutional Review Board Statement: Ethical review and approval were waived for this study because, according to the German legislation on research involving human subjects, ethical approval is only required when sensitive data are collected, when physical interventions are performed, or when subjects could be harmed. Before the start of the study, all participants were informed of the aims of the study, that participation was voluntary, that by completing the questionnaire they were giving their consent to participate voluntarily, that participation could be discontinued at any time, and that full anonymity was guaranteed.

Informed Consent Statement: Informed consent was obtained from all subjects involved in the study.

Data Availability Statement: The data presented in this study are available on request from the corresponding author.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest. The funders had no role in designing the study, in data collection, in analyzing and interpreting the data, or in writing the manuscript.

Appendix A

Table A1. Examples of textbooks and handouts used to ensure the curricular validity of the cognitive questionnaire.

Topic (Subtopic)	Content Level	Reference
Bionics (Lotus effect)	primary school secondary school university	[217,218] [219,220] [221–224]
The human body (air and respiratory system)	primary school secondary school university	[225–229] [230–232] [233–236]

Table A2. Sample questions (cognitive questionnaire).

Original Question with Corresponding Items	Translation of Sample Question with Corresponding Items	Type of Question	Disciplines	Content Level	Complexity Level
Es geht nun um die Phasenübergänge zwischen den Aggregatzuständen fest, flüssig und gasförmig. Geben Sie die Bezeichnung (ein Wort genügt, z.B. "Schmelzen") für die genannten Vorgänge an. Falls Sie es nicht wissen, setzen Sie ein Fragezeichen (?). • fest zu gasförmig: ___ • flüssig zu fest: ___ • gasförmig zu flüssig: ___ • flüssig zu gasförmig: ___	It is now about the phase transitions between the physical states of matter (solid, liquid, and gas). Enter the term (one word is sufficient, e.g., "melting") for the processes mentioned. If you don't know, put a question mark (?). • solid to gas: ___ • liquid to solid: ___ • gas to liquid: ___ • liquid to gas: ___	open-ended question	chemistry, physics	primary school, secondary school (solid to gas: secondary school, university level)	fact
Welche dieser Geräte gehören zu den zweiseitigen Hebeln? Kreuzen Sie alles Zutreffende an! • Schere • Wippe • Schubkarre • Nussknacker	Which of these devices belong to the two-sided levers? Tick all that apply! • scissors • rocker • wheelbarrow • nutcracker	closed-ended question	physics, technology	secondary school	relations/concepts

Table A2. *Cont.*

Original Question with Corresponding Items	Translation of Sample Question with Corresponding Items	Type of Question	Disciplines	Content Level	Complexity Level
Beim Blutdruckmessen einer Ihnen unbekannten Person zeigt Ihr Blutdruckmessgerät folgende Werte an: Blutdruck: 90/60. Welche dieser Aussagen sind dann korrekt? • Die Zahl 90 steht für den systolischen Blutdruck, 60 für den diastolischen Blutdruck. • Die Zahl 90 steht für den diastolischen Blutdruck, 60 für den systolischen Blutdruck. • Sie können ableiten, dass dies der ideale Blutdruck einer 10 bis 30-jährigen Person ist. • Sie können ableiten, dass dies der ideale Blutdruck eines Kindes unter 10 Jahren ist.	When measuring the blood pressure of a person you do not know, your blood pressure monitor shows the following values: Blood pressure: 90/60. Which of these statements are correct? • The number 90 stands for systolic blood pressure, 60 for diastolic blood pressure. • The number 90 stands for diastolic blood pressure, 60 for systolic blood pressure. • You can deduce that this is the ideal blood pressure for a 10- to 30-year-old. • You can deduce that this is the ideal blood pressure for a child under 10 years of age.	closed-ended question	biology, physics	secondary school, university	relations/concepts

Table A3. Assignment of items to factors (rotated factor matrix) and communalities (h^2). Loadings that led to the assignment of the variables to the factor/subscale are highlighted in gray. Factor loadings $\lambda < 0.30$, interpreted as low [193], are not shown.

Item Abbreviation (Pre/Post)	Factor 1 (Pre/Post)	Factor 2 (Pre/Post)	Factor 3 (Pre/Post)	Factor 4 (Pre/Post)	h^2 (Pre/Post)
1-6					
TU31_03/NT19_11	0.689/0.781	-	-	-	0.490/0.640
TU31_05/NT19_01	0.875/0.896	-	-	-	0.794/0.827
TU31_08/NT19_06	0.832/0.754	-	-	-	0.715/0.598
TU31_06/NT19_05	-	0.878/0.877	-	-	0.792/0.808
TU31_11/NT19_10	-	0.910/0.910	-	-	0.864/0.873
TU31_13/NT19_12	-	0.887/0.820	-	-	0.837/0.736
TU31_09/NT19_18	-	-	0.846/0.877	-/0.328	0.784/0.894
TU31_14/NT19_15	-	-	0.836/0.856	-	0.803/0.817
TU31_16/NT19_08	-	-	0.876/0.808	-/0.305	0.844/0.760
TU31_02/NT19_04	-	-	-	0.805/0.896	0.735/0.913
TU31_15/NT19_14	-	-	0.342/0.361	0.716/0.754	0.641/0.711
TU31_17/NT19_17	-	-	-/0.373	0.755/0.680	0.705/0.649

References

1. Bybee, R.W. Achieving Scientific Literacy. *Sci. Teach.* **1995**, *62*, 28–33.
2. Mammes, I.; Schaper, N.; Strobel, J. Professionalism and the Role of Teacher Beliefs in Technology Teaching in German Primary Schools—An Area of Conflict. In *Teachers' Pedagogical Beliefs: Definition and Operationalisation—Connections to Knowledge and Performance—Development and Change*; König, J., Ed.; Waxmann: Münster, Germany, 2012; pp. 91–105.

3. Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU). *Perspektivrahmen Sachunterricht*; Klinkhardt: Bad Heilbrunn, Germany, 2013.
4. National Research Council. *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*; National Academies Press: Washington, DC, USA, 2012.
5. van den Akker, J.J.H. The Science Curriculum: Between Ideals and Outcomes. In *International Handbook of Science Education*; Fraser, B.J., Tobin, K.G., Eds.; Kluwer: Dordrecht, The Netherlands, 1998; pp. 421–447. [CrossRef]
6. Skolverket Sweden. Curriculum for the Compulsory School, Preschool Class and School-Age Educare 2001, Revised 2018. Available online: https://www.skolverket.se/getFile?file=3984 (accessed on 21 October 2021).
7. Zhengmei, P.; Shaoyang, W. Der Sachunterrichtslehrplan der chinesischen Grundschule. In *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts*, 2nd ed.; Kahlert, J., Fölling-Albers, M., Götz, M., Hartinger, A., Miller, S., Wittkowske, S., Eds.; Klinkhardt: Bad Heilbrunn, Germany, 2015; pp. 304–309.
8. Lange-Schubert, K.; Hartinger, A. Lehrerkompetenzen im Sachunterricht. In *Sachunterricht—Didaktik für die Grundschule*, 5th ed.; Hartinger, A., Lange-Schubert, K., Eds.; Cornelsen: Berlin, Germany, 2020; pp. 26–37.
9. Shulman, L.S. Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educ. Res.* **1986**, *15*, 4–14. [CrossRef]
10. Shulman, L.S. Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harv. Educ. Rev.* **1987**, *57*, 1–23. [CrossRef]
11. Baumert, J.; Kunter, M. The COACTIV Model of Teachers' Professional Competence. In *Cognitive Activation in the Mathematics Classroom and Professional Competence of Teachers: Results from the COACTIV Project*; Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S., Neubrand, M., Eds.; Springer: New York, NY, USA, 2013; pp. 25–48. [CrossRef]
12. Berg, T.; Brouwer, W. Teacher awareness of student alternate conceptions about rotational motion and gravity. *J. Res. Sci. Teach.* **1991**, *28*, 3–18. [CrossRef]
13. Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU). *Qualitätsrahmen Lehrerbildung—Sachunterricht und Seine Didaktik*; Klinkhardt: Bad Heilbrunn, Germany, 2019.
14. Blömeke, S.; Gustaffson, J.-E.; Shavelson, R.J. Beyond Dichotomies: Competence Viewed as a Continuum. *Z. Psychol.* **2015**, *223*, 3–13. [CrossRef]
15. Trautwein, U.; Möller, J. Self-Concept: Determinants and Consequences of Academic Self-Concept in School Contexts. In *Psychosocial Skills and School Systems in the 21st Century. Theory, Research, and Practice*; Lipnevich, A.A., Preckel, F., Roberts, R.D., Eds.; Springer International Publishing: Basel, Switzerland, 2016; pp. 187–214. [CrossRef]
16. Dickhäuser, O. Fähigkeitsselbstkonzepte—Entstehung, Auswirkung, Förderung. *Z. Padagog. Psychol.* **2006**, *20*, 5–8. [CrossRef]
17. Kleickmann, T. Professionelle Kompetenz von Primarschullehrkräften im Bereich des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts. *Z. Grund.* **2015**, *8*, 7–22.
18. Landwehr, B. Distanzen von Lehrkräften und Studierenden des Sachunterrichts zur Physik. In *Eine Qualitativ-Empirische Studie zu den Ursachen*; Logos: Berlin, Germany, 2002.
19. Köster, H.; von Balluseck, H.; Kraner, R. Technische Bildung im Elementar—und Primarbereich. In *Technische Bildung für Alle: Ein vernachlässigtes Schlüsselelement der Innovationspolitik*; Buhr, R., Hartmann, E.A., Eds.; VDI/VDE Innovation + Technik GmbH: Berlin, Germany, 2008; pp. 33–54.
20. Möller, K. Naturwissenschaftliches Lernen in der Grundschule—Welche Kompetenzen brauchen Grundschullehrkräfte? In *Lehrerbildung: IGLU und die Folgen*; Merkens, H., Ed.; Leske + Budrich: Opladen, Germany, 2004; pp. 65–84.
21. Yeung, A.S.; Craven, R.G.; Kaur, G. Teachers' self-concept and valuing of learning: Relations with teaching approaches and beliefs about students. *Asia-Pac. J. Teach. Educ.* **2014**, *42*, 305–320. [CrossRef]
22. Harlen, W. Primary Teachers' Understanding in Science and its Impact in the Classroom. *Res. Sci. Educ.* **1997**, *27*, 323–337. [CrossRef]
23. Kruger, C.; Summers, M. Primary School Teachers' Understanding of Science Concepts. *J. Educ. Teach.* **1988**, *14*, 259–265. [CrossRef]
24. Murphy, C.; Smith, G. The impact of a curriculum course on pre-service primary teachers' science content knowledge and attitudes towards teaching science. *Ir. Educ. Stud.* **2012**, *31*, 77–95. [CrossRef]
25. Senocak, E. Prospective Primary School Teachers' Perceptions on Boiling and Freezing. *Aust. J. Teach. Educ.* **2009**, *34*, 27–38. [CrossRef]
26. Smith, D.C.; Neale, D.C. The construction of subject matter knowledge in primary science teaching. *Teach. Teach. Educ.* **1989**, *5*, 1–20. [CrossRef]
27. Stevens, C.; Wenner, G. Elementary Preservice Teachers' Knowledge and Beliefs Regarding Science and Mathematics. *Sch. Sci. Math.* **1996**, *96*, 2–9. [CrossRef]
28. Urban-Woldron, H. Fachwissen—ein wichtiger Bestandteil des Professionswissens von Volksschullehrkräften? Eine empirische Studie zu einer Lehrveranstaltung im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. *R.E.-SOURCE* **2014**, *1*, 36–48.
29. Appleton, K. Elementary Science Teaching. In *Handbook of Research on Science Education*; Abell, S.K., Lederman, N.G., Eds.; Lawrence Erlbaum: Mahwah, NJ, USA, 2007; pp. 493–535.
30. Fleer, M. Early Childhood Science Teacher Education. In *Encyclopedia of Science Education*; Gunstone, R., Ed.; Springer: Dordrecht, The Netherlands, 2015; pp. 347–354. [CrossRef]
31. Mant, J.; Summers, M. Some primary school teachers' understanding of the earth's place in the universe. *Res. Pap. Educ.* **1993**, *8*, 101–129. [CrossRef]

32. Göhring, A. Naturwissenschaftlich integrierte Lehrerbildung an der Universität—Modellversuch Naturwissenschaft und Technik (NWT). In *Vielperspektivität im Sachunterricht*; Giest, H., Hartinger, A., Tänzer, S., Eds.; Klinkhardt: Bad Heilbrunn, Germany, 2017; pp. 201–208.
33. Pahl, A. Unterrichten von Natur und Technik in Kindergarten und Primarschule: Zu den Vorlieben von Lehramtsstudierenden. In *Naturwissenschaftliche Kompetenzen in der Gesellschaft von Morgen, Proceedings of the Annual Meeting of the Society for the Principles of Teaching Chemistry and Physics (GDCP), Wien, Australia, 9 September 2019*; Habig, S., Ed.; University of Duisburg-Essen: Duisburg/Essen, Germany, 2020; pp. 625–628.
34. Book, C.L.; Freeman, D.J. Differences in Entry Characteristics of Elementary and Secondary Teacher Candidates. *J. Teach. Educ.* **1986**, *37*, 47–51. [CrossRef]
35. Billich-Knapp, M.; Künstig, J.; Lipowsky, F. Profile der Studienwahlmotivation bei Grundschullehramtsstudierenden. *Z. Pädagogik* **2012**, *58*, 696–719.
36. König, J.; Rothland, M.; Darge, K.; Lünnemann, M.; Tachtsoglou, S. Erfassung und Struktur berufswahlrelevanter Faktoren für die Lehrerausbildung und den Lehrerberuf in Deutschland, Österreich und der Schweiz. *Z. Erzieh.* **2013**, *16*, 553–577. [CrossRef]
37. Trojer, P. *Wer Wird Lehrer/Lehrerin? Konzepte der Berufswahl und Befunde zur Entwicklung des Berufswunsches Lehrer/in und ihre Bedeutung für das Studium*; Klinkhardt: Bad Heilbrunn, Germany, 2018.
38. Weiß, S.; Braune, A.; Steinherr, E.; Kiel, E. Studium Grundschullehramt. Zur problematischen Kompatibilität von Studien-/Berufswahlmotiven und Berufsvorstellungen. *Z. Grund.* **2009**, *2*, 126–138.
39. Marsh, H.W.; Yeung, A.S. Coursework selection: Relations to academic self-concept and achievement. *Am. Educ. Res. J.* **1997**, *34*, 691–720. [CrossRef]
40. Davis, E.A.; Petish, D.; Smithey, J. Challenges New Science Teachers Face. *Rev. Educ. Res.* **2006**, *76*, 607–651. [CrossRef]
41. Döhrmann, M.; Hacke, S.; Buchholz, C. Nationale und internationale Typen an Ausbildungsgängen zur Primarstufenlehrkraft. In *TEDS-M 2008. Professionelle Kompetenz und Lerngelegenheiten Angehender Primarstufenlehrkräfte im Internationalen Vergleich*; Blömeke, S., Kaiser, G., Lehmann, R., Eds.; Waxmann: Münster, Germany, 2010; pp. 55–71.
42. Blömeke, S.; Kaiser, G.; Lehmann, R. TEDS-M 2008 Primarstufe: Ziele, Untersuchungsanlage und zentrale Ergebnisse. In *TEDS-M 2008. Professionelle Kompetenz und Lerngelegenheiten Angehender Primarstufenlehrkräfte im Internationalen Vergleich*; Blömeke, S., Kaiser, G., Lehmann, R., Eds.; Waxmann: Münster, Germany, 2010; pp. 11–38.
43. Schilling, Y.; Beudels, M.; Kuckuck, M.; Preisfeld, A. Sachunterrichtsbezogene Teilstudiengänge aus NRW auf dem Prüfstand. Eine Dokumentenanalyse der Bachelor—und Masterprüfungsordnungen. *HLZ* **2021**, *4*, 178–195. [CrossRef]
44. Baumgardt, I.; Kaiser, A. Lehrer—und Lehrerinnenbildung. In *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts*, 2nd ed.; Kahlert, J., Fölling-Albers, M., Götz, M., Hartinger, A., Miller, S., Wittkowske, S., Eds.; Klinkhardt: Bad Heilbrunn, Germany, 2015; pp. 73–82.
45. Schmidt, M. *Professionswissen von Sachunterrichtslehrkräften: Zusammenhangsanalyse zur Wirkung von Ausbildungshintergrund und Unterrichtserfahrung Auf das fachspezifische Professionswissen im Unterrichtsinhalt "Verbrennung"*; Logos: Berlin, Germany, 2015.
46. Riese, J.; Reinhold, R. Fachbezogene Kompetenzmessung und Kompetenzentwicklung bei Lehramtsstudierenden der Physik im Vergleich verschiedener Studiengänge. *Lehr. Prüfstand* **2009**, *2*, 104–125.
47. Porsch, R. Fachfremdes Unterrichten in Deutschland: Welche Rolle spielt die Lehrerbildung? In *Professionelles Handeln im Fachfremd Erteilten Mathematikunterricht*; Porsch, R., Rösken.Winter, B., Eds.; Springer Spektrum: Wiesbaden, Germany, 2020; pp. 29–47. [CrossRef]
48. Porsch, R.; Wendt, H. Aus- und Fortbildung von Mathematik—und Sachunterrichtslehrkräften. In *TIMSS 2015. Mathematische und Naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im Internationalen Vergleich*; Wendt, H., Bos, W., Selter, C., Köller, O., Schwippert, K., Kasper, D., Eds.; Waxmann: Münster, Germany; New York, NY, USA, 2016; pp. 189–204.
49. Harada, N. Lebenskundeunterricht als integrativ-anschlussfähiges Schulfach Japans. In *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts*, 2nd ed.; Kahlert, J., Fölling-Albers, M., Götz, M., Hartinger, A., Miller, S., Wittkowske, S., Eds.; Klinkhardt: Bad Heilbrunn, Germany, 2015; pp. 289–293.
50. Vogt, M. Sachunterricht in Frankreich. In *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts*, 2nd ed.; Kahlert, J., Fölling-Albers, M., Götz, M., Hartinger, A., Miller, S., Wittkowske, S., Eds.; Klinkhardt: Bad Heilbrunn, Germany, 2015; pp. 279–284.
51. Meschede, N.; Hartinger, A.; Möller, K. Sachunterricht in der Lehrerinnen—und Lehrerbildung. Rahmenbedingungen, Befunde und Perspektiven. In *Handbuch Lehrerinnen—und Lehrerbildung*; Cramer, C., König, J., Rothland, M., Blömeke, S., Eds.; Klinkhardt: Bad Heilbrunn, Germany, 2020; pp. 541–548. [CrossRef]
52. Möller, K.; Kleickmann, T.; Lange-Schubert, K.; Todorova, M. Professionelle Kompetenz für den naturwissenschaftlichen Sachunterricht—ihre Bedeutung für Unterrichtsqualität und Möglichkeiten ihrer Förderung. In *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften der Chemie und Physik*; Fischler, H., Sumfleth, E., Eds.; Logos: Berlin, Germany, 2017; pp. 157–183.
53. Grossmann, P.L. *The Making of a Teacher: Teacher Knowledge and Teacher Education*; Teachers College Press: New York, NY, USA, 1990.
54. Artelt, C.; Kunter, M. Kompetenzen und berufliche Entwicklung von Lehrkräften. In *Psychologie für den Lehrberuf*; Urhahne, D., Dresel, M., Fischer, F., Eds.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2019; pp. 395–415. [CrossRef]
55. Baumert, J.; Kunter, M.; Blum, W.; Brunner, M.; Voss, T.; Jordan, A.; Klusmann, U.; Krauss, S.; Neubrand, M.; Tsai, Y.-M. Teachers' Mathematical Knowledge, Cognitive Activation in the Classroom, and Student Progress. *Am. Educ. Res. J.* **2010**, *47*, 133–180. [CrossRef]

56. Grossman, P.L.; Schoenfeld, A.H.; Lee, C. Teaching subject matter. In *Preparing Teachers for a Changing World: What Teachers Should Learn and Be Able to Do*; Darling-Hammond, L., Bransford, J.D., Eds.; Jossey-Bass: San Francisco, CA, USA, 2005; pp. 201–231.
57. Ball, D.L.; Thames, M.H.; Phelps, G. Content Knowledge for Teaching: What Makes It Special? *J. Teach. Educ.* **2008**, *59*, 389–407. [CrossRef]
58. Hashweh, M.Z. Effects of subject-matter knowledge in the teaching of biology and physics. *Teach. Teach. Educ.* **1987**, *3*, 109–120. [CrossRef]
59. Schwab, J.J. *Science, Curriculum, and Liberal Education: Selected Essays*; The University of Chicago Press: Chicago, IL, USA, 1978.
60. Abell, S.K. Research on science teacher knowledge. In *Handbook of Research on Science Education*; Abell, S.K., Lederman, N.G., Eds.; Lawrence Erlbaum: Mahwah, NJ, USA, 2007; pp. 1105–1149.
61. Grossman, P.L.; Wilson, S.M.; Shulman, L.S. Teachers of substance: Subject matter knowledge for teaching. In *Knowledge Base for the Beginning Teacher*; Reynolds, M.C., Ed.; Pergamon Press: Oxford, UK, 1989; pp. 23–36.
62. Abd-El-Khalick, F.; BouJaoude, S. An exploratory study of the knowledge base for science teaching. *J. Res. Sci. Teach.* **1997**, *34*, 673–699. [CrossRef]
63. Anderson, L.W.; Krathwohl, D.R. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing. A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*; Longman: New York, NY, USA, 2001.
64. Paris, S.G.; Lipson, M.Y.; Wixson, K.K. Becoming a strategic reader. *Contemp. Educ. Psychol.* **1983**, *8*, 293–316. [CrossRef]
65. Shavelson, R.J.; Ruiz-Primo, M.A.; Wiley, E.W. Windows into the mind. *High. Educ.* **2005**, *49*, 413–430. [CrossRef]
66. Capraro, R.; Capraro, M.; Parker, D.; Kulm, G.; Raulerson, T. The Mathematics Content Knowledge Role in Developing Preservice Teachers' Pedagogical Content Knowledge. *J. Res. Child. Educ.* **2005**, *20*, 102–118. [CrossRef]
67. Depaepe, F.; Torbeyns, J.; Vermeersch, N.; Janssens, D.; Janssen, R.; Kelchtermans, G.; Verschaffel, L.; Dooren, W.V. Teachers' content and pedagogical content knowledge on rational numbers: A comparison of prospective elementary and lower secondary school teachers. *Teach. Teach. Educ.* **2015**, *47*, 82–92. [CrossRef]
68. Käpylä, M.; Heikkinen, J.-P.; Asunta, T. Influence of Content Knowledge on Pedagogical Content Knowledge: The case of teaching photosynthesis and plant growth. *Int. J. Sci. Educ.* **2009**, *31*, 1395–1415. [CrossRef]
69. Kind, V. Pedagogical content knowledge in science education: Perspectives and potential for progress. *Stud. Sci. Educ.* **2009**, *45*, 169–204. [CrossRef]
70. Ma, L. *Knowing and Teaching Elementary Mathematics: Teachers' Understanding of Fundamental Mathematics in China and the United States*; Lawrence Erlbaum: Hillsdale, NJ, USA, 1999. [CrossRef]
71. van Driel, J.H.; de Jong, O.; Verloop, N. The Development of Preservice Chemistry Teachers' Pedagogical Content Knowledge. *Sci. Educ.* **2002**, *86*, 572–590. [CrossRef]
72. Großschedl, J.; Harms, U.; Kleickmann, T.; Glowinski, I. Preservice Biology Teachers' Professional Knowledge: Structure and Learning Opportunities. *J. Sci. Teach. Educ.* **2015**, *26*, 291–318. [CrossRef]
73. Riese, J.; Reinhold, P. Die professionelle Kompetenz angehender Physiklehrkräfte in verschiedenen Ausbildungsformen. Empirische Hinweise für eine Verbesserung des Lehramtsstudiums. *Z. Erzieh.* **2012**, *15*, 111–143. [CrossRef]
74. Dollny, S.; Tepner, O. CK und PCK von Chemielehrkräften—Unterschiede und Zusammenhänge. In *Konzepte fachdidaktischer Strukturierung für den Unterricht, Proceedings of the Annual Meeting of the Society for the Principles of Teaching Chemistry and Physics (GDCP), Oldenburg, Germany, 19–22 November 2011*; Bernholt, S., Ed.; LIT-Verlag: Münster, Germany, 2012; pp. 212–214.
75. Riese, J.; Reinhold, P. Empirische Erkenntnisse zur Struktur professioneller Handlungskompetenz von angehenden Physiklehrkräften. *Z. Didakt. Nat.* **2010**, *16*, 167–187.
76. Rohaan, E.J. Testing Teacher Knowledge for Technology Teaching in Primary Schools. Ph.D. Thesis, Eindhoven University of Technology, Eindhoven, The Netherlands, 2009. [CrossRef]
77. Tröbst, S.; Kleickmann, T.; Heinze, A.; Anschütz, A.; Rink, R.; Kunter, M. Teacher knowledge experiment: Testing mechanisms underlying the formation of preservice elementary school teachers' pedagogical content knowledge concerning fractions and fractional arithmetic. *J. Educ. Psychol.* **2018**, *110*, 1049–1065. [CrossRef]
78. Bromme, R. Kompetenzen, Funktionen und unterrichtliches Handeln des Lehrers. In *Enzyklopädie der Psychologie. Serie 1: Pädagogische Psychologie. Psychologie des Unterrichts und der Schule*; Weinert, F.E., Ed.; Hogrefe: Göttingen, Germany, 1997; Volume 3, pp. 177–212.
79. Lange, K. Professionelle Kompetenzen von Lehrkräften im Sachunterricht. In *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts*, , 2nd ed.; Kahlert, J., Fölling-Albers, M., Götz, M., Hartinger, A., Miller, S., Wittkowske, S., Eds.; Klinkhardt: Bad Heilbrunn, Germany, 2015; pp. 82–87.
80. Kallery, M. Early-Years Teachers' Professional Upgrading in Science: A Long-Term Programme. *Res. Sci. Educ.* **2018**, *48*, 437–464. [CrossRef]
81. Sabel, J.L.; Forbes, C.T.; Flynn, L. Elementary teachers' use of content knowledge to evaluate students' thinking in the life sciences. *Int. J. Sci. Educ.* **2016**, *38*, 1077–1099. [CrossRef]
82. Putnam, R.T.; Heaton, R.M.; Prawat, R.S.; Remillard, J. Teaching Mathematics for Understanding: Discussing Case Studies of Four Fifth-Grade Teachers. *Elem. Sch. J.* **1992**, *93*, 213–228. [CrossRef]
83. Tobin, K.; Tippins, D.J.; Gallard, A.J. Research on Instructional Strategies for Teaching Science. In *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*; Gabel, D.L., Ed.; Macmillan Publishing Company: New York, NY, USA, 1994; pp. 45–93.
84. Baumert, J.; Blum, W.; Neubrand, M. Drawing the lessons from PISA 2000. *Z. Erzieh.* **2004**, *7*, 143–157. [CrossRef]

85. Luera, G.R.; Moyer, R.H.; Everett, S.A. What type and level of science content knowledge of elementary education students affect their ability to construct an inquiry-based science lesson? *J. Elem. Sci. Educ.* **2005**, *17*, 12–25. [CrossRef]
86. Rohaan, E.J.; Taconis, R.; Jochems, W.M.G. Analysing teacher knowledge for technology education in primary schools. *Int. J. Technol. Des. Educ.* **2012**, *22*, 271–280. [CrossRef]
87. Schoon, K.J.; Boone, W.J. Self-efficacy and alternative conceptions of science of preservice elementary teachers. *Sci. Educ.* **1998**, *82*, 553–568. [CrossRef]
88. Velthuis, C.; Fisser, P.; Pieters, J. Teacher Training and Pre-service Primary Teachers' Self-Efficacy for Science Teaching. *J. Sci. Teach. Educ.* **2014**, *25*, 445–464. [CrossRef]
89. Heller, J.I.; Daehler, K.R.; Wong, N.; Shinohara, M.; Miratrix, L. Differential Effects of Three Professional Development Models on Teacher Knowledge and Student Achievement in Elementary Science. *J. Res. Sci. Teach.* **2012**, *49*, 333–362. [CrossRef]
90. Hill, H.C.; Rowan, B.; Ball, D.L. Effects of Teachers' Mathematical Knowledge for Teaching on Student Achievement. *Am. Educ. Res. J.* **2005**, *42*, 371–406. [CrossRef]
91. Ohle, A.; Fischer, H.E.; Kauertz, A. Der Einfluss des physikalischen Fachwissens von Primarstufenlehrkräften auf Unterrichtsgestaltung und Schülerleistung. *Z. Didakt. Nat.* **2011**, *17*, 357–389.
92. Secretariat of the Standing Conference of the Ministers of Education and Cultural Affairs of the Länder in the Federal Republic of Germany. Ländergemeinsame Inhaltliche Anforderungen für Die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung (Beschluss vom 16.10.2008 i. d. F. vom 16.05.2019). Available online: https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2008/2008_10_16-Fachprofile-Lehrerbildung.pdf (accessed on 8 September 2021).
93. Blömeke, S.; Kaiser, G.; Lehmann, R.; König, J.; Döhrmann, M.; Buchholtz, C.; Hacke, S. TEDS-M: Messung von Lehrerkompetenzen im internationalen Vergleich. In *Lehrprofessionalität. Bedingungen, Genese, Wirkungen und Ihre Messung*; Zlatkin-Troitschanskaia, O., Beck, K., Sembrill, D., Nickolaus, R., Mulder, R., Eds.; Beltz: Weinheim, Germany, 2009; pp. 181–210.
94. Anders, Y.; Hardy, I.; Sodian, B.; Steffensky, M. Zieldimensionen naturwissenschaftlicher Bildung im Grundschulalter und ihre Messung. In *Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung "Haus der Kleinen Forschung"*; der Kleinen Forscher, S.H., Ed.; SCHUBI Lernmedien: Schaffhausen, Germany, 2013; pp. 83–146.
95. Döhrmann, M.; Kaiser, G.; Blömeke, S. The Conceptualisation of Mathematics Competencies in the International Teacher Education Study TEDS-M. In *International Perspectives on Teacher Knowledge, Beliefs and Opportunities to Learn*; Blömeke, S., Hsieh, F.-J., Kaiser, G., Schmidt, W.H., Eds.; Springer: Dordrecht, The Netherlands, 2014; pp. 431–456. [CrossRef]
96. Ohle, A. *Primary School Teachers' Content Knowledge in Physics and Its Impact on Teaching and Students' Achievement*; Logos: Berlin, Germany, 2010.
97. Tatto, M.T.; Schwille, J.; Senk, S.L.; Ingvarson, L.; Peck, R.; Rowley, G. *Teacher Education and Development Study in Mathematics (TEDS-M). Policy, Practice, and Readiness to Teach. Primary and Secondary Mathematics. Conceptual Framework*; Teacher Education and Development International Study Center, College of Education, Michigan State University: East Lansing, MI, USA, 2008.
98. Ohle, A.; Boone, W.J.; Fischer, H.E. Investigating the impact of teachers' physics CK on students outcomes. *Int. J. Sci. Math. Educ.* **2015**, *13*, 1211–1233. [CrossRef]
99. Arzi, H.J.; White, R.T. Change in teachers' knowledge of subject matter: A 17-year longitudinal study. *Sci. Educ.* **2008**, *92*, 221–251. [CrossRef]
100. Brunner, M.; Kunter, M.; Krauss, S.; Baumert, J.; Blum, W.; Dubberke, T.; Jordan, A.; Klusmann, U.; Tsai, Y.M.; Neubrand, M. Welche Zusammenhänge bestehen zwischen dem fachspezifischen Professionswissen von Mathematiklehrern und ihrer Ausbildung sowie beruflichen Fortbildung? *Z. Erzieh.* **2006**, *9*, 521–544. [CrossRef]
101. Summers, M.; Kruger, C. A longitudinal study of constructivist approach to improving primary science teachers' subject matter knowledge in science. *Teach. Teach. Educ.* **1994**, *10*, 499–519. [CrossRef]
102. Kratz, J.; Schaal, S.; Heran-Dörr, E. Fachwissen von Lehramtsstudierenden zum Thema "Leben in extremen klimatischen Bedingungen"—Erhebung des Fachwissens im Rahmen einer Interventionsstudie. *J. GDSU* **2013**, *3*, 23–36.
103. Desimone, L.M. Improving Impact Studies of Teachers' Professional Development: Toward Better Conceptualizations and Measures. *Educ. Res.* **2009**, *38*, 181–199. [CrossRef]
104. Möller, K. Konstruktivistische Sichtweisen für das Lernen in der Grundschule? In *Forschungen zu Lehr—Und Lernkonzepten für Die Grundschule (Jahrbuch Grundschulforschung, 4)*; Roßbach, H.-G., Nölle, K., Czerwenka, K., Eds.; Leske + Budrich: Opladen, Germany, 2001; pp. 16–31.
105. Riemeier, T. Moderater Konstruktivismus. In *Theorien in der Biologiedidaktischen Forschung*; Krüger, D., Vogt, H., Eds.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2007; pp. 69–79. [CrossRef]
106. Möller, K.; Hardy, I.; Jonen, A.; Kleickmann, T.; Blumberg, E. Naturwissenschaften in der Primarstufe. Zur Förderung konzeptuellen Verständnisses durch Unterricht und zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildungen. In *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms BiQua*; Prenzel, M., Allolio-Näcke, L., Eds.; Waxmann: Münster, Germany, 2006; pp. 161–193.
107. Kunter, M.; Klusmann, U.; Baumert, J.; Richter, D.; Voss, T.; Hachfeld, A. Professional competences of teachers: Effects on instructional quality and student development. *J. Educ. Psychol.* **2013**, *105*, 805–820. [CrossRef]
108. Shavelson, R.J.; Hubner, J.J.; Stanton, G.C. Self-Concept: Validation of Construct Interpretations. *Rev. Educ. Res.* **1976**, *46*, 407–441. [CrossRef]

109. Ghazvini, S.D. Relationships between Academic Self-concept and Academic Performance in High School Students. *Procedia-Soc. Behav. Sci.* **2011**, *15*, 1034–1039. [CrossRef]
110. Möller, J.; Trautwein, U. Selbstkonzept. In *Pädagogische Psychologie*, 2nd ed.; Wild, E., Möller, J., Eds.; Springer: Heidelberg, Germany, 2015; pp. 177–199. [CrossRef]
111. Marsh, H.W.; Shavelson, R.J. Self-Concept: Its Multifaceted, Hierarchical Structure. *Educ. Psychol.* **1985**, *20*, 107–125. [CrossRef]
112. Marsh, H.W.; Byrne, B.M.; Shavelson, R.J. A multifaceted academic self-concept: Its hierarchical structure and its relation to academic achievement. *J. Educ. Psychol.* **1988**, *80*, 366–380. [CrossRef]
113. Marsh, H.W. The structure of academic self-concept: The Marsh/Shavelson model. *J. Educ. Psychol.* **1990**, *82*, 623–636. [CrossRef]
114. Möller, J.; Köller, O. Die Genese akademischer Selbstkonzepte. *Psychol. Rundsch.* **2004**, *55*, 19–27. [CrossRef]
115. Adenstedt, V. Pilotierung eines Fragebogens zur Erhebung des Technischen Selbstkonzepts von durchschnittlich Neunjährigen. *J. Tech. Educ.* **2018**, *6*, 9–29.
116. Paulick, I.; Großschedl, J.; Harms, U.; Möller, J. Preservice Teachers' Professional Knowledge and Its Relation to Academic Self-Concept. *J. Teach. Educ.* **2016**, *67*, 173–182. [CrossRef]
117. Sorge, S.; Keller, M.M.; Neumann, K.; Möller, J. Investigating the relationship between pre-service physics teachers' professional knowledge, self-concept, and interest. *J. Res. Sci. Teach.* **2019**, *56*, 937–955. [CrossRef]
118. Kleickmann, T.; Tröbst, S.; Jonen, A.; Vehmeyer, J.; Möller, K. The Effects of Expert Scaffolding in Elementary Science Professional Development on Teachers' Beliefs and Motivations, Instructional Practices, and Student Achievement. *J. Educ. Psychol.* **2015**, *108*, 21–42. [CrossRef]
119. Peschel, M. SelfPro: Entwicklung von Professionsverständnissen und Selbstkonzepten angehender Lehrkräfte beim Offenen Experimentieren. In *Profession und Disziplin. Jahrbuch Grundschulforschung*; Miller, S., Holler-Nowitzki, B., Kottmann, B., Lesemann, S., Letmathe-Henkel, B., Meyer, N., Schroeder, R., Velten, K., Eds.; Springer: Wiesbaden, Germany, 2018; Volume 22, pp. 191–196. [CrossRef]
120. Janssen, M.K. Mit biologischen Inhalten Brücken zur Chemie bauen. Entwicklung und Erprobung Eines Seminars für Sachunterrichtsstudierende. Ph.D. Thesis, University of Siegen, Siegen, Germany, 2015.
121. Gabriel-Busse, K.; Kastens, C.P.; Kucharz, D. Fachspezifisch oder nicht?—Eine Studie zur Analyse der Binnenstruktur des Selbstkonzepts Sachunterricht. *Z. Grund.* **2018**, *11*, 333–348. [CrossRef]
122. Wigfield, A.; Eccles, J.S. The development of achievement task values: A theoretical analysis. *Dev. Rev.* **1992**, *12*, 265–310. [CrossRef]
123. Helmke, A.; van Aken, M.A.G. The causal ordering of academic achievement and self-concept of ability during elementary school: A longitudinal study. *J. Educ. Psychol.* **1995**, *87*, 624–637. [CrossRef]
124. Valentine, J.C.; DuBois, D.L.; Cooper, H. The Relation Between Self-Beliefs and Academic Achievement: A Meta-Analytic Review. *Educ. Psychol.* **2004**, *39*, 111–133. [CrossRef]
125. Guskey, T.R. Teacher efficacy, self-concept, and attitudes toward the implementation of instructional innovation. *Teach. Teach. Educ.* **1988**, *4*, 63–69. [CrossRef]
126. Hughes, T.M. The Prediction of Teacher Burnout through Personality Type, Critical Thinking, and Self-Concept. In Proceedings of the Annual Meeting of the Mid-South Educational Research Association, Mobile, AL, USA, 11–13 November 1987.
127. Aspy, D.N.; Buhler, J.H. The Effect of Teacher's Inferred Self Concept upon Student Achievement. *J. Educ. Res.* **1975**, *68*, 386–389. [CrossRef]
128. Marsh, H.W.; Craven, R.G. Reciprocal Effects of Self-Concept and Performance from a Multidimensional Perspective: Beyond Seductive Pleasure and Unidimensional Perspectives. *Perspect. Psychol. Sci.* **2006**, *1*, 133–162. [CrossRef]
129. Hill, H.C. The Nature and Predictors of Elementary Teachers' Mathematical Knowledge for Teaching. *J. Res. Math. Educ.* **2010**, *41*, 513–545. [CrossRef]
130. Buse, M.; Damerau, K.; Preisfeld, A. A scientific out-of-school programme on neurobiology employing CLIL. Its impact on the cognitive acquisition and experimentation-related ability self-concepts. *Int. J. Environ. Sci. Educ.* **2018**, *13*, 647–660.
131. Damerau, K. Molekulare und Zell-Biologie im Schülerlabor. Ph.D. Thesis, University of Wuppertal, Wuppertal, Germany, 2012.
132. Paulick, I.; Großschedl, J.; Harms, U.; Möller, J. How teachers perceive their expertise: The role of dimensional and social comparisons. *Contemp. Educ. Psychol.* **2017**, *51*, 114–122. [CrossRef]
133. Marsh, H.W.; Salah Abduljabbar, A.; Parker, P.D.; Abdelfattah, F.; Nagengast, B.; Möller, J.; Abu-Hilal, M.M. The Internal/External Frame of Reference Model of Self-Concept and Achievement Relations: Age-Cohort and Cross-Cultural Differences. *Am. Educ. Res. J.* **2015**, *52*, 168–202. [CrossRef]
134. Wolff, F.; Helm, F.; Zimmermann, F.; Nagy, G.; Möller, J. On the Effects of Social, Temporal, and Dimensional Comparisons on Academic Self-Concept. *J. Educ. Psychol.* **2018**, *110*, 1005–1025. [CrossRef]
135. Bong, M.; Skaalvik, E.M. Academic Self-Concept and Self-Efficacy: How Different Are They Really? *Educ. Psychol. Rev.* **2003**, *15*, 1–40. [CrossRef]
136. Lüdtke, O.; Köller, O.; Marsh, H.W.; Trautwein, U. Teacher frame of reference and the big-fish-little-pond effect. *Contemp. Educ. Psychol.* **2005**, *30*, 263–285. [CrossRef]
137. Beudels, M.; Preisfeld, A.; Damerau, K. Impact of an Experiment-Based Intervention on Pre-Service Primary School Teachers' Experiment-Related and Science Teaching-Related Self-Concepts. *Interdiscip. J. Environ. Sci. Educ.* **2022**, *18*, e2258. [CrossRef]

138. Franken, N.; Damerau, K.; Preisfeld, A. "Experimentieren kann ich gut!"—Experimentbezogene Fähigkeitsselbstkonzepte von Lehramtsstudierenden der Fächer Biologie, Chemie und Sachunterricht. *Z. Didakt. Biol.-Biol. Lehre. Lern.* **2020**, *24*, 48–66. [CrossRef]
139. Labudde, P. Fächerübergreifender naturwissenschaftlicher Unterricht—Mythen, Definitionen, Fakten. *Z. Didakt. Nat.* **2014**, *20*, 11–19. [CrossRef]
140. Schwichow, M.; Zaki, K.; Hellmann, K.; Kreutz, J. Quo vadis? Kohärenz in der Lehrerbildung. In *Kohärenz in der Lehrerbildung*; Hellmann, K., Kreutz, J., Schwichow, M., Zaki, K., Eds.; Springer: Wiesbaden, Germany, 2019; pp. 331–350. [CrossRef]
141. Labudde, P. Fächerübergreifender Unterricht in und mit Physik: Eine zu wenig genutzte Chance. *PhyDid-A* **2003**, *1*, 48–66.
142. Aström, M. Defining Integrated Science Education and Putting It to Test. Ph.D. Thesis, Linköping University, Norrköping, Sweden, 2008.
143. Menon, D.; Sadler, T.D. Preservice Elementary Teachers' Science Self-Efficacy Beliefs and Science Content Knowledge. *J. Sci. Teach. Educ.* **2016**, *27*, 649–673. [CrossRef]
144. Niermann, A. *Professionswissen von Lehrerinnen und Lehrern des Mathematik—und Sachunterrichts*; Klinkhardt: Bad Heilbrunn, Germany, 2017.
145. Gerdes, A. Zur Wirksamkeit von Integriertem Naturwissenschaftlichem Unterricht. Ph.D. Thesis, University of Kassel, Kassel, Germany, 2001.
146. Federal Statistical Office. Lehrkräfte nach Schularten und Beschäftigung. Schuljahr 2019/20. Stand: 20. Oktober 2020. Available online: https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bildung-Forschung-Kultur/Schulen/Tabellen/allgemeinbildende-beruflicheschulen-lehrkraefte.html (accessed on 8 September 2021).
147. Rehfeldt, D.; Straube, P.; Köster, H. Längsschnittstudie im Grundschulpädagogik-Sachunterrichtsstudium: Selbstkonzepte & Überzeugungen (1-Jahres-Daten). In *Naturwissenschaftliche Kompetenzen in der Gesellschaft von Morgen, Proceedings of the Annual Meeting of the Society for the Principles of Teaching Chemistry and Physics (GDCP), Wien, Australia, 9–12 September 2019*; Habig, S., Ed.; University of Duisburg-Essen: Duisburg/Essen, Germany, 2020; pp. 924–927.
148. Fischer, H.; Peters, B. *Blockveranstaltungen—Lehrformat für Eine Heterogene Studierendenschaft*; Discussion Paper 1; Zentrum für Hochschulbildung, TU Dortmund University: Dortmund, Germany, 2012. Available online: https://d-nb.info/1112267018/34 (accessed on 8 September 2021).
149. French, S. *The Benefits and Challenges of Modular Higher Education Curricula*; Issues and Ideas Paper; Melbourne Centre for the Study of Higher Education, The University of Melbourne: Parkville, Australia, 2015. Available online: https://melbourne-cshe.unimelb.edu.au/__data/assets/pdf_file/0006/2774391/Benefits_Challenges_Modular_Higher_Ed_Curricula_SFrench_v3-green-2.pdf (accessed on 8 September 2021).
150. Samarawickrema, G.; Cleary, K. Block Mode Study: Opportunities and Challenges for a New Generation of Learners in an Australian University. *Stud. Success* **2021**, *12*, 13–23. [CrossRef]
151. Burton, S.; Nesbit, P.L. Block or traditional? An analysis of student choice of teaching format. *J. Manag. Organ.* **2008**, *14*, 4–19. [CrossRef]
152. Holley, D.; Park, S. Lessons learned around the block: An analysis of research on the impact of block scheduling on science teaching and learning. In *Education Research Highlights in Mathematics, Science, and Technology*; Shelley, M., Pehlivan, M., Eds.; ISRES Publishing: Ames, IA, USA, 2017; pp. 132–138.
153. Dixon, L.; O'Gorman, V. 'Block teaching'—exploring lecturers' perceptions of intensive modes of delivery in the context of undergraduate education. *J. Furth. High. Educ.* **2019**, *44*, 583–595. [CrossRef]
154. Hilkenmeier, J.; Sommer, S. Praxisnahe Fallarbeit—Block versus wöchentliches Seminar. Ein Vergleich zweier Veranstaltungsformate in der Lehrerinnen—und Lehrerbildung. *Beiträge Lehr.-Lehr.* **2014**, *32*, 88–100.
155. Metzger, C.; Haag, J. Ich könnte nie wieder zu einem, normalen "Stundenplan zurück!"—Zur Reorganisation der Lehre in einem Bachelor-Studiengang IT Security. In *HDI 2012—Informatik für Eine Nachhaltige Zukunft, Proceedings of the 5th Symposium Hochschuldidaktik der Informatik, Hamburg, Germany, 6–7 November 2012*; Forbrig, P., Rick, D., Schmolitzky, A., Eds.; Universitätsverlag Potsdam: Potsdam, Germany, 2013; pp. 67–78.
156. Kucsera, J.V.; Zimmaro, D.M. Comparing the Effectiveness of Intensive and Traditional Courses. *Coll. Teach.* **2010**, *58*, 62–68. [CrossRef]
157. Caskey, S.R. Learning Outcomes in Intensive Courses. *J. Contin. High. Educ.* **1994**, *42*, 23–27. [CrossRef]
158. Daniel, E.L. A Review of Time-Shortened Courses across Disciplines. *Coll. Stud. J.* **2000**, *34*, 298–308.
159. Schaal, S.; Randler, S. Konzeption und Evaluation eines computergestützten kooperativen Blockseminars zur Systematik der Blütenpflanzen. *Z. Hochsch.* **2004**, *2*, 1–18. [CrossRef]
160. van Scyoc, L.J.; Gleason, J. Traditional or Intensive Course Lengths? A Comparison of Outcomes in Economics Learning. *J. Econ. Educ.* **1993**, *24*, 15–22. [CrossRef]
161. Henebry, K. The Impact of Class Schedule on Student Performance in a Financial Management Course. *J. Educ. Bus.* **1997**, *73*, 114–120. [CrossRef]
162. Petrowsky, M.C. *The Two Week Summer Macroeconomics Course: Success or Failure*; Glendale Community College: Glendale, AZ, USA, 1996. Available online: https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED396779.pdf (accessed on 8 September 2021).
163. McCreary, J.; Hausman, C. *Differences in Student Outcomes between Block, Semester, and Trimester Schedules*; University of Utah: Salt Lake City, UT, USA, 2001. Available online: https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED457590.pdf (accessed on 8 September 2021).

164. Wilson, E.; Looney, S.; Stair, K. The Impact of Block Scheduling on Agricultural Education: A Nine Year Comparative Study. *J. Career Tech. Educ.* **2005**, *22*, 43–54. [CrossRef]
165. Spence, M.J. Block Versus Traditional Scheduling in High School: Teacher and Student Attitudes. Ph.D. Thesis, Lindenwood University, St. Charles, MO, USA, 1 July 2020.
166. Yang, J.; Zhan, L.; Wang, Y.; Du, X.; Zhou, W.; Ning, X.; Sun, Q.; Moscovitch, M. Effects of learning experience on forgetting rates of item and associative memories. *Learn. Mem.* **2016**, *23*, 365–378. [CrossRef]
167. Bateson, D.J. Science Achievement in Semester and All-Year Courses. *J. Res. Sci. Teach.* **1990**, *27*, 233–240. [CrossRef]
168. Wodzinski, R. Physikalische Fachkonzepte anbahnen—Anschlussfähigkeit verbessern. In *Physikdidaktik Grundlagen*, 4th ed.; Kircher, E., Girdwidz, R., Fischer, H.E., Eds.; Springer Spektrum: Berlin, Germany, 2020; pp. 573–602. [CrossRef]
169. Cramer, C. Kohärenz und Relationierung in der Lehrerinnen—und Lehrerbildung. In *Handbuch Lehrerinnen—und Lehrerbildung*; Cramer, C., König, J., Rothland, M., Blömeke, S., Eds.; Klinkhardt: Bad Heilbrunn, Germany, 2020; pp. 269–279. [CrossRef]
170. Randler, C.; Kranich, K.; Eisele, M. Block scheduled versus traditional biology teaching—An educational experiment using the water lily. *Instr. Sci.* **2008**, *36*, 17–25. [CrossRef]
171. Beudels, M.; Schilling, Y.; Preisfeld, A. Mit Experimenten zu Wasserläufer & Co Kohärenz Erleben—Potenziale Eines Interdisziplinären, Experimentellen Kurses zur Professionalisierung Angehender Sachunterrichtslehrkräfte. DiMaWe. Under Review.
172. Kaiser, A. *Praxisbuch Handelnder Sachunterricht (Band 4)*; Schneider Hohengehren: Baltmannsweiler, Germany, 2014.
173. Wagenschein, M. Teaching to Understand: On the Concept of the Exemplary in Teaching. In *Teaching as A Reflective Practice. The German Didaktik Tradition*; Westbury, I., Hopmann, S.T., Riquarts, K., Eds.; Lawrence Erlbaum: Mahwah, NJ, USA, 2000; pp. 161–175.
174. Ministry for School and Further Education North Rhine-Westphalia (MSW NRW). *Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen*; Ritterbach: Frechen, Germany, 2008.
175. Macke, G.; Hanke, U.; Viehmann-Schweizer, P.; Raether, W. *Kompetenzorientierte Hochschuldidaktik*, 3rd ed.; Beltz: Weinheim, Germany, 2016.
176. Prenzel, M.; Geiser, H.; Langeheine, R.; Lobemeier, K. Das naturwissenschaftliche Verständnis am Ende der Grundschule. In *Erste Ergebnisse aus IGLU*; Bos, W., Lankes, E.-M., Prenzel, M., Schwippert, K., Valtin, R., Walther, G., Eds.; Waxmann: Münster, Germany, 2003; pp. 143–187.
177. Stampfl, M.; Saurer, W. Hinterlässt der Physikunterricht Spuren?—Das Interesse am Physikunterricht im Rückblick von Studierenden. *PhyDid A-Phys. Didakt. Sch. Hochsch.* **2020**, *1*, 1–11.
178. Posner, G.J.; Strike, K.A.; Hewson, P.W.; Gertzog, W.A. Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. *Sci. Educ.* **1982**, *66*, 211–227. [CrossRef]
179. Giest, H. *Die Naturwissenschaftliche Perspektive Konkret*; Klinkhardt: Bad Heilbrunn, Germany, 2017.
180. Mammes, I.; Zolg, M. Technische Aspekte. In *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts*, 2nd ed.; Kahlert, J., Fölling-Albers, M., Götz, M., Hartinger, A., Miller, S., Wittkowske, S., Eds.; Klinkhardt: Bad Heilbrunn, Germany, 2015; pp. 143–149.
181. SoSci Survey (Computer Software). Available online: https://www.soscisurvey.de/ (accessed on 8 September 2021).
182. Rost, J. *Lehrbuch Testtheorie—Testkonstruktion*, 2nd ed.; Huber: Bern, Switzerland, 2004.
183. Lipton, A.; Huxham, G.J. Comparison of multiple-choice and essay testing in preclinical physiology. *Br. J. Med. Educ.* **1970**, *4*, 228–238. [CrossRef] [PubMed]
184. Bridgeman, B.; Lewis, C. The Relationship of Essay and Multiple-choice Scores with Grades in College Courses. *J. Educ. Meas.* **1994**, *31*, 37–50. [CrossRef]
185. Strack, F. "Order Effects" in Survey Research: Activation and Information Functions of Preceding Questions. In *Context Effects in Social and Psychological Research*; Schwarz, N., Sudman, S., Eds.; Springer: New York, NY, USA, 1992; pp. 23–34. [CrossRef]
186. Bühner, M. *Einführung in Die Test—Und Fragebogenkonstruktion*, 4th ed.; Pearson: München, Germany, 2021.
187. Kauertz, A.; Kleickmann, T.; Ewerhardy, A.; Fricke, K.; Lange, K.; Ohle, A.; Pollmeier, K.; Tröbst, S.; Walper, L.; Fischer, H.; et al. *Dokumentation der Erhebungsinstrumente im Projekt PLUS*; Forschergruppe und Graduiertenkolleg nwu-essen: Duisburg/Essen, Germany, 2011.
188. Kaiser, H.F.; Rice, J. Little Jiffy, Mark IV. *Educ. Psychol. Meas.* **1974**, *34*, 111–117. [CrossRef]
189. Janssen, J.; Laatz, W. *Statistische Datenanalyse Mit SPSS*, 9th ed.; Springer Gabler: Berlin, Germany, 2017. [CrossRef]
190. Bartlett, M.S. The Effect of Standardization on a Chi Square Approximation in Factor Analysis. *Biometrika* **1951**, *38*, 337–344. [CrossRef]
191. Backhaus, K.; Erichson, B.; Wulff, P.; Weiber, R. *Multivariate Analysemethoden*, 15th ed.; Springer Gabler: Berlin/Heidelberg, Germany, 2018. [CrossRef]
192. Noormann, P. *Mehrstufige Eigenmarken—Eine Empirische Analyse von Zielen, Erfolgsdeterminanten und Grenzen*; Springer Gabler: Wiesbaden, Germany, 2017. [CrossRef]
193. Fromm, S. Faktoren—Und Reliabilitätsanalyse [Factor and Reliability Analysis]. In *Datenanalyse mit SPSS für Fortgeschrittene 2: Multivariate Verfahren für Querschnittsdaten*; Fromm, S., Ed.; Springer: Wiesbaden, Germany, 2012; pp. 53–82. [CrossRef]
194. MacCallum, R.C.; Widaman, K.F.; Zhang, S.; Hong, S. Sample size in factor analysis. *Psychol. Methods* **1999**, *4*, 84–99. [CrossRef]
195. Döring, N.; Bortz, J. *Forschungsmethoden und Evaluation in Den Sozial—Und Humanwissenschaften*, 5th ed.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2016. [CrossRef]

196. George, D.; Mallery, P. *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference. 11.0 Update*, 4th ed.; Allyn & Bacon: Boston, MA, USA, 2003.
197. Kline, R.B. *Principles and Practice of Structural Equation Modeling*, 3rd ed.; The Guilford Press: New York, NY, USA, 2011.
198. Rasch, B.; Friese, M.; Hofmann, W.; Naumann, E. *Quantitative Methoden 2*, 4th ed.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2014. [CrossRef]
199. Girden, E.R. *ANOVA: Repeated Measures*; Sage University Papers; Quantitative Applications in the Social Sciences: No. 07-084; Sage Publications: Newbury Park, CA, USA, 1992.
200. Rasch, B.; Friese, M.; Hofmann, W.; Naumann, E. *Quantitative Methoden 1*, 4th ed.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2014. [CrossRef]
201. Cohen, J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*, 2nd ed.; Lawrence Erlbaum: New York, NY, USA, 1988.
202. Albert, R.; Koster, C.J. Empirie in Linguistik und Sprachlehrforschung. In *Ein Methodologisches Arbeitsbuch*; Narr: Tübingen, Germany, 2002.
203. Bühl, A. *Einführung in Die Moderne Datenanalyse ab SPSS 25*, 16th ed.; Pearson: Hallbergmoos, Germany, 2019.
204. Jansen, M.; Schroeders, U.; Lüdtke, O.; Pant, H.A. Der Einfluss interdisziplinärer Beschulung auf die Struktur des akademischen Selbstkonzepts in den naturwissenschaftlichen Fächern. *Z. Pädagog. Psychol.* **2014**, *28*, 43–49. [CrossRef]
205. Jansen, M. Academic Self-Concept in the Sciences: Domain-Specific Differentiation, Gender Differences, and Dimensional Comparison Effects. In *Self: Driving Positive Psychology and Well-Being*; Guay, F., Marsh, H.W., McInerney, D.M., Craven, R.G., Eds.; IAP Information Age Publishing: Charlotte, NC, USA, 2017; pp. 71–112.
206. Möller, J.; Marsh, H.W. Dimensional comparison theory. *Psychol. Rev.* **2013**, *120*, 544–560. [CrossRef]
207. Marsh, H.W.; Trautwein, U.; Lüdtke, O.; Köller, O.; Baumert, J. Academic Self-Concept, Interest, Grades, and Standardized Test Scores: Reciprocal Effects Models of Causal Ordering. *Child. Dev.* **2005**, *76*, 397–416. [CrossRef]
208. Canady, R.L. Parallel Block Scheduling: A Better Way to Organize School. *Principal* **1990**, *69*, 34–36.
209. Scott, P.A. Attributes of high-quality intensive courses. *New Dir. Adult Cont. Educ.* **2003**, 29–38. [CrossRef]
210. Davies, M. Intensive teaching formats: A review. *Issues Educ. Res.* **2006**, *15*, 1–20.
211. Groß, L.; Aufenanger, S. Wie wirken didaktische Elemente der Hochschullehre auf die zeitliche Gestaltung des Studiums? *Z. Hochsch.* **2011**, *6*, 123–132. [CrossRef]
212. Richter, D. Lernen im Beruf. In *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV*; Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S., Neubrand, M., Eds.; Waxmann: Münster, Germany, 2011; pp. 317–327.
213. Hill, H.C.; Schilling, S.G.; Ball, D.L. Developing Measures of Teachers' Mathematics Knowledge for Teaching. *Elem. Sch. J.* **2004**, *105*, 11–30. [CrossRef]
214. Fendler, L. Ethical implications of validity-vs.-reliability trade-offs in educational research. *Ethics Educ.* **2016**, *11*, 214–229. [CrossRef]
215. Phakiti, A. *Experimental Research Methods in Language Learning*; Bloomsbury Publishing: New York, NY, USA, 2014.
216. Lange, K.; Ohle, A.; Kleickmann, T.; Kauertz, A.; Möller, K.; Fischer, H.E. Zur Bedeutung von Fachwissen und fachdidaktischem Wissen für Lernfortschritte von Grundschülerinnen und Grundschülern im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. *Z. Grund.* **2015**, *8*, 23–38.
217. Hasler, M. *Bionik: Klettverschluss, Flugzeug und Co*; Lernbiene: Bavaria, Germany, 2016.
218. Kalusche, D.; Kremer, B.P. Biologie in der Grundschule. In *Spannende Projekte für Einen Lebendigen Unterricht und für Arbeitsgemeinschaften*; Schneider Hohengehren: Baltmannsweiler, Germany, 2010.
219. Barthlott, W.; Neinhuis, C. Lotus-Effekt und Autolack: Die Selbstreinigungsfähigkeit mikrostrukturierter Oberflächen. *Biol. Zeit* **1998**, *28*, 314–321. [CrossRef]
220. Ganz, G.; Pietrzyk, U.; Schneider, K.; Willmer-Klumpp, C. *Naturwissenschaften Kompakt Gymnasium Sek. I*; Ernst Klett: Stuttgart, Germany, 2007.
221. Job, G.; Rüffler, R. *Physikalische Chemie. Eine Einführung Nach Neuem Konzept mit Zahlreichen Experimenten*; Vieweg+Teubner/Springer: Wiesbaden, Germany, 2011.
222. Nachtigall, W. *Bionik als Wissenschaft. Erkennen—Abstrahieren—Umsetzen*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2010. [CrossRef]
223. Nachtigall, W.; Pohl, G. *Bau-Bionik. Natur—Analogien—Technik*, 2nd ed.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2013. [CrossRef]
224. Nachtigall, W.; Wisser, A. *Bionik in Beispielen. 250 Illustrierte Ansätze*; Springer Spektrum: Berlin/Heidelberg, Germany, 2013. [CrossRef]
225. Borchers, J. *Spannende Sachtexte zum Körper. Kopiervorlagen für den Deutsch—Und Sachunterricht ab 2. Klasse*, 5th ed.; Persen: Hamburg, Germany, 2016.
226. Drechsler-Köhler, B. *Bausteine Sachunterricht 4 für Nordrhein-Westfalen*; Diesterweg: Braunschweig, Germany, 2004.
227. Ganser, B.; Simon, I. *Forscher Unterwegs*; Brigg Pädagogik: Augsburg, Germany, 2009.
228. Haider, M.; Hartinger, A. *Experimentieren im Sachunterricht*; Cornelsen Scriptor: Berlin, Germany, 2010.
229. Weber, S.; Hoenecke, C. *Lernen an Stationen—Themenheft "Experimentieren mit Luft: 3./4. Schuljahr"*; Cornelsen Scriptor: Berlin, Germany, 2005.
230. Dietrich, V.; Mederow, G. *Naturwissenschaften Biologie—Chemie—Physik: Luft*; Volk und Wissen Verlag: Berlin, Germany, 2002.
231. Graf, E. *Atmung: Lernen an Stationen im Biologieunterricht (7. und 8. Klasse)*, 2nd ed.; Auer: Augsburg, Germany, 2015.
232. Asselborn, W.; Jäckel, M.; Risch, K.T.; Sieve, B.F. *Chemie heute SI—Gesamtband*; Schroedel Verlag: Hannover, Germany, 2013.

233. Bannwarth, H.; Kremer, B.P.; Schulz, A. *Basiswissen Physik, Chemie und Biochemie. Vom Atom. Bis zur Atmung—Für Biologen, Mediziner und Pharmazeuten*, 3rd ed.; Springer Spektrum: Berlin/Heidelberg, Germany, 2013. [CrossRef]
234. Baur, A. *Humanbiologie für Lehramtsstudierende. Ein Arbeits—Und Studienbuch*; Springer Spektrum: Berlin, Germany, 2015. [CrossRef]
235. Clauss, W.; Clauss, C. *Humanbiologie Kompakt*; Spektrum Akademischer Verlag: Heidelberg, Germany, 2009. [CrossRef]
236. Schmidt, C.; Dietrich, L. *Chemie für Biologen. Von Studierenden für Studierende erklärt*; Springer Spektrum: Berlin/Heidelberg, Germany, 2014. [CrossRef]

V.5 Zielebene 3: *Impact of an Experiment-Based Intervention on Pre-Service Primary School Teachers' Experiment-Related and Science Teaching-Related Self-Concepts* (Manuskript 5)

Titel	*Impact of an Experiment-Based Intervention on Pre-Service Primary School Teachers' Experiment-Related and Science Teaching-Related Self-Concepts*
Autor*innen	*Melanie Beudels,* Angelika Preisfeld & Karsten Damerau
Status	veröffentlicht
Journal	IJESE – Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education
Review	*Double-blind peer review*
Jahr	2022
Volume(Issue): Seiten	18(1): e2258
Link/DOI	https://doi.org/10.21601/ijese/11323
Lizenz	CC BY 4.0
Eigenanteil	**88.5 %** Konzeption und Durchführung der Lehrveranstaltung (100 %; s. Manuskript 3) Planung und Erstellen des Untersuchungsdesigns (100 %) Datenerhebung (100 %) Datenanalyse (95 %) Verfassen des Manuskripts (75 %) Überarbeitung des Manuskripts (95 %)
Inhaltlicher Schwerpunkt	Experimentiererfahrungen der Grundschullehramtsstudierenden in der Vergangenheit; Wirksamkeit der Intervention B hinsichtlich experimentbezogener FSK und FSK bzgl. des Planens sowie Durchführens von Experimentalunterricht; Einfluss der unabhängigen Variable ‚Kursformat' (wöchentlich/Block); Einfluss der unabhängigen Variable ‚Studienschwerpunkt' (NaWiTec oder nicht-NaWiTec); Zusammenhänge zwischen bisherigen Experimentiererfahrungen und den FSK im Pretest; Zusammenhänge der Veränderung der FSK und der im Kurs wahrgenommenen Experimentierkompetenz
Design/Methodik	quasi-experimentelle Längsschnittstudie (2 MZ); EG und BG; quantitative Online-Fragebogenerhebung
Online-Supplement	nicht vorhanden

Kasten 5: *Informationen zu Manuskript 5*

Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education
2022, 18(1), e2258
ISSN 2633-6537 (Online)
https://www.ijese.com

Impact of an Experiment-Based Intervention on Pre-Service Primary School Teachers' Experiment-Related and Science Teaching-Related Self-Concepts

Melanie Marita Beudels[1]*, Angelika Preisfeld[1], Karsten Damerau[2]

[1] University of Wuppertal, GERMANY
[2] European University of Flensburg, GERMANY
***Corresponding Author:** melanie.beudels@uni-wuppertal.de

Citation: Beudels, M. M., Preisfeld, A., & Damerau, K. (2022). Impact of an experiment-based intervention on pre-service primary school teachers' experiment-related and science teaching-related self-concepts. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education, 18*(1), e2258. https://doi.org/10.21601/ijese/11323

ARTICLE INFO

Received:
30 August 2021

Accepted:
7 October 2021

ABSTRACT

Teachers' academic self-concept is considered an important factor influencing their professional competence. Regarding primary science education, positive science (teaching) related self-concepts might encourage teachers to plan and teach 'minds on' experiment-based science lessons leading to deep learning processes. However, research on pre- and in-service primary teachers' self-concepts and influencing factors, such as previous experimental experience, is scarce. Thus, this study investigates the impact of an experiment-based intervention on pre-service primary school teachers' experiment-related self-concept and self-concepts on planning and teaching experiment-based lessons. The evaluation followed a quasi-experimental, longitudinal (pre-post) design with an experimental group of N = 158 pre-service primary teachers and a baseline group (N = 44), not attending the course. According to the results, pre-service teachers gained little to moderate experimental experience in school and studying at university. Besides, the pre-service teachers with a science major gained significantly more experimental experience than those with other majors during their time at the university. Significant, positive correlations were found between previous experimental experiences and the self-concepts examined in this study. While self-concepts did not change in the baseline group, they increased significantly in the experimental group. One reason for this could be the perception of competence, as the findings reveal positive correlations between changes in self-concepts and perceived experimental competence during the intervention. Regarding the impact of the variable 'course format' on reinforcing the self-concepts, participants of the intensive block format seem to have a slight advantage compared to pre-service teachers attending the traditional, weekly course format. Furthermore, the results indicate that the course is equally beneficial for pre-service teachers with and without a science major.

Keywords: academic self-concept, experimental experience, experimental competencies, professionalization of pre-service primary school teachers

INTRODUCTION

Primary school teachers need specific professional competencies to plan, teach and reflect experiment-based science lessons that encourage pupils to 'minds-on' scientific investigations (Minner et al., 2010; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2015). Competent science teachers depend on syntactic knowledge, e.g. knowledge of the control-of-variables strategy (Haslbeck, 2019; Schwichow et al., 2016) and knowledge of the steps of experimentation. Pedagogical content knowledge – including knowledge about appropriate instructional strategies for experiment-based lessons and (mis)conceptions as well as possible learning difficulties of pupils – is also required (Baumert &

Copyright © 2022 by Author/s and Licensed by Veritas Publications Ltd., UK. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Kunter, 2013; Franken et al., 2020; KMK, 2008/2019). However, professional knowledge alone is not sufficient for planning and teaching inquiry-based science lessons. Primary school teachers should also be able to generate and test hypotheses themselves (KMK, 2008/2019). According to Capps et al. (2012), inquiry professional development benefits from experimental experiences. Experiences (of competence) can, in turn, influence teachers' academic self-concept (Bong & Skaalvik, 2003; Dickhäuser, 2006; Shavelson et al., 1976), which is an essential predictor of teaching effectiveness and teaching behavior (Guskey, 1988; Yeung et al., 2014). It is defined as "self-evaluated perception of [teachers'] professional knowledge" (Paulick et al., 2016, p. 174), abilities and performance (Dickhäuser, 2006) and is considered a multidimensional, hierarchical construct (Marsh et al., 1988; Paulick et al., 2016; Shavelson et al., 1976).

Perceptions of competencies regarding scientific inquiry and planning/teaching inquiry-based science lessons can be located on lower hierarchical levels of teachers' academic self-concept (Atzert et al., 2020; Franken et al., 2020; Paulick et al., 2016). The experiment-related self-concept is a person's perception of her/his abilities and skills in experimentation (Buse et al., 2018; Damerau, 2012; Franken et al., 2020). Based on the model of experimentation competency by Schreiber et al. (2009), latter authors differentiate between the dimensions of planning (hypothesize, develop an experimental setup), conducting (handling of equipment, measurement, record results), and interpreting (analyze data, draw conclusions, verify/falsify hypotheses) experiments. However, in other studies, the two subscales 'planning & interpreting' and 'conducting' experiments (Atzert et al., under review; Rautenstrauch & Busker, 2020) or an overall scale (Peschel, 2018) are used. Within the field of competence in teaching, a distinction can be made between self-concepts on planning, teaching, and reflecting experiment-based lessons referring to the work of Bosch (2006) and Merkens (2010). The phase of planning lessons includes, among other things, determining learning objectives and activities, whereas teaching comprises interacting with the pupils or dealing with deviations from the plan. The phase of reflecting covers activities such as drawing consequences from the evaluation of the lesson (Bosch, 2006; Merkens, 2010).

According to Yeung et al. (2014), teachers with a positive self-concept are more likely to motivate their pupils and initiate deep learning processes than teachers with a negative self-concept. Low domain-specific self-concepts can lead teachers to avoid certain topics or activities in class (Appleton, 2007; Damerau, 2012). Besides, teachers' self-concept was found to predict the usage of new instructional practices (Guskey, 1988) and indicate teachers' performance in professional knowledge (Paulick et al., 2016). Regarding these findings, it is to be assumed that primary school teachers with a high experiment-related self-concept and self-concept on planning/teaching experiment-based lessons are more willing and able to arrange challenging experiment-based lessons than teachers with low self-concepts (Franken et al., 2020). Furthermore, these self-concepts can be used as an indicator for factual experimental competencies and syntactic knowledge (Paulick et al., 2016; Schreiber et al., 2016).

To support primary school teachers in planning and teaching 'minds on' experiment-based science lessons, teacher education programs should aim at enhancing pre-service teachers' corresponding self-concepts as early as possible. However, there is a lack of research on (the development of) pre- and in-service teachers' academic self-concepts and influencing factors (Franken, 2020; Paulick et al., 2016, Sorge et al., 2019).

Regarding the experiment-related self-concept, it was found that both secondary school students (Buse, 2017; Damerau, 2012; Rautenstrauch & Busker, 2020) and pre-service biology, chemistry (secondary school), and primary science and social studies teachers within the master program (Franken et al., 2020) assess their skills in 'conducting experiments' higher than in the dimensions of planning and interpreting experiments. This could be due to few opportunities for experimentation in school – especially regarding the steps of planning and interpreting – and dominating 'recipe-type' activities, where learners follow prescribed procedures (Seidel et al., 2007; Yip, 2001). Thus, many pupils and university students show deficits in planning and evaluating experiments (Fleischer et al., 2020; Hilfert-Rüppell et al., 2013). Among other things, this applies to formulating usable research questions (Hofstein et al., 2005), understanding and adopting the control-of-variables strategy (Emereole, 2009; Hilfert-Rüppell et al., 2013), recording data, and attending to the hypothesis to draw conclusions (Germann & Aram, 1996). So far, however, it has not been explicitly investigated whether there is a positive correlation between teachers' past experimental experiences and their experiment-related self-concepts and self-concepts on planning and teaching experiment-based lessons.

Longitudinal studies concerning these self-concepts are also scarce. It has been shown that experiment-based educational settings can reinforce

secondary school students' (Buse et al., 2018; Damerau, 2012) and pre-service primary science and social studies teachers' (Peschel, 2018) experiment-related self-concept. A similar development was found for pre-service primary teachers' self-concept on the control-of-variables strategy in the study by Haslbeck (2019). In contrast, the experiment-related self-concept of pre-service biology, chemistry, and primary science and social studies teachers did not change significantly during their practical semester in the master program (Franken, 2020).

To date, it has rarely been explored which variables and factors in the course of study exactly play a role in forming teachers' self-concepts. In addition to experiences of competence (Dickhäuser, 2006; Shavelson et al., 1976), individual feedback on performance and a supportive learning environment could be of relevance (Bong & Skaalvik, 2003; Lüdtke et al., 2005; Möller & Trautwein, 2015). According to the results of Paulick et al. (2017) and Sorge et al. (2019), pre-service teachers' self-concepts are also formed using external and internal frames of reference (Marsh et al., 1988). Due to the findings of Franken et al. (2020) and Nadelson et al. (2013), the major field of study can also be assumed to be an important variable influencing science (teaching) related self-concepts. This factor is of great relevance as many primary school teachers have to teach science without appropriate training in this area (Porsch & Wendt, 2016). However, it has not yet been investigated whether pre-service primary teachers who do not have a science major have lower experiment-related and science teaching-related self-concepts than those with this major. Besides, it is not known whether the academic self-concepts of these two groups of students change differently as a result of university courses focusing on experimentation. Especially with a view to pre-service primary teachers without a science major, who might be interested in further training in the area of science (education), intensive block course formats could be attractive. Compared to 'traditional' courses taking place once or twice a week, their "main characteristic […] appears to be that an equal number of class hours is delivered in more concentrated bursts" (Burton & Nesbit, 2008, p. 5). The question arises as to whether the course format influences the development of pre-service teachers' academic self-concepts. Here, too, research is minimal. Schaal & Randler (2004) and Hilkenmeier & Sommer (2014) revealed higher scores in perceived competence for pre-service teachers' attending a block course format. Since experiencing competence is described as a determinant forming the self-concept (Bong & Skaalvik, 2003; Shavelson et al., 1976), these findings could suggest that block courses are more likely to reinforce pre-service teachers' self-concepts than weekly course formats.

Aim of the Study and Research Questions

The following research questions were derived from the lack of empirical research on the status quo and the impact of university courses on pre-service primary teachers' experiment-related self-concepts and self-concepts on planning and teaching experiment-based lessons described above.

Since academic self-concepts can be fed by experiences with the environment and experienced competence in the past (Bong & Skaalvik, 2003; Shavelson et al., 1976), the first research questions are:

RQ1 (*Experimental experience*)

RQ1.1: How much experimental experience have pre-service primary-teachers gained in primary school, in secondary school, and while studying at university? Are there any differences between students with a science major and those with a different major?

RQ1.2: Is there a positive correlation between previous experimental experiences and the self-concepts examined in this study before starting with the intervention?

The next step was to investigate whether a university course (intervention) that focuses on experimentation impacts pre-service primary teachers' *experiment-related self-concept* and *self-concepts on planning and teaching experiment-based lessons*.

RQ2 (*Effects of the intervention*)

RQ2.1: Does participation in the intervention lead to a change in self-concepts compared to non-participation?

RQ2.2: Do participants of the intervention show differences in developing these self-concepts depending on the course format (weekly/traditional or block/intensive)?

RQ2.3: Do participants of the intervention show differences in developing these self-concepts depending on their major field of study (science major or not)?

Assuming that changes in these self-concepts result from the experience of competence during the intervention (Bong & Skaalvik, 2003; Dickhäuser, 2006), the third research question is:

RQ3 (*Perceived experimental competencies during the intervention*)

Is there a positive correlation between perceived competence in planning, conducting, and interpreting experiments during the intervention and a change of self-concepts from pre- to posttest?

METHOD

Study Design and Data Collection

The present study examined two different university course formats (intervention) with a quasi-experimental longitudinal design with two points of data collection and two main study groups of pre-service primary teachers (see Figure 1). The experimental group (EG) took part in the intervention offered either in a 'traditional' course format weekly during the lecture period or as an intensive, four-day block course during semester break. The control group, hereinafter referred to as the baseline group (BG), did not attend the course. Its purpose was to determine the effects of other factors on the dependent variables studied (e.g. the impact of participating in other courses or the practice semester). To ensure comparability of the results, the BG was also divided into two subgroups: Like participants in the weekly course format, one subgroup took the survey (see chapter Measurement Instrument) at the beginning and end of the lecture period. The other BG subgroup filled in the questionnaire as if they were taking a block course.

All participants were asked to take two online questionnaires (tool: SoSci Survey; Leiner, 2006) via the news forum of a digital learning room. The pretest took place within ten days prior to the intervention and a posttest within ten days after completing the last course session.

As many factors influence an intervention, it was always held in the same classroom and taught by the same lecturer and student assistant. For this reason, the influence of these factors is negligible for the evaluation.

Educational Concept and its Curricular Framework

This is a summary of the curricular framework and educational concept, focusing on reinforcing pre-service primary teachers' experimental competencies in experimentation and planning as well as teaching experiment-based lessons. For a detailed description of this newly developed intervention, refer to Beudels, Schilling, and Preisfeld (under review).

The intervention can be attended by pre-service primary school teachers in the bachelor's and master's programs. Due to the examination regulations, most of these students can only take the course voluntarily, i.e. not earn any credit points. This applies for example to students of science and social studies in their master's program and students focusing on special education, music, or theology. The reason to make this intervention available to all pre-service primary teachers is that many of them have to teach science (within the subject of science and social studies) without an adequate university education (Porsch & Wendt, 2016). As part of a pilot project, bachelor students having a major field of study in science (biology, chemistry, physics) and technology were able to attend the course as a replacement for a mandatory module component.

The intervention consists of twelve 100-minute sessions each for both course format types (see Figure 1). To guarantee a good and similar supervisory relationship, there was a maximum of 30 students per course. Based on previous research findings (Kleickmann et al., 2006; Schwichow et al., 2016), a moderate-constructivist learning environment with tutorial support was chosen: Accompanied by the lecturer and phases of reflection,

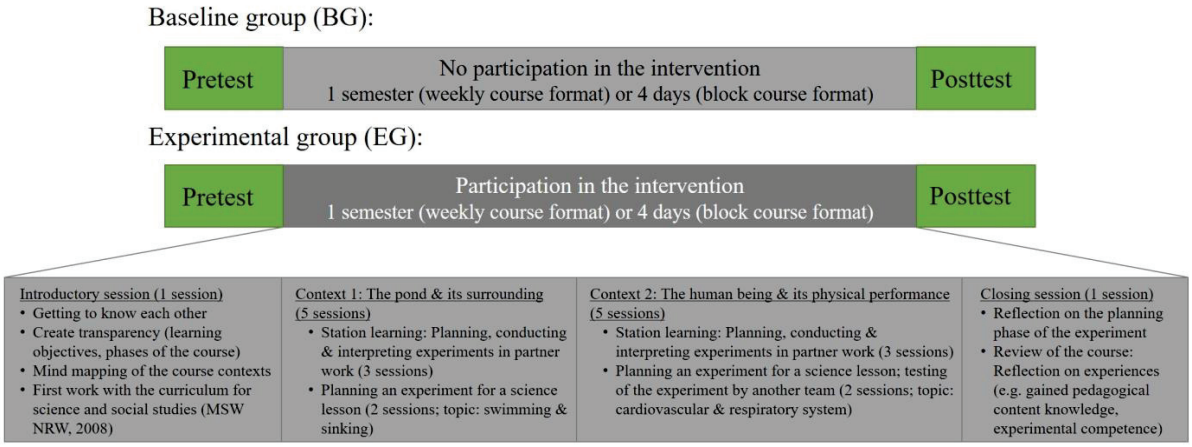


Figure 1. Overview of the study design (top) and the sequence as well as the contents of the course sessions (bottom)

many opportunities are given to check previous knowledge, to further develop competencies and to exchange ideas with fellow students. Framed by an introductory and a closing session, two five-session-long contexts from children's living environment, 'the pond and its surrounding' and 'the human being and its physical performance', form the framework of the activities described below. Each context block was divided into station learning and planning an experiment for a science lesson (see Figure 1).

1. *Experimentation at stations (three sessions each):* Questions such as 'How can water striders walk on water?' or 'Can I recognize food by taste if I cannot see and smell it?' form the starting point of station learning in partner work. There are two to four stations per session with several sets of experimental materials. In the following, a 'pedagogical biplane' (Tolsdorf & Markic, 2018; Wahl, 2013) is applied: Being in the role of learners, the pre-service teachers can learn science content, learn about scientific inquiry (e.g. principles of systematic observations), and learn to do inquiry (e.g. skills to handle measuring devices; Gyllenpalm & Wickman, 2011) through experimentation. From a teacher's perspective, experimentation at stations can simultaneously be used as a model for a possible learning setting in science lessons (learning to teach science, Gyllenpalm & Wickman, 2011).

Worksheets located at the stations are designed so that the participants undergo all three phases of experiments: They are asked to formulate hypotheses on a research question, plan a suitable experimental setup, interpret the results of the experiments and draw conclusions. This design intends to strengthen the experimental competencies, especially regarding the phases of planning and interpreting experiments based on the identified shortcomings in these phases described above. To avoid excessive demands on the participants – e.g. due to a lack of routine (Girwidz, 2020) – strongly guided experimentation (prescribed procedures) is applied at the beginning of the course. Later, more open, 'minds-on' experimental formats, e.g. including the phase of planning an experiment autonomously, are also used.

2. *Debriefing and reflection regarding professional competencies and teaching practice:* After each experimental phase, the findings are collected and reflected on in the plenum. Guided by the lecturer, the participants are asked to briefly summarize the process of gaining scientific knowledge: What was the assumption? What was done? What was observed? What can be conducted from this? Difficulties encountered in experimentation are collected to reflect possible solutions to similar problems in the classroom (e.g. uncertainties regarding the handling of experimental equipment; Kurth & Wodzinski, 2020). The lecturer also uses this phase to discuss different forms of classroom experiments or provide theoretical input regarding syntactic knowledge (e.g. control-of-variables strategy; Schwichow et al., 2016).

3. *Planning an experiment for a science lesson (two sessions each):* Once in each context, the teams plan a classroom experiment. They are faced with the challenge of applying their previous experimental experiences and the findings from the reflection phases in a situation typical of their profession (Kirsch, 2020). Since planning an experimental lesson is a complex process (Nerdel, 2017), only particular aspects of planning are taken up in the course. The task is to design a worksheet or researcher's protocol for an experiment to be used in a science lesson at primary school. Grade level and the type of experiment can be freely selected; typical steps of gaining scientific knowledge via experimentation (see above) should be integrated. In parallel, teaching-related considerations, e.g. learning objectives and dealing with emerging difficulties, are recorded on a poster. Planning aids include a list of operators for formulating learning objectives and excerpts from teaching materials.

4. *Reflection and feedback:* These planning phases are again reflected in the plenum. In addition, all groups receive written feedback from the lecturer on their teaching-related considerations, the experiment, and the worksheet. After finishing the planning activities within context two, each group also conducts the experiment of another team and gives short written feedback using predetermined feedback rules.

Sample

The study was carried out from winter semester 2017/2018 until the end of summer semester 2019 at a university in North Rhine-Westphalia (Germany). 238 pre-service primary school teachers participated. 191 of them formed the EG, participating in the intervention, whereas 47 persons belonged to the BG. The course took place four times weekly and four times in a block format during the survey period. Data records of participants who answered the survey at none or one of the two measurement times were excluded. Hence, data analysis (see below) was performed with a total sample size of $N_{total} = 202$ ($N_{EG} = 158$; $N_{BG} = 44$). 79.2% of the participants were enrolled in bachelor's degree programs and 20.8% were master students. When the posttest started, the mean age was 22.65 years (SD = 2.93 years). The gender distribution of 90.1% female participants represents the high percentage of female primary school teachers in

Germany (89.4% female teachers in the school year 2019/2020; Federal Statistical Office, 2020). 55.7% ($N_{EG,\ weekly}$ = 88) of the participants in the EG completed the weekly course format, 44.3% ($N_{EG,\ block}$ = 70) attended the block format. To ensure comparability, BG participants were also divided in a 'weekly' ($N_{BG,weekly}$ = 21; i.e. 47.7%) and 'block' subgroup ($N_{BG,block}$ = 23; i.e. 52.3%). While 66.5% of the participants in the EG stated that they study primary school teaching with a science major (SciMaj), the other 33.5% were enrolled with other majors (non-SciMaj), e.g. social or religious studies. In the BG, 61.4% had a science major, 38.6% studied other majors. Almost half of the participants (e.g. all students without a science major) could only take part in the intervention voluntarily ($N_{EG,\ voluntary}$ = 72; i.e. 45.6%). As a pilot project, the other half ($N_{EG,\ mandatory}$ = 86; i.e. 54.4%) participated as part of a mandatory module (see above).

Measurement Instrument

Experimental experience, experiment-related self-concepts, self-concepts on planning and teaching experiment-based lessons, and perceived experimental competencies during the intervention were investigated using five-point Likert-type scales from 1 = *strongly disagree* to 5 = *strongly agree*. Examples of items associated with these scales are shown in Table A1 (Appendix). As the test language was German, the items are listed in their original form and translated versions. Exploratory factor analyses (principal axis factor analysis with varimax rotation; Bühner, 2021) were performed to examine the construct validity of the subscales presented below (see also Table A1) since the items were self-constructed or adapted from scales used in a survey with another study group (Damerau, 2012).

Via Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) measure of sampling adequacy (Kaiser & Rice, 1974) and Bartlett's test of sphericity (Bartlett, 1951), adequacy of the data for factor analysis was checked previously. The number of extracted factors was determined regarding theoretical considerations (Bühner, 2021) and the total variance of the items explained by the factors (Janssen & Laatz, 2017). Then the items were assigned to the factor on which they load the most, whereby factor loading values $\lambda \leq .50$ were not considered (Backhaus et al., 2018). Items with cross-loadings ≥ .40 (Noorman, 2017) were also excluded. Factor loadings $\lambda < 0.3$ are not reported (Fromm, 2012).

In the pretest, *experimental experience* in primary school, in secondary school, and while studying at university (RQ1) was measured using two items each (see Table A1; self-construction). The factor analysis results support this division into three subscales (see Table A2; three-factor-solution explaining 79.36 % of total variance). As shown in Table A1, the reliability of the constructs in the form of internal consistency is good (Cronbach's $\alpha \geq .8$) or excellent ($\alpha \geq .9$; George & Mallery, 2003) respectively.

At both test times, *experiment-related self-concepts* were quantified using two subscales with items adapted from Damerau (2012). The original scale – consisting of three subscales ('planning', 'conducting' and 'interpreting') – could not be confirmed by the factor analysis with two factors being extracted (see Table A3). Based on the factor analysis results and in accordance with Atzert et al. (under review), the subscales 'planning' and 'interpreting' were combined into one subscale, the self-concept on planning & interpreting experiments (six items; see Table A1). It focuses on self-assessed abilities associated with theoretical considerations such as making predictions, developing suitable setups for experiments, and analyzing experimental observations (Rautenstrauch & Busker, 2020; Schreiber et al., 2009). In the case of the self-concept on conducting experiments (three items), the focus is on psycho-motor skills required in the phase of conducting an experiment (Schreiber et al., 2009). With Cronbach's α values ≥ .8 in pre- and posttest, the internal consistency for both subscales is satisfactory.

Self-concepts on planning (three items; self-constructed) *and teaching* (three items; self-constructed) *experiment-based lessons* were also queried at both measurement times. A subdivision into the dimensions of planning and teaching is based on the work of Bosch (2006), Merkens (2010), and the standards of educational sciences determined by the Standing Conference of the Ministers of Education and Cultural Affairs in Germany (KMK, 2004). As shown in Table A4, the factor analysis results also support this division into two subscales (two-factor-solution that explains 78.59 % of total variance). The reliability of both subscales is good (Cronbach's $\alpha \geq .8$) or excellent ($\alpha \geq .9$; see Table A1) respectively.

To answer RQ3, the EG was also asked in the posttest for *perceived experimental competencies* during the intervention. All items of this scale were adapted from Damerau (2012), who operationalized the sub-competencies 'planning', 'conducting' and 'interpreting' experiments in the model of experimental competence by Schreiber et al. (2009). As with the construct of experiment-related self-concept, a two-factor solution was chosen based on the factor analytical results (see Table A5), resulting in the two subscales *perceived competence in planning & interpreting experiments* (six items) and *perceived competence in conducting experiments* (three items). Three items had to be removed

because the factor loading was too low ($\lambda \leq .50$). The reliability of the first subscale is good ($\alpha = .816$), that of the second is acceptable ($\alpha = .707$; George & Mallery, 2003).

Data Analysis

All data were analyzed using SPSS Statistics (version 27). Since the function of reminding participants to submit an answer for each item was set in the survey tool, no missing values had to be replaced in the records. With tight constructs, as is the case here, item discriminability values r_{it} between .3-.5 are classified as medium, values of $r_{it} > 5$ as high (Döring & Bortz, 2016). Therefore, items that had a $r_{it} < .3$ in the pre- or posttest were removed before further analysis steps were carried out. Internal consistency was measured with Cronbach's α (Döring & Bortz, 2016). In all subscales, Cronbach's α-value is satisfactory with $\alpha \geq .7$ (see above; George & Mallery, 2003).

Since all total scores – normed to a maximum of 5 – show a Gaussian distribution, parametric methods could be used for the cross-sectional and longitudinal comparisons now described. Pretest mean values of the scales examined were first considered to be able to exclude floor and ceiling effects (Döring & Bortz, 2016).

Based on Damerau (2012), the following evaluation procedure was carried out for longitudinal comparisons between two groups: First, independent samples *t*-tests (Janssen & Laatz, 2017) were used to check data of two groups for pretest differences.

In case of no significant pretest differences, two-way (RQ2.1 and 2.3) or rather three-way (RQ2.2) repeated measures analyses of variance (ANOVAs; Rasch et al., 2014b) were conducted to detect significant interaction group/treatment*reference time (factor 1 (within-subject): reference time; factor 2: between-subject factor defining the main comparison group/treatment; factor 3 (RQ2.2): further between-subject factor the impact of which should be factored out). The influence of the latter factor ('type of participation' (voluntary/mandatory) or 'major' (SciMaj/non-SciMaj)) was factored out to be able to trace back possible changes in self-concepts to the impact of the course format. Those between-subject factors – nominally scaled – could not be used as covariates since metrically scaled covariates are required for ANCOVAs (Backhaus et al., 2018). In addition, it was impossible to include both factored-out factors simultaneously as students without a science major were not obliged to participate, resulting in a subgroup sample size of $N_{\text{non-SciMaj + mandatory participation}} = 0$. The interaction effects – representing the combined effects of factors on the dependent variable (Rasch et al., 2014b) – show whether the self-concepts of the observed groups develop significantly differently over time.

In the case of pretest differences, analyses of covariance (ANCOVAs; Backhaus et al., 2018) with the posttest sum scores as the dependent variable, the pretest sum scores as the covariate, and the independent variable as fixed (between-subject) factor were conducted (one fixed factor to answer RQ2.1 (treatment) and 2.3 (major); two fixed factors (course format and factored-out variable: 'type of participation' or 'major', RQ2.2)). By integrating the covariate and the second fixed factor, their impact on the dependent variable was factored out. The so-called main effect of the first fixed factor (RQ2.1: treatment, RQ2.2: course format, RQ2.3: major) was examined to detect differences in the development of the self-concepts between the groups.

Paired samples *t*-tests were then used to determine whether pre- and posttest means differ significantly within a group (Janssen & Laatz, 2017). To be able to trace back possible changes in self-concepts to the impact of the course format (RQ2.2), the influence of the variables 'type of participation' and 'major' was factored out as follows: Instead of paired samples *t*-tests, two-way repeated measures ANOVAs with 'time' as within-subject factor and 'type of participation' or 'major' as between-subject factor were employed. The main effect was examined to assess the impact of the factor 'time' on the dependent variable (Rasch et al., 2014b).

Before carrying out the independent samples *t*-tests and ANCOVAs, Levene's tests were performed to check the equality of variances of the two populations. In case of inequality of variances, Welch's tests were conducted (Janssen & Laatz, 2017). Partial eta squared (η_p^2) is given as the measure of effect size for paired samples *t*-tests and the analyses of variance (Rasch et al., 2014a, b). Values of $.01 \leq \eta_p^2 < .06$ can be interpreted as small effects, $.06 \leq \eta_p^2 < .14$ as medium, and $\eta_p^2 \geq .14$ as large effects (Cohen, 1988). For independent samples *t*-tests omega squared (ω^2) was calculated to assess the effect size ($.01 \leq \omega^2 < .06$: small effect; $.06 \leq \omega^2 < .15$: medium effect; $\omega^2 \geq .15$: large effect; Albert & Koster, 2002). Effect sizes are only reported in the text if the results are significant.

To answer RQ3, self-concept changes were first calculated by determining the differences between pre- and posttest for each participant. Pearson *r* correlation was then used to examine the strength and direction of the relationship (Janssen & Laatz, 2017) between perceived competence in planning, conducting, and interpreting experiments during the intervention (posttest) and change in self-concepts from pre- to posttest. A Pearson correlation

Table 1. Mean values (M) and standard deviations (SD) of the participants' experimental experience. *p*-values and effect sizes ω^2 are given for the comparison of participants with a science major (SciMaj) and with other majors (non-SciMaj)

	Total sample		**SciMaj group**		**non-SciMaj group**			
	M	**SD**	**M**	**SD**	**M**	**SD**	***p***	***ω²***
Primary school	2.26	.93	2.30	1.00	2.21	.79	.492	.000
Secondary school	3.18	.96	3.31	.95	2.94	.94	.010**	.028
University	2.59	1.26	3.08	1.07	1.69	1.06	.001***	.274

Significance levels: $p \leq .01$ very significant (**), $p \leq .001$ highly significant (***) (Bühl, 2019); effect size: $.01 \leq \omega^2 < .06$: small effect, $.06 \leq \omega^2 < .15$: medium effect, $\omega^2 \geq .15$: large effect (Albert & Koster, 2002)

coefficient of $|r| \geq .1$ is regarded as small/weak, of $|r| \geq .3$ as medium/moderate, and of $|r| \geq .5$ as large/strong correlation (Cohen, 1988). If $0 < r \leq 1$, the linear relationship is positive, if $-1 \leq r < 0$, the linear relationship is negative (Kuckartz et al., 2013).

RESULTS

Considering the results of the total sample size ($N = 202$) the pre-service primary school teachers gained little to moderate experimental experience in their past (RQ1.1). The highest but only moderate experimental experience was reported for the period of secondary school (see Table 1). Less experience was gained while studying at university and primary school (see Table 1). While the SciMaj pre-service teachers' experimental experience in primary school does not differ from the non-SciMaj group ($t(170.272) = .688$, $p = .492$), differences can be observed during the secondary school and university period. The SciMaj group gained significantly higher experimental experience than the non-SciMaj group both in secondary school ($t(200) = 2.594$, $p = .010$, $\omega^2 = .028$) and university ($t(200) = 8.799$, $p \leq .001$, $\omega^2 = .274$; see Table 1).

Moderate correlations (RQ1.2) were found between experimental experiences in primary school ($r(200) = .200$; $p = .004$), secondary school ($r(200) = .206$, $p = .003$) as well as while studying at university ($r(200) = .185$, $p = .009$) and the self-concept on planning & interpreting experiments (see Table 2). Moderate correlations were also found between the experimental experiences in primary school ($r(200) = .170$, $p = .016$), secondary school ($r(200) = .289$, $p \leq .001$), and while studying at university ($r(200) = .166$, $p = .018$) and the self-concept on conducting experiments. No significant correlations were observed between the experimental experience in primary or secondary school and the self-concept on planning experiment-based lessons. However, this self-concept and the experimental experience while studying at university were highly significantly correlated ($r(200) = .346$; $p \leq .001$). Further moderate correlations were identified between the experimental experience in primary school ($r(200) = .202$, $p = .004$), secondary school ($r(200) = .214$, $p = .002$) and while studying at university ($r(200) = .327$, $p \leq .001$) and the self-concept on teaching experiment-based lessons.

The pretest values of both the self-concept on planning & interpreting experiments just as on planning experiment-based lessons are of moderate height (see Table 3). The self-concepts on conducting experiments and on teaching experiment-based lessons are also only slightly higher.

Table 2. Correlations between experimental experience and self-concepts (pretest): Pearson correlation coefficient *r* (each in the top line) and *p*-value (each in the lower line) (N = 202)

	Self-concept on planning & interpreting experiments	**Self-concept on conducting experiments**	**Self-concept on planning experiment-based lessons**	**Self-concept on teaching experiment-based lessons**
Experimental experience in primary school	.200 .004**	.170 .016*	.093 .189	.202 .004**
Experimental experience in secondary school	.206 .003**	.289 .000***	.064 .364	.214 .002**
Experimental experience while studying at university	.185 .009**	.166 .018*	.346 .000***	.327 .000***

Significance levels: $p \leq .05$ significant (*), $p \leq .01$ very significant (**), $p \leq .001$ highly significant (***) (Bühl, 2019)

Table 3. Mean values (M) and standard deviations (SD) of experiment-related self-concepts and self-concepts on planning and teaching experiment-based lessons at both measurement times in comparison of EG (N = 158) and BG (N = 44). *p*-values and effect sizes η_p^2 given for inner- and intergroup comparison

Scale	Group	Ref. time	M	SD	*p*	η_p^2	p_{groups}	$\eta_{p,\,groups}^2$
Self-concept on planning & interpreting experiments	EG	pre	3.15	.63	.000***	.533	.000***	.204
		post	3.77	.56				
	BG	pre	3.24	.51	.334	.022		
		post	3.16	.57				
Self-concept on conducting experiments	EG	pre	3.83	.71	.000***	.537	.000***	.202
		post	4.50	.50				
	BG	pre	3.92	.70	.331	.022		
		post	3.82	.83				
Self-concept on planning experiment-based lessons	EG	pre	2.56	.84	.000***	.782	.000***	.228
		post	4.12	.64				
	BG	pre	3.30	.90	.008**	.153		
		post	3.57	.93				
Self-concept on teaching experiment-based lessons	EG	pre	3.62	1.08	.000***	.438	.000***	.089
		post	4.53	.55				
	BG	pre	3.80	.71	.065	.077		
		post	3.98	.87				

Significance levels: $p \leq .05$ significant (*), $p \leq .01$ very significant (**), $p \leq .001$ highly significant (***) (Bühl, 2019); effect size: $.01 \leq \eta_p^2 < .06$: small effect, $.06 \leq \eta_p^2 < .14$: medium effect, $\eta_p^2 \geq .14$: large effect (Cohen, 1988)

Therefore, floor and ceiling effects (Döring & Bortz, 2016) can be largely neglected. The independent samples *t*-test revealed no differences between the EG and BG at the pretest time in any scales except for the self-concept on planning experiment-based lessons ($t(200) = -5.07$, $p \leq .001$, $\omega^2 = .109$).

When comparing the effect of the intervention on EG and BG (RQ2.1) with a two-way repeated measures ANOVA, statistically significant interactions between time and group (EG/BG) were found in the self-concepts on planning & interpreting experiments ($F(1,200) = 51.118$, $p \leq .001$, $\eta_p^2 = .204$), conducting experiments ($F(1,200) = 50.709$, $p \leq .001$, $\eta_p^2 = .202$) and teaching experiment-based lessons ($F(1,200) = 19.650$, $p \leq .001$, $\eta_p^2 = .089$). Due to the pretest differences in the self-concept on planning experiment-based lessons reported above, an ANCOVA with the pretest values as covariate and the posttest values as the dependent variable was carried out. It revealed that this self-concept developed significantly differently in both groups ($F(1,199) = 58.789$, $p \leq .001$, $\eta_p^2 = .228$).

Dependent samples *t*-tests were conducted to situate the observed differences within both groups. The experiment-related self-concepts (planning & interpreting experiments: $t = -13.380$, $p \leq .001$, $\eta_p^2 = .533$, $n = 158$; conducting experiments: $t = -13.492$, $p \leq .001$, $\eta_p^2 = .537$, $n = 44$) as well as both science teaching-related self-concepts (planning experiment-based lessons: $t = -23.731$, $p \leq .001$, $\eta_p^2 = .782$, $n = 158$; teaching experiment-based lessons: $t = -11.071$, $p \leq .001$, $\eta_p^2 = .438$, $n = 158$) increase significantly from pre- to posttest in the EG. Except for a slight increase in the self-concept on planning experiment-based lessons ($t = -2.791$, $p = .008$, $\eta_p^2 = .153$, $n = 44$), there are no significant pretest-posttest changes in the BG (see Table 3).

To analyze the effect of the course format on EG`s self-concepts (RQ2.2), the effects of the type of participation (voluntary/mandatory) and major (SciMaj/non-SciMaj) were factored out as described above. Since there were no pretest differences in all constructs, three-way repeated measures ANOVAs were conducted (1. factor: time, 2. factor: course format, 3. factor: the factored-out variable, that means the type of participation or major respectively). This results in the need to report two statistical characteristics per scale and group. Therefore, these are only reported in Table 4 to ensure the reading flow.

The academic self-concept increased significantly in each subscale, regardless of the course format and the type of factored-out variable (Table 4). There are no significant interactions between course format and reference time in the self-concepts on conducting experiments and teaching experiment-based lessons. A slightly but significantly higher increase in the self-concepts on planning & interpreting experiments and planning experiment-based lessons is observed in the block group, albeit with small effect sizes (see Table 4). There are no significant interactions between time, course format, and type of participation (factored-out variable 1) or rather time, course format, and major (factored-out variable 2). Therefore, no relevant distortion of the results by the type of participation and the major is to be expected.

Despite the non-significant interactions between time, course format, and the factored-out variable 'major' (see results for RQ2.2), two-way repeated ANOVAs (in case of pretest equivalency) and ANCOVAs with the pretest values as covariate and the posttest values as the dependent variable (in case of non-existent pretest equivalency) were conducted to test the impact of major separated into the course formats (RQ2.3; see Table 5). The effect of the type of participation (voluntary/mandatory) could not be factored out, as no cases of non-SciMaj participants mandatorily attending the intervention are available due to examination regulations. Particularly striking are the pretest differences between both subgroups. Significantly higher pretest values in the SciMaj group compared to the non-SciMaj group were found in the self-concept on planning & interpreting experiments (weekly course format: $t(86) = 3.000$, $p = .004$, $\omega^2 = .083$), as well as in the self-concepts on conducting experiments (weekly: $t(86) = 3.645$, $p \leq .001$, $\omega^2 = .123$; block: $t(33.699) = 2.367$, $p = .024$, $\omega^2 = .064$), on planning experiment-based lessons (weekly: $t(86) = 4.650$, $p \leq .001$, $\omega^2 = .190$), and on teaching experiment-based lessons (weekly: $t(37.982) = 5.380$, $p \leq .001$, $\omega^2 = .241$; block: $t(68) = 3.350$, $p \leq .001$, $\omega^2 = .132$). The SciMaj and the non-SciMaj group showed a significant increase in all self-concepts regardless of the course format. Only in terms of planning experiment-based lessons, the changes in self-concept between pretest and posttest differed for the two groups. The two-way repeated measures ANOVAs showed a significant interaction between time and major for the students attending the block format ($F(1,68) = 7.242$, $p = .009$, $\eta_p^2 = .096$). Nevertheless, both the SciMaj and the non-SciMaj group benefited from the course.

To investigate the relationship between the changes in self-concepts (posttest-pretest) and perceived experimental competencies related to the course (RQ3), bivariate correlations including all participants of the EG were calculated (Table 6). The more the participants experienced themselves as competent in planning & interpreting experiments, the more their self-concept on planning and interpreting experiments increased ($r(156) = .228$; $p = .004$). Another small but significant correlation was found between the perceived competence in conducting experiments and the increase in self-concept on conducting experiments ($r(156) = .215$; $p = .007$). Furthermore, a small but significant negative correlation between the perceived competence in planning & interpreting experiments and the self-concept on teaching experiment-based lessons can be observed ($r(156) = -.158$; $p = .047$).

Table 4. Mean values (M) and standard deviations (SD) of experiment-related self-concepts and self-concepts on planning and teaching experiment-based lessons at both measurement times in comparison of the group of weekly (N = 88) and block format (N = 70) participants. *p*-values and effect sizes η_p^2 given for inner- and intergroup comparison

Scale	Group	Ref. time	M	SD	*p*	η_p^2	p_{groups}	$\eta_{p,\,groups}^2$
Self-concept on planning & interpreting experiments	weekly	pre	3.16	.66	(.000***)/ [.000***]	(.479)/[.452]	(.021*)/[.035*]	(.034)/[.029]
		post	3.70	.59				
	block	pre	3.14	.60	(.000***)/ [.000***]	(.621)/[.609]		
		post	3.86	.50				
Self-concept on conducting experiments	weekly	pre	3.80	.70	(.000***)/ [.000***]	(.541)/[.563]	(.760)/[.856]	(.001)/[.000]
		post	4.48	.50				
	block	pre	3.86	.72	(.000***)/ [.000***]	(.564)/[.568]		
		post	4.53	.50				
Self-concept on planning experiment-based lessons	weekly	pre	2.62	.86	(.000***)/ [.000***]	(.765)/[.776]	(.012*)/[.061]	(.040)/[.023]
		post	4.06	.67				
	block	pre	2.49	.80	(.000***)/ [.000***]	(.830)/[.826]		
		post	4.20	.60				
Self-concept on teaching experiment-based lessons	weekly	pre	3.63	1.08	(.000***)/ [.000***]	(.467)/[.554]	(.263)/[.964]	(.008)/[.000]
		post	4.51	.56				
	block	pre	3.61	1.08	(.000***)/ [.000***]	(.533)/[.533]		
		post	4.55	.54				

round brackets = ANOVA with further between-subject factor 'type of participation'; square brackets = ANOVA with further between-subject factor 'major'; significance levels: $p \leq .05$ significant (*), $p \leq .01$ very significant (**), $p \leq .001$ highly significant (***) (Bühl, 2019); effect size: $.01 \leq \eta_p^2 < .06$: small effect, $.06 \leq \eta_p^2 < .14$: medium effect, $\eta_p^2 \geq .14$: large effect (Cohen, 1988)

Table 5. Mean values (M) and standard deviations (SD) of experiment-related self-concepts and self-concepts on planning and teaching experiment-based lessons at both measurement times in comparison of weekly participants with a science major (SciMaj, N = 60) and with other majors (non-SciMaj, N = 28) and participants of the block format (SciMaj, N = 45/non-SciMaj, N = 25). *p*-values and effect sizes η_p^2 given for inner- and intergroup comparison

Scale	Group	Subgroup	Ref. time	M	SD	*p*	η_p^2	p_{groups}	$\eta_{p,\,groups}^2$
Self-concept on planning & interpreting experiments	weekly	SciMaj	pre	3.30	.61	.000***	.451	.152	.024
			post	3.82	.58				
		non-SciMaj	pre	2.87	.69	.000***	.542		
			post	3.43	.54				
	block	SciMaj	pre	3.20	.54	.000***	.570	.148	.031
			post	3.84	.49				
		non-SciMaj	pre	3.03	.69	.000***	.666		
			post	3.88	.52				
Self-concept on conducting experiments	weekly	SciMaj	pre	3.98	.67	.000***	.447	.863	.000
			post	4.54	.47				
		non-SciMaj	pre	3.43	.63	.000***	.737		
			post	4.33	.54				
	block	SciMaj	pre	4.03	.54	.000***	.522	.602	.004
			post	4.57	.45				
		non-SciMaj	pre	3.56	.91	.000***	.605		
			post	4.45	.58				
Self-concept on planning experiment-based lessons	weekly	SciMaj	pre	2.88	.76	.000***	.751	.862	.000
			post	4.17	.65				
		non-SciMaj	pre	2.06	.80	.000***	.823		
			post	3.85	.67				
	block	SciMaj	pre	2.61	.75	.000***	.850	.009**	.096
			post	4.13	.55				
		non-SciMaj	pre	2.25	.86	.000***	.809		
			post	4.31	.67				
Self-concept on teaching experiment-based lessons	weekly	SciMaj	pre	4.04	.76	.000***	.387	.739	.001
			post	4.61	.50				
		non-SciMaj	pre	2.75	1.16	.000***	.634		
			post	4.31	.63				
	block	SciMaj	pre	3.91	.93	.000***	.312	.127	.034
			post	4.53	.48				
		non-SciMaj	pre	3.07	1.14	.000***	.684		
			post	4.59	.64				

Significance levels: $p \leq .05$ significant (*), $p \leq .01$ very significant (**), $p \leq .001$ highly significant (***) (Bühl, 2019); effect size: $.01 \leq \eta_p^2 < .06$: small effect, $.06 \leq \eta_p^2 < .14$: medium effect, $\eta_p^2 \geq .14$: large effect (Cohen, 1988)

DISCUSSION

Experimental Experiences and Correlations with Academic Self-Concepts

This study contributes to filling the research gap regarding the factors that influence primary teachers' experiment-related and science teaching-related self-concepts. Similar to previous reports on experimentation in school (Seidel et al., 2007), the pretest revealed that the participants gained relatively little experimental experience in primary school and moderate experience in secondary school. There have also been few opportunities for experimentation whilst studying at university, especially for pre-service teachers without a science major. Given the following results, this fact is worrying: While no significant correlations were found between experimental experience in primary and secondary school and the self-concept on planning experiment-based lessons, there was a highly significant correlation between this self-concept and experimental experience while studying at university. These findings emphasize the relevance of experimental experience at university to develop professional competence, mentioned in the literature

Table 6. Correlations between perceived experimental competences (posttest) and change of self-concepts (pre-post-difference): Pearson correlation coefficient *r* (each in the top line) and *p*-value (each in the lower line) (N = 158)

	Self-concept on planning & interpreting experiments	**Self-concept on conducting experiments**	**Self-concept on planning experiment-based lessons**	**Self-concept on teaching experiment-based lessons**
Perceived competence in planning & interpreting experiments	.228 .004**	.058 .466	.020 .805	-.158 .047*
Perceived competence in conducting experiments	.103 .197	.215 .007**	.096 .228	-.118 .139

Significance levels: $p \leq .05$ significant (*), $p \leq .01$ very significant (**), $p \leq .001$ highly significant (***) (Bühl, 2019)

(Capps et al., 2012). The other moderate correlations b etween experimental experiences at school and university and experiment-related as well as teaching-related self-concepts indicate that experiences with experimentation dating back far in the past can have an influence on these self-concepts, too (Bong & Skaalvik, 2003; Dickhäuser, 2006; Shavelson et al., 1976).

As suggested by Franken et al. (2020), experiences in the dimensions of planning, conducting, and interpreting experiments for each of the three educational institutions could be correlated with the subscales of self-concepts and needs to be investigated in future studies to get a deeper insight into possible factors influencing these domain-specific self-concepts. As subjective interpretations of previous experiences also impact self-concepts (Wigfield & Eccles, 1992), it might be necessary to record not only the level of experimental experience but also individual perception.

The Dimensionality of the Experiment-Related Self-Concept

While Damerau (2012) and Franken et al. (2020) distinguish between three subscales (planning, conducting, and interpreting experiments) based on factor analytical findings, participants of this study differentiate between their abilities in planning and interpreting experiments and their abilities in conducting experiments according to our factor analytical results. As with Rautenstrauch & Busker (2020) and Atzert et al. (under review), the first subscale includes phases of theoretical considerations in experimentation, whilst the second comprises the phase of hands-on activities (Schreiber et al., 2009). For the context of school, it was shown that pupils differentiate between highly interrelated sub-competencies even if no corresponding grading occurs (e.g. Arens & Jansen, 2016). In the case of this study, the relatively limited experimental experience (see results on RQ1.1) and a lack of opportunities to independently plan and interpret experiments at school and university (Seidel et al., 2007; Schulz, Wirtz, & Starauschek, 2012; Tesch & Duit, 2004) could have made it difficult for the pre-service teachers to differentiate between their abilities in planning and evaluating experiments. Subsequent studies should take a closer look at the structural stability (Möller & Trautwein, 2015) of experiment-related self-concept subscales. It needs to be investigated whether participating in several experiment-based interventions leads to a differentiation between the perception of abilities in planning, conducting, and interpreting experiments.

Looking at the level of the experiment-related self-concept, values in the subscale 'conducting' are higher than those in the subscale 'planning & interpreting' at both measurement times and in all (sub-)groups. This finding is consistent with the results of Buse (2017), Damerau (2012), and Rautenstrauch & Busker (2020) for secondary school students and master's pre-service biology, chemistry, and science and social studies teachers (Franken et al., 2020). Due to the previously discussed difficulties and deficits concerning planning and interpreting experiments of school students (Germann & Aram, 1996; Hofstein et al., 2005) and pre-/in-service teachers (Emereole, 2009; Fleischer et al., 2020; Hilfert-Rüppell et al., 2013), such a result was to be expected. Similarly, Schulz et al. (2012) postulate that both school and university students are most experienced in conducting experiments, while they lack experience in the phases of theoretical considerations. These differences in the perception of experiment-related abilities emphasize the relevance of courses like the one presented here, in which planning and interpreting experiments can also be practiced.

Effects of the Intervention and the Role of Perceived Experimental Competences

The present study revealed a positive impact of the intervention on pre-service primary teachers' experiment-related self-concepts and self-concepts on planning and teaching experiment-based lessons

(RQ2.1). Regarding experiment-related self-concepts, the results of Peschel (2018), Buse et al. (2018), and Damerau (2012) – showing that experiment-based educational settings can lead to a significant increase in university and school students' self-concepts on planning, conducting, and interpreting experiments – are confirmed. The finding that the BG's self-concepts do not change significantly over time is consistent with the results on RQ1.1: There seem to be only a few possibilities at university to gain experience in experimentation and/or teaching experiment-based lessons. Only the BG's self-concept on planning experiment-based lessons also increased significantly from pre- to posttest. Those experiences in planning experiment-based lessons could have been gained in advanced courses (bachelor program) or during the practical semester.

Several possible factors could have led to a significant increase in self-concepts: EG's responses to the open-ended questions presented in Beudels et al. (under review) point to *positive experiences* regarding experimentation and planning experiment-based lessons. The course activities offer many opportunities to test own abilities, make mistakes and reflect on them (see Educational Concept). Regarding RQ3, partial results are consistent with the thesis that self-concept is influenced by *competence experiences* (Bong & Skaalvik, 2003; Dickhäuser, 2006; Shavelson et al. 1976). The more the participants experienced themselves as competent in planning, conducting, and interpreting experiments during the intervention, the higher the experiment-related self-concept was stated. The small but significant negative correlation between the perceived competence in planning & interpreting experiments and the self-concept on teaching experiment-based lessons indicates that other factors also played a role in the positive development of the teaching-related self-concepts. The EG also lists individualized, positive *feedback* on performance and a *supportive learning environment* as reasons for recommending the course (Beudels et al., under review). These two factors have already been mentioned as determinants influencing the self-concept in literature (Bong & Skaalvik, 2003; Lüdtke et al., 2005; Möller & Trautwein, 2015).

As shown by Paulick et al. (2017) and Sorge et al. (2019), pre-service teachers' self-concepts are also formed with internal and external frames of reference (Marsh et al., 1988). Participants may have compared their performance at the end of the course to their previous performances in school or the beginning of the intervention (*temporal comparisons*; Marsh et al., 2015). In some open answers (see Beudels et al., under review), students stated that planning an experiment for a science lesson was easier for them the second time than the first time. *Dimensional comparisons* (Wolff et al., 2018), e.g. comparing one's abilities in the competence areas of experimentation, may also have played a role. Successfully handling criterial requirements (*criterial reference norms*; Möller & Trautwein, 2015) could have led to the self-concepts being assessed more positively in the posttest. According to the results of Atzert et al. (2020), criterial reference norms, in particular, positively influence pupils' experiment-related self-concept. In our study, such criterial reference norms could have been learning objectives, verbal and written tasks for experimentation at the stations and planning experiment-based lessons, and competence expectations for primary school teachers (KMK, 2008/2019) discussed. An educational setting with a very heterogeneous learning group, where partner work predominates, and other teams can easily be observed in their actions, has the potential to provoke external, *social comparisons* (Marsh et al., 1988; 2015; Möller & Trautwein, 2015). The following elements were used to avoid adverse effects of social comparisons: Students did not receive grades for their planning products during the course; written feedback was given based on criteria; written feedback was anonymized so that the participants did not know which people were behind which planning product.

Impact of the Course Format

There is a lack of research on the effect of the course format on the development of teachers' self-concepts (RQ2.2). Under control of the variables 'type of participation' and 'major', it was shown that the examined self-concepts increased significantly with high effect size both when participating in the weekly and the block format. However, block course participants seem to have a slight advantage in terms of the reinforcement of self-concepts on planning & interpreting experiments and planning experiment-based lessons. These findings support the results of Schaal & Randler (2004) and Hilkenmeier & Sommer (2014), indicating that pre-service teachers' self-concepts develop more positively through block scheduling than through traditional scheduling as the students showed higher scores regarding perceived competence, a factor influencing the self-concept (Bong & Skaalvik, 2003; Dickhäuser, 2006; Shavelson et al., 1976). According to Dixon & O'Gorman (2019), block formats give students a faster sense of achievement as tasks are completed in a short time. Without being interrupted by other courses and thus having a continuous learning experience (Daniel,

2000), they can get an overview of (the development of) their skills and performance. Such 'concentrated' competence experiences and feedback combined with a positive learning environment, which is found more often with block formats than weekly formats (Samarawickrema & Cleary, 2021), could lead to a significantly higher increase in self-concepts. Weekly participants may also compare their achievements in the course with those in other courses they attend in parallel during the semester. This dimensional frame of reference (Wolff et al., 2018) does not apply to students of the block course. All these factors could have led to the block course participants overestimating their abilities. However, the small effect sizes indicate that the course format did not play a major role in changing self-concepts in this study.

Impact of the Major Field of Study

Due to the facts mentioned in the introduction, one main objective of the intervention was to positively develop the self-concepts of those pre-service teachers without a science major. With one exception (block format, self-concept on planning experiment-based lessons, medium effect), self-concepts of pre-service teachers with and without a science major developed equally positively. Despite the finding that SciMaj students' self-concepts were almost consistently significantly higher in the pretest than those of the non-SciMajs, both groups seem to have encountered factors that led to a positive development of the self-concepts (see discussion on RQ2.1). Concerning the social reference norm (Marsh et al., 1988; 2015), non-SciMaj participants could have either benefited from the attempt not to focus on social comparison processes or – using social comparisons – they might have realized that their skills in terms of experimentation and planning experiment-based lessons are equal to those of SciMajs. At the same time, all participants may have perceived gains in skills and performance through temporal comparisons (Möller & Trautwein, 2015). The application of a questionnaire similar to that of Atzert et al. (2020), gathering students' self-concepts influenced by different reference norms, is recommendable to empirically substantiate these assumptions. The findings on RQ2.3 are also important for designing university curricula insofar as the course concept seems to be suitable for a very heterogeneous audience, which can be an advantage concerning the limited capacity of lecturers.

Study Limitations and Implications for Future Studies

Regarding the sample of this study, a positive selection can be assumed, as many of the pre-service teachers attended the course voluntarily (see Curricular Framework). The same applies to the choice of the course format: Students could choose the format they prefer. Thus, a participant who thinks that the block format better suits her/his learning style will likely choose this format and vice versa (Burton & Nesbit, 2008). Daniel (2000) suggested that this situation could be countered with a random assignment of the pre-service teachers to the (sub-) groups. However, a suitable curricular framework is necessary for this. As long as course participation is counted towards a study module in some degree programs and in others not, it will be difficult to justify a randomized allocation of participants (Burton & Nesbit, 2008).

Due to the existing study regulations, too, it was not possible to include the two factored-out variables in the calculations simultaneously. Integrating this in the study design requires students without a science major to participate mandatorily in the intervention.

Since self-concept was found to be changeable through interventions (e.g. Damerau, 2012; Peschel, 2018), but is also described as relatively stable (Shavelson et al., 1976), future studies could investigate the long-term effects of the intervention.

Operationalization of the constructs with more and more heterogeneous items would be appropriate to capture the self-concepts in more detail. For example, the scale 'self-concept on planning an experiment-based lesson' items could be developed on the six sub-areas of planning primary science and social studies lessons, mentioned by Tänzer (2010). However, the questionnaire was also designed to record other course effects (see Beudels et al, under review). Therefore, the number of items per subscale was minimized to maintain test efficiency and for motivational reasons.

In this study, the subjective perception of abilities was assessed. Even though a medium, positive correlation between self-concepts and factual skills and competencies is to be expected (Marsh, 1992; Paulick et al., 2016), the self-concept alone provides limited information about actual competencies (Festner et al., 2018). As mentioned above, it is questionable whether *all* pre-service teachers can realistically assess their experimental competencies (Schreiber et al., 2016). Similar to Paulick et al. (2016) and Sorge et al. (2019) and as suggested by Festner et al. (2018), in addition to self-concepts, professional knowledge (e.g. syntactic knowledge concerning experimentation (Haslbeck, 2019); pedagogical content knowledge for teaching experiment-based lessons) might need to be investigated to ensure the validity of the scales. It might also be an option to evaluate individual experimentation skills and abilities for planning experimental lessons through a category-based

evaluation of video recordings – as in Tesch & Duit (2004) – or the analysis of planning products. However, a more complex study design and assessment strategy might limit the sample size (Schreiber et al., 2009).

CONCLUSIONS

This study contributes to closing the gap regarding research into pre-service primary teachers' experiment-related and science teaching-related self-concepts. The results illustrate the relevance of experimental experiences at university to develop prospective teachers' professional competence. Besides, this study could demonstrate that the course format influences the development of self-concepts. The impact of this variable is not only to be considered in future studies but also in designing study curricula or training programs for in-service teachers. The intervention has the potential to strengthen the self-concepts of pre-service teachers with very different experimental experiences and motivations equally. Especially the positive impact on self-concepts of pre-service primary teachers without a science major is desirable given the academic self-concept being a predictor of teachers' performance in primary science lessons.

FUNDING

This work was supported by the Ministry of Education and Research within the framework of the Gemeinsame Qualitätsoffensive Lehrerbildung [joint quality offensive for teacher training] of the Federal Government of Germany and the Länder [grant number: 0JA1507].

REFERENCES

Albert, R., & Koster, C. J. (2002). *Empirie in Linguistik und Sprachlehrforschung. Ein methodologisches Arbeitsbuch* [Empirical research in linguistics and language teaching. A methodological workbook]. Tübingen, Germany: Narr.

Appleton, K. (2007). Elementary Science Teaching. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 493–535). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Arens, A. K., & Jansen, M. (2016). Self-concepts in reading, writing, listening, and speaking: A multidimensional and hierarchical structure and its generalizability across native and foreign languages. *Journal of Educational Psychology, 108*(5), 646–664. https://doi.org/10.1037/edu0000081

Atzert, R., John, R., Preisfeld, A., & Damerau, K. (2020). Der Einfluss kriterialer, sozialer und individueller Bezugsnormen auf das experimentbezogene Fähigkeitsselbstkonzept [The influence of the criterial, social, and temporal reference norm on students' experiment-related self-concept]. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, *26*, 89–102. https://doi.org/10.1007/s40573-020-00114-x

Atzert, R., Tilli, J., Preisfeld, A., & Damerau, K. (under review). Experimentation-related self-concept of German upper secondary school students. *RISTAL*.

Backhaus, K., Erichson, B., Wulff, P., & Weiber, R. (2018). *Multivariate Analysemethoden* [Multivariate methods of analysis] (15th ed.). Berlin/Heidelberg, Germany: Springer Gabler. https://doi.org/10.1007/978-3-662-56655-8

Bartlett, M. S. (1951). The effect of standardization on a chi square approximation in factor analysis. *Biometrika, 38*(3/4), 337–344. https://doi.org/10.1093/biomet/38.3-4.337

Baumert, J., & Kunter, M. (2013). The COACTIV model of teachers' professional competence. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss, & M. Neubrand (Eds.), *Cognitive activation in the mathematics classroom and professional competence of teachers. Mathematics teacher education, vol. 8* (pp. 25–48). Boston, MA: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5149-5_2

Beudels, M., Schilling, Y., & Preisfeld, A. (under review). Mit Experimenten zu Wasserläufer & Co Kohärenz erleben - Potenziale eines interdisziplinären, experimentellen Kurses zur Professionalisierung angehender Sachunterrichtslehrkräfte [Experience coherence with experiments on water striders & Co - Potentials of an interdisciplinary, experimental course for professionalizing pre-service General Studies teachers]. DiMawe - Zeitschrift für Konzepte und Arbeitsmaterialien für Lehrer*innenbildung und Unterricht.

Bong, M., & Skaalvik, E. M. (2003). Academic self-concept and self-efficacy: How different are they really? *Educational Psychology Review, 15*(1), 1–40. https://doi.org/10.1023/A:1021302408382

Bosch, K. (2006). *Planning classroom management. A five-step process to creating a positive learning environment* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Corwin Press. https://doi.org/10.4135/9781483329451

Bühl, A. (2019). *Einführung in die moderne Datenanalyse ab SPSS 25* [Introduction to modern data analysis from SPSS 25] (16th ed.). Hallbergmoos, Germany: Pearson.

Bühner, M. (2021). *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion* [Introduction to test and questionnaire construction] (4th ed.). München, Germany: Pearson.

Burton, S., & Nesbit, P. L. (2008). Block or traditional? An analysis of student choice of teaching format. *Journal of Management & Organization, 14*(1), 4–19. https://doi.org/10.1017/S1833367200003448

Buse, M. (2017). *Bilinguale englische experimentelle Lehr-Lernarrangements im Fach Biologie. Konzeption, Durchführung und Evaluation der kognitiven und affektiven Wirksamkeit* [Bilingual

teaching in biology. Its cognitive and affective-motivational impact]. Dissertation, University of Wuppertal, Germany. Retrieved from: http://elpub.bib.uni-wuppertal.de/edocs/dokumente/fbc/biologie/diss2017/buse/dc1722.pdf.

Buse, M., Damerau, K., & Preisfeld, A. (2018). A scientific out-of-school programme on neurobiology employing CLIL. Its impact on the cognitive acquisition and experimentation-related ability self-concepts. *International Journal of Environmental & Science Education, 13*(8), 647-660.

Capps, D. K., Crawford, B. A., & Constas, M. A. (2012). A review of empirical literature on inquiry professional development: alignment with best practices and a critique of the findings. *Journal of Science Teacher Education, 23*(3), 291–318. https://doi.org/10.1007/s10972-012-9275-2

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). New York, NY: Erlbaum.

Damerau, K. (2012). *Molekulare und Zell-Biologie im Schülerlabor* [Molecular and cell biology in an out-of-school laboratory]. Dissertation, University of Wuppertal, Germany. Retrieved from: http://elpub.bib.uni-wuppertal.de/edocs/dokumente/fbc/biologie/diss2012/damerau/dc1231.pdf.

Daniel, E. L. (2000). A review of time-shortened courses across disciplines. *College Student Journal, 34*, 298–308.

Dickhäuser, O. (2006). Fähigkeitsselbstkonzepte – Entstehung, Auswirkung, Förderung [Academic self-concepts – Formation, effect, enhancement]. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 20*(1/2), 5–8. https://doi.org/10.1024/1010-0652.20.12.5

Dixon, L. & O'Gorman, V. (2019). 'Block teaching' – exploring lecturers' perceptions of intensive modes of delivery in the context of undergraduate education. *Journal of Further and Higher Education, 44*(5). 583-595. https://doi.org/10.1080/0309877X.2018.1564024

Döring, N., & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften* [Research methods and evaluation in social sciences and humanities] (5th ed.). Berlin/Heidelberg, Germany: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-41089-5

Emereole, H. U. (2009). Learners' and teachers' conceptual knowledge of science processes: The case of Botswana. *International Journal of Science and Mathematics Education, 7*(5), 1033–1056. https://doi.org/10.1007/s10763-008-9137-8

Federal Statistical Office (2020). *Lehrkräfte nach Schularten und Beschäftigung. Schuljahr 2019/20. Stand: 20. Oktober 2020* [Teachers by type of school and employment. The academic year 2019/20. Status as of 20. October 2020]. Retrieved from: https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bildung-Forschung-Kultur/Schulen/Tabellen/allgemeinbildende-beruflicheschulen-lehrkraefte.html.

Festner, D., Schaper, N., & Gröschner, A. (2018) Einschätzung der Unterrichtskompetenz und -qualität im Praxissemester [Assessment of teaching skills and quality in the practical semester]. In J. König, M. Rothland, N. Schaper N. (Eds.), *Learning to Practice, Learning to Reflect?* (pp. 163–194). Wiesbaden, Germany: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-19536-6_6

Fleischer, T., Virtbauer, L., & Strahl., A. (2020). Experimente im NAWI-Unterricht. Kompetenzen angehender Lehrkräfte [Experiments in science lessons. Pre-service teachers' competencies]. In S. Habig (Ed.), *Naturwissenschaftliche Kompetenzen in der Gesellschaft von morgen* (pp. 848–851). Duisburg/Essen, Germany: University of Duisburg-Essen.

Franken, N. (2020). *Kognitive und affektiv-motivationale Kompetenzen von Lehramtsstudierenden der Fächer Biologie, Chemie und Sachunterricht im Kontext des Praxissemesters* [Cognitive and affective-motivational competencies of pre-sevice biology, chemistry and science and social studies teachers in the context of the practical semester]. Dissertation, University of Wuppertal, Germany. Retrieved from: http://elpub.bib.uni-wuppertal.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-10821/dc2024.pdf.

Franken, N., Damerau, K., & Preisfeld, A. (2020). „Experimentieren kann ich gut!" – Experimentbezogene Fähigkeitsselbstkonzepte von Lehramtsstudierenden der Fächer Biologie, Chemie und Sachunterricht ["My experimental skills are excellent!" – Academic self-concepts of experimental skills of pre-service teachers with the school subjects biology, chemistry and elementary science]. *Zeitschrift für die Didaktik der Biologie (ZDB) – Biologie Lehren und Lernen, 24*, 48–66. https://doi.org/10.4119/zdb-1733

Fromm, S. (2012). Faktoren- und Reliabilitätsanalyse [Factor and reliability analysis]. In S. Fromm (Ed.), *Datenanalyse mit SPSS für Fortgeschrittene 2: Multivariate Verfahren für Querschnittsdaten* (pp. 53–82). Wiesbaden, Germany: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-531-18794-5_3

George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference. 11.0 update* (4th ed.). Boston, MA: Allyn & Bacon.

Germann, P. J., & Aram, R. J. (1996). Student performances on the science processes of recording data, analyzing data, drawing conclusions, and providing evidence. *Journal of Research in Science Teaching, 33*(7), 773–798. https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199609)33:7<773::AID-TEA5>3.0.CO;2-K

Girwidz, R. (2020). Experimentieren im Physikunterricht [Experimentation in physics

lessons]. In E. Kircher, R. Girdwidz & H.E. Fischer (Eds.), *Physikdidaktik Grundlagen* (4th ed.) (pp. 263–291). Berlin, Germany: Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-662-59490-2_7

Guskey, T. R. (1988). Teacher efficacy, self-concept, and attitudes toward the implementation of instructional innovation. *Teaching and Teacher Education, 4*(1), 63–69. https://doi.org/10.1016/0742-051X(88)90025-X

Gyllenpalm, J., & Wickman, P.-O. (2011). "Experiments" and the inquiry emphasis conflation in science teacher education. *Science Teacher Education, 95*(5), 908–926. https://doi.org/10.1002/sce.20446

Haslbeck, H. (2019). Die Variablenkontrollstrategie in der Grundschule [The control-of-variables strategy in primary school]. Dissertation, Technical University of Munich, Germany. Retrieved from: https://mediatum.ub.tum.de/doc/1487608/1487608.pdf.

Hilfert-Rüppell, D., Looß, M., Klingenberg, K., Eghtessad, A., Höner, K., Müller, R., Strahl, A., & Pietzner, V. (2013). Scientific reasoning of prospective science teachers in designing a biological experiment. *Lehrerbildung auf dem Prüfstand, 6*(2), 135–154.

Hilkenmeier, J., & Sommer, S. (2014). Praxisnahe Fallarbeit – Block versus wöchentliches Seminar. Ein Vergleich zweier Veranstaltungsformate in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung [Case-based learning – Block scheduling versus traditional scheduling. A comparison of two course concepts in teacher education]. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung, 32*(1), 88–100.

Hofstein, A., Navon, O., Kipnis, M., & Mamlok-Naaman, R. (2005). Developing students' ability to ask more and better questions resulting from inquiry-type chemistry laboratories. *Journal of Research in Science Teaching, 42*(7), 791–806. https://doi.org/10.1002/tea.20072

Janssen, J., & Laatz, W. (2017). *Statistische Datenanalyse mit SPSS* [Statistical data analysis with SPSS] (9th ed.). Berlin, Germany: Springer Gabler. https://doi.org/10.1007/978-3-662-53477-9

Kaiser, H. F., & Rice, J. (1974). Little Jiffy – Mark IV. *Educational and Psychological Measurement, 34*(1), 111–117. https://doi.org/10.1177/001316447403400115

Kirsch, A. (2020). Qualitätsstandards für die Unterrichtsplanung im Fach Sachunterricht [Quality standards for planning in the subject of General Studies]. *HLZ – Herausforderung Lehrer*innenbildung, 3*(1), 406–422. https://doi.org/10.4119/hlz-2557

Kleickmann, T., Möller, K., & Jonen, A. (2006). Die Wirksamkeit von Fortbildungen und die Bedeutung tutorieller Unterstützung [Effectiveness of trainings and importance of tutorial support]. In R. Hinz & T. Pütz (Eds.), *Professionelles Handeln in der Grundschule. Entwicklungslinien und Forschungsbefunde* (pp. 121–128). Hohengehren, Germany: Schneider.

Kuckartz, U., Rädiker, S., Ebert, T., & Schehl, J. (2013). *Statistik. Eine verständliche Einführung* [Statistics. An understandable introduction] (2nd ed.). Wiesbaden, Germany: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-531-19890-3

Kurth, C., & Wodzinski, R. (2020). Schwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren am Beispiel Hebel [Difficulties in autonomous experimentation using the example of levers]. In S. Habig (Ed.), *Naturwissenschaftliche Kompetenzen in der Gesellschaft von morgen* (pp. 262–265). Duisburg/Essen, Germany: University of Duisburg-Essen.

Leiner, D. (2006). SoSci Survey (Computer Software). Retrieved from: https://www.soscisurvey.de/.

Lüdtke, O., Köller, O., Marsh, H. W., & Trautwein, U. (2005). Teacher frame of reference and the big-fish-little-pond effect. *Contemporary Educational Psychology, 30*(3), 263–285. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2004.10.002

Marsh, H. W. (1992). Content specificity of relations between academic achievement and academic self-concept. *Journal of Educational Psychology, 84*(1), 35–42. https://doi.org/10.1037/0022-0663.84.1.35

Marsh, H. W., Byrne, B. M., & Shavelson, R. J. (1988). A multifaceted academic self-concept: Its hierarchical structure and its relation to academic achievement. *Journal of Educational Psychology, 80*(3), 366–380. https://doi.org/10.1037/0022-0663.80.3.366

Marsh, H. W., Salah Abduljabbar, A., Parker, P. D., Abdelfattah, F., Nagengast, B., Möller, J., & Abu-Hilal, M. M. (2015). The internal/external frame of reference model of self-concept and achievement relations: Age-cohort and cross-cultural differences. *American Educational Research Journal, 52*(1), 168–202. https://doi.org/10.3102/0002831214549453

Merkens, H. (2010). *Unterricht: Eine Einführung* [Teaching: An introduction]. Wiesbaden, Germany: VS Verlag.

Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction – what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching, 47*(4), 474–496. https://doi.org/10.1002/tea.20347

Möller, J., & Trautwein, U. (2015). Selbstkonzept [Self-concept]. In E. Wild & J. Möller (Eds.), *Pädagogische Psychologie* (2nd ed.) (pp. 177–199). Heidelberg, Germany: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-41291-2_8

Nadelson, L. S., Callahan, J., Pyke, P., Hay, A., Dance, M., & Pfiester, J. (2013). Teacher STEM perception and preparation: Inquiry-based STEM professional development for elementary teachers. *The Journal*

of Educational Research, 106(2), 157-168. https://doi.org/10.1080/00220671.2012.667014

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2015). *Science teachers' learning. Enhancing opportunities, creating supportive contexts*. Washington, D.C.: National Academies Press. https://doi.org/10.17226/21836

Nerdel, C. (2017). Grundlagen der Naturwissenschaftsdidaktik [Basics of (natural) sciences didactics]. Berlin, Germany: Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-662-53158-7

Noormann, P. (2017). *Mehrstufige Eigenmarken – Eine empirische Analyse von Zielen, Erfolgsdeterminanten und Grenzen* [Multilevel own brands – An empirical analysis of goals, success factors and limits]. Wiesbaden, Germany: Springer Gabler. https://doi.org/10.1007/978-3-658-16005-0

Paulick, I., Großschedl, J., Harms, U., & Möller, J. (2016). Preservice teachers' professional knowledge and its relation to academic self-concept. *Journal of Teacher Education, 67*(3), 173–182. https://doi.org/10.1177/0022487116639263

Paulick, I., Großschedl, J., Harms, U., & Möller, J. (2017). How teachers perceive their expertise: The role of dimensional and social comparisons. *Contemporary Educational Psychology, 51*, 114-122. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2017.06.007

Peschel, M. (2018). SelfPro: Entwicklung von Professionsverständnissen und Selbstkonzepten angehender Lehrkräfte beim Offenen Experimentieren [SelfPro: Development of pre-service teachers' professional understanding and self-concepts in open experimentation]. In S. Miller et al. (Eds.), *Profession und Disziplin. Jahrbuch Grundschulforschung vol. 22* (pp. 191–196). Wiesbaden, Germany: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-13502-7_21

Porsch, R., & Wendt, H. (2016). Aus- und Fortbildung von Mathematik- und Sachunterrichtslehrkräften [Education and training of maths and science and social studies teachers]. In H. Wendt et al. (Eds.), *TIMSS 2015. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich* (pp. 189–204). Münster, Germany/New York, NY: Waxmann.

Rasch, B., Friese, M., Hofmann, W., & Naumann, E. (2014a). Quantitative Methoden 1 [Quantitative methods 1] (4th ed.). Berlin/Heidelberg, Germany: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-43524-3

Rasch, B., Friese, M., Hofmann, W., & Naumann, E. (2014b). Quantitative Methoden 2 [Quantitative methods 2] (4th ed.). Berlin/Heidelberg, Germany: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-43548-9

Rautenstrauch, H., & Busker, M. (2020). Experimentieren im Naturwissenschafts- und Chemieunterricht [Experimentation in science and chemistry lessons]. In S. Habig (Ed.), *Naturwissenschaftliche Kompetenzen in der Gesellschaft von morgen* (pp. 345–348). Duisburg/Essen, Germany: University of Duisburg-Essen.

Samarawickrema, G., & Cleary, K. (2021). Block mode study: Opportunities and challenges for a new generation of learners in an Australian university. *Student Success, 12*(1), 13–23. https://doi.org/10.5204/ssj.1579

Schaal, S., & Randler, S. (2004). Konzeption und Evaluation eines computergestützten kooperativen Blockseminars zur Systematik der Blütenpflanzen [Development and evaluation of a computer-supported cooperative compact course in botanical systematics]. *Zeitschrift für Hochschuldidaktik, 2*(6), 1–18. https://doi.org/10.3217/zfhd02/03

Schreiber, N., Theyßen, H., & Schecker, H. (2009). Experimentelle Kompetenz messen?! [Evaluating experimental competencies]. *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule, 3*(8), 92-101.

Schreiber, N., Theyßen, H., & Dickmann, M. (2016). Wie genau beurteilen Schülerinnen und Schüler ihre eigenen experimentellen Fähigkeiten? Ein Ansatz zur praktikablen Diagnostik experimenteller Fähigkeiten im Unterrichtsalltag. [How accurate can students assess their own experimental skills? An approach to feasibly assess experimental skills in the classroom]. *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule, 1*(15), 49–63.

Schulz, A., Wirtz, M., & Starauschek, E. (2012). Das Experiment in den Naturwissenschaften [The experiment in (natural) sciences]. In W. Rieß, M. Wirtz, B. Barzel & A. Schulz (Eds.), *Experimentieren im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. Schüler lernen wissenschaftlich denken und arbeiten* (pp. 15–38). Münster, Germany: Waxmann.

Schwichow, M. G., Croker, S., Zimmerman, C., Höffler, T. N., & Härtig, H. (2016). Teaching the control-of-variables strategy: A meta-analysis. *Developmental Review, 39*(1), 37–63. http://dx.doi.org/10.1016/j.dr.2015.12.001

Seidel, T., Prenzel, M., Wittwer, J., & Schwindt, K. (2007). Unterricht in den Naturwissenschaften [Science classes]. In M. Prenzel et al. (Eds.), *PISA 2006. Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie* (pp. 147–180). Münster: Waxmann.

Shavelson, R. J., Hubner, J. J., & Stanton, G. C. (1976). Self-concept: Validation of construct interpretations. *Review of Educational Research, 46*(3), 407–441. https://doi.org/10.3102/00346543046003407

Sorge, S., Keller, M. M., Neumann, K., & Möller, J. (2019). Investigating the relationship between pre-service

physics teachers' professional knowledge, self-concept, and interest. *Journal of Research in Science Teaching, 56*(7), 937–955. https://doi.org/10.1002/tea.21534

Standing Conference of the Ministers of Education and Cultural Affairs (KMK) (2004). *Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften* [Teacher education standards: Educational sciences]. Retrieved from: http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Standards-Lehrerbildung.pdf.

Standing Conference of the Ministers of Education and Cultural Affairs (KMK) (2008/2019). *Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung* [Common standards for specialist science and subject didactics in teacher education]. Retrieved from: http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2008/2008_10_16-Fachprofile-Lehrerbildung.pdf.

Tänzer, S. (2010). Bedingungen und Voraussetzungen in der Lehrperson [Conditions and requirements in a teacher]. In S. Tänzer & R. Lauterbach (Eds.), *Sachunterricht begründet planen* (pp. 64–76). Bad Heilbrunn, Germany: Klinkhardt.

Tesch, M., & Duit, R. (2004). Experimentieren im Physikunterricht – Ergebnisse einer Videostudie [Experimentation in physics lessons – Results of a video study]. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 10*, 51–69.

Tolsdorf, Y., & Markic, S. (2018). Development and changes in student teachers' knowledge concerning diagnostic in chemistry teaching – A longitudinal case study. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 14*(12), em1613. https://doi.org/10.29333/ejmste/94232

Wahl, D. (2013). *Lernumgebungen erfolgreich gestalten. Vom trägen Wissen zum kompetenten Handeln* [Successfully designing learning environments. From dull knowledge to competent action] (3rd ed.). Bad Heilbrunn, Germany: Klinkhardt.

Wigfield, A., & Eccles, J. S. (1992). The development of achievement task values: A theoretical analysis. *Developmental Review, 12*(3), 265–310. https://doi.org/10.1016/0273-2297(92)90011-P

Wolff, F., Helm, F., Zimmermann, F., Nagy, G., & Möller, J. (2018). On the effects of social, temporal, and dimensional comparisons on academic self-concept. *Journal of Educational Psychology, 110*(7), 1005–1025. https://doi.org/10.1037/edu0000248

Yeung, A. S., Craven, R. G., & Kaur, G. (2014). Teachers' self-concept and valuing of learning: Relations with teaching approaches and beliefs about students. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education, 42*(3), 305–320. https://doi.org/10.1080/1359866X.2014.905670

Yip, D. Y. (2001). Assessing and developing the concept of assumptions in science teachers. *Journal of Science Education and Technology, 10*(2), 173-179. https://doi.org/10.1023/A:1009473215126

APPENDIX

Table A1. Operationalization of the constructs in the questionnaire. Scale names including the number of items, translations of the original items, item abbreviations, and internal consistency (Cronbach's α)

Scale		Number of items	Example of an original item	Item translation	Item abbreviation (pre/post)	Cronbach's α (pre/post)
Experimental experience	… in primary school	2	In meiner Grundschulzeit haben wir im Sachunterricht viel experimentiert.	When I was in primary school, we did a lot of experiments in science and social studies lessons.	TU24_01/- TU24_05/-	.886/-
	… in secondary school	2	Experimente waren in meiner Schulzeit auf der weiterführenden Schule nicht oft Bestandteil der naturwissenschaftlichen Fächer.*	During secondary school, experiments were not frequently part of science lessons.*	TU24_02/- TU24_04/-	.838/-
	… while studying at university	2	In meiner (bisherigen) Studienzeit haben wir in den Kursen viel experimentiert.	During my (previous) time at the university we have done a lot of experiments in my courses.	TU24_03/- TU24_07/-	.919/-
Academic self-concept	… on planning & interpreting experiments	6	Es fällt mir leicht, ein Experiment zur Aufklärung einer vorgegebenen Fragestellung zu entwickeln.	It is easy for me to develop an experiment to clarify a given question.	TU29_01/NT17_04 TU29_05/NT17_07 TU29_07/NT17_01 TU29_03/NT17_08 TU29_06/NT17_03 TU29_09/NT17_06	.822/.842
	… on conducting experiments	3	Für die Durchführung von Experimenten habe ich kein Händchen.*	Conducting experiments doesn't come naturally to me.*	TU29_02/NT17_05 TU29_04/NT17_02 TU29_08/NT17_09	.808/.804
	… on planning experiment-based lessons	3	Ich bin gut darin, eine Sachunterrichtsstunde, in der experimentiert werden soll, zu planen.	I am good at planning an experiment-based science and social studies lesson.	TU31_07/NT19_19 TU31_12/NT19_07 TU31_19/NT19_02	923/.908
	… on teaching experiment-based lessons	3	Ich traue mir zu, Experimente mit den Schülern im Sachunterricht durchzuführen.	I have the confidence to conduct experiments in science and social studies lessons with students.	TU30_03/NT18_05 TU30_07/NT18_02 TU30_15/NT18_14	.901/.867
Perceived experimental competence	…in planning & interpreting experiments	6 (~~8~~)	Es ist mir schwer gefallen, Vermutungen zum Ausgang der Kursexperimente aufzustellen.*°	It was difficult for me to make assumptions about the outcome of the course experiments.*°	-/NT13_03° -/NT13_12 -/NT13_19 -/NT13_20° -/NT13_06 -/NT13_10 -/NT13_14 -/NT13_18	-/.816[#]
	…in conducting experiments	3 (4)	Der Umgang mit den zur Verfügung gestellten Geräten und Materialien für die Experimente ist mir leicht gefallen.	It was easy for me to use the devices and materials provided for the experiments.	-/NT13_02 -/NT13_07° -/NT13_11 -/NT13_17	-/.707[#]

* = inversely formulated items that have been recoded; ° = items that were excluded after factor analysis; [#] = Cronbach's α after removing the marked items

Table A2. Assignment of the items (construct: experimental experience; pretest) to the factors (rotated factor matrix). Loadings leading to the assignment of the variables to the factor/subscale are highlighted in grey

Item abbreviation	Factor 1	Factor 2	Factor 3
TU24_01	.892	-	-
TU24_05	.879	-	-
TU24_02	-	.832	-
TU24_04	-	.844	-
TU24_03	-	-	.919
TU24_07	-	-	.923

Table A3. Assignment of the items (construct: experiment-related self-concept; pretest) to the factors (rotated factor matrix). Loadings leading to the assignment of the variables to the factor/subscale are highlighted in grey

Item abbreviation	Factor 1	Factor 2
TU29_01	.511	.394
TU29_05	.723	-
TU29_07	.511	.394
TU29_03	.626	-
TU29_06	.624	-
TU29_09	.646	-
TU29_02	-	.728
TU29_04	.387	.644
TU29_08	-	.755

Table A4. Assignment of the items (construct: self-concepts on planning and teaching experiment-based lessons; pretest) to the factors (rotated factor matrix). Loadings leading to the assignment of the variables to the factor/subscale are highlighted in grey

Item abbreviation	Factor 1	Factor 2
TU31_07	.784	.331
TU31_12	.875	-
TU31_19	.865	-
TU30_03	-	.801
TU30_07	-	.901
TU30_15	.365	.746

Table A5. Assignment of the items (construct: perceived experimental competencies; posttest) to the factors (rotated factor matrix). Loadings leading to the assignment of the variables to the factor/subscale are highlighted in grey

Item abbreviation	Factor 1	Factor 2
NT13_03*	.420	-
NT13_12	.552	-
NT13_19	.520	-
NT13_20*	.377	.461^{+}
NT13_06	.590	.353
NT13_10	.792	-
NT13_14	.602	.329
NT13_18	.561	.363
NT13_02	-	.516
NT13_07*	-	.419
NT13_11	-	.738
NT13_17	-	.699

* = items were excluded from further analysis as factor loadings were $\lambda \leq .50$ (Backhaus et al., 2018) or/and items had cross-loadings (marked with a plus sign) $\lambda \geq .40$ (Noorman, 2017)

V.6 Zielebene 3: „Ich traue mir zu…“ – Effekte einer interdisziplinären Lehrveranstaltung auf motivationale Orientierungen angehender Sachunterrichtslehrkräfte (Manuskript 6)

Titel	„Ich traue mir zu…“ – Effekte einer interdisziplinären Lehrveranstaltung auf motivationale Orientierungen angehender Sachunterrichtslehrkräfte
Autor*innen	*Melanie Beudels,* Nadine Schröder & Angelika Preisfeld
Status	veröffentlicht
Journal	PFLB – Zeitschrift für Schul- und Professionsentwicklung
Review	*Double peer review*
Jahr	2021
Volume(Issue): Seiten	3(1): 188–220
Link/DOI	https://doi.org/10.11576/pflb-4845
Lizenz	CC BY-SA 4.0
Eigenanteil	**93.5 %** Konzeption und Durchführung der Lehrveranstaltung (100 %; s. Manuskript 3) Planung und Erstellen des Untersuchungsdesigns (100 %) Datenerhebung (100 %) Datenanalyse (100 %) Verfassen des Manuskripts (90 %) Überarbeitung des Manuskripts (90 %)
Inhaltlicher Schwerpunkt	Wirksamkeit der Intervention B hinsichtlich des Sachinteresses an Biologie, Chemie, Physik und Technik, des Interesses am Unterrichten naturwissenschaftlich-technischen Sachunterrichts sowie der L-SWE bzgl. des Gestaltens/Unterrichtens von Sachunterricht mit Biologie, Chemie, Physik oder Technik als Bezugsfach und von vielperspektivischem, naturwissenschaftlich-technischem Sachunterricht; Einfluss der unabhängigen Variable ‚Kursformat‘ (wöchentlich/Block); Einfluss der unabhängigen Variable ‚Studienschwerpunkt‘ (NaWiTec oder nicht-NaWiTec)
Design/Methodik	quasi-experimentelle Längsschnittstudie (2 MZ); EG und BG; quantitative Online-Fragebogenerhebung
Online-Supplement	vorhanden; s. Anhang XI.11

Kasten 6: *Informationen zu Manuskript 6*

PFLB
PraxisForschungLehrer*innenBildung
Zeitschrift für Schul- und Professionsentwicklung

„Ich traue mir zu …“

Effekte einer interdisziplinären Lehrveranstaltung auf motivationale Orientierungen angehender Sachunterrichtslehrkräfte

Melanie Beudels[1,*], Nadine Schroeder[1] & Angelika Preisfeld[1]

[1] *Bergische Universität Wuppertal*
[*] *Kontakt: Bergische Universität Wuppertal,*
Lehrstuhl für Zoologie und Didaktik der Biologie,
Gaußstraße 20, 42119 Wuppertal
melanie.beudels@uni-wuppertal.de

Zusammenfassung: Viele (zukünftige) Sachunterrichtslehrkräfte haben geringe Selbstwirksamkeitserwartungen und teils auch ein geringes Interesse hinsichtlich des Unterrichtens von naturwissenschaftlichen und technischen Inhalten. Gleichzeitig mangelt es an der Beforschung von universitären Lehrkonzepten, welche versuchen, die Entwicklung dieser motivationalen Orientierungen in Bezug auf *mehrere* sachunterrichtliche Bezugsfächer *parallel* positiv zu beeinflussen. Dies ist auch aufgrund des perspektivenvernetzenden Charakters des Faches relevant. Im Beitrag wird daher mithilfe eines quasi-experimentellen Pre-Post-Interventions-Baseline-Gruppen-Designs untersucht, ob sich durch einen Kurs, in dem die Bezugsfächer Biologie, Chemie, Physik und Technik vernetzt vermittelt werden, die Interessen und Selbstwirksamkeitserwartungen von n = 202 Grundschullehramtsstudierenden verändern. Während sich in der Baselinegruppe, die nicht an der Lehrveranstaltung teilnahm, die Selbstwirksamkeitserwartungen nicht signifikant ändern und die Interessen teils abnehmen, ist bei der Interventionsgruppe eine positive Entwicklung – gerade in Bezug auf die Selbstwirksamkeitserwartungen – festzustellen. Es zeigt sich zudem bei der Entwicklung der Sachinteressen ein leichter Vorteil für die Teilnehmenden der Lehrveranstaltung als Blockkursformat im Gegensatz zu jenen, die an einem wöchentlichen Format partizipierten. Keine signifikanten Unterschiede in der Veränderung der motivationalen Orientierungen bestehen hinsichtlich des Studienschwerpunktes. Grundschullehramtsstudierende mit und ohne „Naturwissenschaften und Technik“ als Studienfach profitieren gleichermaßen von der Lehrveranstaltung.

Schlagwörter: Lehrpersonenprofessionalisierung, Interesse, Selbstwirksamkeitserwartung, Sachunterricht, Vielperspektivität

© Die Autor*innen 2021. Dieser Artikel ist freigegeben unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung, Weitergabe unter gleichen Bedingungen, Version 4.0 International (CC BY-SA 4.0).
URL: https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/de/legalcode

1 Einleitung

Motivationale Orientierungen – darunter Selbstwirksamkeitserwartungen (SWE) und Interessen – werden als bedeutend für die Entwicklung professioneller Kompetenz und für das professionelle Handeln von Lehrpersonen angesehen (vgl. Baumert & Kunter, 2006, S. 481ff.; 2011, S. 42ff.; s. Kap. 2). Wird die professionelle Kompetenz von (zukünftigen) Grundschullehrkräften für das Fach Sachunterricht (SU) in den Blick genommen, weisen Studien jedoch auf Inkompetenzgefühle, teils geringe Interessen und geringe SWE hinsichtlich technischer und naturwissenschaftlicher (Unterrichts-)Themen hin (Kap. 2). Dies hängt wiederum u.a. mit einem Vermeiden des Unterrichtens naturwissenschaftlicher und technischer Inhalte bei (angehenden) Lehrpersonen zusammen (Appleton, 2003; Appleton & Kindt, 2002).

Ziel universitärer Lehre sollte es daher sein, nicht nur das Professionswissen als „Kern der Professionalität" (Baumert & Kunter, 2006, S. 481), sondern auch die motivationalen Orientierungen angehender Lehrpersonen zu stärken. Dabei steht die Ausbildung von SU-Lehrkräften vor einer Herausforderung: Durch den vielperspektivischen Charakter des Faches mit seinen fünf Perspektiven[1] und der dadurch bedingten Breite an Bezugsfächern, wie Biologie, Chemie und Physik, (vgl. Meschede, Hartinger & Möller, 2020, S. 541), sollten – neben der Entwicklung von Professionswissen hinsichtlich möglichst *aller* dieser Bezugsfächer – natürlich auch entsprechende Interessen und SWE gefördert werden. Gleichzeitig gilt es, die Absolvent*innen zu einem perspektivenübergreifenden Denken zu befähigen, damit sie ihren Unterricht perspektivenvernetzend gestalten können (vgl. GDSU, 2013, S. 15). Darauf verweist auch der *Qualitätsrahmen Lehrerbildung – Sachunterricht und seine Didaktik* mit dem „Qualifikationsbereich perspektivenübergreifend (vernetzend)" (GDSU, 2019, S. 40).

Allerdings ist es fraglich, ob diesen Anforderungen bei der momentanen Ausbildungssituation an einigen Universitäten – auch bedingt durch eine eingeschränkt verfügbare Leistungspunktanzahl aufgrund weiterer zu studierender Fächer wie Mathematik und Germanistik – in einem ausreichenden Maße entsprochen werden kann. SU kann nämlich an vielen Standorten nicht integrativ (alle Perspektiven inkludierend; vgl. Schmidt, 2014, S. 17), sondern nur lernbereichs- (z.B. Naturwissenschaften) oder gar fachbezogen (z.B. nur Biologie) studiert werden (Baumgardt & Kaiser, 2015; Schilling, Beudels, Kuckuck & Preisfeld, 2021; Schmidt, 2014).

Aus der Diskrepanz zwischen den Anforderungen an SU-Lehrpersonen und der heterogenen universitären Ausbildungssituation ergibt sich die Frage, ob eine einzelne Lehrveranstaltung, in der mehrere sachunterrichtliche Bezugsfächer einbezogen und vernetzt werden, das Potenzial besitzt, die Interessen und SWE von Grundschullehramtsstudierenden hinsichtlich dieser Bezugsdisziplinen positiv zu beeinflussen. Bisherige Forschungsarbeiten in diesem Bereich beleuchten i.d.R. nur die Wirkung von Interventionen in Bezug auf *ein* sachunterrichtliches Bezugsfach (oft Physik), beziehen sich auf *andere Ausbildungsphasen*, wie die Fort-/Weiterbildung (u.a. Heran-Dörr, 2006; Kleickmann, Tröbst, Jonen, Vehmeyer & Möller, 2015; Möller, Hardy, Jonen, Kleickmann & Blumberg, 2006; Pawelzik, 2017), oder es wird – gerade bei internationalen Studien, die z.B. das *Science Teaching Efficacy Belief Instrument* (STEBI) von Riggs & Enochs (1990) einsetzen – Bezug auf die *naturwissenschaftliche Perspektive* genommen, ohne zwischen einzelnen Bezugsfächern zu differenzieren (u.a. Palmer, Dixon & Archer, 2015; Schmidt, 2014; Velthuis, Fisser & Pieters, 2014). Es mangelt also an Interventionsstudien hinsichtlich der Wirksamkeit interdisziplinärer Lehrkonzepte (u.a. Göhring, 2017; Janssen, 2015; Kratz & Schaal, 2015) auf die motivationalen Orientierungen bezüglich *mehrerer sachunterrichtlicher Bezugsfächer*, *mehrerer SU-Perspektiven* (wie bei Reichhart, 2018) bzw. der *Vielperspektivität* des Faches (wie bei Beudels, Jeske & Preisfeld, 2021).

[1] Naturwissenschaften, Technik, Geographie, Geschichte und Sozialwissenschaften (GDSU, 2013)

Im Beitrag wird daher untersucht, ob sich durch eine interdisziplinäre, universitäre Lehrveranstaltung, in der die sachunterrichtlichen Bezugsfächer Biologie, Chemie, Physik und Technik durch ein kohärentes Lehrkonzept vernetzt werden (s. Kap. 3.1), die Interessen und SWE angehender Grundschullehrpersonen – bezogen auf diese vier Bezugsfächer und das Unterrichten vielperspektivischen, naturwissenschaftlich-technischen SU – positiv entwickeln. Vor dem Hintergrund der heterogenen Ausbildungssituation wird dabei auch analysiert, ob der Studienschwerpunkt die Ergebnisse beeinflusst. Ebenfalls wird der Einfluss des Kursformates (traditionelle/wöchentliche Semester-Lehrveranstaltung vs. Blockkurs) – gerade aufgrund mangelnder Studien dazu im Hochschulsektor (nur u.a. Burton & Nesbit, 2008; Hilkenmeier & Sommer, 2014; Schaal & Randler, 2004) – betrachtet. Befunde dazu sind auch für die Konzeption von Fort-/Weiterbildungen (Zielgruppe, Zusammensetzung der Teilnehmendengruppe, Format) relevant.

Nach einer theoretischen Einordnung der untersuchten Konstrukte und der Beschreibung des Forschungsstandes hinsichtlich der Ausprägungen dieser bei (angehenden) SU-Lehrkräften erfolgt die Darstellung der Intervention, des Forschungsdesigns, der Messinstrumente und der Auswertungsmethode. Anschließend werden die Ergebnisse vorgestellt und kritisch diskutiert.

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Lehrer*inneninteresse

Nach der Person-Gegenstands-Theorie des Interesses wird Interesse als eine besondere Beziehung oder Relation zwischen einer Person und einem (Lern-)Gegenstand aufgefasst, wobei der Gegenstand ein reales Objekt, eine Aktivität, ein Themenbereich oder z.B. ein Schulfach sein kann (vgl. Krapp, 1992a, S. 305ff.; 1999, S. 397). Es zeichnet sich zudem durch emotionale (Gefühle hinsichtlich des Gegenstands), wertbezogene (subjektive Bedeutsamkeit des Gegenstandes) und epistemische/kognitive (Bestreben, sich mit dem Gegenstand auseinanderzusetzen/Wissen darüber zu erweitern) Merkmalskomponenten aus (vgl. Krapp, 1999, S. 398ff.; 2010, S. 312).

Oft wird zwischen zwei unterschiedlichen Arten des Interesses unterschieden: dem situationalen/aktuellen und dem individuellen/persönlichen Interesse. Während ersteres Konstrukt einen kurzzeitigen, instabilen Zustand der Interessiertheit – z.B. ausgelöst durch ein spannendes Lehr-Lern-Setting – meint, ist das individuelle Interesse an einem bestimmten Gegenstand eine relativ stabile bzw. länger andauernde Verhaltensdisposition (Hidi & Renninger, 2006; Krapp, 1992a; Krapp, Hidi & Renninger, 1992). Situationales Interesse kann dabei die Basis für die Entwicklung persönlichen Interesses sein (Hidi & Renninger, 2006; Krapp, 2007; Mitchell, 1993).

Im Gegensatz zum Interesse von Schüler*innen und zu den SWE von Lehrpersonen (s. Kap. 2.2) ist das Lehrer*inneninteresse (L-Interesse) bisher hinsichtlich seiner Struktur und der Auswirkungen auf den Unterricht und die Lernenden sehr wenig untersucht worden (vgl. Schiefele, Streblow & Retelsdorf, 2013, S. 11). Es wird davon ausgegangen, dass es dem individuellen Interesse ähnlich ist (vgl. Eren, 2012, S. 304; Long & Woolfolk Hoy, 2006, S. 308; Schiefele et al., 2013, S. 11). Wie auch in anderen Arbeiten zur professionellen Kompetenz von SU-Lehrpersonen wird in diesem Beitrag hinsichtlich des L-Interesses zwischen Sachinteresse und dem Interesse am Unterrichten eines Faches/einer SU-Perspektive unterschieden (Franz, 2008; Heran-Dörr, 2006; Kleickmann, 2008; Lange, 2010; Reichhart, 2018; Schmidt, 2014). Dabei wird Bezug genommen auf die von Schiefele et al. (2013) entwickelte Theorie des L-Interesses, in der – in Anlehnung an die von Shulman (1986) postulierten Bereiche des Professionswissens (Fachwissen, fachdidaktisches sowie pädagogisch-psychologisches Wissen) – zwischen *subject interest*, *didactic interest* und *educational interest* unterschieden wird. Das Sachinteresse kann als privates Interesse an bestimmten Themen/Sachverhalten be-

schrieben werden (vgl. Reichhart, 2018, S. 74), während das Interesse am Unterrichten/*didactic interest* dem Bereich des beruflichen Interesses zugeordnet wird. Es umfasst u.a. das Interesse an der Planung/Gestaltung von Fachunterricht, an Unterrichtsmethoden des Faches und an fachdidaktischer Literatur (vgl. Schiefele et al, 2013, S. 12).

Die wenigen bisher existenten Studien zum L-Interesse zeigen zumeist, dass es das Handeln der Lehrpersonen, die Unterrichtsqualität sowie die Lernendenleistungen positiv beeinflussen kann: So streben (angehende) Lehrkräfte mit hohem *subject interest* und *didactic interest* u.a. mehr danach, ihre professionellen Kompetenzen zu fördern sowie weiterzuentwickeln, und zeigen einen höheren Einsatz und mehr Ausdauer in der Berufspraxis (Eren, 2012; Retelsdorf, Butler, Streblow & Schiefele, 2010). Das Interesse ist zudem relevant für den Transfer bzw. das Umsetzen von Innovationen im Unterricht (Trempler, Schellenbach-Zell & Gräsel, 2013). Eine Studie von Kunter, Tsai, Klusmann, Brunner, Krauss und Baumert (2008) verweist darauf, dass Schüler*innen Lehrpersonen mit einem hohen Lehrer*innenenthusiasmus, der nach Schiefele et al. (vgl. 2013, S. 14) dem L-Interesse gleichzusetzen ist, eine bessere Unterstützung und kognitive Aktivierung bei Lernprozessen zusprechen. Während Lange (2010) feststellte, dass es keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Sachinteresse der Lehrperson und dem Lernzuwachs bei Grundschüler*innen gibt, zeigen andere Forschungsarbeiten, dass Lernende, die von enthusiastischen Lehrkräften unterrichtet werden, eine höhere intrinsische Motivation und bessere Schulleistungen haben (Kunter, 2011; Patrick, Hisley & Kempler, 2000).

Hartmann und Reichhart (2018, S. 172) konnten durch Faktorenanalysen zeigen, dass SU-Studierende „die einzelnen [SU-]Perspektiven in ihren Interessen und Selbstwirksamkeitsüberzeugungen unterscheiden und nicht den Sachunterricht als eindimensionales Fach betrachten". Bezüglich der Interessensausprägung von Studierenden und Lehrpersonen des Grundschullehramts an Naturwissenschaften und Technik (Sachinteresse und Interesse am Unterrichten) liegen allerdings inkonsistente Befunde vor. Gerade ältere Studien deuten auf ein eher geringes L-Interesse an Chemie, Physik und Technik hin, während jenes an Biologie höher ist (Möller, 2004; Möller & Tenberge, 2000; Möller, Tenberge & Ziemann, 1996; Prenzel, Geiser, Langeheine & Lobemeier, 2003). Andere Studien zeigen hingegen, dass das L-Interesse von (angehenden) Grundschullehrpersonen an Chemie (Janssen, 2015; Steffensky & Wilms, 2006) eher hoch ist. Die Ergebnisse von Hartmann und Reichhart (2018) verweisen auf ein signifikant höheres Interesse am Unterrichten der naturwissenschaftlichen Perspektive im Gegensatz zu der technischen Perspektive des SU (Hartmann & Reichhart, 2018). Wagner, Ziesler und Priemer (2020) konnten kürzlich mithilfe eines explorativen Forschungsdesigns zeigen, dass die Interessenslage von Grundschullehramtsstudierenden bezüglich der Naturwissenschaften und Technik als sehr facettenreich zu bezeichnen ist, und empfehlen daher die Verwendung interdisziplinärer Lehr-Lern-Settings.

Hinsichtlich der Veränderung des L-Interesses durch Interventionen in den Naturwissenschaften und der Technik liegen für die Konstrukte „Interesse am Unterrichten" und „Sachinteresse" unterschiedliche Befunde vor. In der Studie von Appleton (1995) nahm das Interesse von Grundschullehramtsstudierenden am Unterrichten naturwissenschaftlich-technischer Inhalte durch ein konstruktivistisches Lehr-Lern-Setting mit wenigen Fachinhalten zu *physical science* deutlich zu. Auch z.B. bei Möller et al. (2006; konstruktivistische, tutoriell unterstützte Lehrpersonenfortbildung) und bei Kleickmann et al. (2015; Lehrer*innenfortbildung zum physikbezogenen SU; intensives Experten-Scaffolding[2]) stieg das Interesse am Unterrichten naturwissenschaftlicher bzw. physikbezo-

[2] Intensives Experten-Scaffolding bedeutet in der Studie von Kleickmann et al. (2015), dass die Teilnehmenden in der Bearbeitung der *Educative Curriculum Materials* von einem*einer Expert*in geleitet und unterstützt werden. Er*sie strukturiert die Sitzungen, hinterfragt naive Vorstellungen der Lernenden, gibt

gener Inhalte. Wie u.a. Jarret (1999; *inquiry-based science methods course* an der Universität) für die Naturwissenschaften und Janssen (2015) für Chemie als sachunterrichtliches Bezugsfach zeigten, kann sich ebenso das Sachinteresse von (zukünftigen) Lehrenden der Grundschule durch Aus-/Fort-/Weiterbildungen verändern. Dahingegen veränderte sich das Sachinteresse u.a. bei Janssen (2015) in Bezug auf Biologie und für Physik bei Kleickmann, Möller & Jonen (2006) durch Interventionen nicht signifikant.

Das Interessenkonstrukt deckt insgesamt jene „blinden Flecken" ab, die das nachfolgend beschriebene Konstrukt der SWE aus Sicht der Selbstbestimmungs- und pädagogisch-psychologischen Interessenstheorie in Bezug auf eine ausreichende Erklärung von Lernmotivation und die Beachtung von Ziel- und Inhaltsaspekten hat (vgl. Krapp & Ryan, 2002, S. 54).

2.2 Lehrer*innenselbstwirksamkeitserwartungen

Als SWE wird in diesem Beitrag die „subjektive Gewissheit, neue oder schwierige Anforderungssituationen auf Grund eigener Kompetenz bewältigen zu können" (Schwarzer & Jerusalem, 2002, S. 35), verstanden. SWE lassen sich hinsichtlich ihrer Spezifität unterscheiden (vgl. Warner & Schwarzer, 2009, S. 630): Während es sich bei allgemeinen SWE um die Zuversicht in die generelle Lebensbewältigungskompetenz handelt, haben bereichsspezifische SWE einen Bezug zu einem bestimmten Bereich, wie den Naturwissenschaften, und situationsspezifische SWE zu einer konkreten Situation, in der gehandelt und die bewältigt werden muss (vgl. Schwarzer & Jerusalem, 2002, S. 39f.).

Die in diesen Beitrag untersuchten Lehrer*innen-SWE (L-SWE) lassen sich bereichsspezifischen SWE zuordnen (vgl. Warner & Schwarzer, 2009, S. 631). Sie können als Überzeugung, für den Beruf als Lehrkraft spezifische Anforderungssituationen, die mit herausfordernden oder neuen Situationen oder Kontexten verbunden sind, zu meistern, beschrieben werden (vgl. Schwarzer & Jerusalem, 2002, S. 40; Tschannen-Moran, Woolfolk Hoy & Hoy, 1998, S. 233). Wie auch bei Pawelzik (vgl. 2017, S. 27f.) werden hier nicht die fachunspezifischen L-SWE, sondern rein fachspezifische L-SWE betrachtet, die sich z.B. auf konkretes Handeln im Rahmen der naturwissenschaftlichen und technischen Perspektive des SU beziehen.

Viele Studien konnten zeigen, dass L-SWE bedeutsam für das professionelle Handeln von Lehrkräften sind (zur Übersicht s. u.a. Schwarzer & Warner, 2014; Tschannen-Moran et al., 1998): Im Vergleich zu Lehrpersonen mit geringen L-SWE zeigen jene mit hohen L-SWE u.a. einen höheren Enthusiasmus für ihren Unterricht, geben genauere Instruktionen, sind offener für neue Methoden, Lernstrategien sowie Ideen (u.a. Allinder, 1994; Guskey, 1984) und setzen höhere Lernziele bzw. gestalten anspruchsvollere Lehr-Lern-Settings (u.a. Wolters & Daugherty, 2007). Dieses Handeln hat wiederum einen Einfluss auf die Leistungen und motivationalen Orientierungen von Schüler*innen. So hängt eine hohe L-SWE oft mit besseren Schulleistungen (u.a. Ashton & Webb, 1986; Ross, 1992) sowie mit einer positiven Beeinflussung der Überzeugungen und Motivation der Lernenden (u.a. Midgley, Feldlaufer & Eccles, 1989) zusammen. Konkret für den Bereich der Naturwissenschaften und Technik wird berichtet, dass niedrige L-SWE – neben u.a. geringem Professionswissen – zu einem Vermeidungsverhalten in Bezug auf komplexe Unterrichtsthemen sowie von *Hands-on*-Aktivitäten führen. Auch wird insgesamt weniger Zeit für einen solchen Unterricht eingesetzt (vgl. Appleton, 2003, S. 15; Appleton & Kindt, 2002, S. 45; Cakiroglu, Capa-Aydin & Woolfolk Hoy, 2012, S. 449).

Zwar gibt es hinsichtlich der Ausprägung der L-SWE (angehender) SU-Lehrer*innen im Bereich des Unterrichtens naturwissenschaftlicher und technischer Inhalte mehr Forschungsarbeiten als bezüglich des L-Interesses; allerdings kann auch hier zum einen von einem Mangel an aktuellen Studien sowie zum anderen von inkonsistenten Befunden

Hilfestellungen und regt z.B. zu Diskussionen an. Der Unterschied zur Experimentalgruppe mit geringem Experten-Scaffolding liegt allein in der Quantität, nicht aber in der Qualität der Maßnahmen.

gesprochen werden. Ältere Untersuchungen verweisen auf geringe L-SWE bezogen auf naturwissenschaftliches Unterrichten (u.a. de Laat & Watters, 1995; Drechsler & Gerlach, 2001; Möller, 2004; zur Übersicht s. auch Appleton, 2007). Dahingegen zeichnen neuere Forschungsarbeiten ein teils positiveres und differenzierteres Bild: Nach Hartmann und Reichhart (2018) sowie Reichhart (2018) sind die L-SWE von Grundschullehramtsstudierenden bezüglich naturwissenschaftlicher Themen – im Vergleich zu den anderen SU-Perspektiven – als (eher) hoch zu bezeichnen, während die L-SWE hinsichtlich Technik als Bezugsfach niedrig sind. Al Sultan (2020) fand zudem heraus, dass sich *preservice elementary teachers* in den USA in Bezug auf biologiebezogenen Unterricht selbstwirksamer einschätzen als auf chemie- oder physikbezogenen Unterricht.

Bandura (1977, 1997) nennt vier Quellen, welche bei der Entstehung und Veränderung von SWE relevant sein können. Eigene Handlungs- und Erfolgserfahrungen (*enactive mastery experience*) werden aufgrund ihrer Authentizität und durch das Erfahren der eigenen Wirksamkeit/Kompetenz bei dem Überwinden einer herausfordernden Situation als wichtigster Einflussfaktor angesehen. Mit stellvertretenden Erfahrungen (*vicarious experience*) als weiterer Quelle der SWE-Entwicklung ist das Beobachten von Verhaltensmodellen, wie z.B. Lehrpersonen und Kommiliton*innen, gemeint (Bandura, 1997). Dabei findet eine positive Veränderung der SWE insbesondere dann statt, wenn eine Identifikation mit dem Modell einfach fällt, weil z.B. ähnliche Attribute, wie das Alter oder das gleiche Berufsziel, vorliegen (vgl. u.a. Schunk & Hanson, 1985, S. 313). Auch verbale Überzeugungen (*verbal persuasion*), wie positives Feedback oder Zuspruch durch die*den Dozierenden oder andere Studierende, können SWE beeinflussen (Warner & Schwarzer, 2009). So konnten z.B. Christophersen, Elstad, Solhaug und Turmo (2015) zeigen, dass Lehramtsstudierende höhere SWE aufweisen, wenn sie von ihren Mitstudierenden (verbal) unterstützt werden. Als vierte und schwächste Quelle nennt Bandura (1997) den Grad bzw. Zustand physiologischer und affektiver Aufregung (*physiological and affective states*), der die Beurteilung der eigenen Wirksamkeit beeinflussen kann.

Nach Bandura (1997) ist davon auszugehen, dass sich L-SWE bei angehenden Lehrpersonen durch o.g. Quellen verändern können, sich diese mit zunehmender Berufspraxis jedoch stabilisieren. Dass sich L-SWE durch (Praxis-)Erfahrungen und Interventionen, wie universitäre Lehrveranstaltungen, verändern können, konnten einige Studien zeigen (u.a. Meschede & Hardy, 2020; Schulte, 2008; zum Überblick s. Schwarzer & Warner, 2014). Die Befunde deuten darauf hin, dass tutoriell begleitete, konstruktivistische (u.a. praktisches Arbeiten, Kooperation mit anderen Lernenden) Interventionen, die nicht nur Fachwissen, sondern u.a. auch Lehrmethoden vermitteln, die L-SWE (angehender) Lehrpersonen für Naturwissenschaften und Technik positiv beeinflussen können (u.a. Möller et al., 2006; Palmer et al., 2015; Pawelzik, Todorova, Leuchter & Möller, 2016; Ramey-Gassert, Shroyer & Staver, 1996; Velthuis et al., 2014).

2.3 Forschungsfragen

Aus den dargestellten Forschungslücken wurden folgende Forschungsfragen abgeleitet:

- F1: Führt die Teilnahme von Grundschullehramtsstudierenden an einer interdisziplinären Lehrveranstaltung (s. Kap. 3.1) – im Vergleich zur Nicht-Teilnahme – zu einer Zunahme des Sachinteresses an den sachunterrichtlichen Bezugsfächern Biologie, Chemie, Physik und Technik, des Interesses am Unterrichten naturwissenschaftlich-technischen SU und der L-SWE bezüglich des Unterrichtens von SU mit Bezügen zu o.g. Fächern und vielperspektivischem, naturwissenschaftlich-technischem SU?
- F2: Zeigen sich in der Interventionsgruppe, die den Kurs absolviert, Unterschiede zwischen Studierenden, die an einem wöchentlichen oder einem Blockkursformat teilnehmen? (Einfluss des Kursformates)

F3: Zeigen sich dabei Unterschiede zwischen Studierenden mit Studienschwerpunkt „Naturwissenschaften und Technik“ und Studierenden, die einen anderen Studienschwerpunkt haben? (Einfluss des Studienschwerpunktes)

3 Methodik

Nachfolgend wird zunächst das Konzept der neu konzipierten Lehrveranstaltung für Grundschullehramtsstudierende beschrieben. Im Anschluss erfolgt die Darstellung des Forschungsdesigns, der Messinstrumente, der Stichprobe und des Vorgehens bei der Datenauswertung.

3.1 Lehrkonzept

Da die Lernziele, das Konzept sowie der Ablauf der Lehrveranstaltung inklusive Durchführungshinweisen in Beudels, Schilling & Preisfeld (eingereicht) detailliert beschrieben werden, erfolgt nachfolgend eine Kurzvorstellung der curricularen Rahmenbedingungen sowie des übergeordneten Konzeptes. Ziel ist es, mithilfe dieses Kurses nicht nur die motivationalen Orientierungen bezüglich *eines* Bezugsfaches des naturwissenschaftlich-technischen SU zu stärken, sondern parallel *mehrere* Bezugsfächer, in diesem Fall Biologie, Chemie, Physik und Technik, sowie die Vielperspektivität des Faches (vgl. Kap. 1) in den Fokus zu nehmen. Die angehenden SU-Lehrkräfte sollen dazu befähigt werden, einen anspruchsvollen, kindorientierten, vielperspektivischen naturwissenschaftlich-technischen SU zu planen und zu gestalten.

Der aus zwölf je 100-minütigen Einheiten bestehende Kurs kann von Bachelor- und Masterstudierenden des Grundschullehramts freiwillig belegt werden und wird in einem semesterbegleitenden, d.h. wöchentlichen, Kursformat sowie in einem Vier-Tage-Blockkursformat angeboten. Hintergrund dieses Angebotes ist es, zukünftigen Lehrpersonen für Grundschulen die Möglichkeit zu bieten, ihre professionellen Kompetenzen in Bezug auf vielperspektivischen, naturwissenschaftlich-technischen SU (weiter-) zu entwickeln, insbesondere da viele von ihnen das Fach fachfremd unterrichten (vgl. Porsch & Wendt, 2016, S. 192ff.). Daher sind nicht nur Studierende mit dem Studienfach SU willkommen (darunter wiederum Personen mit den Schwerpunkten Naturwissenschaften und Technik (NaWiTec), Gesellschaftswissenschaften und Sonderpädagogik), sondern auch jene mit anderen Studienfächern, wie Anglistik oder Musik (für Details s. Beudels et al., eingereicht). Im Rahmen eines Pilotprojektes wurde der Kurs zudem als Ersatz für die verpflichtende Modulkomponente GNT4b (vgl. BUW, 2016, S. 4) für Studierende des Kombi-B.A. Grundlagen der Naturwissenschaft und der Technik (SU) angeboten.

Das Kurskonzept orientiert sich an einem moderat-konstruktivistischen Lernverständnis (Gerstenmaier & Mandl, 1995; Riemeier, 2006). Konkret bedeutet dies hier, dass die Lernenden viele Möglichkeiten erhalten, selbstständig Wissen zu konstruieren und Kompetenzen zu entwickeln, indem sie ihre Vorstellungen u.a. durch Experimente überprüfen, sich untereinander austauschen und kooperieren sowie Sachverhalte aus mehreren Perspektiven beleuchten. Die dozierende Person agiert als Gestalter*in und Begleiter*in des Lernprozesses, welche*r Struktur sowie Feedback gibt und Phasen der Reflexion schafft (Kleickmann et al., 2006; Möller, 2001).

Kernelement des Lehrkonzeptes bilden drei Vernetzungs- bzw. Kohärenzebenen, die einer Entstehung fragmentierten Professionswissens, welches in der Berufspraxis nicht oder nur schwer angewandt werden kann (u.a. Renkl, 1996), entgegenwirken sollen (für Details s. Beudels et al., eingereicht):

1. *Vernetzung der sachunterrichtlichen Bezugsfächer Biologie, Chemie, Physik und Technik:* Wie in Abbildung 1 auf der übernächsten Seite dargestellt, ist der Kurs in zwei Themenblöcke unterteilt, in denen die Studierenden – umrahmt von einer Ein-

stiegs- und Abschlusssitzung – anhand der Kontexte „Der Teich und seine Umgebung“ und „Der Mensch und seine Leistungsfähigkeit“ nicht nur den Lebensweltbezug des Faches (vgl. GDSU, 2013, S. 9ff.), sondern auch interdisziplinäre Verflechtungen der Naturwissenschaften und Technik (vgl. Wodzinski, 2020, S. 600) erkennen können. Den Ausgangspunkt des Experimentierens an Stationen in Partnerarbeit, welches je Kontext in drei Einheiten zum Einsatz kommt (vgl. Abb. 1), bilden Fragen wie „Warum kann der Wasserläufer auf dem Teich laufen?“. Die Formulierung dieser Fragen, die auch von Kindern gestellt werden könnten, geschieht möglichst oft aus einer scheinbar biologischen Perspektive, um der in den Kapiteln 1 und 2 beschriebenen „Distanz“ vieler (zukünftiger) SU-Lehrpersonen zu Chemie, Physik und Technik zu begegnen. Während der Klärung der Forschungsfragen durch das Arbeiten an den Stationen können die Studierenden nicht nur realisieren, dass z.B. für ein Verständnis vieler biologischer Sachverhalte auch chemisches und/oder physikalisches Wissen benötigt wird (vgl. Janssen, 2015, S. 55ff.), sondern sie erleben auch, dass Chemie, Physik und Technik spannend sein können und einen hohen Alltagsbezug aufweisen (Giest, 2017; Mammes & Zolg, 2015).

2. *Vernetzung von Fachwissenschaft und Fachdidaktik:* Während des Planens, Durchführens und Auswertens der sachunterrichtlich relevanten Experimente an den Stationen kommt das Prinzip des pädagogischen Doppeldeckers (vgl. Wahl, 2013, S. 64ff.) zum Tragen: Die Studierenden befinden sich nicht nur in der Rolle von Lernenden, in der sie sich u.a. naturwissenschaftlich-technisches Fachwissen erschließen, sondern sie können auch – aus der Perspektive von Lehrenden – ableiten, welche Möglichkeiten es gibt, Inhalte im SU zu vermitteln („*learning to teach science*“; Gyllenpalm & Wickman, 2011, S. 923). In zwei Einheiten je Themenblock (vgl. Abb. 1) üben sie sich zudem in der Planung naturwissenschaftlich-technischen SU, indem sie Fachwissen und fachdidaktisches Wissen anwenden und aufeinander beziehen, um eine experimentelle Erarbeitungsphase zu gestalten. Im Anschluss an die Arbeitsphasen werden neue Erfahrungen und Erkenntnisse im Hinblick auf den eigenen Professionalisierungsprozess im Plenum reflektiert: Während des Experimentierens können u.a. Hindernisse wie Verständnisschwierigkeiten bezüglich des Arbeitsauftrages auftreten, wie sie auch in der Berufspraxis geschehen (Kurth & Wodzinski, 2020). Diese werden thematisiert und Möglichkeiten des Umgangs damit diskutiert. Durch die Planungsaktivitäten können die Studierenden erkennen, wie komplex der Prozess des Planens von (experimentellem) Unterricht ist (vgl. Nerdel, 2017, S. 80ff.) und dass Fachwissen eine wichtige Basis für die „fachdidaktische Beweglichkeit“ (Baumert & Kunter, 2006, S. 496) einer Lehrperson darstellt. Schriftliches Feedback zu den Planungsprodukten durch die dozierende Person während des Lernprozesses soll nicht nur dabei helfen, Vertrauen in eigene Fähigkeiten aufzubauen, sondern Kompetenzen auch realistisch einschätzen zu können (Shute, 2008; Zumbach & Astleitner, 2016).
3. *Vernetzung von Ausbildung und Berufspraxis:* Die zuvor beschriebenen Aktivitäten, wie das Planen von Unterricht, zielen auf Kompetenzen ab, die in der Berufspraxis benötigt werden (s. Beudels et al., eingereicht). Zur weiteren Verdeutlichung des Praxisbezuges der Kursinhalte werden Bezüge zu curricularen Richtlinien und Empfehlungen gezogen, wie z.B. zum perspektivenübergreifenden Themenbereich „Gesundheit und Gesundheitsprophylaxe“ im Perspektivrahmen SU (vgl. GDSU, 2013, S. 80ff.). Zudem sind die Teilnehmenden aufgefordert, die behandelten Themen im Lehrplan SU von Nordrhein-Westfalen (MSW NRW, 2008) wiederzufinden. Indem einer anderen Gruppe Feedback zu ihren Produkten der zweiten Planungsphase gegeben wird, trainieren die Studierenden des Weiteren die in der Berufspraxis benötigte Fähigkeit, Lernenden individuelles und lernförderliches Feedback zu geben (Degeling, 2019).

3.2 Forschungsdesign und Messinstrumente

Die affektiv-motivationale Wirksamkeit der in Kapitel 3.1 beschriebenen Lehrveranstaltung – im Folgenden auch als Intervention bezeichnet – wurde mithilfe einer quasi-experimentellen Längsschnittstudie im Pre-Posttest-Design mit einer Interventionsgruppe (IG), die den Kurs absolvierte, sowie einer Baselinegruppe (BG), welche die Lehrveranstaltung nicht besuchte, untersucht (vgl. Abb. 1). Folgende unabhängige Variablen, die einen Einfluss auf die Entwicklung der nachfolgend vorgestellten, untersuchten abhängigen Variablen haben könnten, wurden – neben dem Kurskonzept und -ablauf – in allen Kursdurchgängen konstant gehalten: 1. die dozierende Person, 2. die unterstützende studentische Hilfskraft und 3. der Kursraum, in dem die Intervention stattfand.

Der Pretest erfolgte vor Beginn der ersten Kurseinheit, der Posttest nach dem Ende der letzten Einheit, indem allen Teilnehmenden über den digitalen Lernraum je Zeitpunkt ein Link zu einem Online-Fragebogen (Tool: *SoSci Survey*; Leiner, 2006) zur Verfügung gestellt wurde.[3] Die BG bearbeitete die Fragebögen in den gleichen Zeitabständen wie die Personen, die den Kurs absolvierten (vgl. Abb. 1).

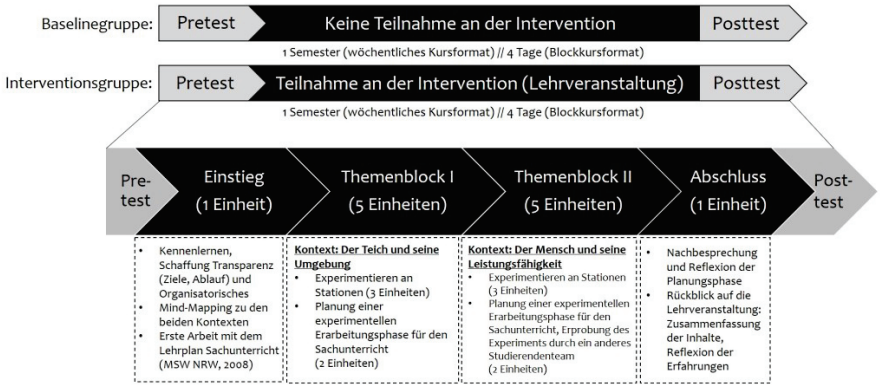


Abbildung 1: Forschungsdesign und Phasen der Lehrveranstaltung (eigene Darstellung)

Für das Untersuchen von F2 und F3 wurde neben soziodemographischen Strukturdaten (Geschlecht, Alter, Studienfach inkl. -schwerpunkt wie z.B. SU mit Schwerpunkt NaWiTec, akademischer Grad) das besuchte Kursformat (wöchentliches Format oder Blockkursformat) erhoben. Mittels Abgleichs der Strukturdaten mit den Angaben zum Kursformat konnte zudem bestimmt werden, ob eine freiwillige oder Pflicht-Teilnahme bestand (s. Kap. 3.3).

Der Online-Fragebogen erfasst mittels fünfstufiger Likert-Skala (1 = stimmt gar nicht bis 5 = stimmt völlig) zum einen das Sachinteresse an Biologie, Chemie, Physik sowie Technik (je 2 Items) und das Interesse am Unterrichten naturwissenschaftlich-technischen SU (7 Items; vgl. Tab. A1 im Online-Supplement). Zum anderen werden die L-SWE bezogen auf das Gestalten/Unterrichten von SU mit Biologie, Chemie, Physik oder Technik als Bezugsfach (je 2 Items) und die L-SWE bezüglich des Gestaltens/Unterrichtens von vielperspektivischem, naturwissenschaftlich-technischem Unterricht (3 Items; vgl. Tab. A1) erhoben. Aus testökonomischen und -motivationalen Gründen wurde die Anzahl an Items je Konstrukt gering gehalten, denn es mussten aufgrund des Kurskonzeptes nicht nur mehrere Bezugsfächer je Konstrukt beachtet werden, sondern es wurden im Rahmen des Fragebogens zudem weitere Wirkungen der Lehrveranstaltung unter-

[3] Für die Bearbeitung der Online-Fragebögen standen den Studierenden der Zeitraum von zehn Tagen bis zur ersten Kurseinheit und der Zeitraum von zehn Tagen nach der letzten Einheit zur Verfügung.

sucht (Beudels et al., eingereicht). Die Items der Sachinteressenkonstrukte wurden adaptiert von Kauertz al. (vgl. 2011, S. 16), Heran-Dörr (vgl. 2006, S. 372) und Schmidt (vgl. 2014, S. 209) und jene zum Konstrukt des Interesses am Unterrichten naturwissenschaftlich-technischen SU von Heran-Dörr (vgl. 2006, S. 376), welche alle ursprünglich mit Bezug zum SU mit Physik als Bezugsfach bzw. mit Naturwissenschaftsbezug (Schmidt, 2014) formuliert wurden. Auch die Items der L-SWE-Skalen wurden den von Heran-Dörr (vgl. 2006, S. 377) und Schmidt (vgl. 2014, S. 211) eingesetzten Messinstrumenten entnommen und adaptiert.[4]

3.3 Stichprobe

An der Studie, die vom Wintersemester 2017/2018 bis einschließlich Sommersemester 2019 an einer nordrhein-westfälischen Universität durchgeführt wurde, partizipierten insgesamt 238 Bachelor- und Masterstudierende des Grundschullehramts. 191 Personen gehörten der IG an, welche an der in Kapitel 3.1 beschriebenen Lehrveranstaltung teilnahm. In dem genannten Zeitraum fand der Kurs achtmal statt, viermal als wöchentliche und viermal als Blockkurs-Variante. Weitere 47 Studierende bildeten die BG.

Der in Kapitel 3.4 beschriebenen Analyse wurden nur Datensätze von denjenigen Personen, welche den Fragebogen zu allen Messzeitpunkten vollständig ausfüllten, unterzogen, sodass sich ein $n_{ges} = 202$ ($n_{IG} = 158$; $n_{BG} = 44$) ergibt. 90.1 Prozent der Teilnehmenden waren weiblich ($n_w = 182$; $n_m = 20$). Diese Geschlechtsverteilung entspricht jener des Lehrpersonals an deutschen Grundschulen: So waren im Schuljahr 2019/2020 89.4 Prozent aller Grundschullehrkräfte weiblich (Statistisches Bundesamt, 2020). Das Durchschnittsalter betrug zum Startzeitpunkt 22.65 Jahre (SD = 2.93 Jahre). 79.2 Prozent der Teilnehmer*innen befanden sich im Bachelorstudium ($n_{Bachelor} = 160$; $n_{Master} = 42$).

55.7 Prozent der Studierenden der IG nahmen am wöchentlichen, 44.3 Prozent am Blockkursformat ($n_{wöch} = 88$; $n_{Block} = 70$) teil. Zur Gewährleistung einer Vergleichbarkeit wurden auch die Studierenden der BG in zwei Gruppen aufgeteilt, die den Fragebogen entweder zum Start und zum Ende des Semesters ausfüllten (entspricht einer wöchentlichen Teilnahme; $n_{wöch} = 21$; d.h. 47.7 %) oder in der Zeitspanne eines Blockkurses in den Semesterferien ($n_{Block} = 23$; d.h. 52.3 %). In der IG gaben 66.5 Prozent ($n_{NaWiTec} = 105$) an, mit Schwerpunkt NaWiTec zu studieren bzw. im Bachelor studiert zu haben; 33.5 Prozent waren in einen anderen Grundschulstudiengang eingeschrieben (n = 53; darunter $n_{anderer\ SU\text{-}Schwerpunkt} = 19$; $n_{Anglistik} = 30$; $n_{andere\ Fächer} = 4$). Die Kohorte der Teilnehmenden der BG wurde so zusammengestellt, dass sie in Bezug auf die Studiengänge der IG ähnlich war (61.4 % mit Schwerpunkt NaWiTec, 38.6 % ohne NaWiTec-Schwerpunkt). Für die nachfolgend beschriebene Datenauswertung sowie die Ergebnisdarstellung sei hier angemerkt, dass 45.6 Prozent der Studierenden der IG den Kurs freiwillig (n = 72) besuchten. 54.4 Prozent (n = 86) absolvierten ihn im Rahmen der in Kapitel 3.1 beschriebenen Pflicht-Kursteilnahme. Bedingt durch die zum Zeitpunkt der Studie bestehenden Prüfungsordnungen für das Grundschullehramt konnten Studierende ohne NaWiTec-Studienschwerpunkt nur freiwillig an dem Kurs teilnehmen und nicht zu einer Teilnahme im Rahmen des regulären Studiums verpflichtet werden.

3.4 Vorgehen bei der Datenauswertung

Die erhobenen Daten wurden mithilfe der Software SPSS 27 analysiert. Da beim Befragungstool eine Antwortpflicht je Item eingestellt wurde, mussten keine Fehlwerte in den Datensätzen ersetzt werden. Invers codierte Items wurden umcodiert. Items, die zu mindestens einem der beiden Testzeitpunkte Trennschärfen unter .3 aufwiesen, wurden aus der weiteren Analyse ausgeschlossen, denn Trennschärfen von .3 bis .5 gelten in dem

[4] Die Konstruktvaliditäten wurden mithilfe explorativer Faktorenanalysen (vgl. Anhang A2 im Online-Supplement) überprüft, welche die hier beschriebene bzw. die in Tab. A1 dargestellte Unterteilung stützen.

Fall enger Konstrukte, wie den hier vorliegenden, als mittelmäßig, größer .5 als hoch (vgl. Döring & Bortz, 2016, S. 478f.). Cronbachs α wurde als Maß für die interne Konsistenz verwendet (vgl. Döring & Bortz, 2016, S. 443). Werte von Cronbachs $\alpha \geq .7$ sind akzeptabel, $\alpha \geq .8$ gut und $\alpha \geq .9$ sehr gut (vgl. George & Mallery, 2003, S. 231).

Auch wenn die meisten statistischen Tests relativ robust gegenüber leichten Abweichungen von einer Normalverteilung sind, wurden die normierten Summenscores des Pre- und Posttests mittels Q-Q-Plots auf Normalverteilung der Daten untersucht (vgl. Janssen & Laatz, 2017, S. 248). Zusätzlich zum Q-Q-Diagramm wurden jeweils *Skewness* (Schiefe) und Kurtosis (Wölbung) betrachtet.[5] Da alle betrachteten Summenscores normalverteilt sind, konnten die nachfolgenden Quer- und Längsschnittvergleiche mit parametrischen Tests durchgeführt werden.

Um zu überprüfen, ob sich innerhalb einer Gruppe die Mittelwerte zwischen Pre- und Posttest signifikant unterscheiden, wurden t-Tests für verbundene Stichproben durchgeführt (vgl. Janssen & Laatz, 2017, S. 340ff.). Da zur Beantwortung von F2 der Einfluss der Variablen „Teilnahmevariante" und „Studienschwerpunkt" herauspartialisiert wurde, um mögliche Veränderungen der motivationalen Orientierungen eindeutig auf den Einfluss des Kursformates zurückführen zu können, wurden anstelle der t-Tests für abhängige Stichproben zweifaktorielle Varianzanalysen (ANOVAs) mit Messwiederholung durchgeführt (vgl. Rasch, Friese, Hofmann & Naumann, 2014b, S. 85ff.). Als Innersubjektfaktor wurde die zeitliche Veränderung angegeben, als Zwischensubjektfaktor („Kovariate")[6] entweder die Teilnahmevariante oder der Studienschwerpunkt. Um den Einfluss des Faktors „Zeit" auf die abhängige Variable zu erfahren, wurde hier der sog. Haupteffekt betrachtet (vgl. Rasch et al., 2014b, S. 38ff.).

Für Längsschnittvergleiche über die zwei Messzeitpunkte zwischen zwei Gruppen wurde das nun beschriebene Prozedere, angelehnt an jenes von Damerau (vgl. 2012, S. 139ff.), gewählt: Zunächst wurde mithilfe von t-Tests für unabhängige Stichproben (vgl. Janssen & Laatz, 2017, S. 334ff.)[7] überprüft, ob sich die Mittelwerte zweier Gruppen schon zum Zeitpunkt des Pretests unterschieden. War eine Pretestäquivalenz gegeben, so wurden zur Beantwortung von F1 und F3 zwei- bzw. von F2 dreifaktorielle ANOVAs mit Messwiederholung gerechnet (Faktor 1: zeitliche Veränderung, Faktor 2: Faktor, der die Haupt-Vergleichsgruppe definiert, Faktor 3: weiterer Zwischensubjektfaktor („Kovariate"; s.o.), dessen Einfluss herauspartialisiert werden sollte). Bei der Ergebnisinterpretation entscheidend ist hier nun nicht der Haupteffekt, sondern der Interaktionseffekt, also die Wechselwirkung zwischen den Faktoren (vgl. Rasch et al., 2014b, S. 38ff.). Dieser klärt auf, ob sich die motivationalen Orientierungen der betrachteten Gruppen über die Zeit signifikant unterschiedlich entwickeln. War keine Pretestäquivalenz der Mittelwerte vorhanden, wurden Kovarianzanalysen (ANCOVAs; vgl. Backhaus et al., 2018, S. 187) mit den Pretestergebnissen als Kovariate, dem Posttestwert als abhängiger Variable und der unabhängigen Vergleichsvariable als Faktor (für F1 und F3 ein Faktor, bei F2 zwei Faktoren zum Herauspartialisieren des Einflusses der Variablen „Teilnahmevariante" oder „Studienschwerpunkt"; s.o.) durchgeführt.[8]

Als Effektstärke wird für abhängige t-Tests und die Varianzanalysen das partielle Eta-Quadrat (η_p^2) angegeben (vgl. Rasch, Friese, Hofman & Naumann 2014a, S. 64; 2014b,

---

[5] Bei einem *Skewindex* von -3.0 (linksschiefe Verteilung) bis +3.0 (rechtsschiefe Verteilung) sowie bei einer Fisher-Kurtosis < 8.0 kann eine Normalverteilung der Daten angenommen werden (vgl. Kline, 2011, S. 62f.).

[6] Da die beiden Variablen „Teilnahmevariante" und „Studienschwerpunkt" nominalskaliert sind, wurden sie als Zwischensubjektfaktor und nicht als Kovariate, bei der ein metrisches Skalenniveau erforderlich ist (vgl. Backhaus, Erichson, Plinke & Weiber, 2018, S. 187), in die Berechnung einbezogen. Eine gleichzeitige Einbeziehung beider Faktoren war nicht möglich, weil aufgrund bestehender Prüfungsordnungen Studierende ohne NaWiTec-Studienschwerpunkt nicht zu einer Teilnahme verpflichtet werden konnten (d.h. eine Untergruppe mit $n_{\text{Kein NaWiTec-SP+Pflichtteilnahme}} = 0$).

[7] Mittels Levene-Tests wurde jeweils zunächst die Gleichheit der Varianzen beider Grundgesamtheiten überprüft (vgl. Janssen & Laatz, 2017, S. 335).

[8] Auch hier wurden wieder Levene-Tests zur Prüfung der Varianzhomogenität durchgeführt.

S. 24ff.), wobei Werte von $.01 \leq \eta_p^2 < .06$ als kleiner, $.06 \leq \eta_p^2 < .14$ als mittlerer und $\eta_p^2 \geq .14$ als großer Effekt (vgl. Cohen, 1988, S. 368) gelten. Bei t-Tests für unabhängige Stichproben wurde zur Beurteilung der Effektgröße das Omega-Quadrat (ω^2) berechnet ($.01 \leq \omega^2 < .06$: geringer Effekt, $.06 \leq \omega^2 < .15$: mittlerer Effekt, $\omega^2 \geq .15$: erheblicher Effekt; vgl. Albert & Koster, 2002, S. 138; Damerau, 2012, S. 142f.).

4 Ergebnisse

4.1 Vergleich von Interventions- und Baselinegruppe

4.1.1 Lehrer*inneninteresse

Um zu untersuchen, ob sich die Mittelwerte der Konstrukte vom Pretest zum Posttest innerhalb der IG und BG verändern, wurden zunächst t-Tests für abhängige Stichproben durchgeführt. In der IG nimmt das Sachinteresse an Chemie ($t = -2.350$, $p = .020$, $\eta_p^2 = .034$, n = 158), Physik ($t = -3.001$, $p = .003$, $\eta_p^2 = .054$, n = 158) sowie Technik ($t = -2.756$, $p = .007$, $\eta_p^2 = .046$, n = 158) signifikant zu (vgl. Tab. 1 auf der folgenden Seite). Die Effektstärken sind allerdings als klein zu bezeichnen. Keine signifikante Änderung[9] ergibt sich für diese Kohorte beim Sachinteresse an Biologie. Es sei jedoch angemerkt, dass das Interesse an Biologie mit einem Mittelwert von 4.00 im Pretest schon als hoch zu bezeichnen ist, während das Sachinteresse bezüglich der anderen untersuchten sachunterrichtlichen Bezugsfächer zu diesem Zeitpunkt niedriger ausgeprägt ist (vgl. Tab. 1). Bei den Teilnehmenden der Lehrveranstaltung (IG) ist zudem eine signifikante Zunahme des Interesses am Unterrichten naturwissenschaftlich-technischen SU bei großer Effektstärke zu berichten ($t = -6.507$, $p \leq .001$, $\eta_p^2 = .212$, n = 158).

In der BG ändert sich das Sachinteresse an Chemie und Physik nicht signifikant (s. Tab. 1). Das biologische sowie das technische Sachinteresse nehmen von Pre- zum Posttest sogar signifikant bei mittlerer Effektstärke (Biologie: $t = 2.545$, $p = .015$, $\eta_p^2 = .131$, n = 44) bzw. signifikant bei großer Effektstärke (Technik: $t = 2.750$, $p = .009$, $\eta_p^2 = .150$, n = 44) ab. Auch beim Interesse am Unterrichten naturwissenschaftlich-technischen SU, welches schon zum Zeitpunkt des Pretests sehr hoch ist (vgl. Tab. 1), ist eine signifikante Abnahme bei großer Effektstärke ($t = 2.874$, $p = .006$, $\eta_p^2 = .161$, n = 44) zu verzeichnen.

t-Tests für unabhängige Stichproben ergaben für das Sachinteresse an Biologie und Technik sowie für das Interesse am Unterrichten naturwissenschaftlich-technischen SU eine Pretestäquivalenz zwischen IG und BG. Anschließende zweifaktorielle ANOVAs mit Messwiederholung zeigen, dass ein signifikanter Unterschied in der Entwicklung dieser Interessen zwischen beiden Gruppen vom Pre- zum Posttest besteht (vgl. Tab. 1): Bezüglich der Entwicklung des biologischen Sachinteresses unterscheidet sich die IG signifikant von der BG ($F(1,200) = 9.613$, $p = .002$, $\eta_p^2 = .046$). Die geringe Effektstärke deutet allerdings an, dass der Unterschied nur wenig bedeutsam ist. Der Unterschied im Zuwachs des technischen Sachinteresses ist ebenfalls als signifikant bei geringer Effektstärke ($F(1,200) = 12.124$, $p \leq .001$, $\eta_p^2 = .057$), der des Interesses am Unterrichten naturwissenschaftlich-technischen SU als signifikant bei mittlerer Effektstärke ($F(1,200) = 32.331$, $p \leq .001$, $\eta_p^2 = .139$) zu bezeichnen.

Beim Sachinteresse an Chemie ($t(200) = 3.433$, $p \leq .001$, $\omega^2 = .051$) und Physik ($t(200) = 3.168$, $p = .002$, $\omega^2 = .043$) lagen zum Pretestzeitpunkt signifikante Unterschiede zwischen den Vergleichsgruppen vor. Daher wurden hier, wie in Kapitel 3.4 beschrieben, ANCOVAs mit dem jeweiligen Pretestwert als Kovariate durchgeführt. Demnach unterscheiden sich IG und BG bezüglich der Entwicklung des Sachinteresses an Chemie signifikant bei mittlerer Effektstärke ($F(1,199) = 13.544$, $p \leq .001$,

[9] Für einen besseren Lesefluss wird auf das Berichten statistischer Kennwerte bei nicht-signifikanten Ergebnissen verzichtet. Diese können den entsprechenden Tabellen entnommen werden.

η_p^2 = .064), bezüglich des Zuwachses des physikalischen Sachinteresses ebenfalls signifikant, wobei die Effektstärke klein ist (F(1,199) = 9.236, p = .003, η_p^2 = .044).

Tabelle 1: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) des Sachinteresses je Bezugsfach sowie des Interesses am Unterrichten naturwissenschaftlich-technischen SU im Vergleich von IG (n = 158) und BG (n = 44) zu beiden Testzeitpunkten. p-Werte sowie Effektstärken (η_p^2) sind für den Innergruppen- sowie Intergruppen-Vergleich angegeben.

Konstrukt	Gruppe	Test-zeit-punkt	M	SD	p	η_p^2	$p_{Gruppen}$	$\eta_{p,\ Gruppen}^2$
Sachinteresse Biologie	IG	Pre	4.00	.92	.101	.017	.002**	.046
		Post	4.09	.90				
	BG	Pre	4.10	.82	.015*	.131		
		Post	3.83	.95				
Sachinteresse Chemie	IG	Pre	3.40	1.01	.020*	.034	.000***	.064
		Post	3.57	1.00				
	BG	Pre	2.80	1.11	.176	.042		
		Post	2.68	1.07				
Sachinteresse Physik	IG	Pre	3.31	1.06	.003**	.054	.003**	.044
		Post	3.50	1.06				
	BG	Pre	2.74	1.07	.778	.002		
		Post	2.70	1.01				
Sachinteresse Technik	IG	Pre	3.55	.97	.007**	.046	.001***	.057
		Post	3.72	.94				
	BG	Pre	3.25	1.01	.009**	.150		
		Post	2.97	.92				
Interesse am Unterrichten von NaWiTec-SU	IG	Pre	4.36	.62	.000***	.212	.000***	.139
		Post	4.61	.46				
	BG	Pre	4.22	.81	.006**	.161		
		Post	3.99	.81				

Anmerkungen: Signifikanzniveaus: $p \leq .05$ signifikant (*), $p \leq .01$ sehr signifikant (**), $p \leq .001$ höchst signifikant (***) (vgl. Bühl, 2019, S. 171); Effektstärke: $\eta_p^2 \geq .01$ kleiner Effekt, $\eta_p^2 \geq .06$ mittlerer Effekt, $\eta_p^2 \geq .14$ großer Effekt (vgl. Cohen, 1988, S. 368).

4.1.2 Lehrer*innenselbstwirksamkeitserwartungen

Wie Tabelle 2 auf der folgenden Seite zu entnehmen, werden die L-SWE bezüglich des Gestaltens und Unterrichtens von SU mit Biologie als Bezugsfach zum Zeitpunkt des Pretests sowohl von der IG als auch von der BG mit einem M = 3.41 bzw. M = 3.70 am höchsten, die L-SWE bezüglich des Unterrichtens vielperspektivischen naturwissenschaftlich-technischen SU am niedrigsten eingeschätzt (M_{IG} = 2.78, M_{BG} = 3.05).

In der IG ist bei allen fünf untersuchten L-SWE-Konstrukten eine signifikante Zunahme vom Pre- zum Posttest mit großer Effektstärke zu verzeichnen (L-SWE-Biologie: t = -11.853, $p \leq .001$, η_p^2 = .472; L-SWE-Chemie: t = -10.827, $p \leq .001$, η_p^2 = .427; L-SWE-Physik: t = -11.004, $p \leq .001$, η_p^2 = .435; L-SWE-Technik: t = -10.113, $p \leq .001$, η_p^2 = .394; L-SWE-Vielpersp.: t = -15.387, $p \leq .001$, η_p^2 = .601, n = 158). Dahingegen verändern sich die L-SWE in der BG nicht signifikant (vgl. Tab. 2).

Pretestäquivalenz zwischen IG und BG lag bei allen L-SWE-Konstrukten mit Ausnahme der L-SWE bezüglich des Unterrichtens vielperspektivischen naturwissenschaftlich-technischen SU vor ($t(200) = -2.341$, $p = .021$, $\omega^2 = .022$). Die Ergebnisse der zweifaktoriellen ANOVAs mit Messwiederholung zeigen für erstere Konstrukte einen signifikanten Unterschied in der Zunahme der L-SWE je Bezugsfach zwischen IG und BG bei mittlerer Effektstärke (L-SWE-Biologie: $F(1,200) = 23.980$, $p \leq .001$, $\eta_p^2 = .107$; L-SWE-Chemie: $F(1,200) = 27.575$, $p \leq .001$, $\eta_p^2 = .121$; L-SWE-Physik: $F(1,200) = 29.942$, $p \leq .001$, $\eta_p^2 = .130$; L-SWE-Technik: $F(1,200) = 25.074$, $p \leq .001$, $\eta_p^2 = .111$). Eine ANCOVA mit dem Pretestwert als Kovariate ergab einen signifikanten Unterschied in der Änderung der L-SWE bezüglich des Unterrichtens vielperspektivischen naturwissenschaftlich-technischen SU zwischen beiden Gruppen mit hoher Effektstärke ($F(1,199) = 45.725$, $p \leq .001$, $\eta_p^2 = .187$).

Tabelle 2: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) der L-SWE je Bezugsfach sowie bezüglich des Unterrichtens vielperspektivischen SU im Vergleich von IG (n = 158) und BG (n = 44) zu beiden Testzeitpunkten. *p*-Werte sowie Effektstärken (η_p^2) sind für den Innergruppen- sowie Intergruppen-Vergleich angegeben.

Konstrukt	Gruppe	Testzeitpunkt	M	SD	*p*	η_p^2	$p_{Gruppen}$	$\eta_{p,\ Gruppen}^2$
L-SWE Biologie	IG	Pre	3.41	.92	.000***	.472	.000***	.107
		Post	4.25	.70				
	BG	Pre	3.70	.75	.337	.021		
		Post	3.81	.75				
L-SWE Chemie	IG	Pre	2.88	1.08	.000***	.427	.000***	.121
		Post	3.81	.84				
	BG	Pre	2.92	.93	.722	.003		
		Post	2.95	.98				
L-SWE Physik	IG	Pre	2.89	1.00	.000***	.435	.000***	.130
		Post	3.74	.92				
	BG	Pre	2.93	.78	.850	.001		
		Post	2.91	.87				
L-SWE Technik	IG	Pre	3.02	1.09	.000***	.394	.000***	.111
		Post	3.91	.78				
	BG	Pre	3.20	.86	.912	.000		
		Post	3.22	.86				
L-SWE vielperspektivischer NaWiTec-SU	IG	Pre	2.78	.86	.000***	.601	.000***	.187
		Post	3.93	.67				
	BG	Pre	3.05	.62	.087	.067		
		Post	3.23	.78				

Anmerkungen: Signifikanzniveaus: $p \leq .05$ signifikant (*), $p \leq .01$ sehr signifikant (**), $p \leq .001$ höchst signifikant (***) (vgl. Bühl, 2019, S. 171); Effektstärke: $\eta_p^2 \geq .01$ kleiner Effekt, $\eta_p^2 \geq .06$ mittlerer Effekt, $\eta_p^2 \geq .14$ großer Effekt (vgl. Cohen, 1988, S. 368).

4.2 Einfluss des Kursformates

Als nächstes wurde untersucht, ob das Kursformat – also die Teilnahme am wöchentlichen Kurs oder am Blockkurs – einen Einfluss auf die Entwicklung der L-Interessen und L-SWE der Studierenden der IG hat. Um Effekte klar auf den Einfluss des Kursformates zurückführen zu können, wurde, wie in Kapitel 3.4 beschrieben, der Einfluss der Faktoren „Teilnahmevariante" und „Studienschwerpunkt" herauspartialisiert.[10]

4.2.1 Lehrer*inneninteresse

Bei Teilnehmenden des wöchentlichen Kursformates ändert sich das Sachinteresse an den sachunterrichtlichen Bezugsfächern Biologie, Chemie, Physik und Technik vom Pre- zum Posttest nicht signifikant, wohingegen sich dieses bei Studierenden des Blockkurses signifikant ändert (vgl. Tab. A3 im Online-Supplement). Das Sachinteresse an Biologie, Chemie und Technik nimmt in letztgenannter Gruppe signifikant bei mittlerer Effektstärke zu. Beim physikalischen Sachinteresse ist eine signifikante Zunahme bei großer Effektstärke festzustellen. Das Interesse am Unterrichten naturwissenschaftlich-technischen SU nimmt bei Studierenden beider Gruppen signifikant vom Pre- zum Posttest zu; die Effektstärke ist als hoch zu bezeichnen (vgl. Tab. A3).

Da für alle Konstrukte eine Pretestäquivalenz der Mittelwerte zwischen beiden Gruppen gegeben war, wurden dreifaktorielle ANOVAs mit Messwiederholung (1. Faktor: zeitliche Veränderung, 2. Faktor: Kursformat, 3. Faktor: Variable, deren Einfluss herauspartialisiert werden soll, d.h. Teilnahmevariante oder Studienschwerpunkt) gerechnet, um zu untersuchen, ob sich die L-Interessen beider Gruppen vom Pre- zum Posttest signifikant unterschiedlich entwickeln. Wird die Einflussvariable „Studienschwerpunkt" herauspartialisiert, ergibt sich ein signifikanter Unterschied in der Veränderung des biologischen Sachinteresses zwischen den Vergleichsgruppen. Dies ist nicht der Fall, wenn die Teilnahmevariante als Einflussfaktor herausgerechnet wird. Die Zunahme des Sachinteresses an Chemie und Physik ist bei Teilnehmenden des Blockkursformates signifikant höher; allerdings lässt die geringe Effektstärke erkennen, dass der Unterschied statistisch wenig bedeutsam ist (vgl. Tab. A3). Kein signifikanter Unterschied in der Zunahme besteht beim Sachinteresse an Technik sowie beim Interesse am Unterrichten naturwissenschaftlich-technischen SU (vgl. Tab. A3). Signifikante Interaktionseffekte Zeit*Kursformat*Teilnahmevariante bzw. Zeit*Kursformat*Studienschwerpunkt sind bei den untersuchten Interessenkonstrukten nicht vorhanden, d.h., die Faktoren Teilnahmevariante bzw. Studienschwerpunkt beeinflussen den Effekt der Interaktion Zeit*Kursformat auf die jeweilige abhängige Variable nicht zusätzlich.

4.2.2 Lehrer*innenselbstwirksamkeitserwartungen

Sowohl bei Studierenden des wöchentlichen als auch bei jenen des Blockkursformates nehmen die L-SWE bezüglich des Unterrichtens von SU mit Biologie, Chemie, Physik oder Technik als Bezugsfach und auch bezüglich des Unterrichtens von vielperspektivischem naturwissenschaftlich-technischen SU signifikant vom Pre- zum Posttestzeitpunkt zu (vgl. Tab. A4 im Online-Supplement). Die hohen Effektstärken zeigen, dass diese Veränderungen als statistisch bedeutsam einzustufen sind.

Bei den Konstrukten L-SWE Chemie, L-SWE Physik, L-SWE Technik und L-SWE vielperspektivischer NaWiTec-SU war eine Pretestäquivalenz der Mittelwerte gegeben. Die Ergebnisse der dreifaktoriellen ANOVAs mit Messwiederholung lassen erkennen, dass sich die beiden Gruppen hinsichtlich der Entwicklung dieser L-SWE nicht signifi-

[10] Für einen besseren Lesefluss wird in diesem Kapitel aufgrund dessen, dass pro Konstrukt und Gruppe durch das einzelne Herauspartialisieren der Faktoren „Teilnahmevariante" oder „Studienschwerpunkt" je zwei Kennwerte angegeben werden müssen, auf das Berichten von statistischen Kennwerten im Fließtext verzichtet und stattdessen auf die Tabellen, in denen sich die wichtigsten Kennzahlen befinden, verwiesen.

kant unterscheiden (vgl. Tab. A4; Interaktionseffekt Zeit*Kursformat). Signifikante Interaktionseffekte Zeit*Kursformat*Teilnahmevariante bzw. Zeit*Kursformat*Studienschwerpunkt sind für diese Konstrukte nicht zu berichten. Die unabhängigen Variablen Teilnahmevariante bzw. Studienschwerpunkt beeinflussen den Effekt der Interaktion Zeit*Kursformat auf die abhängige Variable also nicht zusätzlich. Weil sich die Mittelwerte der L-SWE Biologie zwischen den beiden Vergleichsgruppen zum Pretestzeitpunkt signifikant voneinander unterschieden, wurden zwei ANCOVAs mit dem Pretestwert als Kovariate sowie zwei unabhängigen Vergleichsvariablen (einmal Kursformat + Teilnahmevariante, einmal Kursformat + Studienschwerpunkt) durchgeführt. Wird der Einfluss der Variable „Studienschwerpunkt" herauspartialisiert, ergibt sich ein signifikanter Unterschied bezüglich der Entwicklung dieser L-SWE zwischen beiden Gruppen. Die kleine Effektstärke deutet jedoch eine geringe Bedeutsamkeit dieses Unterschiedes an (vgl. Tab. A4). Auch für dieses Konstrukt sind keine signifikanten Interaktionseffekte Kursformat*Teilnahmevariante und Kursformat*Studienschwerpunkt festzustellen.

4.3 Einfluss des Studienschwerpunktes

Es wurde zudem untersucht, ob es innerhalb der Kursformatgruppen (wöchentliches oder Blockkursformat) bedeutsame Unterschiede in der Entwicklung der L-Interessen und L-SWE zwischen Studierenden mit dem Studienschwerpunkt NaWiTec und jenen mit anderem Studienschwerpunkt gibt.[11]

4.3.1 Lehrer*inneninteresse

Für die Teilnehmenden des wöchentlichen Kursformates sowohl mit als auch ohne den Studienschwerpunkt NaWiTec ist festzuhalten, dass das Sachinteresse an den sachunterrichtlichen Bezugsfächern Biologie, Chemie, Physik und Technik vom Pre- zum Posttest nicht signifikant zunimmt (vgl. Tab. A5 im Online-Supplement). Das biologische und chemische Sachinteresse von Studierenden mit NaWiTec-Schwerpunkt, die den Blockkurs absolvierten, nimmt über den Kurszeitraum signifikant (Sachinteresse Biologie: t = -2.313, p = .025, η_p^2 = .108, n = 45; mittlere Effektstärke; Sachinteresse Chemie: t = -2.966, p = .005, η_p^2 = .167, n = 45; hohe Effektstärke) zu, während dies bei jenen mit anderem Studienschwerpunkt nicht der Fall ist. Ein signifikanter Zuwachs des Sachinteresses an Physik bei mittlerer bzw. hoher Effektstärke ist sowohl bei der Blockkurs-Untergruppe mit (t = -2.025, p = .049, η_p^2 = .085, n = 45) als auch ohne NaWiTec als Studienschwerpunkt (t = -3.431, p = .002, η_p^2 = .329, n = 25) zu berichten. Zudem nimmt das Sachinteresse an Technik bei Blockkursteilnehmenden ohne NaWiTec-Schwerpunkt vom Pre- zum Posttest signifikant zu (t = -2.248, p = .034, η_p^2 = .174, n = 25; hohe Effektstärke), während es keine signifikante Veränderung bei NaWiTec-Studierenden gibt (vgl. Tab. A5). Das Interesse am Unterrichten naturwissenschaftlich-technischen SU steigt bei beiden Untergruppen des wöchentlichen Kursformates signifikant an ($\text{Gruppe}_{\text{wöchentlich, NaWiTec-SP}}$: t = -2.932, p = .005, η_p^2 = .127, n = 60; $\text{Gruppe}_{\text{wöchentlich, kein NaWiTec-SP}}$: t = -3.230, p = .003, η_p^2 = .279, n = 28). Gleiches gilt für die beiden Untergruppen des Blockkursformates ($\text{Gruppe}_{\text{Block, NaWiTec-SP}}$: t = -4.766, $p \leq .001$, η_p^2 = .340, n = 45; $\text{Gruppe}_{\text{Block, kein NaWiTec-SP}}$: t = -3.001, p = .006, η_p^2 = .273, n = 25). Die Effektstärken sind als mittel bzw. hoch zu bezeichnen (vgl. Tab. A5).

Nachdem geprüft wurde, ob eine Pretestäquivalenz gegeben war, wurde daraufhin untersucht, ob sich die Interessen in den Untergruppen vom Pre- zum Posttest signifikant unterschiedlich entwickeln. t-Tests für unabhängige Stichproben ergaben, dass es zwischen den Untergruppen der wöchentlich sowie der am Blockkurs Teilnehmenden keine

[11] Der Einfluss der Teilnahmevariante (freiwillig oder Pflicht) konnte nicht herauspartialisiert werden, da – bedingt durch die bestehenden Prüfungsordnungen – keine Studierenden ohne NaWiTec-Studienschwerpunkt zu einer Teilnahme am Kurs verpflichtet werden konnten ($n_{\text{Kein Na-WiTec-SP+Pflichtteilnahme}}$ = 0; s. Kap. 3 und Kap. 5 (Diskussion)).

signifikanten Unterschiede bezüglich der Mittelwerte des Sachinteresses an Biologie, Chemie und Physik gibt. Die Ergebnisse der anschließenden zweifaktoriellen ANOVAs mit Messwiederholung zeigen sowohl für die wöchentlich als auch für die am Blockkurs Teilnehmenden, dass es keinen statistisch bedeutsamen Unterschied bezüglich der Entwicklung dieser Sachinteressen zwischen Studierenden mit und ohne NaWiTec-Schwerpunkt gibt (vgl. Tab. A5).

Keine Pretestäquivalenz lag für die Konstrukte „Sachinteresse an Technik“ und „Interesse am Unterrichten naturwissenschaftlich-technischen SU“ vor: Ersteres war bei Studierenden mit Studienschwerpunkt NaWiTec signifikant höher als bei Studierenden mit einem anderen Schwerpunkt ausgeprägt (Vergleich wöchentliche Untergruppen: $t(86) = 2.738$, $p = .008$, $\omega^2 = .069$; Vergleich Blockkursuntergruppen: $t(68) = 3.105$, $p = .003$, $\omega^2 = .114$). Auch das Interesse am Unterrichten naturwissenschaftlichen SU ist bei NaWiTec-Studierenden vor Kursbeginn signifikant höher als bei Personen mit einem anderen Schwerpunkt (Vergleich wöchentliche Untergruppen: $t(86) = 2.913$, $p = .006$, $\omega^2 = .078$; Vergleich Blockkursuntergruppen: $t(68) = 2.290$, $p = .028$, $\omega^2 = .060$). Die ANCOVAs ergaben, dass es keinen signifikanten Unterschied im Zuwachs dieser Interessen zwischen Studierenden mit und ohne NaWiTec-Schwerpunkt gibt (vgl. Tab. A5).

4.3.2 Lehrer*innenselbstwirksamkeitserwartungen

Über den Kurszeitraum nehmen die untersuchten L-SWE in allen vier Untergruppen signifikant bei hohen Effektstärken zu (vgl. Tab. A6 im Online-Supplement für die statistischen Kennwerte).

Da bei allen Konstrukten keine Äquivalenz der Pretest-Mittelwerte gegeben war[12] (s. auch Diskussion), wurden ANCOVAs mit den Pretestergebnissen als Kovariate gerechnet. Studierende mit dem Studienschwerpunkt NaWiTec und jene mit einem anderen Schwerpunkt unterscheiden sich in der Zunahme der L-SWE nicht signifikant voneinander (vgl. Tab. A6). D.h., von dem Besuch der konzipierten Lehrveranstaltung profitieren Studierende mit und ohne den Schwerpunkt NaWiTec – bezogen auf die Entwicklung jener L-SWE – gleichermaßen.

5 Diskussion

Wie einleitend dargelegt, spielen sowohl das L-Interesse als auch die L-SWE eine entscheidende Rolle für die Professionalisierung sowie das unterrichtliche Handeln der Lehrkräfte und damit einhergehend für die Leistungen der Lernenden. Das Ziel universitärer Lehre sollte es daher sein, nicht nur das Professionswissen, sondern auch jene motivationalen Orientierungen zu stärken. Aus dem vielperspektivischen Charakter des Sachunterrichts und der damit einhergehenden Breite an Bezugsfächern (Meschede et al., 2020) ergibt sich die Herausforderung, motivationale Orientierungen bezüglich möglichst all dieser Bezugsfächer und des vielperspektivischen Unterrichtens aufzubauen. Daher wurde in dieser Studie der Einfluss einer interdisziplinären, universitären Lehrveranstaltung auf die L-Interessen und L-SWE angehender Sachunterrichtslehrpersonen mit dem Fokus auf der naturwissenschaftlichen und technischen Perspektive und ihren Bezugsfächern untersucht. Aufgrund mangelnder bzw. inkonsistenter Studien zum „Status Quo“ hinsichtlich der hier fokussierten L-Interessen und L-SWE von (angehenden) Sachunterrichtslehrpersonen (s. Kap. 1 und 2) wird dieser nachfolgend zunächst mithilfe

[12] Ergebnisse der t-Tests für unabhängige Stichproben zur Prüfung der Pretestäquivalenz: L-SWE-Biologie$_{wöch}$: $t(86) = 4.395$, $p \leq .001$, $\omega^2 = .172$; L-SWE-Biologie$_{Block}$: $t(68) = 2.230$, $p = .029$, $\omega^2 = .056$; L-SWE-Chemie$_{wöch}$: $t(86) = 5.598$, $p \leq .001$, $\omega^2 = .256$; L-SWE-Chemie$_{Block}$: $t(68) = 2.031$, $p = .046$, $\omega^2 = .045$; L-SWE-Physik$_{wöch}$: $t(86) = 4.341$, $p \leq .001$, $\omega^2 = .169$; L-SWE-Physik$_{Block}$: $t(68) = 2.784$, $p = .007$, $\omega^2 = .092$; L-SWE-Technik$_{wöch}$: $t(86) = 5.215$, $p \leq .001$, $\omega^2 = .229$; L-SWE-Technik$_{Block}$: $t(68) = 3.914$, $p \leq .001$, $\omega^2 = .176$; L-SWE-Vielpersp.$_{wöch}$: $t(86) = 4.194$, $p \leq .001$, $\omega^2 = .159$; L-SWE-Vielpersp.$_{Block}$: $t(68) = 2.555$, $p = .013$, $\omega^2 = .076$.

der Pretest-Ergebnisse beleuchtet, bevor Effekte der Intervention interpretiert und diskutiert werden.

5.1 Lehrer*inneninteresse

Ein Vergleich der Interessensausprägungen an den einzelnen in dieser Studie untersuchten Bezugsfächern im Pretest zeigt, dass die Studierenden ein höheres Sachinteresse an Biologie aufweisen als an den übrigen Bezugsfächern. Dies ist eine typische Beobachtung (Prenzel et al., 2003; Stampfl & Saurer, 2020), die bereits in der Schullaufbahn deutlich zu Tage tritt (Hoffmann, Häußler & Lehrke, 1998; OECD, 2000; Potvin & Hasni, 2014), auch wenn teilweise genderspezifische Unterschiede auftreten (vgl. Stampfl & Saurer, 2020, S. 5). Interessanterweise zeigen die Studierenden in dieser Studie ein größeres Sachinteresse an Technik als an Chemie und Physik. Möller und Tenberge (2000) berichten dagegen, dass das Interesse von Lehrkräften an technischen Inhalten sehr gering ist und viele Lehrkräfte das Unterrichten technikbezogener Themen vermeiden. Auch andere Studien weisen darauf hin, dass angehende Sachunterrichtslehrkräfte interessierter daran sind, naturwissenschaftliche Inhalte zu unterrichten als technische (Hartmann & Reichhart, 2018). Das Interesse der Studierenden am Unterrichten von NaWiTec-SU generell ist in dieser Studie bereits im Pretest als hoch zu bezeichnen. Es wird jedoch nicht zwischen dem Unterrichten naturwissenschaftlicher und technischer Inhalte unterschieden. Hier wäre es interessant zu wissen, ob sich das im Vergleich zur Chemie und Physik höher ausgeprägte technische Sachinteresse auch in einem erhöhten Interesse am Unterrichten technischer Themen widerspiegelt.

Wie auch bei Janssen (2015), deren Stichprobe mit n = 19 jedoch als sehr gering bezeichnet werden kann, konnte das bereits im Pretest hoch ausgeprägte Sachinteresse an Biologie im Kursverlauf nicht weiter gesteigert werden. Dahingegen führte die Intervention zu einer signifikanten Steigerung des Sachinteresses an Chemie, Physik und Technik. Die geringen Effektstärken weisen jedoch darauf hin, dass auch bei diesen Bezugsfächern keine bedeutenden Veränderungen erzielt werden konnten. Auch andere Studien (u.a. Kleickmann et al., 2006) zeigen, dass es schwierig ist, L-Sachinteresse zu verändern. Im Gegensatz dazu zeigte sich – wie auch u.a. bei Appleton (1995) und Kleickmann et al. (2015) – ein bedeutsamer positiver Einfluss der Intervention auf die Entwicklung des Interesses am naturwissenschaftlich-technischen Unterrichten. Die relativ geringen Effekte auf das Sachinteresse liegen wahrscheinlich darin begründet, dass „das Konstrukt Lehrerinteresse dem Konstrukt des individuellen Interesses sehr nahe ist und somit relativ stabile Strukturen aufweist“ (Eren, 2012, S. 304). Dennoch weisen die signifikanten Unterschiede zwischen IG und BG in der Veränderung der Interessen zwischen Pre- und Posttest darauf hin, dass solche Interventionen durchaus das Potenzial besitzen, das individuelle Interesse positiv zu beeinflussen. Unterstützt wird diese Annahme durch die qualitativen und quantitativen Ergebnisse von Beudels et al. (eingereicht), die ein hohes situationales Interesse der Studierenden an den Kursinhalten aufzeigen. Situationales Interesse kann wiederum Ausgangspunkt für die Genese individueller Interessen sein. Dies ist jedoch ein langwieriger Prozess, der unterstützt werden muss (vgl. Hidi & Renninger, 2006, S. 114ff.; Krapp, 1992b, 1998; Mitchell, 1993). Eine nachhaltige Interessenssteigerung bedarf demnach wahrscheinlich einer Reihe aufeinander aufbauender Interventionen, in denen beispielsweise eine größere Wahlfreiheit an Inhalten, die zu höherem Autonomieerleben führen könnte (vgl. Deci & Ryan, 1993, S. 230f.), eingesetzt wird. Dies war hier zur Sicherstellung der Vergleichbarkeit der Ergebnisse nicht möglich.

Das hohe situationale Interesse an den Kursinhalten (Beudels et al., eingereicht) sowie die Veränderungen des L-Interesses (s. diese Studie) könnten auf verschiedene Faktoren zurückzuführen sein. Hier sei zunächst die Arbeitsweise des Experimentierens genannt, bei der durch *Hands-on*-Aktivitäten und eine spannende Lernumgebung eine intrinsische Motivation geschaffen (Schiefele & Köller, 2010) und situationales Interesse entwickelt

(Haslbeck, 2019) werden können. Gleichzeitig ist der Kurs so konzipiert, dass die drei grundlegenden psychologischen Bedürfnisse (*basic needs*; Deci & Ryan, 1993) berücksichtigt werden. Den angehenden Lehrkräften wird also beim Experimentieren sowie dem Planen der experimentellen Erarbeitungsphasen für den SU wiederholtes *Kompetenz- und Autonomieerleben* ermöglicht, das durch direktes Feedback der Dozierenden und der Kommiliton*innen unterstützt wird. Die Bearbeitung der Aufgaben in Partnerarbeit sowie der regelmäßige Austausch im Plenum sorgen dabei für eine *soziale Eingebundenheit*. Weiterhin beziehen die beiden Themenblöcke „Der Teich und seine Umgebung" und „Der Mensch und seine Leistungsfähigkeit" alltägliche Phänomene ein (s. Kap. 3.1), sodass eine lebensweltnahe Vermittlung der Lerninhalte ermöglicht wird. Dieser Praxisbezug und die Kontextualisierung haben das Potenzial, Interesse zu wecken oder zu stärken (Broman, Ekborg & Johnels, 2011; Laufs & Kempert, 2021). Dabei ist es zudem hilfreich, die Bedeutsamkeit des Lerngegenstands zu betonen, was hier in Form von durch die Studierenden wahrnehmbare (vgl. offene Antworten in Beudels et al., eingereicht[13]) Interessensbekundungen von Seiten der Dozierenden erfolgte. Solche Interessensbekundungen beeinflussen wiederum das Interesse der Lernenden positiv (vgl. Bergin, 1999, S. 94; Prenzel, Kramer & Drechsel, 1998, S. 436). Aber auch darüber hinaus ist das Handeln der Lehrenden für die Interessensgenese der Lernenden von großer Bedeutung (vgl. Riconscente, 2014, S. 67). Sowohl die Kursstruktur und -gestaltung als auch das Engagement der Dozierenden wurden von den Studierenden als positiv empfunden (Beudels et al., eingereicht) und könnten sich entsprechend förderlich für die Interessensgenese ausgewirkt haben (Kunter, Baumert & Köller, 2007; Long & Woolfolk Hoy, 2006). Wie Hoffmann (vgl. 2002, S. 460) postuliert, kann es außerdem von Vorteil sein, Lerninhalte an bestehende Interessen anzuknüpfen, um größeres und länger anhaltendes Wissen zu generieren. Vor diesem Hintergrund wurde das Bezugsfach Biologie als „Vermittlungswerkzeug" genutzt (s. Kap. 3.1), um die weniger beliebten naturwissenschaftlichen und technischen Inhalte zugänglich zu machen (Janssen, 2015; Labudde, 2014). Als weiterer Faktor der Veränderung individueller Interessen kann im Kurs das Erleben der Selbstwirksamkeit eine Rolle gespielt haben (vgl. Krapp & Ryan, 2002, S. 71).[14] Auch andere Studien zeigen, dass ein hohes Interesse mit einer hohen SWE zusammenhängt (vgl. Bender, Schaper & Seifert, 2018, S. 91). Wie in Anhang 7 im Online-Supplement zu erkennen, korreliert z.B. das Physikinteresse stark positiv mit den L-SWE bezüglich des Unterrichtens von physikbezogenem SU.

Besorgniserregend ist die signifikante Abnahme des biologischen und technischen Sachinteresses sowie des Interesses am naturwissenschaftlich-technischen Unterrichten in der BG bei mittlerer bis großer Effektstärke. Dieser Befund steht nicht nur im Kontrast zu den Zielen des Studiums, sondern kann insbesondere Nachteile für die Professionalität der angehenden Lehrkräfte zur Folge haben (Eren, 2012). Deswegen stellt sich die dringende Frage, welche Faktoren genau für die Interessensabnahme verantwortlich sind, um diesen entgegenwirken zu können. Denkbar wären z.B. theorielastige Vorlesungen oder negative Kompetenz-Erfahrungen in Schulpraktika. Gleichzeitig unterstreicht diese Entwicklung das Potenzial sowie die Relevanz von Interventionen wie der hier beschriebenen.

In dieser Studie wurde zudem untersucht, ob das Kursformat (wöchentlicher Kurs vs. Blockkurs) einen Einfluss auf die Veränderung der motivationalen Orientierungen hat. Das Interesse am naturwissenschaftlich-technischen Unterrichten nimmt bei beiden Formaten von Pre- zu Posttest signifikant bei hoher Effektstärke zu. Im Vergleich dazu kommt es nur in der Blockkurs-Variante zur Steigerung des Sachinteresses an den Bezugsfächern Biologie, Chemie, Physik und Technik. Hier zeigt das Blockkursformat also

[13] Im Posttest wurde u.a. nach Gründen für die Weiterempfehlung des Kurses und nach spontanen Assoziationen gefragt.

[14] Ergebnisse zu den Korrelationen der untersuchten L-Interessenkonstrukte und L-SWE zum Zeitpunkt des Pre- und Posttests sind in Anhang 7 im Online-Supplement dargestellt.

einen Vorteil. Der Gruppenvergleich hinsichtlich der Veränderungen relativiert diesen jedoch etwas, da nur teilweise signifikante Unterschiede vorhanden sind und diese gleichzeitig eine geringe Effektstärke aufweisen. Die Steigerung des Sachinteresses an den Bezugsfächern könnte darin begründet liegen, dass es bei Blockkursteilnehmer*innen möglicherweise zu einem Flow-Erleben kommt, weil sie ohne ständige Kurs- und damit auch Themenwechsel eine bessere Passung zwischen den Kursan-/-herausforderungen und ihrer Leistungsfähigkeit empfinden oder weil eine vertiefte Auseinandersetzung mit den Inhalten am Stück möglich ist (Beldotti, 2019; Csikszentmihalyi, Abuhamdeh & Nakamura, 2005; Groß & Aufenanger 2011). Zudem kann sich das Blockkursformat positiv auf die soziale Eingebundenheit (Deci & Ryan, 1993) der Studierenden auswirken, da durch das Fehlen von Unterbrechungen durch andere Kurse ein engeres Verhältnis zwischen den Lernenden untereinander, aber auch zwischen den Lernenden und Dozierenden aufgebaut und dadurch eine andere Lernatmosphäre geschaffen werden kann (Fischer & Peters, 2012; Metzger & Haag, 2013). Entsprechend beobachteten auch Schaal und Randler (2004) bei Studierenden, die eine Blockveranstaltung besuchten, höhere Werte für die Konstrukte „Interesse/Vergnügen“ und „wahrgenommene Kompetenz“ als bei den Teilnehmenden der entsprechenden wöchentlichen Variante. Interessant wäre es in diesem Zusammenhang, mittels Follow-up-Tests zu untersuchen, ob sich die Unterschiede zwischen den Gruppen mit der Zeit aufheben oder ob die Blockkurs-Variante auch langfristige Vorteile bietet.

In dieser Studie wurden bewusst Studierende mit und ohne NaWiTec-Schwerpunkt miteinander verglichen, da aufgrund des gewählten Studienfaches bzw. Studienschwerpunktes von unterschiedlichen kognitiven und affektiv-motivationalen Voraussetzungen auszugehen ist, die die Wirkung der Intervention beeinflussen könnten. Wie sich zeigt, gibt es keine signifikanten Unterschiede in der Entwicklung der L-Interessen von Prezu Posttest in Abhängigkeit vom Studienschwerpunkt. Die Lehrveranstaltung bietet demnach die Möglichkeit, die L-Interessen von Studierenden mit und ohne NaWiTec-Schwerpunkt gleichermaßen zu fördern. Dennoch zeigen die Ergebnisse und insbesondere die Unterschiede im Pretest, dass es sinnvoll ist, diese unterschiedlichen Voraussetzungen zu beachten, um bei einer Intervention gezielt auf die heterogene Studierendenschaft eingehen zu können.

5.2 Lehrer*innenselbstwirksamkeitserwartungen

Werden die Ausprägungen der untersuchten L-SWE-Konstrukte im Pretest verglichen, fällt auf, dass die L-SWE bezüglich biologiebezogenen Unterrichtens am höchsten ist (unabhängig davon, welche (Sub-)Gruppe betrachtet wird), gefolgt von der L-SWE bezüglich technikbezogenen Unterrichtens. Die L-SWE hinsichtlich des Unterrichtens von SU mit Chemie- und Physikbezug sowie von vielperspektivischem naturwissenschaftlich-technischen SU werden – auf ähnlichem, mittlerem Niveau der Einschätzung – am geringsten eingeschätzt. Diese Ergebnisse widersprechen in Teilen jenen Befunden neuerer Studien, die bei angehenden Grundschullehrpersonen auf niedrige L-SWE bezüglich technischer Themen und signifikant höhere L-SWE in der naturwissenschaftlichen Perspektive hinweisen (Hartmann & Reichhart, 2018; Reichhart, 2018), bzw. verweisen darauf, dass es – bei der Interpretation der Daten und einer zielorientierten Ausgestaltung von Lehrveranstaltungen – dienlich sein kann, die Ausprägungen der L-SWE bezogen auf die naturwissenschaftliche Perspektive nochmals in Subdomänen zu untergliedern. Hohe L-SWE beim Bezugsfach Biologie könnten bei der Verwendung einer allgemeinen L-SWE-Skala zur naturwissenschaftlichen Perspektive darüber hinwegtäuschen, dass die L-SWE bezüglich der Bezugsfächer Chemie und Physik deutlich niedriger eingeschätzt werden, so wie es ältere Studien (u.a. Möller, 2004) z.B. für physikbezogenen Sachunterricht zeigen. Höhere L-SWE beim Bezugsfach Biologie könnten z.B. in eigenen oder stellvertretenden Erfahrungen (Bandura, 1997; z.B. biologiebezogener SU im

Rahmen eines Schulpraktikums oder des Praxissemesters), einem höheren Sachinteresse[15] (vgl. Krapp & Ryan, 2002, S. 71) oder einem höheren biologiebezogenen Professionswissen, das als Prädikator für L-SWE gesehen werden kann (u.a. Palmer, 2006; Velthuis et al., 2014), begründet sein. Auch Al Sultan (2020) konnte jüngst durch seine Mixed-Methods-Studie zeigen, dass die L-SWE von *preservice elementary teachers* bezüglich Biologie als Bezugsfach am höchsten ausgeprägt sind, gefolgt von Chemie und Physik. Als Gründe dafür nennen die Befragten eigene Bildungserfahrungen, Erfahrungen in der Rolle als Lehrperson, Fachverständnis und -relevanz. Gleichzeitig ist bei Studien, die auf der Selbsteinschätzung der Befragten beruhen, aber auch zu bedenken, dass gerade (jüngere) Studierende, die noch wenig *enactive mastery* oder *vicarious experience* (Bandura, 1997) hatten, deswegen hohe L-SWE haben könnten, weil sie ihre Fähigkeiten möglicherweise überschätzen (vgl. Schwarzer, 1996, S. 22; Tschannen-Moran et al., 1998, S. 211).

Die im Pretest erfassten signifikant höheren L-SWE bezüglich des Unterrichtens von biologie-, chemie-, physik- und technikbezogenem sowie vielperspektivischem naturwissenschaftlich-technischen SU bei Teilnehmenden mit Studienschwerpunkt NaWiTec im Vergleich zu Studierenden mit anderem Studienschwerpunkt können durch eine unterschiedliche Quantität und Qualität von bisherigen Erfahrungen erklärt werden: Wie u.a. bei Schilling et al. (2021) ersichtlich, haben NaWiTec-Studierende am Standort deutlich mehr Gelegenheiten zum Erwerb professionellen Wissens und eigener bzw. stellvertretender Erfolgserfahrungen (Bandura 1997; z.B. durch die Planung von Unterrichtssequenzen in den Vertiefungen) im Bereich der naturwissenschaftlichen und der technischen Perspektive, als es z.B. die SU-Studierenden mit gesellschaftswissenschaftlichem Studienschwerpunkt haben. Diese Befunde verdeutlichen – vor dem Hintergrund der in den Kapiteln 1 und 2.2 beschriebenen Ausgangslage und der Relevanz von L-SWE für das professionelle Handeln – die Notwendigkeit der Etablierung von kognitiv und affektiv-motivational wirksamen Fort-/Weiterbildungsangeboten gerade für diejenigen Grundschullehramtsstudierenden ohne NaWiTec-Schwerpunkt bzw. mit einem anderen Studienfach als SU.

Wie in Kapitel 4.1.2 ersichtlich, hat die beschriebene Intervention das Potenzial, die L-SWE bezüglich des Unterrichtens von vielperspektivischem naturwissenschaftlich-technischen SU sowie hinsichtlich des Gestaltens von SU mit Biologie, Chemie, Physik *und* Technik als Bezugsfach signifikant bei hoher Effektstärke zu verändern. Dies bestätigen die Annahme von Bandura (1997) und Ergebnisse anderer Studien (u.a. Janssen, 2015; Palmer et al., 2015), die gezeigt haben, dass sich L-SWE angehender Lehrkräfte noch verändern können. Bei der Kurskonzeption wurden die in Kapitel 2.2 aufgeführten Forschungsbefunde hinsichtlich die L-SWE positiv beeinflussender Maßnahmen berücksichtigt. Durch die Einbeziehung der Teilnehmendenreaktionen in Form offener Antworten, die in Beudels et al. (eingereicht) dargestellt sind, kann auf Quellen der Veränderung von L-SWE geschlossen werden: Die von den Studierenden genannten praxisnahen, eigens durchgeführten Tätigkeiten (Planung von experimentellen Erarbeitungsphasen für den SU und Experimentieren an den Stationen), das Überwinden von Schwierigkeiten und die Wahrnehmung von z.B. Planungskompetenz können der wichtigsten Beeinflussungsquelle, der *enactive mastery experience* (vgl. Tschannen-Moran et al., 1998, S. 211), zugeordnet werden. *Vicarious experience* (Bandura, 1997) kann im Kurs ebenfalls zu einer Entwicklung der L-SWE geführt haben: Als Verhaltensmodell könnten während des Planungsprozesses die Handlungen von Kommiliton*innen, mit denen sich die Betrachter*innen aufgrund ähnlicher Persönlichkeitsmerkmale besonders

[15] Wie u.a. in Krapp & Ryan (2002) erläutert, ist davon auszugehen, dass eine höhere SWE entwickelt wird, wenn an dem Gebiet/Thema auch individuelles Interesse besteht. Ergebnisse zu den Korrelationen der untersuchten Interessenkonstrukte und L-SWE zum Zeitpunkt des Pre- und Posttests sind in Anhang 7 im Online-Supplement dargestellt. Es ist eine starke positive Korrelation zwischen dem Sachinteresse an Biologie und den biologiebezogenen L-SWE im Posttest vorhanden ($r = .595$, $p \leq .001$).

identifizieren, dienen (Bandura, 1997; Urton, 2017). Auch der*die Dozierende als Experte bzw. Expertin für die Bezugsfächer Biologie, Chemie, Physik und Technik „in einer Person" kann als Modell für das Gestalten von vielperspektivischen Lehr-Lernumgebungen angesehen werden. Die Teilnehmenden nennen bei den Gründen für die Weiterempfehlung des Kurses Feedbackstrukturen (schriftliche Rückmeldungen zu den Planungen durch die Lehrperson sowie durch Peers; positiver mündlicher Zuspruch während der Arbeitsphasen) und die Vermittlung/Reflexion von Fachwissen sowie fachdidaktischem Wissen bezüglich der naturwissenschaftlichen und technischen Perspektive, was der *verbal persuasion* (Bandura, 1997; Warner & Schwarzer, 2009) zugeordnet werden kann. Wie in Kapitel 5.1 angeschnitten, deuten viele der offenen Rückmeldungen auf situationales Interesse an den Kursinhalten oder das Vorhandensein intrinsischer Motivation hin, was *physiological & affective states* (Bandura, 1997) als SWE-Quellen entspricht.

Die L-SWE in der BG verändern sich nicht signifikant. Dies kann teilweise damit zusammenhängen, dass die Hälfte der BG aus Studierenden bestand, die den Fragebogen in der Zeitspanne eines Blockkurses in der vorlesungsfreien Zeit bearbeitete. Innerhalb eines solch kurzen Zeitraumes und der Lage in den Semesterferien sind sie wahrscheinlich keinen Quellen begegnet, die zu einer Veränderung der L-SWE führen könnten. Bei der anderen Hälfte der BG lag – der Teilnahme am wöchentlichen Kursformat entsprechend – allerdings ein ganzes Semester zwischen Pre- und Posttest. Hier führen die absolvierten Lehrveranstaltungen oder in ein paar Fällen z.B. auch ein Schulpraktikum, das Praxissemester oder ein Job als Vertretungslehrer*in zu keiner signifikanten Veränderung der L-SWE. Es scheinen also bei der einbezogenen BG-Kohorte aus Studierenden mit und ohne SU als Studienfach, die sicherlich zu einer besseren Vergleichbarkeit noch vergrößert werden sollte (s. Kap. 5.3), wenige oder keine Quellen der Veränderung der hier fokussierten L-SWE im Studium vorhanden zu sein.

Die in Kapitel 4.2.2 dargestellten Ergebnisse weisen zudem darauf hin, dass das Kursformat bei der Veränderung der L-SWE keine bedeutsame Rolle spielt. Auch bei Hilkenmeier und Sommer (2014) ergaben sich für die L-SWE hinsichtlich diagnostischer Kompetenzen keine signifikanten Unterschiede zwischen Studierenden, die eine wöchentlich stattfindende Lehrveranstaltung besuchten, und jenen, die einen Blockkurs absolvierten. Da es im Bereich der Hochschullehre jedoch weltweit an Studien bezüglich des Einflusses des Kursformates mangelt (s. Kap. 1), sollten zukünftige Studien – wie die Ergebnisse für die Sachinteressensveränderungen zeigen – den Einfluss dieser Variable nicht außer Acht lassen bzw. einen Fokus darauf legen.

Die Lehrveranstaltung hat zudem das Potenzial, die L-SWE sowohl von Studierenden mit als auch von solchen ohne NaWiTec als Studienschwerpunkt positiv zu beeinflussen. Die Gruppenvergleiche zeigen, dass beide Gruppen gleichermaßen von dem Kurs profitieren. Daraus lässt sich schließen, dass das Lehrkonzept beiden Gruppen – obwohl sie unterschiedliche Ausgangslagen bezüglich der L-SWE haben – z.B. eigene Erfolgserfahrungen (Bandura, 1997) zu ermöglichen scheint, indem u.a. Herausforderungen bei der Planung einer experimentellen Erarbeitungsphase im SU erfolgreich gemeistert werden. Roberts, Henson, Tharp und Moreno (2001), die allerdings die Veränderung der L-SWE von Lehrkräften und nicht von Studierenden untersuchten, stellten hingegen fest, dass sich insbesondere die L-SWE jener Lehrpersonen mit geringen L-SWE im Pretest positiv durch Interventionen entwickeln. Sie postulieren, dass bei höheren L-SWE wenig Entwicklungsspielraum nach oben vorhanden ist. Von entsprechend hohen L-SWE ist bei Studierenden – gerade jenen in niedrigeren Fachsemestern (Velthuis et al., 2014) – jedoch eher nicht auszugehen, sodass ein genügend großer Entwicklungsspielraum anzunehmen ist. Für universitäre Lehrveranstaltungsplanungen ist der hiesige Befund auch insofern interessant, als dass das Kurskonzept durchaus für eine sehr heterogene Zielgruppe geeignet ist, was im Hinblick auf begrenzte Dozierendenkapazitäten ein Vorteil sein kann.

5.3 Limitationen der Studie und Ausblick

Nachfolgend wird auf Limitationen der Studie und sich daraus ergebende Implikationen für zukünftige Untersuchungen verwiesen.

Aufgrund der bestehenden Prüfungsordnungen am Untersuchungsstandort nahmen insbesondere Studierende ohne NaWiTec-Studienschwerpunkt freiwillig an der Lehrveranstaltung teil. Es kann daher von einer Positivauswahl ausgegangen werden, d.h., es absolvierten wahrscheinlich insbesondere solche Studierenden den Kurs, die fort- bzw. weiterbildungsinteressiert sind und z.B. ein hohes Interesse am Unterrichten von naturwissenschaftlich-technischem SU haben. Gleiches gilt für die Wahl des Kursformates, das von den Studierenden ebenfalls selbst ausgewählt werden konnte. Falls es die curricularen Gegebenheiten zulassen, ist für weitere Studien eine randomisierte Zuordnung zum Veranstaltungsformat und zur IG oder BG zu präferieren. Burton & Nesbit (2008, S. 6) verweisen allerdings darauf, dass

> "random assignment of students to traditional or block classes is unlikely to be acceptable to students, ethics committees or to universities, given the normal practice of allowing students to choose between available alternatives [and] […] to select the schedule that they believe will best suit their learning style".

Auch wäre es sinnvoll, die Anzahl an Teilnehmenden in der BG sowie der Studierenden ohne NaWiTec-Studienschwerpunkt zu erhöhen, da die Stichprobengröße sowie ungleich große Untersuchungsgruppen die Effektstärke und die Testpower beeinflussen (vgl. Döring & Bortz, 2016, S. 808ff.).

Wie u.a. bei Hilkenmeier und Sommer (2014) könnte die Stabilität der veränderten motivationalen Orientierungen über die Zeit mittels Follow-up-Tests gemessen werden, um die Nachhaltigkeit der Intervention sowie die Entwicklung der Unterschiede in den Subgruppen zu untersuchen. Wichtig wäre auch hier die Einbeziehung einer großen BG, da viele Faktoren die motivationalen Orientierungen beeinflussen können (s. Kap. 2). Welche Effekte die vorgestellte Intervention auf weitere Komponenten professioneller Kompetenz (naturwissenschaftlich-technisches Fachwissen, Fähigkeitsselbstkonzepte) hat, wird an anderer Stelle (Beudels, Damerau & Preisfeld, eingereicht; Beudels, Preisfeld & Damerau, angenommen) vorgestellt. Da der Fragebogen diese Effekte sowie die Erwartungen und Reaktionen der Teilnehmenden bezüglich des Kurses erfasst und sich dabei gleichzeitig auf mehrere Bezugsfächer des SU bezogen wird, ist er sehr umfangreich. Deswegen wurde die Itemanzahl der hier untersuchten Konstrukte zur Erhaltung der Testmotivation möglichst gering gehalten. In weiterführenden Studien, die nur auf die Veränderung der L-Interessen und L-SWE fokussieren, wäre daher eine Operationalisierung der Konstrukte mit mehr und heterogeneren Items angebracht, um die Ausprägungen differenzierter zu erfassen.

Welche Faktoren des Lehrkonzeptes genau dazu geführt haben, dass sich die Interessen und SWE verändern, kann mittels des hier verwendeten Forschungsdesigns und der geschlossenen Skalen nicht beantwortet werden. Ein Mixed-Methods-Ansatz (Kuckartz, 2014), wie durch die Einbeziehung der Ergebnisse aus Beudels et al. (eingereicht) in den Kapiteln 5.1 und 5.2 geschehen, bietet sich zur Identifikation der Quellen von Veränderungen motivationaler Orientierungen folglich an.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass universitäre Lehrveranstaltungen, wie die hier vorgestellte Intervention, dem Aufbau motivationaler Orientierungen dienlich sein können und dass ein einzelner Kurs, der interdisziplinär angelegt ist, in der Lage ist, nicht nur L-Interessen und L-SWE bezüglich eines, sondern mehrerer Bezugsfächer des naturwissenschaftlich-technischen SU zu verändern. Es zeigt sich, dass bei der Entwicklung der motivationalen Orientierungen, insbesondere des L-Interesses, das Kursformat eine Rolle spielen kann. Dies sollte bei der Ausgestaltung von Studiencurricula beachtet werden und ist auch insofern relevant, als Studierende, die freiwillig teilneh-

men, aufgrund „voller“ Stundenpläne während des Semesters Blockkurse in der vorlesungsfreien Zeit bevorzugen könnten. Trotz unterschiedlicher Ausgangslagen profitieren sowohl Studierende mit als auch ohne NaWiTec als Studienschwerpunkt von dem Lehrkonzept. Mit Blick auf die in Kapitel 1 beschriebene Ausgangssituation (heterogene Ausbildungssituation, fachfremdes Unterrichten, Inkompetenzgefühle der Lehrpersonen) und der in Kapitel 2 beschriebenen Wirkungen motivationaler Orientierungen wäre es daher erstrebenswert, diesen oder ähnliche Kurs(e) für alle Grundschullehramtsstudierenden – z.B. im Optionalbereich – als Angebot einzurichten. Es wäre zudem interessant zu untersuchen, ob eine solche Intervention als Fort-/Weiterbildung in der dritten Phase der Lehrer*innenbildung u.a. in der Lage wäre, die L-SWE positiv zu beeinflussen, obwohl davon ausgegangen wird, dass sich diese mit zunehmender Berufspraxis stabilisieren (Bandura, 1997).

Literatur und Internetquellen

Al Sultan, A.A. (2020). Investigating Preservice Elementary Teachers' Subject-specific Self-Efficacy in Teaching Science. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 16* (5), Art. em1843. https://doi.org/10.29333/ejmste/7801

Albert, R., & Koster, C.J. (2002). *Empirie in Linguistik und Sprachlehrforschung. Ein methodologisches Arbeitsbuch*. Tübingen: Narr.

Allinder, R. (1994). The Relationship between Efficacy and the Instructional Practices of Special Education Teachers and Consultants. *Teacher Education and Special Education, 17* (2), 86–95. https://doi.org/10.1177/088840649401700203

Appleton, K. (1995). Student Teachers' Confidence to Teach Science. Is More Science Knowledge Necessary to Improve Self-Confidence? *International Journal of Science Education, 17* (3), 357–369. https://doi.org/10.1080/0950069950170307

Appleton, K. (2003). How Do Beginning Primary School Teachers Cope with Science? Toward an Understanding of Science Teaching Practice. *Research in Science Education, 33* (1), 1–25. https://doi.org/10.1023/A:1023666618800

Appleton, K. (2007). Elementary Science Teaching. In S.K. Abell & N.G. Lederman (Hrsg.), *Handbook of Research on Science Education* (S. 493–535). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Appleton, K., & Kindt, I. (2002). Beginning Elementary Teachers' Development as Teachers of Science. *Journal of Science Teacher Education, 13* (1), 43–61. https://doi.org/10.1023/A:1015181809961

Ashton, P.T., & Webb, R.B. (1986). *Making a Difference. Teachers' Sense of Efficacy and Student Achievement*. White Plains, NY: Longman.

Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W., & Weiber, R. (2018). *Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung* (15., vollst. überarb. Aufl.). Berlin & Heidelberg: Springer Gabler. https://doi.org/10.1007/978-3-662-56655-8

Bandura, A. (1977). Self-Efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral Change. *Psychological Review, 84* (2), 191–215. https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191

Bandura, A. (1997). *Self-Efficacy: The Exercise of Control*. New York, NY: Freeman.

Baumert, J., & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 9* (4), 469–520. https://doi.org/10.1007/s11618-006-0165-2

Baumert, J., & Kunter, M. (2011). Das Kompetenzmodell von COACTIV. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 29–53). Münster: Waxmann.

Baumgardt, I., & Kaiser, A. (2015). Lehrer- und Lehrerinnenbildung. In J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (2., aktual. Aufl.) (S. 73–82). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Beldotti, A. (2019). *Opinion: Schools Need to Embrace Block Scheduling*. Zugriff am 25.10.2021. Verfügbar unter: https://www.stamfordadvocate.com/opinion/article/Opinion-Schools-need-to-embrace-block-scheduling-14889483.php.

Bender, E., Schaper, N., & Seifert, A. (2018). Professionelle Überzeugungen und motivationale Orientierungen von Informatiklehrkräften. *Journal for Educational Research Online, 10* (1), 70–99.

Bergin, D.A. (1999). Influences on Classroom Interest. *Educational Psychologist, 34* (2), 87–98. https://doi.org/10.1207/s15326985ep3402_2

Beudels, M., Damerau, K., & Preisfeld, A. (eingereicht). Effects of an Interdisciplinary Course on Pre-service Primary Teachers' Content Knowledge and Academic Self-Concepts in Science and Technology. *Education Sciences.*

Beudels, M., Jeske, I., & Preisfeld, A. (2021). Wasser, Wald & Wuppertal. Kohärenzerleben von Sachunterrichtsstudierenden bei der Planung, Durchführung und Nachbereitung einer Exkursion. *PFLB – PraxisForschungLehrer*innenBildung, 3* (1), 71–103. https://doi.org/10.11576/pflb-4455

Beudels, M., Preisfeld, A., & Damerau, K. (angenommen). Impact of an Experiment-based Intervention on Pre-service Primary Teachers' Experiment-related and Science Teaching-related Self-concepts. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education.*

Beudels, M., Schilling, Y., & Preisfeld, A. (eingereicht). Mit Experimenten zu Wasserläufer & Co Kohärenz erleben – Potenziale eines interdisziplinären, experimentellen Kurses zur Professionalisierung angehender Sachunterrichtslehrkräfte. *DiMawe – Die Materialwerkstatt.*

Broman, K., Ekborg, M., & Johnels, D. (2011). Chemistry in Crisis? Perspectives on Teaching and Learning Chemistry in Swedish Upper Secondary Schools. *Nordic Studies in Science Education, 7* (1), 43–60. https://doi.org/10.5617/nordina.245

Bühl, A. (2019). *Einführung in die moderne Datenanalyse ab SPSS 25* (16., aktual. Aufl.). Hallbergmoos: Pearson.

Burton, S., & Nesbit, P.L. (2008). Block or Traditional? An Analysis of Student Choice of Teaching Format. *Journal of Management & Organization, 14* (1), 4–19. https://doi.org/10.1017/S1833367200003448

BUW (Bergische Universität Wuppertal). (2016). *Module des Studienganges. Grundlagen der Naturwissenschaft und der Technik im Kombinatorischen Studiengang Bachelor of Arts (2016) zur Prüfungsordnung vom 06.10.2016* (Amtl. Mittlg. Nr. 87/2016). Zugriff am 25.10.2021. Verfügbar unter: https://www.zpa.uni-wuppertal.de/fileadmin/zpa/Studiengaenge/Komb._BA/Grundlagen_der_Naturwissenschaft/GNT_KBA_2016_Modulhandbuch.pdf.

Cakiroglu, J., Capa-Aydin, Y., & Woolfolk Hoy, A. (2012). Science Teaching Efficacy Beliefs. In B.J. Fraser, K.G. Tobin & C.J. McRobbie (Hrsg.), *Second International Handbook of Science Education* (Springer International Handbooks of Education, Bd. 24) (S. 449–462). Dordrecht: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_31

Christophersen, K.-A., Elstad, E., Solhaug, T., & Turmo, A. (2015). Explaining Motivational Antecedents of Citizenship Behavior among Preservice Teachers. *Education Sciences, 5* (2), 126–145. https://doi.org/10.3390/educsci5020126

Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2. Aufl.). New York, NY: Lawrence Erlbaum.

Csikszentmihalyi, M., Abuhamdeh, S., & Nakamura, J. (2005). Flow. In A.J. Elliot & C.S. Dweck (Hrsg.), *Handbook of Competence and Motivation* (S. 598–608). New York, NY: Guilford.

Damerau, K. (2012). *Molekulare und Zell-Biologie im Schülerlabor. Fachliche Optimierung und Evaluation der Wirksamkeit im BeLL Bio (Bergisches Lehr-Lern- Labor Biologie)*. Dissertation. Wuppertal: Bergische Universität Wuppertal. Zugriff am 25.10.2021. Verfügbar unter: http://elpub.bib.uni-wuppertal.de/edocs/dokumente/fbc/biologie/diss2012/damerau/dc1231.pdf.

de Laat, J., & Watters, J.J. (1995). Science Teaching Self-Efficacy in a Primary School: A Case Study. *Research in Science Education, 25* (4), 453–464. https://doi.org/10.1007/BF02357387

Deci, E.L., & Ryan, R.M. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift für Pädagogik, 39* (2), 223–238.

Degeling, M. (2019). Feedback im Unterricht – Warum lernförderliches Feedback zu geben, eine hohe Kunst ist und wie sie sich in der Praxissemestervorbereitung und -begleitung anbahnen lässt. Vorschläge zur Diskussion. In M. Degeling, N. Franken, S. Freund, S. Greiten, D. Neuhaus & J. Schellenbach-Zell (Hrsg.), *Herausforderung Kohärenz: Praxisphasen in der universitären Lehrerbildung. Bildungswissenschaftliche und fachdidaktische Perspektiven* (S. 312–326). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Döring, N., & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften* (5., vollst. überarb. u. aktual. Aufl.). Berlin & Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-41089-5

Drechsler, B., & Gerlach, S. (2001). Naturwissenschaftliche Bildung im Sachunterricht – Probleme bei Grundschullehrkräften. In J. Kahlert & E. Inckemann (Hrsg.), *Wissen, Können und Verstehen. Über die Herstellung ihrer Zusammenhänge im Sachunterricht* (S. 215–225). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Eren, A. (2012). Prospective Teachers' Interest in Teaching, Professional Plans about Teaching and Career Choice Satisfaction. A Relevant Framework? *Australian Journal of Education, 56* (3), 303–318. https://doi.org/10.1177/000494411205600308

Fischer, H., & Peters, B. (2012). *Blockveranstaltungen – Lehrformat für eine heterogene Studierendenschaft?* (Discussion Papers des Zentrums für HochschulBildung, Nr. 1). Zugriff am 25.10.2021. Verfügbar unter: https://eldorado.tu-dortmund.de/bitstream/2003/29387/1/paper%2001-2012.pdf.

Franz, U. (2008). *Lehrer- und Unterrichtsvariablen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. Eine empirische Studie zum Wissenserwerb und zur Interessenentwicklung in der dritten Jahrgangsstufe*. Dissertation. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts) (Hrsg.). (2013). *Perspektivrahmen Sachunterricht* (vollst. überarb. u. erw. Aufl.). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts) (Hrsg.). (2019). *Qualitätsrahmen Lehrerbildung – Sachunterricht und seine Didaktik*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference. 11.0 update* (4. Aufl.). Boston, MA: Allyn & Bacon.

Gerstenmaier, J., & Mandel, H. (1995). Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. *Zeitschrift für Pädagogik, 41* (6), 867–888.

Giest, H. (Hrsg.). (2017). *Die naturwissenschaftliche Perspektive konkret* (4. Begleitband zum Perspektivrahmen Sachunterricht). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Göhring, A. (2017). Naturwissenschaftlich integrierte Lehrerbildung an der Universität – Modellversuch Naturwissenschaft und Technik (NWT). In H. Giest, A. Hartinger & S. Tänzer (Hrsg.), *Vielperspektivität im Sachunterricht* (S. 201–208). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Groß, L., & Aufenanger, S. (2011). Wie wirken didaktische Elemente der Hochschullehre auf die zeitliche Gestaltung des Studiums? *Zeitschrift für Hochschulentwicklung, 6* (2), 123–132. https://doi.org/10.3217/zfhe-6-02/11

Guskey, T.R. (1984). The Influence of Change in Instructional Effectiveness Upon the Affective Characteristics of Teachers. *American Educational Research Journal, 21* (2), 245–259. https://doi.org/10.3102/00028312021002245

Gyllenpalm, J., & Wickman, P.-O. (2011). "Experiments" and the Inquiry Emphasis Conflation in Science Teacher Education. *Science Teacher Education, 95* (5), 908–926. https://doi.org/10.1002/sce.20446

Hartmann, C., & Reichhart, B. (2018). Motivationale Orientierungen von Studierenden im Grundschullehramt bezogen auf die Perspektiven des Sachunterrichts. In U. Franz, H. Giest, A. Hartinger, A. Heinrich-Dönges & B. Reinhoffer (Hrsg.), *Handeln im Sachunterricht* (S. 167–174). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Haslbeck, H. (2019). *Die Variablenkontrollstrategie in der Grundschule*. Dissertation. München: Technische Universität München. Zugriff am 25.10.2021. Verfügbar unter: https://mediatum.ub.tum.de/doc/1487608/1487608.pdf.

Heran-Dörr, E. (2006). *Entwicklung und Evaluation einer Lehrerfortbildung zur Förderung der physikdidaktischen Kompetenz von Sachunterrichtslehrkräften*. Dissertation. München: Ludwig-Maximilians-Universität München. Zugriff am 25.10.2021. Verfügbar unter: https://edoc.ub.uni-muenchen.de/5878/1/Heran-Doerr_Eva.pdf.

Hidi, S., & Renninger, K.A. (2006). The Four-Phase Model of Interest Development. *Educational Psychologist, 41* (2), 111–127. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_4

Hilkenmeier, J., & Sommer, S. (2014). Praxisnahe Fallarbeit – Block versus wöchentliches Seminar. Ein Vergleich zweier Veranstaltungsformate in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung, 32* (1), 88–100.

Hoffmann, L. (2002). Promoting Girls' Interest and Achievement in Physics Classes for Beginners. *Learning and Instruction, 12* (4), 447–465. https://doi.org/10.1016/S0959-4752(01)00010-X

Hoffmann, L., Häußler, P., & Lehrke, M. (1998). *Die IPN-Interessenstudie Physik.* Kiel: IPN.

Janssen, J., & Laatz, W. (2017). *Statistische Datenanalyse mit SPSS. Eine anwendungsorientierte Einführung in das Basissystem und das Modul Exakte Tests* (9., überarb. u. erw. Aufl.). Berlin: Springer Gabler. https://doi.org/10.1007/978-3-662-53477-9

Janssen, M.K. (2015). *Mit biologischen Inhalten Brücken zur Chemie bauen. Entwicklung und Erprobung eines Seminars für Sachunterrichtsstudierende.* Dissertation. Siegen: Universität Siegen. Zugriff am: 25.10.2021. Verfügbar unter: https://dspace.ub.uni-siegen.de/bitstream/ubsi/1011/1/Dissertation_Janssen_Mareike_Katrin.pdf.

Jarrett, O.S. (1999). Science Interest and Confidence Among Preservice Elementary Teachers. *Journal of Elementary Science Education, 11* (1), 49–59. https://doi.org/10.1007/BF03173790

Kauertz, A., Kleickmann, T., Ewerhardy, A., Fricke, K., Lange, K., Ohle, A., et al. (2011). *Dokumentation der Erhebungsinstrumente im Projekt PLUS, Forschergruppe und Graduiertenkolleg nwu-essen*. Zugriff am 25.10.2021. Verfügbar unter: https://duepublico2.uni-due.de/servlets/MCRFileNodeServlet/duepublico_derivate_00036697/Dokumentation_der_Erhebungsinstrumente_im_Projekt_PLUS_2013_final2.pdf.

Kleickmann, T. (2008). *Zusammenhänge fachspezifischer Vorstellungen von Grundschullehrkräften zum Lehren und Lernen mit Fortschritten von Schülerinnen und Schülern im konzeptuellen naturwissenschaftlichen Verständnis*. Dissertation. Münster: Westfälische Wilhelms-Universität Münster. Zugriff am 25.10.2021. Verfügbar unter: https://d-nb.info/992474906/34.

Kleickmann, T., Möller, K., & Jonen, A. (2006). Die Wirksamkeit von Fortbildungen und die Bedeutung tutorieller Unterstützung. In R. Hinz & T. Pütz (Hrsg.), *Professionelles Handeln in der Grundschule. Entwicklungslinien und Forschungsbefunde* (S. 121–128). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Kleickmann, T., Tröbst, S., Jonen, A., Vehmeyer, J., & Möller, K. (2015). The Effects of Expert Scaffolding in Elementary Science Professional Development on Teachers' Beliefs and Motivations, Instructional Practices, and Student Achievement. *Journal of Educational Psychology, 108* (1), 21–42. https://doi.org/10.1037/edu0000041

Kline, R.B. (2011). *Principles and Practice of Structural Equation Modeling* (3. Aufl.). New York, NY, & London: The Guilford Press.

Krapp, A. (1992a). Das Interessenkonstrukt. Bestimmungsmerkmale der Interessenhandlung und des individuellen Interesses aus der Sicht einer Person-Gegenstands-Konzeption. In A. Krapp & M. Prenzel (Hrsg.), *Interesse, Lernen, Leistung. Neuere Ansätze der pädagogisch-psychologischen Interessensforschung* (S. 297–329). Münster: Aschendorff.

Krapp, A. (1992b). Konzepte und Forschungsansätze zur Analyse des Zusammenhangs von Interesse, Lernen und Leistung. In A. Krapp & M. Prenzel (Hrsg.), *Interesse, Lernen, Leistung. Neuere Ansätze der pädagogisch-psychologischen Interessensforschung* (S. 9–52). Münster: Aschendorff.

Krapp, A. (1998). Entwicklung und Förderung von Interessen im Unterricht. *Psychologie in Erziehung und Unterricht, 44*, 185–201.

Krapp, A. (1999). Intrinsische Lernmotivation und Interesse. Forschungsansätze und konzeptuelle Überlegungen. *Zeitschrift für Pädagogik, 45* (3), 387–406.

Krapp, A. (2007). An Educational-Psychological Conceptualisation of Interest. *International Journal for Educational and Vocational Guidance, 7* (1), 5–21. https://doi.org/10.1007/s10775-007-9113-9

Krapp, A. (2010). Interesse. In D.H. Rost (Hrsg.), *Wörterbuch Pädagogische Psychologie* (4., überarb. u. erw. Aufl.) (S. 311–323). Weinheim & Basel: Beltz.

Krapp, A., Hidi, S., & Renninger, K.A. (1992). Interest, Learning and Development. In K.A. Renninger, S. Hidi & A. Krapp (Hrsg.), *The Role of Interest in Learning and Development* (S. 3–25). New York, NY: Psychology Press. https://doi.org/10.4324/9781315807430

Krapp, A., & Ryan, R.M. (2002). Selbstwirksamkeit und Lernmotivation. Eine kritische Betrachtung der Theorie von Bandura aus der Sicht der Selbstbestimmungstheorie und der pädagogisch-psychologischen Interessentheorie. In M. Jerusalem & D. Hopf (Hrsg)., *Selbstwirksamkeit und Motivationsprozesse in Bildungsinstitutionen* (Zeitschrift für Pädagogik, 44. Beiheft) (S. 54–82). Weinheim: Beltz.

Kratz, J., & Schaal, S. (2015). Strukturierung und Praxisnähe in der Sachunterrichtsausbildung – eine Interventionsstudie. In M. Hammamm, J. Mayer & N. Wellnitz (Hrsg.), *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik, Band 6* (S. 137–154). Innsbruck: StudienVerlag.

Kuckartz, U. (2014). *Mixed Methods. Methodologie, Forschungsdesigns und Analyseverfahren*. Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-531-93267-5

Kunter, M. (2011). Motivation als Teil der professionellen Kompetenz – Forschungsbefunde zum Enthusiasmus von Lehrkräften. In J. Baumert, W. Blum, M. Kunter & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 259–275). Münster: Waxmann.

Kunter, M., Baumert, J., & Köller, O. (2007). Effective Classroom Management and the Development of Subject-Related Interest. *Learning and Instruction, 17* (5), 494–509. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.09.002

Kunter, M., Tsai, Y.-M., Klusmann, U., Brunner, M., Krauss, S., & Baumert, J. (2008). Students' and Mathematics Teachers' Perceptions of Teacher Enthusiasm and Instruction. *Learning and Instruction, 18* (5), 468–482. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2008.06.008

Kurth, C., & Wodzinski, R. (2020). Schwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren am Beispiel Hebel. In S. Habig (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Kompetenzen in der Gesellschaft von morgen* (S. 262–265). Duisburg & Essen: Universität Duisburg-Essen.

Labudde, P. (2014). Fächerübergreifender naturwissenschaftlicher Unterricht – Mythen, Definitionen, Fakten. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 20* (1), 11–19. https://doi.org/10.1007/s40573-014-0001-9

Lange, K. (2010). *Zusammenhänge zwischen naturwissenschaftsbezogenem fachspezifisch-pädagogischem Wissen von Grundschullehrkräften und Fortschritten im Verständnis naturwissenschaftlicher Konzepte bei Grundschülerinnen und -schülern*. Dissertation. Münster: Westfälische Wilhelms-Universität Münster.

Laufs, A., & Kempert, S. (2021). Außerschulische Interessen als Ressource für die individualisierte Vermittlung der Variablenkontrollstrategie in der Grundschule. *Unterrichtswissenschaft, 49*, 31–56. https://doi.org/10.1007/s42010-020-00092-6

Leiner, D. (2006). *SoSci Survey* (Computer Software). Zugriff am 25.10.2021. Verfügbar unter: https://www.soscisurvey.de/.

Long, J.F., & Woolfolk Hoy, A. (2006). Interested Instructors. A Composite Portrait of Individual Differences and Effectiveness. *Teaching and Teacher Education, 22* (3), 303–314. https://doi.org/10.1016/j.tate.2005.11.001

Mammes, I., & Zolg., M. (2015). Technische Aspekte. In J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (2., aktual. u. erw. Aufl.) (S. 143–149). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Meschede, N., & Hardy, I. (2020). Selbstwirksamkeitserwartungen von Lehramtsstudierenden zum adaptiven Unterrichten in heterogenen Lerngruppen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 3*, 565–589. https://doi.org/10.1007/s11618-020-00949-7

Meschede, N., Hartinger, A., & Möller, K. (2020). Sachunterricht in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. Rahmenbedingungen, Befunde und Perspektiven. In C. Cramer, J. König, M. Rothland & S. Blömeke (Hrsg.), *Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung* (S. 541–548). Bad Heilbrunn: Klinkhardt. https://doi.org/10.35468/hblb2020-065

Metzger, C., & Haag, J. (2013). „Ich könnte nie wieder zu einem ‚normalen' Stundenplan zurück!"– Zur Reorganisation der Lehre in einem Bachelor-Studiengang IT Security. In P. Forbrig, D. Rick & A. Schmolitzky (Hrsg.), *HDI 2012 – Informatik für eine nachhaltige Zukunft: 5. Fachtagung Hochschuldidaktik der Informatik* (S. 67–78). Potsdam: Universitätsverlag Potsdam.

Midgley, C., Feldlaufer, H., & Eccles, J. (1989). Change in Teacher Efficacy and Student Self- and Task-related Beliefs in Mathematics during the Transition to Junior High School. *Journal of Educational Psychology, 81* (2), 247–258. https://doi.org/10.1037/0022-0663.81.2.247

Mitchell, M. (1993). Situational Interest. Its Multifaceted Structure in the Secondary School Mathematics Classroom. *Journal of Educational Psychology, 85* (3), 424–436. https://doi.org/10.1037/0022-0663.85.3.424

Möller, K. (2001). Konstruktivistische Sichtweisen für das Lernen in der Grundschule? In H.-G. Roßbach, K. Nolle & K. Czerwenka (Hrsg.), *Forschungen zu Lehr- und Lernkonzepten für die Grundschule* (S. 16–31). Opladen: Leske + Budrich.

Möller, K. (2004). Naturwissenschaftliches Lernen in der Grundschule – Welche Kompetenzen brauchen Grundschullehrkräfte? In H. Merkens (Hrsg.), *Lehrerbildung: IGLU und die Folgen* (S. 65–84). Opladen: Leske + Budrich.

Möller, K., Hardy, I., Jonen, A., Kleickmann, T., & Blumberg, E. (2006). Naturwissenschaften in der Primarstufe. Zur Förderung konzeptuellen Verständnisses durch Unterricht und zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildungen. In M. Prenzel & L. Allolio-Näcke (Hrsg.), *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms BiQua* (S. 161–193). Münster: Waxmann.

Möller, K., & Tenberge, C. (2000). Entwicklung von Professionalität – Ein Beitrag zu einer biografieorientierten Lehrerbildung. In O. Jaumann-Graumann & W. Köhnlein (Hrsg.), *Lehrerprofessionalität – Lehrerprofessionalisierung* (S. 99–109). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Möller, K., Tenberge, C., & Ziemann, U. (1996). *Bildung im Sachunterricht. Eine quantitative Studie zur Ist-Situation an nordrhein-westfälischen Grundschulen.* Münster: Selbstverlag.

MSW NRW (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen). (2008). *Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen: Deutsch, Sachunterricht, Mathematik, Englisch, Musik, Kunst, Sport, Evangelische Religionslehre, Katholische Religionslehre*. Frechen: Ritterbach.

Nerdel, C. (2017). *Grundlagen der Naturwissenschaftsdidaktik. Kompetenzorientiert und aufgabenbasiert für Schule und Hochschule*. Berlin: Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-662-53158-7

OECD. (2000). *Bildung auf einen Blick*. Paris: OECD.

Palmer, D.H. (2006). Sources of Self-Efficacy in a Science Methods Course for Primary Teacher Education Students. *Research in Science Education, 36* (4), 337–353. https://doi.org/10.1007/s11165-005-9007-0

Palmer, D.H., Dixon, J., & Archer, J. (2015). Changes in Science Teaching Self-Efficacy among Primary Teacher Education Students. *Australian Journal of Teacher Education, 40* (12), 27–40. https://doi.org/10.14221/ajte.2015v40n12.3

Patrick, B.C., Hisley, J., & Kempler, T. (2000). "What's Everybody So Excited About?" The Effects of Teacher Enthusiasm on Student Intrinsic Motivation and Vitality. *The Journal of Experimental Education, 68* (3), 217–236. https://doi.org/10.1080/00220970009600093

Pawelzik, J. (2017). *Zusammenhänge zwischen Überzeugungen von Studierenden zum naturwissenschaftlichen Sachunterricht und praxisbezogenen Lerngelegenheiten: Eine Studie im Rahmen des Projektes „Integration von Theorie und Praxis-Partnerschulen (ITPP)"*. Dissertation. Münster: Westfälische Wilhelms-Universität Münster. Zugriff am 25.10.2021. Verfügbar unter: https://d-nb.info/1151231940/34.

Pawelzik, J., Todorova, M., Leuchter, M., & Möller K. (2016). „Ich fühle mich sicherer im Unterrichten naturwissenschaftlicher Themen im Sachunterricht" – Wirkungen eines Praktikums. In H. Giest, T. Goll & A. Hartinger (Hrsg.), *Sachunterricht – zwischen Kompetenzorientierung, Persönlichkeitsentwicklung, Lebenswelt und Fachbezug* (S. 140–148). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Porsch, R., & Wendt, H. (2016). Aus- und Fortbildung von Mathematik- und Sachunterrichtslehrkräften. In H. Wendt, W. Bos, C. Selter, O. Köller, K. Schwippert & D. Kasper (Hrsg.), *TIMSS 2015. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich* (S. 189–204). Münster & New York, NY: Waxmann.

Potvin, P., & Hasni, A. (2014). Interest, Motivation and Attitude towards Science and Technology at K-12 Levels: A Systematic Review of 12 Years of Educational Research. *Science Education, 50* (1), 85–129. https://doi.org/10.1080/03057267.2014.881626

Prenzel, M., Geiser, H., Langeheine, R., & Lobemeier, K. (2003). Das naturwissenschaftliche Verständnis am Ende der Grundschule. In W. Bos, E.-M. Lankes, M.

Prenzel, K. Schwippert, R. Valtin, & G. Walther (Hrsg.), *Erste Ergebnisse aus IGLU* (S. 143–187). Waxmann: Münster.

Prenzel, M., Kramer, K., & Drechsel, B. (1998). Changes in Learning Motivation and Interest in Vocational Education. Halfway through the Study. In L. Hoffmann, J. Baumert, A. Krapp & K.A. Renninger (Hrsg.), *Interest and Learning. Proceedings of the Seeon Conference on Interest and Gender* (S. 430–440). Kiel: IPN.

Ramey-Gassert, L., Shroyer, M.G., & Staver, J.R. (1996). A Qualitative Study of Factors Influencing Science Teaching Self-Efficacy of Elementary Level Teachers. *Science Education, 80* (3), 283–315. https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199606)80:#3<283::AID-SCE2>3.0.CO;2-A

Rasch, B., Friese, M., Hofmann, W., & Naumann, E. (2014a). *Quantitative Methoden 1. Einführung in die Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler* (4., überarb. Aufl.). Berlin & Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-43524-3

Rasch, B., Friese, M., Hofmann, W., & Naumann, E. (2014b). *Quantitative Methoden 2. Einführung in die Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler* (4., überarb. Aufl.). Berlin & Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-43548-9

Reichhart, B. (2018). *Lehrerprofessionalität im Bereich der politischen Bildung. Eine Studie zu motivationalen Orientierungen und Überzeugungen im Sachunterricht.* Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-19708-7

Renkl, A. (1996). Träges Wissen: Wenn Erlerntes nicht genutzt wird. *Psychologische Rundschau, 47* (2), 78–92.

Retelsdorf, J., Butler, R., Streblow, L., & Schiefele, U. (2010). Teachers' Goal Orientations for Teaching. Associations with Instructional Practices, Interest in Teaching, and Burnout. *Learning and Instruction, 20* (1), 30–46. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2009.01.001

Riconscente, M.M. (2014). Effects of Perceived Teacher Practices on Latino High School Students' Interest, Self-Efficacy, and Achievement in Mathematics. *The Journal of Experimental Education, 82* (1), 51–73. https://doi.org/10.1080/00220973.2013.813358

Riemeier, T. (2006). Moderater Konstruktivismus. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung* (S. 69–79). Berlin & Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-68166-3_7

Riggs, I.M., & Enochs, L.G. (1990). Toward the Development of an Elementary Teacher's Science Teaching Efficacy Belief Instrument. *Science Education, 74* (6), 625–637. https://doi.org/10.1002/sce.3730740605

Roberts, J.K., Henson, R.K., Tharp, B.Z., & Moreno, N.P. (2001). An Examination of Change in Teacher Self-Efficacy Beliefs in Science Education Based on the Duration of Inservice Activities. *Journal of Science Teacher Education, 12* (3), 199–213. https://doi.org/10.1023/A:1016708016311

Ross, J.A. (1992). Teacher Efficacy and the Effects of Coaching on Student Achievement. *Canadian Journal of Education, 17* (1), 51–65. https://doi.org/10.2307/1495395

Schaal, S., & Randler, C. (2004). Konzeption und Evaluation eines computerunterstützten kooperativen Blockseminars zur Systematik der Blütenpflanzen. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung, 2*, Art. 6. https://doi.org/10.3217/zfhd02/03

Schiefele, U., & Köller, O. (2010). Intrinsische und extrinsische Motivation. In D.H. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (4., überarb. u. erw. Aufl.) (S. 336–344). Weinheim: Beltz.

Schiefele, U., Streblow, L., & Retelsdorf, J. (2013). Dimensions of Teacher Interest and Their Relations to Occupational Well-Being and Instructional Practices. *Journal for Educational Research Online, 5* (1), 7–37.

Schilling, Y., Beudels, M., Kuckuck, M., & Preisfeld, A. (2021). Sachunterrichtsbezogene Teilstudiengänge aus NRW auf dem Prüfstand. Eine Dokumentenanalyse der

Bachelor- und Masterprüfungsordnungen. *HLZ – Herausforderung Lehrer*innenbildung, 4* (1), 178–195. https://doi.org/10.11576/hlz-4031

Schmidt, M. (2014). *Professionswissen von Sachunterrichtslehrkräften. Zusammenhangsanalyse zur Wirkung von Ausbildungshintergrund und Unterrichtserfahrung auf das fachspezifische Professionswissen im Unterrichtsinhalt „Verbrennung“*. Dissertation. Duisburg & Essen: Universität Duisburg-Essen. Zugriff am 25.10. 2021. Verfügbar unter: https://d-nb.info/1069491187/34.

Schulte, K. (2008). *Selbstwirksamkeitserwartungen in der Lehrerbildung. Zur Struktur und dem Zusammenhang von Lehrer-Selbstwirksamkeitserwartungen, Pädagogischem Professionswissen und Persönlichkeitseigenschaften bei Lehramtsstudierenden und Lehrkräften*. Dissertation. Göttingen: Georg-August-Universität zu Göttingen. Zugriff am 25.10.2021. Verfügbar unter: https://d-nb.info/993164439/34.

Schunk, D.H., & Hanson, A.R. (1985). Peer Models. Influence on Children's Self-Efficacy and Achievement. *Journal of Educational Psychology, 77* (3), 313–322. https://doi.org/10.1037/0022-0663.77.3.313

Schwarzer, R. (1996). *Psychologie des Gesundheitsverhaltens* (2., überarb. u. erw. Aufl.). Göttingen: Hogrefe.

Schwarzer, R., & Jerusalem, M. (2002). Das Konzept der Selbstwirksamkeit. In M. Jerusalem & D. Hopf (Hrsg.), *Selbstwirksamkeit und Motivationsprozesse in Bildungsinstitutionen* (Zeitschrift für Pädagogik, 44. Beiheft) (S. 28–53). Weinheim: Beltz.

Schwarzer, R., & Warner, L.M. (2014). Forschung zur Selbstwirksamkeit bei Lehrerinnen und Lehrern. In E. Terhart, H. Bennewitz & M. Rothland (Hrsg.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf* (2., überarb. u. erw. Aufl.) (S. 662–678). Münster: Waxmann.

Shulman, L.S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher, 15* (2), 4–14. https://doi.org/10.3102/0013189X015002004

Shute, V.J. (2008). Focus on Formative Feedback. *Review of Educational Research, 78* (1), 153–189. https://doi.org/10.3102/0034654307313795

Stampfl, M., & Saurer, W. (2020). Hinterlässt der Physikunterricht Spuren? – Das Interesse am Physikunterricht im Rückblick von Studierenden. *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule, 1* (19), 1–11.

Statistisches Bundesamt. (2020). *Lehrkräfte nach Schularten und Beschäftigung. Schuljahr 2019/20.* Stand: 20. Oktober 2020. Zugriff am 15.06.2021. Verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bildung-Forschung-Kultur/Schulen/Tabellen/allgemeinbildende-beruflicheschulen-lehrkraefte.html.

Steffensky, M., & Wilms, M. (2006). Chemisches Experimentieren im Sachunterricht – welche Impulse geben Schülerlabore und Lehrerfortbildungen? *CHEMKON, 13* (1), 14–20. https://doi.org/10.1002/ckon.200610036

Trempler, K., Schellenbach-Zell, J., & Gräsel, C. (2013). Der Einfluss der Motivation von Lehrpersonen auf den Transfer von Innovationen. In M. Rürup & I. Bormann (Hrsg.), *Innovationen im Bildungswesen. Analytische Zugänge und empirische Befunde* (S. 329–347). Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-531-19701-2_14

Tschannen-Moran, M., Woolfolk Hoy, A., & Hoy, W.K. (1998). Teacher Efficacy: Its Meaning and Measure. *Review of Educational Research, 68* (2), 202–248. https://doi.org/10.3102/00346543068002202

Urton, K. (2017). Selbstwirksamkeitserwartung – Was bedingt sie und wie kann sie gefördert werden? *Potsdamer Zentrum für empirische Inklusionsforschung (ZEIF), 3*, 1–12.

Velthuis, C., Fisser, P., & Pieters, J. (2014). Teacher Training and Pre-service Primary Teachers' Self-Efficacy for Science Teaching. *Journal of Science Teacher Education, 25* (4), 445–464. https://doi.org/10.1007/s10972-013-9363-y

Wagner, S., Ziesler, J., & Priemer, B. (2020). Naturwissenschaftliche Interessen von Studierenden des Grundschullehramts. In S. Habig (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Kompetenzen in der Gesellschaft von morgen* (S. 357–360). Duisburg & Essen: Universität Duisburg-Essen.

Wahl, D. (2013). *Lernumgebungen erfolgreich gestalten. Vom trägen Wissen zum kompetenten Handeln* (3. Aufl.). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Warner, L.M., & Schwarzer, R. (2009). Selbstwirksamkeit bei Lehrkräften. In O. Zlatkin-Troitschanskaia (Hrsg.), *Lehrprofessionalität. Bedingungen, Genese, Wirkungen und ihre Messung* (S. 629–640). Weinheim & Basel: Beltz.

Wodzinski, R. (2020). Physikalische Fachkonzepte anbahnen – Anschlussfähigkeit verbessern. In E. Kircher, R. Girdwidz & H.E. Fischer (Hrsg.), *Physikdidaktik. Grundlagen* (4. Aufl.) (S. 573–602). Berlin: Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-662-59490-2_15

Wolters, C.A., & Daugherty, S.G. (2007). Goal Structures and Teachers' Sense of Efficacy. Their Relation and Association to Teaching Experience and Academic Level. *Journal of Educational Psychology, 99* (1), 181–193. https://doi.org/10.1037/0022-0663.99.1.181

Zumbach, J., & Astleitner, H. (2016). *Effektives Lehren in der Hochschule. Ein Handbuch zur Hochschuldidaktik.* Stuttgart: W. Kohlhammer.

Beitragsinformationen[16]

Zitationshinweis:
Beudels, M., Schroeder, N., & Preisfeld, A. (2021). „Ich traue mir zu …". Effekte einer interdisziplinären Lehrveranstaltung auf motivationale Orientierungen angehender Sachunterrichtslehrkräfte. *PFLB – PraxisForschungLehrer*innenBildung, 3* (1), 188–220. https://doi.org/10.11576/pflb-4845

Online verfügbar: 06.11.2021

ISSN: 2629-5628



© Die Autor*innen 2021. Dieser Artikel ist freigegeben unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung, Weitergabe unter gleichen Bedingungen, Version 4.0 International (CC BY-SA 4.0).
URL: https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/de/legalcode

[16] Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben Kohärenz in der Lehrerbildung (KoLBi) der Bergischen Universität Wuppertal wurde im Rahmen der gemeinsamen Qualitätsoffensive Lehrerbildung von Bund und Ländern mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01JA1507 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autor*innen.

V.7 Zielebene 4: „Die läuft ja cool!“ – Kinder in einer Unterrichtsreihe zum Thema Stabschrecken für Insekten und Bionik begeistern (Manuskript 7)

Titel	**„Die läuft ja cool!“ – Kinder in einer Unterrichtsreihe zum Thema Stabschrecken für Insekten und Bionik begeistern**
Autor*innen	*Melanie Beudels*, Britta Behm & Angelika Preisfeld
Status	veröffentlicht
Journal	BU praktisch
Review	*Double peer review*
Jahr	2020
Volume(Issue): Seiten	3(1): 7 (1–26)
Link/DOI	https://doi.org/10.4119/bupraktisch-3138
Lizenz	CC BY-NC-SA 4.0
Eigenanteil	**65 %** Idee/Konzept (60 %) Supervision Unterrichts-Planung (95 %) Verfassen des Manuskripts (80 %) Überarbeitung des Manuskripts (90 %)
Inhaltlicher Schwerpunkt	*ECM* für (angehende) Lehrpersonen des Sachunterrichts zu den Themen Insekten und Bionik; Vernetzung der sachunterrichtlichen Bezugsfächer Biologie und Technik
Design/Methodik	–
Online-Supplement	vorhanden; s. Anhang XI.12 und XI.13

Kasten 7: *Informationen zu Manuskript 7*

www.bu-praktisch.de

„Die läuft ja cool!“

Kinder in einer Unterrichtsreihe zum Thema Stabschrecken für Insekten und Bionik begeistern

M. Beudels, B. Behm und A. Preisfeld
Bergische Universität Wuppertal, Lehrstuhl für Zoologie und Didaktik der Biologie,
Gaußstraße 20, 42119 Wuppertal, melanie.beudels@uni-wuppertal.de

Das Arbeiten mit lebenden Stabschrecken im Sachunterricht der Grundschule bietet Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit, sich intensiv mit Eigenschaften von Insekten auseinanderzusetzen. Mithilfe dieser Tiere kann zugleich das Prinzip bionischer Erfindungen verdeutlicht und somit dem vielperspektivischen Charakter des Sachunterrichts entsprochen werden. In diesem Beitrag werden neben der Nennung des Anlasses und der Ziele, einer Kurzdarstellung des benötigten Fachwissens zum Thema Insekten und Bionik ausführliche Informationen und Tipps zur achtstündigen Unterrichtsreihe gegeben.

Stichwörter: Arbeiten mit lebenden Tieren, Bionik, Insekten, Stabschrecken, vielperspektivischer Sachunterricht

1 Einleitung

Die Veröffentlichung von Studien wie die des Entomologischen Vereins Krefeld (Hallmann et al. 2017) oder einer Forschergruppe der TU München (Seibold et al. 2019) hat dazu geführt, dass auch die Medien verstärkt über das Thema „Insektensterben“ berichten. Politik und Bevölkerung diskutieren vermehrt darüber, wie Insekten geschützt werden können. Denn als Bestäuber von Pflanzen, Nahrungsquelle für viele Lebewesen oder als Destruenten sind sie unverzichtbar für die Ökosysteme der Erde (Segerer & Rosenkranz 2018; Storch & Welsch 2014).

Auf der anderen Seite gelten Insekten oft – auch schon bei Kindern im Grundschulalter – als „lästige Plagegeister“, man denke nur an Wespen oder Mücken. Fast jeder kennt Menschen unterschiedlichen Alters, die Angst oder Ekel verspüren, wenn sie Insekten begegnen. Dabei gibt es Unterschiede zwischen Stadt- und Landmenschen. Kinder auf dem Land haben zumeist mehr Kontakt mit Insekten und sehen sie daher als selbstverständlicher an (Gebhard 2013). Im Alltag bietet sich generell selten die Gelegenheit, Insekten ausgiebig und in Ruhe zu studieren, da sie aufgrund ihrer Größe und Aktivität meist schwer zu beobachten sind.

Mit der hier vorgestellten Unterrichtsreihe möchten wir einen Beitrag dazu leisten, Kinder so früh wie möglich für Insekten zu begeistern sowie Angst- und/oder Ekelgefühle – falls vorhanden – zu reduzieren. Gleichzeitig soll dabei aber auch Fachwissen aufgebaut werden, um der Verfestigung von Fehlvorstellungen, z.B. dass Spinnen Insekten seien, entgegenzuwirken. Der fachliche

Schwerpunkt wird daher auf der Morphologie von Insekten und den damit verbundenen Eigenschaften liegen.

Die Erreichung dieser Ziele wird durch eine ausgiebige Originalbegegnung mit Stabschrecken der pflegeleichten Art *Ramulus artemis* (Westwood, 1859) gewährleistet, welche allein durch ihre Körpergröße dazu prädestiniert sind, typische Merkmale von Insekten detailliert zu studieren. Die Wahl dieses Klassentieres wird in Kapitel 3 weitergehend begründet. Es lassen sich durch die Arbeit mit den Tieren auch viele verschiedene Arbeitsweisen des Sachunterrichts trainieren, die der Erkenntnisgewinnung und dem Aufbau methodischer sowie fachlicher Kompetenzen dienen (vgl. Kapitel 3).

Charakteristisch für den Sachunterricht in der Grundschule ist seine Vielperspektivität. Diese bietet Raum für unterschiedlichste Sicht- und Denkweisen und eröffnet somit sowohl den Lehrkräften als auch den Schülerinnen und Schülern Freiheiten im Umgang mit den Lerninhalten (GDSU 2013; Köhnlein et al. 1999). In der Unterrichtsreihe wird die Beobachtung der Stabschrecken genutzt, um zu verdeutlichen, wie Erkenntnisse aus der Biologie Anwendung in der Technik finden und bisher gefunden haben. Die Lernenden werden dadurch mit einem Prinzip des „technischen Problemlösens“ bekannt gemacht und können über Bedeutung und Wirkung bionischer Erfindungen diskutieren.

Die Beschäftigung mit technischen Erfindungen anhand von Vorbildern aus der Natur dient nicht primär der Erreichung der oben genannten Ziele. Vielmehr steckt die Idee dahinter, in der Grundschule sowohl bei Jungen als auch besonders bei Mädchen den Grundstein für ein lebenslanges Interesse an MINT-Thematiken zu legen. Denn nach wie vor gilt es, dem Fachkräftemangel in bestimmten MINT-Bereichen entgegenzuwirken und auch Frauen u.a. für technische Berufe zu gewinnen (vgl. u.a. Bundesagentur für Arbeit 2019).

2 Fachwissenschaftlicher Hintergrund

2.1 Insekten

Insekten, die neben den Krebstieren, Tausendfüßern und Kieferklauenträgern (Spinnentiere gehören dazu) den Gliederfüßern (Arthropoda) zugeordnet werden, bilden die artenreichste Klasse im Tierreich. Sie machen mit bisher rund einer Million beschriebenen Arten zwei Drittel aller höheren Lebewesen aus und bevölkern – mit Ausnahme der Ozeane – alle Lebensräume der Erde. Dies wird durch unterschiedlichste Lebensweisen und entsprechende Anpassungen des Körpers ermöglicht. Es wird davon ausgegangen, dass besonders in den Tropen noch Millionen Arten unentdeckt sind (Storch & Welsch 2014; Segerer & Rosenkranz 2018).

Die hier näher betrachteten Stabschrecken gehören zu den Fluginsekten (Pterygota). Dieser Gruppe werden neben der Ordnung der Gespenstschrecken, zu der die Stabschrecken gehören,

zahlreiche weitere Ordnungen mit vielen bekannten Insekten zugeordnet: Fliegen und Mücken beispielsweise sind Zweiflügler (Diptera) und Bienen, Wespen sowie Ameisen sind Hautflügler (Hymenoptera). Die Ordnung der Käfer (Coleoptera) stellt jene mit den meisten beschriebenen Arten dar, gefolgt von der Ordnung der Schmetterlinge (Lepidoptera), zu denen auch Motten gehören (Wehner & Gehring 2007).

Morphologie der Insekten

Trotz zahlreicher Abwandlungen, die je nach Lebensraum und -weise vorhanden sind, stimmen alle Insekten in den Grundzügen ihrer Körpermerkmale überein, sodass auch eine Abgrenzung zu verwandten Gliederfüßern wie Spinnen- oder Krebstieren einfach fällt.

Der von einem Exoskelett umhüllte Körper aller Insekten besteht aus drei funktionellen Abschnitten (**Tagmata**): Dem Kopf (Caput), der Brust (Thorax) und dem Hinterleib (Abdomen). Das Exoskelett besteht aus Chitin und Sklerotin, sodass die Hülle (Cuticula) zugleich elastisch (Endocuticula) aber auch stoßfest und wasserundurchlässig ist (Exocuticula, der zusätzlich noch eine Wachsschicht aufgelagert ist).

An der **Kopfkapsel** sitzt am Stirnbereich ein Paar Antennen (vgl. Abb. 1a), auch Fühler genannt. Sie dienen sowohl dem Tasten als auch der Wahrnehmung chemischer Signale. Zum Sehen sind bei adulten Insekten zwei Komplex- bzw. Facettenaugen vorhanden, die aus vielen Einzelaugen zusammengesetzt sind. Dazwischen liegen bei zahlreichen Arten zusätzlich noch Punktaugen (Ocellen). Der Nahrungsaufnahme dienen Mundwerkzeuge, die nach außen verlagert und aufgrund diverser Ernährungsweisen sehr vielgestaltig sind: Es wird zwischen dem beißend-kauenden (s.u.), leckend-saugenden (z.B. Bienen), saugenden (z.B. Schmetterlinge) und stechend-saugenden (z.B. Mücken) Typ unterschieden. Selten sind bei ausgewachsenen Tieren, z.B. bei manchen Schmetterlingen, keine Mundwerkzeuge vorhanden, sodass Nahrungsaufnahme nicht mehr möglich ist (Storch & Welsch 2014; Wehner & Gehring 2007).

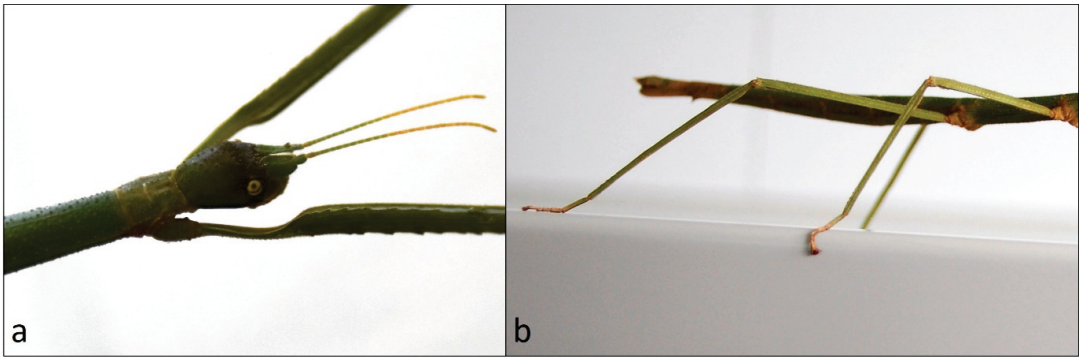


Abb. 1: Morphologie der Stabschrecke *Ramulus artemis* (Westwood, 1859). **a**: Kopf (Caput) mit Komplexaugen und Antennenpaar. Erstes Beinpaar am Prothorax. **b**: Zweites Beinpaar am Meso- und drittes Beinpaar am Metathorax. Gut zu erkennen ist die Gliederung der Beine in Hüftglied, Schenkelring, Schenkel, Schiene und Fuß, der wiederum aus fünf Gliedern besteht. Der darauffolgende Praetarsus trägt Haftorgane und Krallen. Dem Thorax folgt das Abdomen (Hinterleib). (Fotos: M. Beudels)

Die **Brust** besteht immer aus drei Segmenten: Pro-, Meso- und Metathorax. Diese Abschnitte können teils verwachsen sein und somit optisch eine Einheit bilden. Jedes der drei Thorakalsegmente besitzt ein Laufbeinpaar; es sind folglich insgesamt sechs Beine vorhanden. Wie bei allen Arthropoden sind diese lokomotorischen Extremitäten gegliedert, im Falle der Insekten in Hüftglied (Coxa), Schenkelring (Trochanter), Schenkel (Femur), Schiene (Tibia) und Fuß (Tarsus) mit Praetarsus, der Haftorgane und zumeist Krallen trägt (vgl. Abb. 1b). Die genannten Einzelglieder sind 'gelenkig' miteinander verbunden, um eine Fortbewegung zu ermöglichen. Insekten haben eine besondere Art des Laufens, den Tripod-Gang, bei dem immer drei Laufbeine zur Stabilisierung des Körpers den Untergrund berühren, während die anderen drei – Vorder- und Hinterbein der einen sowie das mittlere Bein der anderen Seite – nach vorne schreiten (vgl. Wegner & Hammann 2014). Bei Fluginsekten, zu denen die meisten Arten gehören, ist ursprünglich außerdem am Meso- und Metathorax je ein Flügelpaar vorhanden. Es gibt allerdings viele Arten, die sekundär flügellos sind oder abgewandelte Flügelformen aufweisen (Storch & Welsch 2014; Wehner & Gehring 2007).

Der **Hinterleib** adulter Tiere weist ursprünglich elf Segmente (plus Telson, ein postsegmentaler Körperabschnitt mit After) auf. Jedoch können sie je nach Insektengruppe zu minimal sechs Segmenten verwachsen sein oder sind teils reduziert worden. Es sind dort niemals Extremitäten vorhanden, die der Fortbewegung dienen. Im Abdomen der getrenntgeschlechtlichen Tiere befinden sich außerdem immer die paarigen Geschlechtsorgane plus Anhangsdrüsen (Storch & Welsch 2014).

Charakteristisch für Insekten ist auch ein spezielles Atmungssystem, die **Tracheen**: Dies sind röhrenförmige Einstülpungen der Außenhaut, die sich im Körperinneren – meist ausgehend von längsverlaufenden Hauptsträngen – fein verzweigen und somit die Diffusion von Sauerstoff hin zu allen Organen erlauben. Die mit einem Verschlussmechanismus versehenen Öffnungen (Stigmen) liegen seitlich in Meso- und Metathorax sowie in einer je nach Gruppe unterschiedlichen Anzahl an Abdominalsegmenten (Storch & Welsch 2014; Wehner & Gehring 2007).

Bauchseitig und in zwei Strängen zieht sich durch den gesamten Insektenkörper ein **Strickleiternervensystem**, das im Kopf Verdickungen durch Verschmelzung von Ganglienpaaren (Oberschlundganglion = 'Gehirn' und Unterschlundganglion) aufweist. Es ist ein **offener Blutkreislauf** und ein einfaches Röhrenherz (im Hinterleib) vorhanden, welches die Hämolymphe, eine Blut- und Lymphflüssigkeit, in die Leibeshöhle pumpt. Die Hämolymphe dient vornehmlich der Verteilung von Nährstoffen sowie Hormonen und z.T. auch der Regulation der Körperwärme. Als Exkretionsorgane bzw. 'Sekretionsnieren' dienen die **Malphigischen Gefäße**, schlauchartige Ausstülpungen, die in den Enddarm münden (Storch & Welsch 2014; Wehner & Gehring 2007).

Die Vietnam-Stabschrecke *Ramulus artemis* (Westwood, 1859)

Wie alle Stabschrecken wird die Vietnam-Stabschrecke den Phasmatodea - auch Gespenstschrecken oder Phasmiden genannt - zugeordnet. Zu den Gespenstschrecken gehören derzeit über 3.000 Arten, die überwiegend in Bäumen und Sträuchern subtropischer und tropischer Regionen der Erde leben und sich ausschließlich von Pflanzen ernähren. Die Gattung *Ramulus* umfasst momentan fast 200 Arten, die alle aus Südostasien stammen. *Ramulus artemis* ist – wie der deutsche Name schon verrät – in Vietnam beheimatet (Bradler 2003; Bradler & Seiler 2012).

Charakteristisch für alle Phasmiden ist, dass adulte Tiere im Vergleich zu anderen Insektenordnungen relativ groß sind (mind. 2 cm bis zu 36 cm). Typisch ist zudem, dass sie Phytomimese (Körperform und -farbe zumeist zweig- oder blattartig) und tagsüber Katalepsie (s.u.) verwenden, um sich vor Fressfeinden zu tarnen (Bedford 1978). Nur bei den Gespenstschrecken gibt es an der Brust Wehrdrüsen, die paarig angeordnet, oft aber zurückgebildet sind (Tilgner 2002).

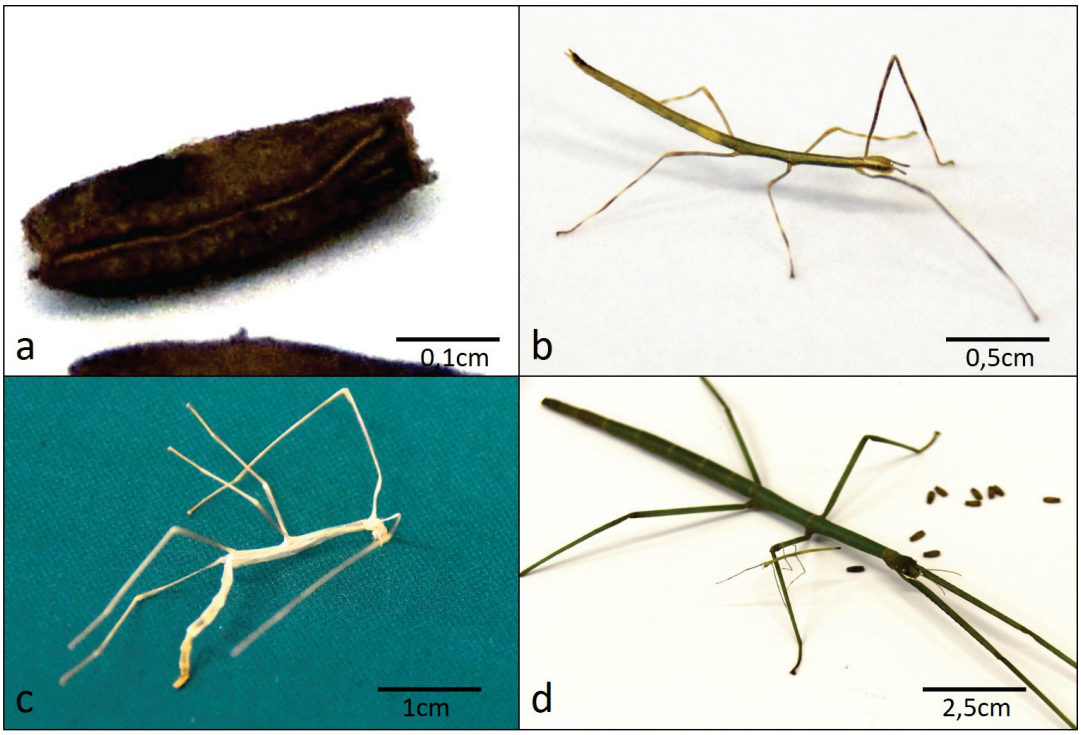


Abb. 2: Metamorphosestadien der Stabschrecke *Ramulus artemis* (Westwood, 1859). **a:** Ei. **b:** Larve/Jungtier. **c:** Häutungsreste (Exuvien). **d:** Adultes Tier/Imago. Um den Größenunterschied zu verdeutlichen, sind auch Eier und ein Jungtier abgebildet. (Fotos: M. Beudels)

Ramulus artemis ist wie alle Gespenstschrecken hemimetabol. Das heißt, aus den einzeln zu Boden fallengelassenen Eiern (s. Abb. 2a) schlüpfen nach ca. zwei Monaten Larven (Abb. 2b), deren Körper

schon Ähnlichkeiten zum adulten Tier aufweist. Ein Puppenstadium, wie bei holometabolen Insekten, wird nicht durchlaufen. Das Wachstum der größer werdenden Jungtiere wird nur durch Häutungen (Ecdysis) des zu klein gewordenen Exoskeletts ermöglicht. Nach enzymatischer Auflösung der alten Endocuticula wird eine neue gebildet, welche nach einigen Stunden ausgehärtet ist. Die Exocuticula reißt an 'Nähten' des Thorax auf und wird als Häutungshülle abgestreift. Solch eine Exuvie ist in Abb. 2c abgebildet. Mit jedem Häutungsvorgang – bei Stabschrecken fünf bis sechsmal – ähneln die Larven dem adulten Tier mehr (Bedford 1978; Wehner & Gehring 2007; Bradler & Seiler 2012).

Die Larven der Vietnam-Stabschrecke sind nach etwa vier Monaten ausgewachsen, die erwachsenen Stabschrecken werden ungefähr sechs Monate alt. Aus Abb. 2d kann entnommen werden, wie sehr sich die Größen von Ei, Larve und Imago unterscheiden.

Ausgewachsene Weibchen von *Ramulus artemis* erreichen eine Körperlänge von bis zu 12 cm, Männchen werden zwischen 8 und 9 cm groß. Der stabförmige und ungeflügelte Körper weist eine grüne Färbung auf. Die Hinterleibssegmente sieben und acht sind normalerweise hell- oder dunkelbraun gefärbt. Wie typisch für alle Stabschrecken, ist der Prothorax im Gegensatz zu den anderen beiden Thorakalsegmenten sehr kurz (vgl. auch Abb. 1a). Ein charakteristisches Merkmal der Vietnam-Stabschrecke ist zudem noch ein braunes, maskenartiges Band um die Komplexaugen, welches besonders bei jungen Tieren gut zu erkennen ist. Die Fühler sind im Vergleich mit denen anderer Stabschreckenarten sehr kurz (Bradler & Seiler 2012).

Alle Gespenstschrecken besitzen beißend-kauende Mundwerkzeuge. Ein Paar Mandibeln ('Oberkiefer') dient als kräftige Beißzange, hinzu kommen Maxillen (paarige 'Unterkiefer') mit Kiefertastern sowie eine plattenförmige Unterlippe (Labium) mit Lippentastern. Eine unpaarige Oberlippe, Labrum genannt, überdacht die zuvor genannten Mundgliedmaßen. Ober- und Unterkiefer bewegen sich zur Zerkleinerung der Nahrung in horizontaler Ebene. Die Taster werden nicht nur zum Tasten, sondern auch zur Geschmackswahrnehmung eingesetzt (Bradler & Seiler 2012).

Vietnam-Stabschrecken gehören zu den wenigen Gespenstschrecken, die in einer Zucht relativ pflegeleicht zu halten sind. Unter diesen Bedingungen vermehren sie sich rein durch Parthenogenese, d.h. durch Jungfernzeugung, die sehr verbreitet in dieser Ordnung ist. Die Weibchen legen unbefruchtete Eier ab, aus denen nur weibliche Nachkommen schlüpfen (Bradler & Seiler 2012; Storch & Welsch 2014).

Zum Schutz vor Fressfeinden ist der Körper der jungen und adulten Exemplare nicht nur wie ein Pflanzenast geformt und gefärbt. Die dämmerungs- und nachtaktiven Tiere nehmen tagsüber auch eine Starrehaltung (Katalepsie) als Tarnmechanismus ein: Dabei strecken sie ihre beiden Vorderbeine parallel nach vorne aus, sodass der Kopf zwischen ihnen liegt. Mittleres und hinteres Beinpaar werden dem Körper enganliegend nach hinten gestreckt. Bei Störungen oder Wind verfallen sie in eine Schaukelbewegung, um die Bewegung der Pflanzen nachzuahmen. Wenn die Insekten doch von Feinden entdeckt werden, stellen sie sich tot, indem sie sich zu Boden fallen

lassen und erstarren. Als weitere Schutzreaktion können sie ein Bein abwerfen (Autotomie), ohne dass der restliche Körper einen Schaden davonträgt. Die Eier sind zusätzlich so gestaltet, dass sie Pflanzensamen ähneln (Bedford 1978; Bradler & Seiler 2012).

2.2 Bionik

Die Bionik ist eine interdisziplinäre Wissenschaftsdisziplin, die Erkenntnisse aus der Natur nutzt, um systematisch an technischen Problemstellungen zu arbeiten. Im deutschsprachigen Raum wird der Begriff 'Bionik' als Kunstwort bezeichnet, welches sich aus den Wörtern 'Biologie' und 'Technik' zusammensetzt (Nachtigall 1998). Allerdings sei an dieser Stelle angemerkt, dass der Ursprung der Bezeichnung auf das englische Wort '*bionics*' zurückzuführen ist, das das erste Mal auf einem US-amerikanischen Kongress mit dem Titel '*Bionics Symposium: Living Prototypes – The Key to New Technology*' im Jahre 1960 verwendet wurde (Nachtigall & Wisser 2013).

Wichtig beim Verstehen der 'Bionik' als Wissenschaftsdisziplin ist, dass sie nicht versucht, Naturphänomene zu kopieren. Vielmehr folgt dem Schritt der Grundlagenforschung („Technische Biologie") der essentielle Schritt der Abstraktion des Prinzips, das hinter einer Naturerscheinung steht. Erst im Anschluss geht es um die technische Umsetzung des abstrahierten Prinzips im Rahmen angewandter Forschung (Nachtigall 2010; Nachtigall & Pohl 2013).

Bei bionischen Entwicklungen wird zudem zwischen zwei Vorgehensweisen unterschieden: Vom '*Top Down*-Prinzip' wird gesprochen, wenn Bioniker gezielt in der Natur nach einer Lösung für ihr technisches Problem suchen bzw. ein technisches Produkt verbessern wollen. Beim '*Bottom Up*-Prinzip' sind (zufällige) Erkenntnisse aus der biologischen Grundlagenforschung der Anfangspunkt technischer Neuentwicklungen (Nachtigall & Pohl 2013).

Insekten in der Bionik

Auch Insekten und ihre Eigenschaften sind für bionische Erfindungen sehr interessant: Unter anderem hat die Forschung zum Mechanismus des Flügelschlags von Schmeißfliegen (Schlag-Dreh-Schwingungen) dazu geführt, dass sogenannte '*Micro Air Vehicles*' gebaut werden (Nachtigall & Wisser 2013). Weitere Beispiele aus einer Vielzahl von Entwicklungen sind biobasierte und damit biologische abbaubare Kunststoffe aus Chitin oder z.B. aerodynamische Windradblätter mit einer Art 'Schmetterlingsschuppen' (Nachtigall & Wisser 2013).

Im Rahmen eines großangelegten Forschungsprojekts wurde an der Universität Bielefeld ein sechsbeiniger, etwas unter einem Meter langer Laufroboter namens 'Hector' entwickelt, der den Bewegungsmechanismus einer Stabschrecke zum Vorbild hat. Das Robotersystem dient als reine Testplattform, um das Laufverhalten bzw. die Bewegungssteuerung von Insekten besser zu verstehen. Dafür besitzt Hector einige Besonderheiten, die ihn von anderen Robotern abheben: All seine Gelenke sind elastisch, er ist mit zahlreichen Sensoren ausgestattet und jedes Bein hat einen eigenen Rechner, der 'selbständig entscheiden' kann, wie er in bestimmten Situationen reagiert.

Alle Regler kommunizieren miteinander, sodass durch ihr Zusammenwirken und nach einem ‘Versuch-und-Irrtum-Schema‘ eine koordinierte Gangart entsteht. Das Robotersystem ist folglich in der Lage, dazuzulernen und ein intelligentes Laufverhalten zu zeigen. Dies ermöglicht es ihm, sich autonom über unebene Gelände zu bewegen und Umgebungen zu erkunden. Ein Kamerasystem (‘Augen‘) und Fühler (‘Tastorgane‘) sollen das System ergänzen (u.a. Paskarbeit 2017; Schilling et al. 2013; Schneider et al. 2012; Schneider et al. 2014).

3 Didaktisch-methodische Bemerkungen zur Unterrichtsreihe

3.1 Allgemeines

Die achtstündige Unterrichtsreihe wurde in zwei dritten Klassen (á 25 bis 30 Kindern) an einer Grundschule im Raum Wuppertal erprobt. Wir empfehlen bei Verwendung aller hier dargestellten Unterrichtsschritte und Medien den Einsatz ab der dritten Klasse, da die Schülerinnen und Schüler gut lesen und schreiben können sollten. Falls der Fokus rein auf der Begegnung und Auseinandersetzung mit lebenden Insekten liegen soll, ist es auch möglich, nur Teilaspekte der Reihe zu behandeln (1. bis 5. Stunde) und Arbeitsaufträge abzuändern. Dann ist auch ein Einsatz ab der 1. Klasse möglich.

Nachfolgend ist eine tabellarische Kurzübersicht dargestellt, die einen Überblick über das Thema der jeweiligen Stunden gibt. In Kapitel 3.3 werden alle Unterrichtsstunden ausführlich erläutert sowie Tipps zur Durchführung gegeben.

Stunde	Zeit	Thema
1	45 min	Einstieg in die Thematik ‘Insekten‘ und Begrüßung der Stabschrecken
2	45 min	Beobachtung der Stabschrecken
3	45 min	Typische Merkmale von Insekten
4	45 min	Wiederfinden typischer Merkmale von Insekten an der Stabschrecke
5	45 min	Die Stabschrecke im Profil – Wir legen einen Steckbrief an
6	45 min	Was bedeutet eigentlich ‘Bionik‘?
7	90 min	Stabschrecken und Bionik – Hector, der Laufroboter
8	45 min	Zusammenfassung und Verabschiedung der Stabschrecken

Tab. 1: Kurzdarstellung der achtstündigen Unterrichtsreihe. Zu sehen ist die je Stunde benötigte Zeit und das Thema.

Generell sind Schülerinnen und Schüler in der Grundschule sehr interessiert an der Natur, besonders besteht der Wunsch nach einem engen Kontakt zu Tieren. Wie in Kapitel 1 geschildert, zählen Insekten allerdings nicht zu den Lieblingstieren von Kindern (vgl. Gebhard 2013). Um eine positive Beziehung zu diesen schützenswerten Lebewesen aufzubauen, wurde daher bei der Konzeption der Reihe darauf Wert gelegt, dass genügend Zeit für die originale Begegnung mit den Stabstrecken zur Verfügung steht („mittlerer Grad an Authentizität", vgl. Kohler 2007). Eine weitere Voraussetzung für das Erreichen der affektiven Unterrichtsziele ist, dass die Lehrkraft selbst keine Berührungsängste vor den Tieren haben sollte und professionell mit ihnen umgehen kann.

Für die Wahl von Stabschrecken als Beispielinsekt und Unterrichtstier sprechen viele Gründe, die ausführlich in Neuböck-Hubinger (2018) und Bradler & Seiler (2012) beschrieben sind. Die hier verwendete Vietnam-Stabschrecke, die Annam-Stabschrecke *Medauroidea extradentata* (Brunner, 1907) oder z.B. auch die Indische Stabschrecke *Carausius morosus* (Sinéty, 1901), welche als Modellorganismus bekannt ist, bieten durch ihre Größe und den langgestreckten Körper die Möglichkeit, die typischen Merkmale von Insekten durch genaues Hinsehen ohne Hilfsmittel zu erkennen. Diese Arten können in Ruhe betrachtet werden, da sie aufgrund fehlender Flügel nicht davonfliegen können und sich nicht allzu schnell bewegen. Außerdem gehören sie zu den pflegeleichten und anspruchslosen Exemplaren (es ist ein Irrglaube, dass es viele pflegeleichte Arten gäbe!), deren Futterpflanzen ganzjährig vorhanden sind, sodass die Reihe jahreszeitenunabhängig durchgeführt werden kann.

Neben dem Erwerb im Zoohandel ist es auch möglich, Stabschrecken für einen Zeitraum von einigen Tagen bis zu mehreren Wochen an Universitäten oder bei anderen Institutionen auszuleihen. Es gibt auch eine zunehmende Anzahl an Privathaushalten, die Stabschrecken als Haustiere halten und sie ausleihen können. Die Ausleihe bietet den Vorteil der Kosten- und Aufwandseinsparung: Terrarien müssen nicht extra angeschafft werden und die Pflege ist auf einen gewissen Zeitraum begrenzt. Eine längerfristige Anschaffung und Haltung in der Schule schafft die Möglichkeit, dass die Schülerinnen und Schüler eine noch intensivere Bindung zu den Tieren aufbauen und u.a. alle Entwicklungsstadien miterleben können.

3.2 Lernziele und Richtlinienbezüge

Die Lernziele der Unterrichtsreihe sind gemäß der Themenschwerpunkte 'Insekten' und 'Bionik' gegliedert.

Lernziele Themenschwerpunkt 'Insekten und Stabschrecken':

Die Schülerinnen und Schüler können...

- ...wichtige Körpermerkmale von Insekten *wiedergeben*, indem sie einem Informationstext Fachbegriffe wie Kopf (Caput), Brust (Thorax), Hinterleib (Abdomen), Komplexaugen oder Tracheen *entnehmen*. Zudem können sie

Aussagen über die Morphologie von Insekten auf ihre Angemessenheit *überprüfen* und *korrigieren*. (kognitiv)

- …typische äußerliche Körpermerkmale von Insekten an einer lebenden Stabschrecke *wiederfinden* und ihnen Fachbegriffe *zuordnen*, indem sie die Tiere – auch durch die Verwendung von Hilfsmitteln (Lupe) – sachgerecht *untersuchen*. (kognitiv, psychomotorisch)
- … anhand von Kriterien *begründet entscheiden*, ob ein Lebewesen der Klasse der Insekten zugeordnet werden kann oder nicht. (kognitiv)
- …Stabschrecken (inklusive ihres Lebensraums, Nahrung, Tarnungs- und Bewegungsmechanismus) *charakterisieren*, indem sie mithilfe von Beobachtung dieser und dem Lesen eines Informationstextes einen Steckbrief *anfertigen*. (kognitiv)
- …die aufgestellten Regeln zum Umgang mit lebenden Tieren *berücksichtigen* und *befolgen*, kompetent und sachgerecht mit den Stabschrecken *umgehen* und sie entsprechend des Dienstplans *pflegen*. (affektiv, psychomotorisch)
- …*Ekel und Berührungsängste* gegenüber Insekten *reduzieren*, indem sie sich durch den alltäglichen Umgang mit den Stabschrecken an sie *gewöhnen*, ihre Gefühle offen *äußern* und eine *Beziehung* zu ihnen *aufbauen*. (affektiv)

Lernziele Themenschwerpunkt ‘Bionik‘:

Die Schülerinnen und Schüler können…

- …technischen Erfindungen ihre biologischen Vorbilder aus der Natur begründet *zuordnen*, indem sie anhand von Abbildungen und Alltagserfahrungen Zusammenhänge zwischen Struktur und Funktion *erkennen* und *benennen.* (kognitiv)
- …*erläutern*, was der Begriff ‘Bionik‘ bedeutet, indem sie einem Text wichtige Informationen *entnehmen* und Beispiele für bionische Erfindungen *nennen*. (kognitiv)
- …durch das Anschauen eines kurzen Videos über Laufroboter Hector *beschreiben*, dass Hector eine bionische Erfindung nach dem Vorbild einer Stabschrecke ist und *sprachlich sowie zeichnerisch darstellen*, welche Funktionen er besitzt. (kognitiv, psychomotorisch)

- …Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen Stabschrecken und Laufroboter Hector *benennen*, indem sie die lebenden Stabschrecken *beobachten* und ihre Erkenntnisse mit Informationen aus dem Video *vergleichen*. (kognitiv)

Bezüge zum Perspektivrahmen Sachunterricht (GDSU 2013):

Die Relevanz der Lernziele wird bei der Betrachtung des Perspektivrahmens Sachunterricht (GDSU 2013), der Vorgaben der Kultusministerkonferenz (KMK 2015) und der für alle Bundesländer vorliegenden Lehrpläne für die Grundschule deutlich (s. u.a. Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen 2008). Da der Perspektivrahmen Sachunterricht (GDSU 2013) deutschlandweit Gültigkeit besitzt, werden an dieser Stelle Bezüge zu den dort aufgestellten Kompetenzbeschreibungen (s. Kap. 4 in GDSU 2013) hergestellt.

- DAH NAWI 2: Naturwissenschaftliche Methoden aneignen und anwenden: *„Schülerinnen und Schüler können Untersuchungen sachorientiert (z.B. durch betrachten, beobachten, vergleichen, benennen, beschreiben…) durchführen“; „Schülerinnen und Schüler können Beobachtungen miteinander vergleichen und dabei zunehmend sachbezogene Merkmale (wie z.B. Körperbau, Verhaltens- bzw. Lebensweise bei Lebewesen; […]) benutzen“*

- DAH NAWI 5: Naturwissenschaftliches Lernen bewerten und reflektieren: *„Schülerinnen und Schüler können geeignete Informationsquellen auswählen und sachgemäß nutzen, um Fragen zu klären“; „Schülerinnen und Schüler können anderen einen Sachverhalt unter Nutzung und Anwendung der gefundenen Lösungen und Erkenntnisse erklären und dabei sprachlich verständlich und angemessen argumentieren“*

- TB NAWI 4: Lebende Natur – Pflanzen, Tiere und ihre Unterteilungen: *„Schülerinnen und Schüler können morphologische Merkmale von […] Tieren (Körperbau) untersuchen, benennen, beschreiben und vergleichen“; „Schülerinnen und Schüler können Lebensbedingungen und -vorgänge von […] Tieren bezogen auf die Merkmale Ernährung, Fortpflanzung, Entwicklung untersuchen, beschreiben und vergleichen“*

- TB NAWI 5: Lebende Natur – Entwicklungs- und Lebensbedingungen von Lebewesen: *„Schülerinnen und Schüler können beschreiben, in welcher Weise […] Tiere mit ihrer Umgebung in enger Beziehung stehen und in welcher Weise Anpassungsvorgänge stattgefunden haben“; „Schülerinnen und Schüler können die Verantwortung des Menschen für den Schutz der natürlichen Lebensbedingungen der […] -tiere sowie eine artgerechte […] Haltung der Tiere ableiten“*

- TB GEO 2: Menschen nutzen, gestalten, belasten, gefährden und schützen Räume: *„Schülerinnen und Schüler können über eigene Erfahrungen und Erlebnisse zu […] Naturgrundlagen erzählen (z.B. […] zu Erlebnissen in der Natur)“*
- DAH TE 2: Technik und Arbeit erkunden und analysieren: *„Schülerinnen und Schüler können technische Funktionen […] anhand von Filmen oder Abbildungen erkunden und analysieren“*
- DAH TE 4: Technik bewerten: *„Schülerinnen und Schüler können technische Problemlösungen im Hinblick auf den technischen Zweck […] bewerten“; „Schülerinnen und Schüler können die Bedeutung technischer Entwicklungen und Erfindungen für den Menschen bewerten“*
- DAH TE 5: Technik kommunizieren: *„Schülerinnen und Schüler können Ideen für technische Lösungen […] unter Nutzung von Sprache, Zeichnungen […] verständlich vermitteln, diskutieren und dokumentieren (z.B. durch Skizzen, […] Beschreibungen)“*
- TB TE 5: Technische Erfindungen*: „Schülerinnen und Schüler können […] technische Erfindungen […] nachvollziehen und in ihrer Bedeutung für die Menschen erfassen sowie […] Erfindungen an ausgewählten Beispielen darstellen“*

3.3 Hinweise zum Unterrichtsverlauf

Nachfolgend werden für jede der acht Unterrichtsstunden didaktisch-methodische Hinweise sowie Tipps zur Durchführung gegeben. Die Phasierung der Stunden wird für einen kompakten Überblick zudem tabellarisch dargestellt.

3.3.1 Erste Unterrichtsstunde (45 min)

Um die Unterrichtsreihe aktivierend einzuleiten und auf das Thema ‘Insekten‘ einzustimmen, bittet die Lehrkraft (ab hier mit LK abgekürzt) die Schülerinnen und Schüler (ab hier mit SuS abgekürzt), sich in eine entspannte Position zu begeben und die Augen zu schließen. Wenn dies geschehen ist, lässt die LK ein Hörmedium mit Wiesengeräuschen abspielen und beginnt etwas zeitversetzt langsam die Fantasiegeschichte (Zusatzmaterial Z1) vorzulesen. Ziel dieses Einstiegs ist, dass sich jedes Kind individuell auf die ‘Gedankenreise auf die Wiese‘, die an Alltagserlebnisse anknüpft, einlässt, sodass Vorwissen aktiviert und Neugier geweckt wird. Die SuS werden durch die Geschichte angeregt, sich vorzustellen, welche Tiere sich auf einer solchen Wiese befinden könnten. Gleichzeitig kommen die Kinder zur Ruhe und können sich besser auf das Unterrichtsgeschehen konzentrieren (vgl. u.a. Ferraryˇ 2013).

Die anschließende Gesprächsrunde beginnt mit einer offenen Fragestellung der LK (s. Tab. 2) und lässt den SuS ausreichend Raum, ihre Ideen und Erlebnisse im Plenum vorzustellen. Bei der Nennung von Tieren, die auf einer Wiese entdeckt werden können (an der Tafel festhalten), werden sicherlich auch einige Insekten dabei sein. Die LK nimmt dies als Anlass, um in die nächste Phase der Stunde einzuleiten, die Vorstellung der neuen Klassentiere:

Ihr habt nun schon sehr viele Tiere genannt, die euch auf der Wiese begegnen. Bienen, Ameisen, Schmetterlinge oder Käfer (anpassen, je nachdem, welche Insekten genannt wurden) *gehören zu den Insekten. Wir schauen uns diese Insekten heute und in den nächsten Sachunterrichtsstunden mal genauer an. Sie sind ja auf der Wiese manchmal so schnell weg oder so klein, dass man sie gar nicht richtig anschauen kann. Deshalb habe ich euch ein Insekt mitgebracht, das hier ab heute wohnt und welches ihr ganz in Ruhe beobachten könnt. Die Stabschrecke.*

Um besonders die SuS, die wenig Erfahrung mit oder auch Ekel oder Ängste gegenüber Insekten haben, zu Anfang nicht zu überfordern, wird das Terrarium zunächst mit geschlossener Tür in die Mitte des Klassenzimmers auf einen Tisch gestellt. Jedes Kind kann die Distanz zu dem Terrarium einnehmen, bei der es sich wohlfühlt (Gebhard 2013). Die LK fragt die Kinder, ob sie Lebewesen, die Stabschrecken sein könnten, im Terrarium sehen. Falls nicht, gibt sie den Tipp, dass die Tiere gut versteckt sind und genau hingeschaut werden müsse. Nachdem die ersten Eindrücke durch die SuS geschildert wurden, werden in einem fragend-entwickelnden Unterrichtsgespräch Regeln zum Umgang mit den Stabschrecken sowie zum Pflegedienst aufgestellt und schriftlich auf Plakaten (Z2 und Z3 dienen als Beispiel) festgehalten. Diese werden gut sichtbar in der Nähe des Terrariums aufgehangen.

Die aufgestellten Regeln zum Umgang können anschließend das erste Mal erprobt werden: Vorsichtig holt die LK ein bis zwei Stabschrecken aus dem Terrarium und erläutert dabei erneut, wie die Tiere angefasst werden sollten. Um den leergeräumten Tisch versammelt, beobachten die Kinder die Schrecken und können sich langsam annähern.

In der abschließenden Sicherungsphase werden im Plenum die ersten Ergebnisse der Beobachtung gesammelt und ein Ausblick auf die folgende Stunde gegeben.

TIPP: Beim Einsatz von Rosengewächsen, wie Brombeeren, als Futterquelle besteht eine Verletzungsgefahr durch die Stacheln. Bitte immer Gartenhandschuhe tragen. Entweder übernimmt die LK den zweimal pro Woche nötigen Futterwechsel selbst oder es ist eine ausführliche Einführung für die SuS nötig.

Phase/Zeit	Sachaspekte	Sozial-/ Aktionsform	Medien
Einstieg (10 min)	- Fantasiegeschichte „Picknick auf der Wiese - ich entdecke Insekten“ - Einleitende Frage: „Welche Tiere kannst du auf einer Wiese entdecken?“	- Lehrervortrag - Gespräch im Plenum	- Fantasiereise (Z1) - Hörmedium Wiesengeräusche - Tafel
Erarbeitung (25 min)	- Vorstellen der Stabschrecken - Haltung der Stabschrecken und Umgang mit ihnen - Erste Beobachtungen	- Lehrervortrag - Plenum - Kinositz	- Terrarium mit Stabschrecken - Plan Pflegedienst (Z2) - Regel-Plakat (Z3) - Stabschrecken
Sicherung (10 min)	- Zusammenfassung der ersten Beobachtungen	- Gespräch im Plenum	/

Tab. 2: Phasierung der ersten Unterrichtsstunde ‘Einstieg in die Thematik ‘Insekten‘ und Begrüßung der Stabschrecken‘. Dargestellt sind die Unterrichtsphasen inklusive benötigter Zeit, Sachaspekte, Sozial- bzw. Aktionsformen und verwendeter Medien.

3.3.2 Zweite Unterrichtsstunde (45 min)

Als wiederholender Einstieg werden die ersten Erkenntnisse und Beobachtungen der vorherigen Stunde im Plenum zusammengetragen. Damit die anschließende Beobachtungsphase reibungslos verläuft, werden die aufgestellten Regeln zum kompetenten Umgang mit den Tieren (Z3) von den Kindern wiedergegeben. Die LK verweist auf das Regelplakat, auf das bei Unsicherheiten geschaut werden kann, und bittet die SuS, die Tische freizuräumen.

Zu jedem Gruppentisch wird, sobald sich alle SuS ruhig verhalten, eine Stabschrecke gebracht. Eine andere Variante ist, pro Gruppe einen freiwilligen Stabschrecken-Wächter festzulegen, der das Tier am Terrarium abholt und es auch wieder zurückbringt. Mithilfe bereitgestellter Lupen können die Kinder die Insekten noch genauer untersuchen (s. Abb. 3b, d, e). So wird auch der Umgang mit optischen Hilfsmitteln trainiert. Zudem haben sie die Möglichkeit, Hindernisse, wie z.B. Stifte oder Steine, auf den Tisch zu legen, damit der Bewegungsmechanismus der Tiere besser studiert werden kann (vgl. Abb. 3c). Um ein zielgerichtetes Beobachten zu gewährleisten, bieten sich Tippkarten oder Hinweise auf der Tafelhinterseite an (z.B.: *Was für Körpereigenschaften fallen dir auf, wenn du die Stabschrecke ganz genau anschaust? Wie verhält sich die Stabschrecke, wenn sie auf Hindernisse stößt? Wie läuft die Stabschrecke?*). Zum Festhalten der Erkenntnisse, die durch die Anwendung der fachgemäßen Arbeitsweisen ‘Beobachten‘ (an dieser Stelle eine Kurzzeitbeobachtung) und ‘Untersuchen‘ bzw. ‘Vergrößern‘ auftreten, können sich die SuS Notizen machen (vgl. u.a. Blaseio 2015).

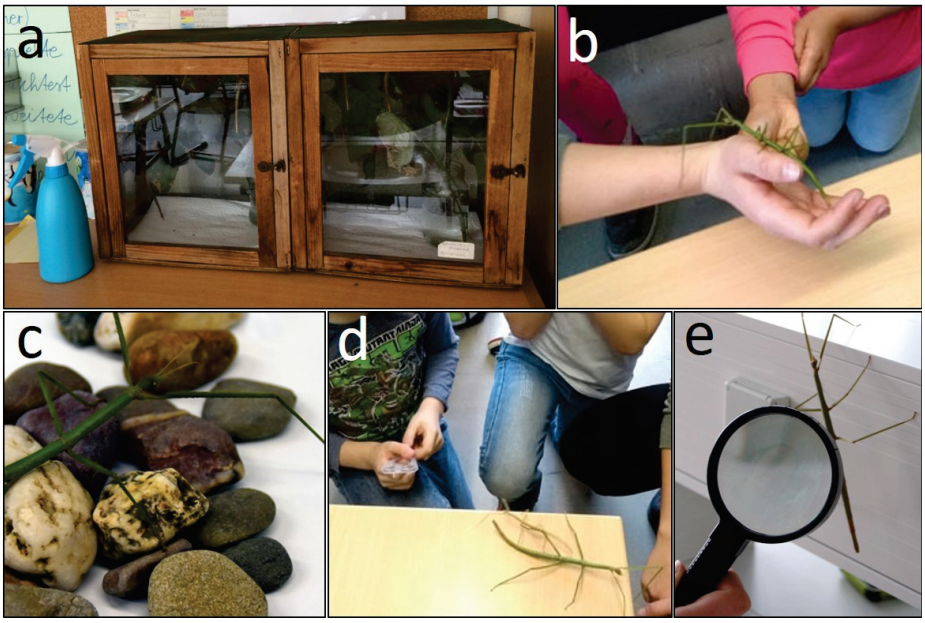


Abb. 3: Auszüge aus dem Unterrichtsgeschehen. **a:** Terrarien mit den Stabschrecken in einer Ecke des Klassenraums. **b:** Stabschrecke auf der Hand von Kindern. **c:** Stabschrecke bewegt sich über Hindernisse, wie z.B. Steine. **d:** Kinder beobachten die Stabschrecken aus der Entfernung. **e:** Untersuchen der Stabschrecke mit einer Lupe. (Fotos: M. Beudels und B. Behm)

In der abschließenden Sicherungsphase werden die gesammelten Eindrücke zusammengetragen.

TIPP: Es empfiehlt sich, auch die Stühle an den Gruppentischen beiseite zu stellen. Dies gewährleistet, dass sich die SuS frei um den Tisch bewegen können, um so die Insekten besser beobachten zu können.

Phase/Zeit	Sachaspekte	Sozial-/ Aktionsform	Medien
Einstieg (10 min)	- Wiederholung der Erkenntnisse der letzten Stunde inkl. der Regeln für einen kompetenten Umgang mit Lebewesen, besonders hinsichtlich Stabschrecken	- Plenum, Kinositz	- Regel-Plakat (Z3)
Erarbeitung (25 min)	- Ausgiebige Beobachtung der Tiere	- Gruppenarbeit	- Stabschrecken - Lupe, Lineal, Hindernisse (Steine, Stifte etc.) - Tippkarten
Sicherung (10 min)	- Besprechung: Was konntet ihr beobachten und erkennen? (Morphologie, Bewegung)	- Gespräch im Plenum	/

Tab. 3: Phasierung der zweiten Unterrichtsstunde ‘Beobachtung der Stabschrecken‘. Dargestellt sind die Unterrichtsphasen inklusive benötigter Zeit, Sachaspekte, Sozial- bzw. Aktionsformen und verwendeter Medien.

3.3.3 Dritte Unterrichtsstunde (45 min)

Die dritte Unterrichtsstunde fokussiert die charakteristischen Merkmale von Insekten. An der Tafel wird zunächst in Form einer Mindmap das Wissen über Stabschrecken festgehalten und strukturiert dargestellt, welches die SuS in der vorherigen Stunde durch die Beobachtung und das Vergrößern der Tiere erarbeitet haben (Morphologie, Bewegungsvorgang, etc.).

Nachfolgend wird der Informationstext über Insekten und deren typischen Merkmale (Arbeitsmaterial M1; Hinweis: Der Text ist auf adulte Tiere bezogen) abwechselnd von verschiedenen SuS laut im Plenum vorgelesen und es werden Verständigungsfragen geklärt. Das Arbeitsblatt 'Insektenexperte' (M2) dient der Anwendung der aus dem Text entnommenen Inhalte. In der Sicherungsphase wird das Arbeitsblatt gemeinsam besprochen sowie die Mindmap der Einstiegsphase um die neu erlernten Begrifflichkeiten - in einer anderen Farbe, um den Wissenszuwachs zu visualisieren - ergänzt.

TIPP: Für SuS, die für die Erarbeitungsphase nicht die vollen vorgesehenen 25 Minuten benötigen, sind auf einem separaten Tisch 'Blitz-Aufgaben' vorbereitet. Die SuS haben die Wahl, in Sachbüchern (vgl. Abb. 4a) zu stöbern oder Suchworträtsel zur Thematik Insekten zu lösen. Dieses Angebot dient der Binnendifferenzierung. Dieses zusätzliche Material wird auch in den folgenden zwei Stunden zur Verfügung gestellt.

Phase/Zeit	Sachaspekte	Sozial-/ Aktionsform	Medien
Einstieg (10 min)	- Kurze Wiederholung der letzten Stunde: Erkenntnisse der Beobachtung der Stabschrecken	- Plenum, Kinositz	- Tafelbild in Form einer Mindmap
Erarbeitung (25 min)	- Typische Merkmale von Insekten	- Lesen im Plenum - Bearbeiten in Einzelarbeit	- Insektenexperte Informationstext (M1) - Insektenexperte Arbeitsblatt (M2)
Sicherung (10 min)	- Zusammentragen der Ergebnisse	- Plenum	- Insektenexperte Arbeitsblatt (M2) (Overheadprojektor/ Smartboard) - Mindmap-Erweiterung

Tab. 4: Phasierung der dritten Unterrichtsstunde 'Typische Merkmale von Insekten'. Dargestellt sind die Unterrichtsphasen inklusive benötigter Zeit, Sachaspekte, Sozial- bzw. Aktionsformen und verwendeter Medien.

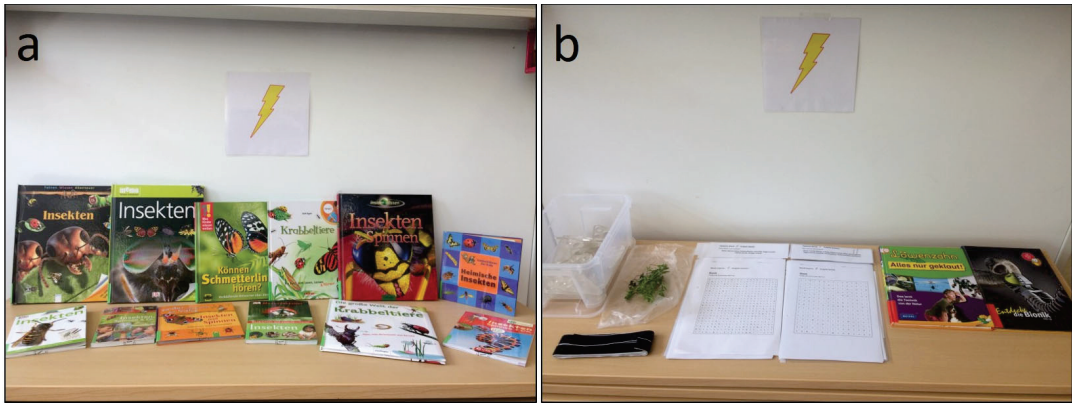


Abb. 4: Tisch für Blitzaufgaben an einer Wand des Klassenraums. **a:** Kinderbücher zum Thema Insekten. **b:** Suchworträtsel zum Thema Insekten und Materialien zum Thema Bionik. (Fotos: B. Behm)

3.3.4 Vierte Unterrichtsstunde (45 min)

Ziel der vierten Unterrichtsstunde ist, dass die SuS die in der vorherigen Stunde kennengelernten typischen Körpermerkmale von Insekten an Stabschrecken wiederfinden können. Dafür wird das Wissen bzgl. dieser Merkmale aktiviert, indem sie in Form eines Tafelbildes (vgl. Abb. 5a) im Plenum zusammengetragen werden. Als Hilfestellung kann auch die Abbildung eines Insekts an die Tafel gehangen werden. Die Wortkarten (Z4) sind so gestaltet, dass die Kinder aufgefordert sind, u.a. die Anzahl der Laufbeine einzutragen. Der Einsatz der drei Karten mit den lateinischen Fachbegriffen ist fakultativ und dient wiederum der Binnendifferenzierung.

Im Anschluss überprüft die LK, ob die SuS in der Lage sind, das Erlernte an einer neuen Problemstellung anzuwenden. Die SuS sollen begründet entscheiden, ob ein Lebewesen, welches in Form einer Abbildung gezeigt wird (s. Abb. 5b), den Insekten zugeordnet werden kann oder nicht. Pro gezeigtem Tier werden jeweils drei Argumente, die für bzw. gegen die Einordnung als Insekt sprechen, gesammelt. Dabei wird Wert auf die Verwendung der neu erlernten Fachtermini gelegt.

Als Vorbereitung auf das Arbeitsblatt ‘Stabschreckenexperte‘ (M3) haben die SuS im ersten Teil der Erarbeitungsphase die Gelegenheit, die Merkmale eines Stabschreckenkörpers in Form der Gruppenarbeit unter Verwendung von Lupen wiederzufinden. Zur Wiederholung und Festigung der neu erlernten Fachtermini beschriften sie in Partnerarbeit die Abbildung einer Stabschrecke (M3). Die Ergänzung des fehlenden Teils des Körpers (Glieder des hinteren Laufbeins) dient der Förderung der Fähigkeit, Dinge genau und konzentriert zu betrachten. M3 kann auch dahingehend abgeändert werden, dass das Bild der Stabschrecke entfernt wird, sodass die SuS das Tier eigenständig zeichnen können. Allerdings sollten die Kinder in diesem Falle mit dem Sachzeichnen vertraut und darin geübt sein, da neben dem Wechsel von der Drei- zur Zweidimensionalität u.a. die Schwierigkeit besteht, ein sich bewegendes Tier zu zeichnen (vgl. u.a. Blaseio 2015). Aufgabe 2

ist als offene Fragestellung formuliert, um den SuS die Möglichkeit zu geben, die bisherigen Erkenntnisse zu notieren und diese mit ihrem Vorwissen zu anderen Insekten zu vergleichen.

Das Arbeitsblatt wird in der Sicherungsphase gemeinsam im Plenum besprochen.

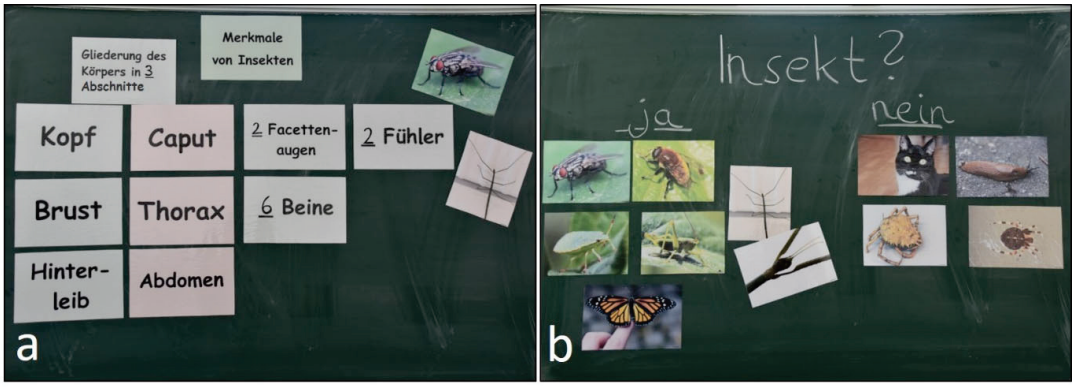


Abb. 5: Tafelbilder der vierten Unterrichtsstunde. **a:** Charakteristische Merkmale von Insekten. **b:** Bildzuordnungen: Insekt – ja oder nein? (Fotos: M. Beudels)

Phase/Zeit	Sachaspekte	Sozial-/ Aktionsform	Medien
Einstieg (10 min)	- Kurze Wiederholung der letzten Stunde: Merkmale von Insekten - Welche der gezeigten Tiere sind Insekten?	- Plenum, Kinositz	- Tafelbild (5a) mit Wortkarten (Z4) - Tafelbild (5b) mit Bildkarten (Z5)
Erarbeitung (25 min)	- Beobachtung einer Stabschrecke - Wiedererkennen der Merkmale von Insekten an Stabschrecken (Beschriftung)	- Gruppenarbeit - Partnerarbeit	- Lupe, Stabschrecke - Stabschreckenexperte Arbeitsblatt (M3)
Sicherung (10 min)	- Zusammentragen der Ergebnisse	- Plenum	- Stabschreckenexperte Arbeitsblatt (M3) (Overheadprojektor/ Smartboard)

Tab. 5: Phasierung der vierten Unterrichtsstunde 'Wiederfinden typischer Merkmale von Insekten an der Stabschrecke'. Dargestellt sind die Unterrichtsphasen inklusive benötigter Zeit, Sachaspekte, Sozial- bzw. Aktionsformen und verwendeter Medien.

3.3.5 Fünfte Unterrichtsstunde (45 min)

Die fünfte Unterrichtsstunde zielt einerseits darauf ab, dass die SuS durch 'Recherchieren' und 'Erstellen eines Steckbriefs' die Lebensräume und Eigenschaften von Insekten – am Beispiel der Stabschrecke – noch besser kennenlernen und sie damit weiter zu schätzen lernen. Andererseits üben sich die Kinder durch die Anwendung der beiden Methoden in einer zielgerichteten

Entnahme und Verarbeitung von Sachinformation aus Texten sowie in der übersichtlichen und systematischen Darstellung der Sachinhalte (vgl. u.a. Blaseio 2015).

Zur Einführung der zweitgenannten Methode wird zunächst in der Einstiegsphase mithilfe eines Mustersteckbriefs eines anderen Tieres (z.B. eine Katze, die alle SuS aus ihrem Alltag kennen sollten) thematisiert, was ein Steckbrief ist und wie er angefertigt wird. Die SuS äußern im Anschluss daran Vermutungen, welche Kategorien bzgl. des Steckbriefes einer Stabschrecke von Bedeutung sein könnten.

Es können zwei Versionen von Steckbriefvorlagen (M5a und b) eingesetzt werden. M5a mit vorgegebenen Steckbriefkategorien sollte dann eingesetzt werden, wenn die SuS ungeübt in der Erstellung von Steckbriefen sind oder wenig Zeit vorhanden ist. Andernfalls empfiehlt sich die Verwendung von M5b, da die Eigenerstellung der Kategorien einer aktivieren und damit lernförderlichen Sacherschließung bedarf und zudem eine Binnendifferenzierung stattfinden kann (z.B. nach Interessen) (vgl. u.a. Blaseio 2015).

Zur Erschließung der für die Erstellung notwendigen Informationen lesen die SuS zum einen den Informationstext über Stabschrecken (M4). Für viele Steckbriefkategorien, wie etwa Größe, Farbe oder Position der Beine am Körper, haben die Kinder zum anderen die Möglichkeit, die Informationen durch die erneute Beobachtung einer lebenden Stabschrecke zu erarbeiten bzw. auf ihre bisherigen Erkenntnisse zurückzugreifen. Sternchen (*) in M5a markieren diejenigen Steckbriefkategorien, welche mithilfe des Infotextes oder anderen Quellen (s.u.) beantwortet werden können.

TIPP: Zur weiteren selbstständigen Recherche stehen Bücher oder Computer, die einen Zugang zu Kindersuchmaschinen bieten, bereit.

Phase/Zeit	Sachaspekte	Sozial-/ Aktionsform	Medien
Einstieg (10 min)	- Besprechung: Was ist eigentlich ein Steckbrief? Welche Fragen/Kategorien könnten bei der Beschreibung einer Stabschrecke bedeutend sein?	- Plenum	- Musterbeispiel-Steckbrief eines anderen Tieres
Erarbeitung (25 min)	- Informationstext über Stabschrecken & Ausfüllen des Steckbriefes (Beobachtung an Stabschrecken möglich)	- Lesen im Plenum - Bearbeiten in Partnerarbeit	- Stabschreckenexperte Informationstext (M4) - Stabschreckenexperte Steckbrief (M5a, M5b) (ggf. Stabschrecke, Lupe, Lineal)
Sicherung (10 min)	- Zusammentragen der Ergebnisse	- Plenum	- Stabschreckenexperte Steckbrief (M5a) (Overheadprojektor/ Smartboard)

Tab. 6: Phasierung der fünften Unterrichtsstunde ‘Die Stabschrecke im Profil – Wir legen einen Steckbrief an‘. Dargestellt sind die Unterrichtsphasen inklusive benötigter Zeit, Sachaspekte, Sozial- bzw. Aktionsformen und verwendeter Medien.

3.3.6 Sechste Unterrichtsstunde (45 min)

Mit der sechsten Stunde wird das zweite Themengebiet der Unterrichtsreihe – ‘Bionik‘ – eingeleitet. Es wird ein spielerischer, motivierender Einstieg gewählt, der gleichzeitig Vorwissen aktiviert (vgl. u.a. Ferraryˇ 2013):

Ohne das neue Thema zu nennen, bittet die LK acht SuS sich an der Tafel für das Spiel ‘Menschliches Memory‘ zu versammeln. Jedes Kind erhält ein Bild, auf dem entweder eine bionische Erfindung oder ein Lebewesen (Pflanze oder Tier) abgebildet ist. Die LK fordert die acht SuS auf, zu beschreiben, was auf dem Bild zu erkennen ist sowie das Bild so zu halten, dass dieses von allen Kindern im Klassenraum gesehen werden kann. Sobald die Bilder benannt wurden, erklärt die LK die Spielregeln: Die SuS sollen versuchen, ihren ‘Memorypartner‘ zu finden und sich zu zweit an der Tür aufstellen, sofern sie glauben, den richtigen Partner gefunden zu haben.

Zu deinem Bild gehört ein anderes Bild. Sei ein Detektiv und versuche, deinen Memorypartner zu finden. Wie du dabei vorgehst, verrate ich dir nicht. Wenn du meinst, deinen richtigen Partner gefunden zu haben, stellst du dich gemeinsam mit ihm an der Tür auf.

Nachdem sich vier Paare gefunden haben, kommen die SuS paarweise zur Tafel, zeigen erneut ihre Bilder und begründen, warum sie sich füreinander entschieden haben. Die anderen Kinder können nun mitdiskutieren. Im Anschluss stellt die LK das Thema vor, indem sie ein Blatt mit dem Wort ‘Bionik‘ an die Tafel hängt (Z4). An dieser Stelle haben die SuS die Gelegenheit, auf Basis des einleitenden Spiels Vermutungen zur Bedeutung des Begriffs ‘Bionik‘ zu äußern. Der Diskussion im Plenum folgend hängt die LK zwei weitere Blätter an die Tafel, ‘Biologie‘ und ‘Technik‘. Gemeinsam werden die in der Einstiegsphase verwendeten Memory-Bilder den beiden Wortkarten zugeordnet (vgl. Abb. 6a und Z4).

In der Erarbeitungsphase erwerben die SuS mithilfe des Informationstextes ‘Bionik-Experte 1‘ (M6) grundlegendes Wissen über den Begriff Bionik. Auf Basis dessen überlegen und diskutieren sie zu zweit, welche weiteren bionischen Erfindungen sie kennen oder welche es geben könnte. Im Arbeitsauftrag wird dabei explizit die Stabschrecke erwähnt, damit auf Basis der vorhergehenden Beobachtungserkenntnisse erste Überlegungen zu ihr als bionisches Vorbild stattfinden und eine Überleitung zu den kommenden Aufgaben ermöglicht wird.

In der anschließenden Phase stellen die SuS ihre Ideen im Plenum vor. Die LK ist dabei angehalten, als Moderator zu agieren und im Falle der Stabschrecke noch nicht auflösen, inwieweit sie für bionischen Entwicklungen eine Rolle spielen. Als wiederholende Hausaufgabe wird das Arbeitsblatt ‘Bionik-Experte 2‘ (M7) aufgegeben.

TIPP: Wie auch beim Themenschwerpunkt Insekten, steht den SuS als Binnen-differenzierungsmaßnahme ein vorbereiteter ‘Blitz-Tisch‘ (vgl. Abb. 4b) zur Verfügung, sofern sie das Arbeitsblatt sinngemäß bearbeitet haben. Dort haben sie die Möglichkeit, durch die Recherche mithilfe von Sachbüchern mehr über Bionik zu erfahren oder den Klettverschluss sowie sein

biologisches Vorbild mithilfe von Lupen zu untersuchen. Dieses zusätzliche Material steht auch für die nächste Doppelstunde zur Verfügung.

Phase/Zeit	Sachaspekte	Sozial-/ Aktionsform	Medien
Einstieg (15 min)	- „Menschliches Memory“: „Paare“ aus der Natur und Technik	- Unterrichtsspiel im Plenum	- Bilder (Z5, Teil Bionik) - Tafelbild (Abb. 6a) und Wortkarten (Z4, Teil Bionik)
Erarbeitung (15 min)	- Was bedeutet eigentlich „Bionik“? - Bionische Erfindungen	- Einzelarbeit - Partnerarbeit	- Bionik-Experte 1: Arbeitsblatt (M6)
Sicherung (10 min)	- Zusammentragen der Ergebnisse	- Plenum	- Bionik-Experte 1: Arbeitsblatt (M6)
Hausaufgaben-stellen (5 min)	- Erklären des Hausaufgabenblattes	- Plenum	- Bionik-Experte 2: Arbeitsblatt (M7)

Tab. 7: Phasierung der sechsten Unterrichtsstunde ‘Was bedeutet eigentlich ‘Bionik’?’. Dargestellt sind die Unterrichtsphasen inklusive benötigter Zeit, Sachaspekte, Sozial- bzw. Aktionsformen und verwendeter Medien.

3.3.7 Siebte Unterrichtsstunde (90 min)

Zu Beginn werden die Inhalte der vorherigen Stunde wiederholt, indem das Hausaufgabenblatt besprochen wird (M7). Als Überleitung zur Erarbeitungsphase (vgl. auch Abb. 6b) stellen die SuS im Plenum erneut kurz ihre Überlegungen vor, für welche technischen Erfindungen die Stabschrecke als Vorbild fungieren könnte.

Nachdem einige Vermutungen gesammelt und an der Tafel notiert wurden, wird Arbeitsblatt M8 ausgeteilt und der erste Arbeitsauftrag zum zweiminütigen Video (Link s. Tabelle 9) vorgelesen. Das Video sollte zwei- bis dreimal abgespielt werden, da viele Fachwörter verwendet werden, wodurch es zu Verständnisschwierigkeiten kommen kann. Die SuS sollen im Anschluss schriftlich die Frage beantworten können, in welcher Hinsicht Stabschrecken als Vorbild für die technische Stabschrecke Hector fungieren. Als Ergänzung der Notizen kann der Laufroboter im Rahmen der Stunde oder auch als Hausaufgabe gezeichnet werden (vgl. oben, Stichwort ‘Sachzeichnen’).

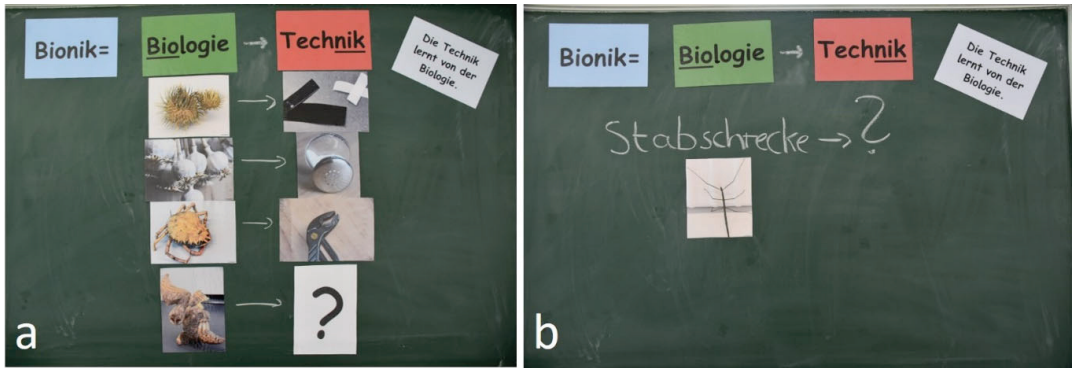


Abb. 6: Tafelbilder der sechsten und siebten Unterrichtsstunde. **a**: Paare des 'Memorys'. Biologische Vorbilder auf der linken, die technischen Erfindungen auf der rechten Seite. **b**: Tafelbild zur Überleitung zum Thema 'Stabschrecke als bionisches Vorbild'. (Fotos: M. Beudels)

Nachfolgend haben die SuS erneut die Gelegenheit, die Stabschrecken auf den Gruppentischen zu beobachten. Es steht nun der Bewegungsmechanismus der Tiere im Fokus. Tippkarten helfen bei einer zielgerichteten Beobachtung: Wie viele Beine befinden sich stets gleichzeitig auf dem Boden? Wie gehen Stabschrecken mit Hindernissen um? Verwenden sie zum Abtasten der Umgebung ihre Fühler oder Vorderbeine? Diese und weitere Fragen gilt es in der intensiven Erarbeitungsphase zu klären.

In Partnerarbeit werden im Rahmen des Arbeitsblatts 'Bionik-Experte 3' (M8) Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Laufroboter Hector und einer realen Stabschrecke festgehalten. Dafür legen die SuS eigenständig eine Tabelle in ihrem Heft an. Tipps mit Kriterien am unteren Rand von M8 helfen ihnen beim Vergleichen.

In der Sicherungsphase werden in einem fragend-entwickelnden Unterrichtsgespräch die Erkenntnisse aus dem Schauen des Films, der Beobachtung der Stabschrecken und dem Bearbeiten des Arbeitsblattes zusammengetragen.

TIPP: Sofern Gruppen frühzeitig mit dem Arbeitsauftrag der Erarbeitungsphase fertig sind oder am Ende der Sicherungsphase noch Zeit zur Verfügung steht, kann gemeinsam überlegt werden, welche weiteren bionischen Entwicklungen mithilfe des Vorbildes 'Insekten' entstanden sein könnten: *Lass deiner Fantasie freien Lauf! Denke daran, welche Insekten du kennst. Es gibt ja ganz viele unterschiedliche von ihnen. Welche Erfindungen könnte es noch geben, die Insekten als Vorbild haben?*

Phase/Zeit	Sachaspekte	Sozial-/ Aktionsform	Medien
Einstieg (15 min)	- Kurze Wiederholung der letzten Stunde: Was bedeutet „Bionik“? An welche „Paare“ könnt ihr euch erinnern? - Überleitende Frage: Was könnte eine Stabschrecke mit Technik zu tun haben?	- Plenum	- Bionik-Experte 2: Arbeitsblatt (M7) - Tafelbild (Abb. 6b)
Erarbeitung (55 min)	- Video Laufroboter Hector	- Plenum	- Bionik-Experte 3 (M8) - Laptop, Beamer/ Smartboard (Link zum Video: s. Euronews 2015)
	- Beobachtung an Stabschrecken - Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Hector und einer Stabschrecke	- Gruppenarbeit - Partnerarbeit	- Stabschrecken - Bionik-Experte 3 (M8) - Tippkarten
Sicherung (20 min)	- Zusammentragen der Ergebnisse	- Plenum	- Bionik-Experte 3 (M8)

Tab. 8: Phasierung der siebten Unterrichtsstunde ‘Stabschrecken und Bionik – Hector, der Laufroboter‘. Dargestellt sind die Unterrichtsphasen inklusive benötigter Zeit, Sachaspekte, Sozial- bzw. Aktionsformen und verwendeter Medien.

3.3.8 Achte Unterrichtsstunde (45 min)

Die achte und letzte Stunde der Reihe trägt alle Inhalte der vorangegangenen sieben Unterrichtsstunden zusammen. Demnach werden folgende Aspekte wiederholt: Charakteristische Merkmale von Insekten, Steckbrief einer Stabschrecke, bionische Erfindungen am Beispiel des Laufroboters Hector. Das thematisierte Wissen wird in einer abschließenden Beobachtung an Stabschrecken nochmals wiederholt. In dieser ca. zwanzigminütigen Sicherungs- und Abschlussphase haben die SuS ausreichend Zeit, sich von den Stabschrecken zu verabschieden und zu reflektieren, ob sich ihre Einstellung zu Insekten im Laufe der Reihe geändert hat.

Phase/Zeit	Sachaspekte	Sozial-/ Aktionsform	Medien
Einstieg (10 min)	- Kurze Wiederholung der letzten Stunde	- Plenum	- Tafelbild (Abb. 6a und b)
Sicherung (25 min)	- Zusammenfassung der Reihe (Bionik & Merkmale von Insekten anhand der Stabschrecken)	- Plenum	
	- Abschließende Beobachtung der Stabschrecken	- Gruppenarbeit	- Stabschrecken
Abschluss (10 min)	- Verabschiedung der Stabschrecken und Reflexion	- Plenum	- Stabschrecken

Tab. 9: Phasierung der achten Unterrichtsstunde ‘Zusammenfassung und Verabschiedung der Stabschrecken‘. Dargestellt sind die Unterrichtsphasen inklusive benötigter Zeit, Sachaspekte, Sozial- bzw. Aktionsformen und verwendeter Medien.

3.3.9 Weiterführende Unterrichtsideen

Die Inhalte der Reihe laden dazu ein, die Themen ‘Insekten‘ sowie ‘Bionik‘ in weiteren Unterrichtseinheiten fortzuführen. So bietet es sich an, nachdem das Prinzip bionischer Erfindungen anhand der Stabschrecke und Laufroboter Hector kennengelernt wurde, Beispiele aus dem Alltag der Kinder – z.B. Flugzeuge oder den Klettverschluss, die nur kurz im Rahmen des Memoryspiels erwähnt wurden – vertieft zu behandeln.

Auf Basis der Begeisterung für Insekten durch den Umgang mit den Stabschrecken und im Anschluss des Kennlernens ihrer Morphologie kann die Diversität von Insekten inklusive ihrer Lebensräume in nachfolgenden Unterrichtseinheiten thematisiert werden, um darüber nachzudenken, wie sie geschützt werden können.

4 Literaturverzeichnis

Bedford, G.O. (1978). *Biology and ecology of the Phasmatodea*. Annual Review of Entomology 23: 125–149.

Blaseio, B. (2015). *Das schnelle Methoden 1x1 Sachunterricht mit Arbeitsmaterialien*. Berlin: Cornelsen Schulverlage.

Bradler, S. (2003). *16. Phasmatodea, Gespenstschrecken*. In: Dathe, H. (Hrsg.): Lehrbuch der Speziellen Zoologie, begründet von Käster, A., Band I, 5. Teil: Insecta (2. Aufl.). Heidelberg/Berlin: Spektrum Akademischer Verlag.

Bradler, S. & Seiler, C. (2012). *Phasmiden. Lebensweise – Pflege – Zucht.* Stuttgart: Eugen Ulmer KG.

Bundesagentur für Arbeit (2019). *Berichte: Blickpunkt Arbeitsmarkt. MINT – Berufe*. https://statistik.arbeitsagentur.de/Statischer-Content/Arbeitsmarktberichte/Berufe/generische-Publikationen/Broschuere-MINT.pdf [letzter Aufruf: 25.10.2019]

Euronews (2015). *Laufroboter Hektor: Geschmeidig wie die Stabheuschrecke - hi-tech* (Video). https://www.youtube.com/watch?v=jzxN5IRlRIQ [letzter Aufruf: 11.10.2019]

Ferrarÿ, A. (2013). *77 motivierende Unterrichtseinstiege für die Grundschule*. Mühlheim an der Ruhr: Verlag an der Ruhr.

Gebhard, U. (2013). *Kind und Natur. Die Bedeutung der Natur für die psychische Entwicklung* (4. Aufl.). Wiesbaden: Springer VS.

Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) (2013). *Perspektivrahmen Sachunterricht* (überarb.). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Hallmann, C.A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., Stenmans, W., Müller, A., Sumser, H., Hörren, T., Goulson, D. & de Kroon, H. (2017). *More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas*. PLoS ONE 12(10): e0185809.

Köhnlein, W., Marquardt-Mau, B. & Schreier, H. (Hrsg.) (1999). *Vielperspektivisches Denken im Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Kohler, B. (2007). *Originale Begegnung*. In: Kahlert, J., Fölling-Albers, M., Götz, M. Hartinger, A., von Reeken, D. & Wittkowske, S. Handbuch Didaktik des Sachunterrichts. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Kultusministerkonferenz (KMK) (2015). *Empfehlungen zur Arbeit in der Grundschule*. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/1970/1970_07_02_Empfehlungen_Grundschule.pdf [letzter Aufruf: 30.10.2019]

Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2008). *Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen*. Frechen: Ritterbach Verlag. https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_gs/LP_GS_2008.pdf [letzter Aufruf: 30.10.2019]

Nachtigall, W. (2010). *Bionik als Wissenschaft. Erkennen – Abstrahieren - Umsetzen*. Berlin/Heidelberg: Springer Verlag.

Nachtigall, W. & Pohl, G. (2013). *Bau-Bionik. Natur, Analogien, Technik* (2. erw. Aufl.) Berlin/Heidelberg: Springer Vieweg.

Nachtigall, W. & Wisser, A. (2013). *Bionik in Beispielen. 250 illustrierte Ansätze*. Berlin/Heidelberg: Springer Spektrum.

Neuböck-Hubinger, B. (2018). *Ich sehe was, was du nicht siehst! Kinder lernen Stabschrecken kennen.* Weltwissen Sachunterricht (2018) 3: 32–37.

Paskarbeit, J. (2017). *Consider the Robot - Abstraction of Bioinspired Leg Coordination and its Application to a Hexapod Robot Under Consideration of Technical Constraints*. Dissertation. Bielefeld: Universität Bielefeld.

Schilling, M., Hoinville, T., Schmitz, J. & Cruse, H. (2013). *Walknet, a bio-inspired controller for hexapod walking*. Biol Cybern 107: 397–419.

Schneider, A., Paskarbeit, J., Schaeffersmann, M. & Schmitz, J. (2012). *HECTOR, a New Hexapod Robot Platform with Increased Mobility - Control Approach, Design and Communication*. In: Rückert, U., Joaquin, S. & Felix, W. (Hrsg.). Advances in Autonomous Mini Robots. Berlin/Heidelberg: Springer.

Schneider, A., Paskarbeit, J., Schilling, M. & Schmitz, J. (2014). *HECTOR, A Bio-Inspired and Compliant Hexapod Robot*. In: Duff, A., Lepora, N.F., Mura, A., Prescott, T.J. & Verschure, P.F.M.J. (Hrsg.). Biomimetic and Biohybrid Systems. Living Machines. Lecture Notes in Computer Science, 8608. Cham: Springer.

Segerer, A.H. & Rosenkranz, E. (2018). *Das große Insektensterben. Was es bedeutet und was wir jetzt tun müssen*. München: oekom Verlag.

Seibold, S., Gossner, M.M., Simons, N.K., Blüthgen, N., Müller, J., Ambarlı, D., Ammer, C., Bauhus, J., Fischer, M., Habel, J.C., Linsenmair, K.E., Nauss, T., Penone, C., Prati, D., Schall, P., Schulze, E.-D., Vogt, J., Wöllauer, S. & Weisser, W.W. (2019). *Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers*. Nature 574: 671–674.

Storch, V. & Welsch, W. (2014). *Kükenthal. Zoologisches Praktikum* (27. Aufl.). Berlin/Heidelberg: Springer Spektrum.

Tilgner, E.H. (2002). *Systematics of Phasmida*. Dissertation. Georgia, USA: University of Georgia.

Wegner, C. & Hammann, M. (2014). *Stabschrecken – Trittsicher durchs Leben. - Fortbewegung bei Robotern und Stabschrecken.* Praxis der Naturwissenschaften 63(3): 30–34.

Wehner, R. & Gehring, W.J. (2007). *Zoologie* (24. vollst. überarb. Aufl.). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

V.8 Zielebene 4: *Fat & sugar detectives* – Sprachkompetenz durch Experimentieren fördern (Manuskript 8)

Titel	*Fat & sugar detectives* – Sprachkompetenz durch Experimentieren fördern
Autor*innen	*Melanie Beudels,* Yasamin Habib & Ricarda Rustige
Status	veröffentlicht
Journal	Grundschulmagazin Englisch
Review	*Review durch Redaktion und Herausgeber*innen*
Jahr	2020
Volume(Issue): Seiten	1: 23–26
Link/DOI (kein *Open Access*)	https://www.fachportal-paedagogik.de/literatur/vollanzeige.html?FId=1191141
Lizenz	Die Autor*innenvereinbarung ist Anhang XI.16 zu entnehmen. *Erstveröffentlichung in: Grundschulmagazin Englisch, Ausgabe 1/2020, 23-26 © 2020 Cornelsen Verlag GmbH*
Eigenanteil	**33.3 %** Idee/Konzept (50 %) Entwurf Arbeitsblätter (33.3 %) Verfassen des Manuskripts (33.3 %) Überarbeitung des Manuskripts (33.3 %)
Inhaltlicher Schwerpunkt	*ECM* für (angehende) Lehrpersonen des bilingualen Sachunterrichts und/oder des Englischunterrichts zu den Themen Ernährung und Nährstoffe; Vernetzung der sachunterrichtlichen Bezugsfächer Biologie und Chemie; Vernetzung der Fächer Sachunterricht und Englisch
Design/Methodik	–
Online-Supplement	vorhanden; in dieser Schrift aus lizenzrechtlichen Gründen nicht dargestellt
Anmerkung	In dieser Schrift ist der reine Artikeltext (ohne Abbildungen und Arbeitsmaterialien) aus lizenzrechtlichen Gründen dargestellt.

Kasten 8: *Informationen zu Manuskript 8*

Fat and sugar detectives – Sprachkompetenz durch Experimentieren fördern

Abstract

Das Thema *healthy eating* lässt sich gut in den Englischunterricht einbetten, da es einen authentischen, anschaulichen und handlungsorientierten Zugang bietet. Der folgende Beitrag zeigt, wie anhand von zwei Experimenten sowohl sprachliches als auch inhaltliches Lernen ermöglicht werden kann.

Jahrgangsstufe 3/4 – ab dem 2. Lernjahr

- M 1: Fat detectives I: Steps to take
- M 2: Fat detectives II: Experiment
- M 3: Sugar detectives I: Steps to take
- M 4: Sugar detectives II: Experiment
- M 5: Picture dictionary
- M 6: Speech bubbles
- M 7: Sugar detectives: Help card

Kompetenzen und Lernziele

Die Schülerinnen und Schüler

- erweitern ihre Sprachkompetenz, indem sie bei der Durchführung eines Experiments zum Thema *healthy eating* bekannte und neue Redemittel aktiv im Dialog mit ihrem Partner anwenden,
- erweitern ihren Wortschatz zu *food and drinks*, *food groups* sowie zu Schritten des Experimentierens,
- untersuchen Lebensmittel auf ihren Fett- und Zuckergehalt und leiten mögliche Konsequenzen für ihre eigenen Ernährungsgewohnheiten ab.

„Healthy eating“ als Thema im Englischunterricht

Das Thema der gesunden Ernährung knüpft unmittelbar an die kindliche Lebenswelt an. Aussagen wie: „Davon darfst du nicht so viel essen/ trinken, da ist zu viel Zucker/ Fett drin!“, begegnen ihnen in der Regel täglich. Das Reflektieren über eigene Ernährungsweisen stellt einen wichtigen Bestandteil des Sachunterrichts in der Grundschule dar. Im Rahmen einer bilingualen Unterrichtsreihe sollen anhand zweier Experimente das Vorkommen von Zucker und Fetten als Nahrungsbestandteile sichtbar und damit (be-)greifbarer gemacht werden. Der herangezogene Wortschatz umfasst zum einen das Wortfeld *food and drinks*, die Bezeichnungen der verschiedenen Lebensmittelgruppen (*carbohydrates, fats, proteins, dairy products and sweets*) sowie die Satzstrukturen, welche die Kinder für den Ablauf des

Experiments benötigen. Dazu gehören beispielweise das Formulieren von Vermutungen (*I think there is sugar/fat in...*) und der Ergebnisse (*There is sugar/fat in...*)

Vorschläge für die Unterrichtsgestaltung

Getting started

Als Einstieg in die Reihe bietet es sich an, das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler beispielsweise mittels eines Bilderbuchs, z. B. *Daisy, eat your peas* von Kes Gray/Nick Sharatt (2009) oder *I will not ever never eat a tomato* von Lauren Child (2015), zu aktivieren und über Vorlieben und Abneigungen der Kinder im Hinblick auf verschiedene Lebensmittel ins Gespräch zu kommen. Im Anschluss daran können Sie die Kinder zum Beispiel eine Woche lang ein *food journal* führen lassen. Stellen Sie daraufhin den Bezug zur Ernährungspyramide her und lassen die Kinder über ihre eigenen Ernährungsgewohnheiten reflektieren: *What is healthy/unhealthy? What kind of food do you eat often/less often/... – I eat a lot of proteins. I don't eat much sugar. I think this is healthy/unhealthy*. Erklären Sie den Kindern, dass bestimmte Lebensmittel nicht grundsätzlich verboten sind, es jedoch auf die Menge ankommt, die konsumiert wird.

Let's do an experiment!

Es werden in dieser Unterrichtseinheit zwei Versuche durchgeführt: Zunächst werden Lebensmittel auf ihren Fettgehalt (*fat detectives*, M1/M2) und anschließend Getränke auf ihren Zuckergehalt hin untersucht (*sugar detectives*, M3/M4). Für das Durchführen der Versuche sollte ausreichend Zeit eingeplant werden (jeweils eine Doppelstunde). Der Unterricht soll vorwiegend in englischer Sprache ablaufen. Eine anschließende Reflexion auf Deutsch ist jedoch sinnvoll, um sicherzustellen, dass der Sachinhalt verstanden wurde.

Vorbereitung

Der persönliche Bezug der Schülerinnen und Schüler zu diesem Thema bietet die Möglichkeit, diese aktiv mit einzubinden. Bitten Sie die Schülerinnen und Schüler, je Experiment ein Lebensmittel von zuhause mitzubringen, das sie testen möchten. Dadurch gestalten sie ihren Lernprozess aktiv mit und können ihren Entdeckergeist an Objekten ausleben, die sie selbst konsumieren.

Beide Experimente sind so konzipiert, dass Sie nur wenige sowie kostengünstige Materialien benötigen.

Interessant ist es, wenn Sie bei dem Experiment *sugar detectives* darauf achten, ein bis zwei Getränke mit Bio-Label zur Verfügung zu stellen, da viele Kinder – und auch ihre Eltern – mit „Bio" fälschlicherweise „gesund und zuckerfrei" assoziieren. Die benötigten *test strips* können in allen Apotheken kostengünstig erworben werden (fragen Sie dafür nach Glucose-

Harnteststreifen). Für Rückfragen der Kinder ist es wichtig zu wissen, dass nur auf die Anwesenheit freier Glucose und nicht auf andere Zucker getestet wird.

Bringen Sie für das Experiment *fat detectives* einen Fön mit oder nutzen Sie eine warme Heizung/ Sonneneinstrahlung, um die Wartezeit (*step* 6, M2) zu verkürzen.

Schneiden Sie die Lebensmittel erst kurz vor der Testung auf, damit sie nicht austrocknen.

Hinführung

Aktivieren Sie die für die Experimente relevanten Vokabeln und Satzstrukturen, indem Sie den Arbeitsauftrag erläutern.

Today you have to put on your detective's glasses. Is there fat/ sugar in my food/ drink? Let's find out!

Diese Forscherfrage ist der erste Schritt des hypothetisch-deduktiven naturwissenschaftlichen Erkenntnisweges, den Sie in beiden Unterrichtssequenzen durchlaufen. Unterstützen Sie Ihre Schülerinnen und Schüler sprachlich, indem sie Bild-Wörterlisten, Lernplakate mit dem erforderlichen Wortschatz, Sprechblasen mit sprachlichen Strukturen etc. bereitstellen.

Besprechen Sie Schritt für Schritt das Vorgehen während des Experiments (M1/M3). Veranschaulichen Sie die Vorgehensweise ggf. durch das Demonstrieren im Plenum.

Erarbeitung

In dieser Phase arbeiten die Schülerinnen und Schüler in Partnerarbeit. Dies ermöglicht eine authentische Kommunikation über fachliche Inhalte. Lassen Sie die Kinder zunächst Vermutungen aufstellen, indem sie mit ihrem Partner den ersten Teil der Tabelle auf den Arbeitsblättern (M2/M4) bearbeiten. Hilfreich ist es, wenn auch dies bereits in der Hinführung im Plenum beispielhaft durchgeführt wurde. Abwechselnd äußern Sie: „*I think there is fat/sugar in the …*".

Es folgt dann der Schritt der Experimentdurchführung. Während der gesamten Arbeitsphase können die Schülerinnen und Schüler, je nach individuellen sprachlichen Voraussetzungen, auf unterschiedlichen Sprachniveaus miteinander kommunizieren.

Sicherung und Reflexion

Im Plenum wird nun gemeinsam besprochen, zu welchen Ergebnissen die Schülerinnen und Schüler gekommen sind. Gemeinsam kann sich über Besonderheiten bzw. unerwartete Ergebnisse ausgetauscht werden. Anschließend wird erarbeitet, welche Auswirkungen die Beobachtungen für die Ess- und Trinkgewohnheiten der SuS haben könnten. Machen Sie am Ende deutlich, dass es unterschiedliche Arten von Fetten und Zuckern gibt. Des Weiteren ist es wichtig zu thematisieren, dass der Konsum von Zucker und Fetten nicht grundsätzlich verboten

ist. Wichtig ist zu vermitteln, besonders Zucker und Fett nur in Maßen zu konsumieren (vgl. aid-Lebensmittelpyramide). Je nach sprachlichen Voraussetzungen der Lerner kann für die Reflexionsphase ein Sprachwechsel in die Schulsprache Deutsch erfolgen, um die zugrunde liegenden Konzepte angemessen zu erklären.

Autorinnen

Melanie Beudels ist wissenschaftliche Mitarbeiterin im Bereich Didaktik der Biologie und des Sachunterrichts an der Bergischen Universität Wuppertal (melanie.beudels@uni-wuppertal.de)

Yasamin Habib ist Grundschullehrerin an einer Grundschule in Dortmund und Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Anglophone Studien an der Universität Duisburg-Essen (yasamin.habib@uni-due.de)

Ricarda Rustige ist Grundschullehrerin an einer Grundschule in Velbert und Moderatorin im Fach Sachunterricht für die Bezirksregierung Düsseldorf (ricarda.rustige@br.nrw.de)

V.9 Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse

Nachfolgend sind die zentralen Ergebnisse dieser Arbeit gebündelt in der Reihenfolge der vier Zielebenen dargestellt.

V.9.1 Zielebene 1: Vielperspektivität und Kohärenz im Sachunterrichtsstudium – Status quo (Manuskript 1)

1. *Vielperspektivität:* Der *Mindestkontakt zu den Fachwissenschaften* variiert stark zwischen den für den Sachunterricht ausbildenden Universitätsstandorten in NRW: Die Curricula unterscheiden sich bzgl. des *Umfangs* des fachwissenschaftlichen Mindestkontakts insgesamt sowie hinsichtlich der *Gewichtung* der einzelnen sachunterrichtlichen Bezugsfächer und Lernbereiche.
   Der fachwissenschaftliche Mindestkontakt an den Standorten Dortmund, Duisburg-Essen, Köln, Paderborn und Siegen ist relativ gleichmäßig auf die Bezugsfächer und Lernbereiche verteilt, wobei in Köln kein Kontakt zum Fach Technik identifiziert werden konnte. Der Gesamtumfang des fachwissenschaftlichen Mindestkontakts liegt zwischen 16 und 28 Leistungspunkten. Der Standort Wuppertal hingegen hebt sich in drei Aspekten hervor: a) Es werden *vier* Teilstudiengänge mit jeweils einem Bezugsfach (Geographie, Geschichte oder Sozialwissenschaften) oder einem Lernbereich (Naturwissenschaften und Technik) als Schwerpunkt angeboten, während an allen anderen Standorten *ein* (integrativer) Bachelorteilstudiengang Sachunterricht existiert. b) Damit einhergehend, zeigen die Analysen eine deutliche Ungleichgewichtung des fachwissenschaftlichen Mindestkontakts zu den sachunterrichtlichen Bezugsfächern und Lernbereichen. c) Der Gesamtumfang des fachwissenschaftlichen Mindestkontakts liegt hier zwischen 40 und 56 Leistungspunkten.
2. *Formell-institutionelle Kohärenz im Sinne der Vernetzung der sachunterrichtlichen Perspektiven:* Für alle Standorte konnten *perspektivenvernetzende Module* identifiziert werden. Die Anzahl dieser *variiert stark* je Standort bzw. – in Bezug auf den Standort Wuppertal – je Teilstudiengang (zwischen 14 und 52 Leistungspunkten).

Teilstudie 1 zeigt, dass die Ausbildungssituation für Sachunterrichtsstudierende in NRW hinsichtlich des Kontakts zu den verschiedenen Bezugsfächern des Sachunterrichts sowie der Berücksichtigung des perspektivenübergreifenden Qualifikationsbereichs (GDSU, 2019) schon auf der Ebene des intendierten Curriculums als äußerst heterogen bezeichnet werden kann.

V.9.2 Zielebene 2: Konzeption kohärenter, vielperspektivischer Lehrveranstaltungen (Manuskripte 2 und 3)

Es wurden zwei neue universitäre Lehrveranstaltungen für angehende Sachunterrichtslehrpersonen konzipiert und die Konzepte veröffentlicht. Die Beforschung ihrer Wirksamkeit (s. Zielebene 3) soll einen Beitrag dazu leisten, mögliche Lösungsansätze für die

Herausforderungen, vor denen die Ausbildung von Sachunterrichtslehrpersonen steht[44], aufzuzeigen.

Intervention A, bei der als Mittel der Kohärenzherstellung primär das interdisziplinäre Lehren und Lernen (Mittel 1; Kontexte: Wasser, Wald und Wuppertal) mit dem Planen, Durchführen und Nachbereiten einer Exkursion (Mittel 2) kombiniert wurde, wurde im Rahmen eines Pflichtmoduls des neu eingerichteten Studiengangs „M. Ed. Sonderpädagogische Förderung – Lernbereich Natur- und Gesellschaftswissenschaften (Sachunterricht)“ (BUW, 2017c) angeboten. Auf einer weiteren Kohärenzebene fand zudem eine Kooperation von Expert*innen aus den Bereichen ‚naturwissenschaftlich-technischer Lernbereich des Sachunterrichts‘, ‚gesellschaftswissenschaftlicher Lernbereich des Sachunterrichts‘ und ‚Inklusion in der Grundschule‘ statt (s. Manuskript 2).

Intervention B wurde als vorrangig freiwillig zu absolvierende Lehrveranstaltung (Tutorium) für Bachelor- und Masterstudierende des Grundschullehramts – unabhängig davon, welche Fächer sie studieren – angeboten. Als Mittel der Kohärenzherstellung diente dabei neben einem interdisziplinären Lehransatz insbesondere das Experimentieren sowie Planen experimenteller Erarbeitungsphasen für den Sachunterricht zu den Kontexten ‚Der Teich und seine Umgebung‘ sowie ‚Der Mensch und seine Leistungsfähigkeit‘ (s. Manuskript 3).

V.9.3 Zielebene 3: Wirksamkeit der Interventionen (Manuskripte 2 bis 6)

Nachfolgend werden nicht nur die Ergebnisse der Wirksamkeitsstudien vorgestellt, sondern damit kombiniert auch die in den Pretests erhobenen Teilnehmendenvoraussetzungen, -erwartungen und -werte.

V.9.3.1 Erste Ebene der Wirksamkeit – Teilnehmendenreaktionen

1. *Intervention A (teilnehmend: Masterstudierende des Studiengangs ‚Sonderpädagogische Förderung – Sachunterricht‘; Teilstudie 2)*
    a. *Erfahrungen:* Wenige Teilnehmer*innen (unter 20 %) haben im bisherigen Studium Kontakt zu den Seminarschwerpunkten ‚(inklusive) Exkursionen im Sachunterricht‘ und ‚Vielperspektivität im Sachunterricht‘ gehabt. Gleiches gilt für die Kontexte Wasser, Wald oder Wuppertal. Rund 20 % konnten schon Erfahrungen im Unterrichten eines Themas aus mehreren sachunterrichtlichen Perspektiven sammeln. Ein Drittel der Teilnehmer*innen gibt an, Praxiserfahrung in der Durchführung bzw. Begleitung inklusiver, sachunterrichtlicher Exkursionen mitzubringen. Fast alle Studierenden bringen zudem Praxiserfahrung bzgl. der Arbeit mit Kindern mit diagnostiziertem sonderpädagogischen Förderbedarf mit ins Seminar.

[44] s. Kap. II (eine für die Professionalisierung benötigte fachliche Breite des Studiums aufgrund der Vielzahl an sachunterrichtlichen Bezugsfächern, eine aufgrund der Ausbildung zu Generalist*innen eingeschränkte Anzahl an zur Verfügung stehenden Leistungspunkten, fachfremdes Unterrichten in der Berufspraxis).

b. *Erwartungen:* Aus den offenen Antworten der Studierenden wird deutlich, dass Kohärenzherstellung auf mehreren formell-institutionellen Ebenen erwartet wird und/oder erwünscht ist. Erwartet und gewünscht wird insbesondere der Einbezug mehrerer Sachunterrichtsperspektiven (Vielperspektivität) oder die Vernetzung dieser (s. Kohärenzebene 1; s. Manuskript 2 und Kap. IV.2). Als Wunsch wird besonders oft die Praxisrelevanz der Kursinhalte und -aktivitäten genannt (Intention der Kohärenzebene 3; s. Manuskript 2). Auch die Vernetzung der Professionswissensbereiche (Kohärenzebene 2; s. Manuskript 2) wird von mehreren Studierenden erwartet und/oder gewünscht. Bei den Lernzielen überwiegen Aussagen zum Erwerb professioneller Kompetenzen für die Gestaltung/Durchführung vielperspektivischen und/oder inklusiven Sachunterrichts sowie zur Planung/Durchführung von Exkursionen.

c. *Reaktionen nach der Teilnahme:* Nachfolgend werden – falls vorhanden – auch auffällige Unterschiede in den Reaktionen der Teilnehmer*innen der ersten und der weiterentwickelten Seminarvariante (s. Kap. IV.2) herausgestellt.

i. Unter den *spontanen Assoziationen* finden sich vielfach – gerade bei den Studierenden des ersten Kursdurchlaufes – Aussagen, die einen oder mehrere der Seminarkontexte (Wasser, Wald, Wuppertal) betreffen. Auch gibt es viele Äußerungen rund um die Methode der Exkursion; allerdings wird nur von Studierenden des weiterentwickelten Seminars die Planung von sachunterrichtlichen Exkursionen erwähnt. Weitere mehrfach genannte Assoziationen fallen in die Kategorien Vielperspektivität, fachspezifische Arbeitsweisen bzw. Vermittlungsmethoden (nicht Exkursion), Handlungsorientierung (vermehrt im weiterentwickelten Kurs), Praxisrelevanz der Inhalte (weiterentwickelter Kurs), Vernetzung Professionswissen (erster Kursdurchlauf) und Inklusion (erster Kursdurchlauf; s. Manuskript 2).

ii. Mehr als die Hälfte (56 % im ersten Kursdurchlauf, 78 % im weiterentwickelten Kurs) der Teilnehmenden gibt an, dass alle Erwartungen und Wünsche an den Kurs erfüllt wurden. Hinsichtlich *Kritik und Änderungsvorschlägen* bestehen deutliche Unterschiede in den Rückmeldungen der Teilnehmer*innen der ersten und der weiterentwickelten Seminarvariante: Im ersten Durchlauf werden eine teils zu geringe Lernendenaktivierung, ein zu geringer Praxisbezug und das Einbeziehen schon bekannter Inhalte bemängelt. Dies ist beim weiterentwickelten Kurs nicht mehr der Fall. Hier hätten sich jeweils ein oder zwei Personen einen tiefgehenderen fachdidaktischen und/oder fachwissenschaftlichen Input und eine größere Einbeziehung des gesellschaftswissenschaftlichen Lernbereiches gewünscht. Zudem wird

u.a. die Herstellung einer höheren Transparenz hinsichtlich der jeweiligen Anforderungen der Dozent*innen des Teams vorgeschlagen.

iii. Bei den *Gründen der Weiterempfehlung* fallen die meisten Aussagen in die Kategorie ‚Kohärenzerleben', wobei neben der Vernetzung der sachunterrichtlichen Perspektiven (s. Kohärenzebene 1; Kap. IV.2) sehr oft – gerade beim weiterentwickelten Kurs – eine Kohärenz zwischen der Lehrveranstaltung und der Berufspraxis (s. Kohärenzebene 3) benannt wird. Als weitere Gründe werden u.a. Alleinstellungsmerkmale, die Seminarorganisation/-gestaltung und das Generieren aktuellen Interesses/intrinsischer Motivation erwähnt.

iv. Als *Quellen zur Entwicklung der L-SWE bzgl. inklusiver Exkursionen im Sachunterricht* (s. auch Ebene 2 der Wirksamkeit) werden explizit angeführt: Besprechung von Aspekten, die es bei der Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung inklusiver Exkursionen zu beachten gilt, Thematisierung potenzieller Schwierigkeiten, Zurverfügungstellung von Materialien zur Planung inklusiver Exkursionen, die Durchführung/Teilnahme an der Exkursion. Zudem nennen insbesondere die Studierenden des weiterentwickelten Seminars eigene Planungsaktivitäten und die dabei geforderte Differenzierung des Arbeitsmaterials.

v. Als *Quellen zur Entwicklung der L-SWE bzgl. vielperspektivischen Unterrichtens im Sachunterricht* (s. auch Ebene 2 der Wirksamkeit) werden vielfach die praktischen Tätigkeiten auf der Exkursion sowie das Thematisieren der Vielperspektivität der Kontexte Wasser, Wald und Wuppertal erwähnt. Teils werden jedoch auch noch Unsicherheiten bzgl. des Einbeziehens des Lernbereiches ‘Gesellschaftswissenschaften‘ sowie der Kontexte (insbesondere Kontext Wuppertal) im Unterricht geäußert.

2. *Intervention B (teilnehmend: Bachelor- und Masterstudierende des Grundschullehramts; Teilstudien 3 und 5)*

   a. *Experimentiererfahrungen (Teilstudie 5):* Die Experimentiererfahrungen der an Intervention B teilnehmenden Studierenden sind – insbesondere für die Phasen ‚Grundschulzeit' und ‚bisheriges Studium' – als eher gering zu bezeichnen. Studierende mit dem Studienschwerpunkt NaWiTec haben auf der weiterführenden Schule (kleiner Effekt) und im bisherigen Studium (großer Effekt) signifikant mehr Experimentiererfahrungen gesammelt als Studierende mit einem anderen Studienschwerpunkt.

   b. *Erwartungen (Teilstudie 3):* Deutlich mehr als die Hälfte aller kodierten Aussagen zu Erwartungen (62 %) und Lernzielen (81 %) fällt in die Kategorie professionelle Kompetenz: Es wird insbesondere erwartet und angestrebt,

fachdidaktische Kompetenzen zu erweitern; dabei wird oft der Erwerb fachdidaktischer Kompetenzen zur Gestaltung von experimentellem Sachunterricht genannt. Nur sehr wenige Studierende haben die Erwartung, den Wunsch oder das Lernziel, ihr *CK* zu erweitern oder aufzufrischen. Sehr wenige Codings fallen in die Kategorie ‚Vernetzung der Bezugsfächer' (Kohärenzebene 1), öfter wird dahingegen ein Bezug der Kursinhalte/-aktivitäten zur Berufspraxis (Kohärenzebene 3) gewünscht und erwartet. Fast die Hälfte aller Codings zu den Wünschen an den Kurs betreffen das Experimentieren (Kennenlernen, Durchführen von Experimenten oder der Erwerb von experimentbezogenem *PCK*).

c. *Werte (Teilstudie 3):* Aus den geschlossenen Antworten zur *persönlichen Relevanz* von Kursinhalten geht hervor, dass die Studierenden den Einbezug fachdidaktischer Inhalte als äußerst wichtig, jenen von pädagogischen Inhalten als wichtig und das Einbeziehen fachwissenschaftlicher Inhalte als mittelmäßig wichtig ansehen. Auch die Vernetzung der sachunterrichtlichen Perspektiven sowie das Einbeziehen der Fächer Biologie, Chemie und Technik ist ihnen wichtig, das des Bezugsfaches Physik mittelmäßig wichtig.

d. *Reaktionen nach der Teilnahme (Teilstudie 3):*

   i. Gut die Hälfte aller Codings zu *spontanen Assoziationen* umfasst konkrete Fachinhalte der Bezugsfächer Biologie, Chemie, Physik und Technik, die im Kurs behandelt wurden (z.B. Schwimmen und Sinken, Bionik, Atmungssystem). Außerdem werden viele Aussagen zum Durchführen der Experimente und zur Planung von Experimentalunterricht getätigt. Weitere Assoziationen fallen in die Kategorien praktisches Arbeiten/Handlungsorientierung, Interesse/Motivation, Praxisbezug und Professionswissen.

   ii. Rund 83 % geben an, dass all ihre Erwartungen, Wünsche und Lernziele erfüllt wurden. Die meisten *kritischen Äußerungen* und *Änderungsvorschläge* sind zeitlicher oder inhaltlicher Art. Während einige Studierende mehr Zeit für gewisse Arbeitsphasen einplanen würden, würden andere bestimmte Phasen (z.B. Planung einer experimentellen Arbeitsphase im Sachunterricht oder die Nachbesprechung von Arbeitsphasen) streichen oder kürzen. Selten wird der Vorschlag geäußert, mehr als zwei Kontexte einzubeziehen oder fachwissenschaftliche, fachdidaktische oder/und pädagogische Inhalte detaillierter zu besprechen.

   iii. Am *beliebtesten* sind die *Kurseinheiten*, in denen an Stationen experimentiert wird. Als Hauptgründe werden hohes situationales Interesse/intrinsische Motivation und der Erwerb professioneller Kompetenzen benannt. Am unbeliebtesten sind die Einheiten, in denen

viel theoretischer Input erfolgt und Nachbesprechungen einen großen Raum einnehmen.

iv. 100 % der Teilnehmer*innen empfehlen den Kurs anderen Grundschullehramtsstudierenden weiter. 90 % geben an, dass sie auch eine weitere, ähnliche Lehrveranstaltung freiwillig belegen würden, wobei eine Mehrheit dabei wieder eine Perspektivenvernetzung präferiert.

Rund ein Drittel aller Codings zu den *Gründen der Weiterempfehlung* fallen in die Kategorie Professionswissen: Sehr oft wird der Erwerb von *PCK* genannt. Auch die Förderung von *CK*, von nicht trägem Professionswissen und nachhaltiges Lernen werden als Grund genannt, allerdings deutlich weniger oft. Weitere vielfach benannte Weiterempfehlungsgründe wurden den Kategorien ‚motivationale Orientierungen' (z.B. Generierung situationalen Interesses, Stärkung FSK) sowie ‚Praxisnähe/Grundschulbezug' des Kurses (Kohärenzebene 3) zugeordnet.

v. In weiteren Reaktionen werden zudem die Kursstruktur/-gestaltung/ -rahmenbedingungen wie z.B. Austausch- und Feedbackstrukturen, Charakteristika der/des Dozierenden sowie Alleinstellungsmerkmale des Kurses im Studienverlauf positiv hervorgehoben.

V.9.3.2 Zweite Ebene der Wirksamkeit – Kognitive und affektiv-motivationale Wirksamkeit

1. *Kognitive Wirksamkeit (Intervention B; Teilstudie 4):* Das deklarative, naturwissenschaftlich-technische Fachwissen (*substantive CK*) ist zum Zeitpunkt des Pretests als niedrig zu bezeichnen. Es wird durchschnittlich weniger als die Hälfte der Maximalpunktzahl erreicht. BG und EG unterscheiden sich signifikant und mit großem Effekt in der Veränderung des *CK*: Während es in der BG keinen kurz- und langfristigen *CK*-Zuwachs gibt, nimmt das naturwissenschaftlich-technische *CK* in der EG kurz- sowie langfristig signifikant bei großer Effektstärke zu.
2. *Kognitive Wirksamkeit (Intervention B; Teilstudie 3):* Im Posttest geben die Studierenden zudem an, dass die Kursteilnahme ihr Verständnis der Interdisziplinarität der Naturwissenschaften und Technik gefördert habe.
3. *Affektiv-motivationale Wirksamkeit:*
   a. *FSK in Biologie, Chemie, Physik und Technik (Intervention B; Teilstudie 4):* Im Pre- und Posttest ist das biologiebezogene FSK am höchsten, gefolgt vom FSK in Technik, Physik und Chemie. Es sind signifikante Unterschiede in der Entwicklung der biologie-, chemie-, physik- und technikbezogenen FSK zwischen BG und EG festzustellen; die Effektstärken sind klein (FSK Biologie, Chemie, Physik) bzw. mäßig hoch (FSK Technik). In der BG verändern sich die

FSK nicht bedeutsam. In der EG gibt es eine signifikante Zunahme der FSK bzgl. aller vier Bezugsfächer bei mittleren bzw. hohen Effektstärken.

b. *Experimentbezogenes FSK und FSK bzgl. des Planens sowie Durchführens von Experimentalunterricht (Intervention B; Teilstudie 5):* Im Pretest werden die FSK in allen Subskalen als mäßig hoch eingeschätzt, wobei jene FSK in den Dimensionen ‚Durchführung' tendenziell positiver beurteilt werden. Zwischen BG und EG sind signifikante Unterschiede in der Veränderung der FSK über die Zeit festzustellen (mittlerer bis hoher Effekt). Während in der EG die FSK mit hohen Effektstärken zunehmen, sind in der BG keine bedeutsamen Veränderungen der FSK zu beobachten. Einzige Ausnahme bildet das FSK bzgl. der Planung von Experimentalunterricht. Dieses entwickelt sich in der BG ebenfalls positiv (hoher Effekt).

c. *L-SWE bzgl. der Durchführung von (inklusiven) Exkursionen im Sachunterricht sowie dem vielperspektivischen Unterrichten im Sachunterricht (Intervention A; Teilstudie 2):* Die untersuchten L-SWE der M. Ed.-Studierenden sind schon im Pretest hoch. Trotzdem nehmen sie in beiden EG vom Pre- zum Posttest signifikant bei moderaten bis hohen Effektstärken zu. Zwischen den beiden Gruppen bestehen keine bedeutsamen Unterschiede hinsichtlich der Entwicklung der L-SWE über die Zeit.

d. *L-SWE bzgl. des Gestaltens/Unterrichtens von biologie-, chemie-, physik- und technikbezogenem sowie vielperspektivischem naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht (Intervention B; Teilstudie 6):* Wie auch beim FSK, sind die L-SWE im Bereich Biologie am höchsten, gefolgt von Technik und den L-SWE bzgl. des Gestaltens/Unterrichtens von chemie- und physikbezogenem Sachunterricht. Am niedrigsten werden die L-SWE bzgl. *vielperspektivischem naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht* eingeschätzt. Zwischen BG und EG sind signifikante Unterschiede in der Entwicklung der L-SWE bei mittlerer (fachbezogene L-SWE) bzw. hoher Effektstärke (L-SWE Vielperspektivität) festzustellen. Die L-SWE der EG nehmen in allen Subskalen signifikant (hohe Effektstärke) zu. In der BG verändern sie sich nicht.

e. *Situationales Interesse an den Kursinhalten (Intervention A; Teilstudie 2):* Das situationale Interesse an den Seminarinhalten ist als moderat bis hoch zu bezeichnen. Bei beiden Seminarvarianten ist das Interesse der Teilnehmer*innen in der wertbezogenen Komponente am höchsten. Das emotionale sowie das wertbezogene situationale Interesse sind bei den Teilnehmenden der weiterentwickelten Seminarvariante signifikant höher (mittlere Effektstärke) als bei jenen der ersten Variante. Bzgl. des epistemischen Interesses unterscheiden sich die Gruppen nicht.

f. *Situationales Interesse an den Kursinhalten (Intervention B; Teilstudie 3):* Das situationale Interesse der Teilnehmer*innen der Intervention B an den Inhalten

ist hoch (epistemische Komponente) bis sehr hoch (wertbezogene und emotionale Komponente).

g. *L-Interesse an Naturwissenschaften und Technik (Intervention B; Teilstudie 6):* Das Sachinteresse an Biologie ist am höchsten, gefolgt vom Sachinteresse an Technik. Das Sachinteresse an Chemie und Physik ist am niedrigsten. Das Interesse der Teilnehmer*innen am Unterrichten von naturwissenschaftlich-technischem Sachunterricht ist bereits im Pretest hoch. Zwischen der EG und BG sind signifikante Unterschiede hinsichtlich der Veränderung des L-Interesses in allen Subskalen festzustellen. Die Effektstärken sind allerdings nur gering (Biologie, Physik, Technik) bzw. moderat (Chemie, Unterrichtsinteresse NaWiTec). Während das Sachinteresse an Biologie in der EG stabil bleibt, nimmt es in der BG signifikant bei mittlerer Effektstärke ab. In der EG nimmt das Sachinteresse an Chemie (mittlerer Effekt), Physik und Technik (geringer Effekt) signifikant zu. In der BG ändert sich das Sachinteresse an Chemie und Physik nicht. Jenes an Technik nimmt in der BG sogar signifikant bei großer Effektstärke ab. Letzteres gilt auch für das unterrichtliche Interesse, welches in der EG signifikant bei großer Effektstärke zunimmt.

1. *Einfluss der Variable ‚Kursformat' (wöchentlich versus Block; Intervention B):* Das hier gewählte 'intensive' vier-Tage-Blockkursformat ist dem traditionellen, wöchentlichen Kursformat bzgl. der kognitiven und affektiv-motivationalen Wirksamkeit mindestens ebenbürtig (keine signifikanten Unterschiede), in einigen Fällen sogar überlegen. Leichte Vorteile für Teilnehmer*innen des Blockkurses bestehen beim kurz- (mittlerer Effekt) und teils[45] langfristigen (kleiner Effekt) *CK*-Zuwachs (s. Teilstudie 4), bei der Zunahme des FSK bzgl. der Planung/Auswertung von Experimenten sowie des Planens von Experimentalunterricht (kleiner Effekt; s. Teilstudie 5) und bei der Entwicklung des Sachinteresses (kleiner Effekt; s. Teilstudie 6). Die Teilnahme am wöchentlichen Kursformat zeigt sich nur vorteilig, wenn die Entwicklung des *CK* zwischen Post- und Follow-up-Test betrachtet wird: Während das *CK* der wöchentlich Teilnehmenden stabil bleibt, nimmt es in der Blockkursgruppe signifikant bei hoher Effektstärke ab (s. Teilstudie 4).
2. *Einfluss der Variable ‚Studienschwerpunkt' (NaWiTec-Studierende versus Studierende mit anderem Studienschwerpunkt; Intervention B):* Bevor auf Unterschiede in Veränderungen während der Kursteilnahme eingegangen wird, werden zunächst Unterschiede zwischen den beiden Studierenden-Gruppen im Pretest herausgearbeitet[46].

[45] Ein signifikanter Unterschied ist nur vorhanden, wenn der Faktor ‚Teilnahmevariante' (freiwillig/Pflicht) herausgerechnet wird (s. Teilstudie 4).

[46] Bei bestehenden signifikanten Unterschieden zwischen den Subgruppen im Pretest wurden ANCOVAs durchgeführt, um den Einfluss der Kovariate (Pretestwerte) für den Vergleich der Veränderungen herauszurechnen (s. IV.3.3.1.3).

a. *CK (Teilstudie 4):* In der Blockkursformatgruppe sind keine signifikanten Unterschiede zwischen NaWiTec-Studierenden und nicht-NaWiTec-Studierenden vorhanden. In der Gruppe der wöchentlich Teilnehmenden weisen die NaWiTec-Studierenden vor Kursbeginn ein signifikant höheres *CK* auf (mittlerer Effekt).
b. *FSK in Biologie, Chemie, Physik und Technik (Teilstudie 4):* Ein ähnliches Bild zeigt sich auch bei den fachbezogenen FSK: Während in der Gruppe der wöchentlichen Teilnehmer*innen Studierende mit NaWiTec-Schwerpunkt ein signifikant höheres chemie-, physik- und technikbezogenes FSK haben (mittlere bis hohe Effektstärken), ist bei den Teilnehmer*innen des Blockkursformates ein signifikanter Unterschied (großer Effekt) nur hinsichtlich der Subskala ‚Technik' vorhanden.
c. *Experimentbezogenes FSK und FSK bzgl. des Planens sowie Durchführens von Experimentalunterricht (Teilstudie 5):* Auch hier haben wöchentlich teilnehmende NaWiTec-Studierende signifikant höhere FSK in allen Subskalen als nicht-NaWiTec-Teilnehmer*innen (mittlerer bis großer Effekt). In der Blockkursgruppe gibt es nur bzgl. der beiden FSK-Subskalen im Bereich ‚Durchführung' signifikante Unterschiede bei mittlerer Effektstärke.
d. *L-SWE bzgl. des Gestaltens/Unterrichtens von biologie-, chemie-, physik- und technikbezogenem sowie vielperspektivischem naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht (Teilstudie 6):* Die L-SWE sind in allen Subskalen bei Studierenden mit Studienschwerpunkt NaWiTec signifikant höher als bei Teilnehmer*innen mit einem anderen Studienschwerpunkt. Allerdings zeigt sich auch hier – beim Vergleich der Effektstärken – die Tendenz, dass sich wöchentlich teilnehmende NaWiTec- und nicht-NaWiTec-Studierende bzgl. ihrer L-SWE deutlicher unterscheiden (in allen Subskalen ein großer Effekt) als es bei der Blockkursgruppe der Fall ist (2 x kleiner Effekt (Biologie, Chemie); 2 x mittlerer Effekt (Physik, Vielperspektivität); großer Effekt bei der Technik-Subskala).
e. *L-Interesse (Teilstudie 6):* Keine statistisch bedeutsamen Unterschiede zwischen beiden Studierendengruppen gibt es beim Sachinteresse an Biologie, Chemie und Physik. Das Sachinteresse an Technik sowie das Interesse am Unterrichten naturwissenschaftlich-technischen Sachunterrichts ist bei NaWiTec-Studierenden signifikant höher (mittlere Effektstärke).
f. *Wirksamkeit (Teilstudien 4 bis 6):* Beide Studierendengruppen profitieren – unabhängig davon, ob sie am wöchentlichen oder Blockkursformat teilnehmen – hinsichtlich der Entwicklung motivationaler Orientierungen (FSK, L-SWE, L-Interesse) gleichermaßen von Intervention B. Einzige Ausnahme bildet das FSK bzgl. des Planens von Experimentalunterricht (s. Teilstudie 5). Hier zeigt sich in der Blockkursgruppe ein Vorteil für nicht-NaWiTec-Studierende im Vergleich

zu NaWiTec-Studierenden (signifikanter Unterschied; mittlere Effektstärke). Hinsichtlich des kurz- und langfristigen Zuwachses von *CK* sind in der Gruppe der wöchentlich Teilnehmenden keine Unterschiede festzustellen, während nicht-NaWiTec-Studierende hinsichtlich der Zunahme an *CK* von der Teilnahme am Blockkurs mehr profitieren als NaWiTec-Studierende.

V.9.3.3 Weitere hervorzuhebende Ergebnisse

1. *Dimensionalität des FSKs im Bereich Naturwissenschaften und Technik (Teilstudie 4)*: Die Ergebnisse der EFA deuten darauf hin, dass die Grundschullehramtsstudierenden ein mehrdimensionales FSK im Bereich Naturwissenschaften und Technik aufweisen: Es lassen sich vier fachspezifische FSK-Facetten differenzieren (FSK Biologie, FSK Chemie, FSK Physik und FSK Technik).
   Querladungen, die in der rotierten Faktorenmatrix der Posttest-Daten auftreten, können als Hinweis auf die Instabilität bzw. Verformbarkeit dieser Struktur herangezogen werden.
2. *Dimensionalität des experimentbezogenen FSKs von angehenden Grundschullehrpersonen (Teilstudie 5):* Die Befunde der EFA deuten darauf hin, dass das experimentbezogene FSK auch ein zweidimensionales Konstrukt aus dem FSK bzgl. der Planung und Auswertung von Experimenten und dem FSK bzgl. der Durchführung von Experimenten sein kann.
3. *Zusammenhang des FSKs bzgl. des Planens von Experimentalunterricht und bisherigen Experimentiererfahrungen im Studium (Teilstudie 5):* Es wurde eine hoch signifikante, positive Korrelation zwischen Experimentiererfahrungen im bisherigen Studienverlauf und dem FSK bzgl. der Planung von Experimentalunterricht gefunden, während zwischen jenem FSK und Experimentiererfahrungen in der Grundschulzeit und der weiterführenden Schule keine signifikanten Korrelationen vorhanden sind.

Insgesamt ist festzuhalten, dass a) die *Herstellung informell-individueller Kohärenz* sowie b) die *Förderung professioneller Kompetenzen* angehender Sachunterrichtslehrpersonen durch die Teilnahme an Intervention A oder B erreicht werden können. Die Ergebnisse zeigen, dass es mithilfe *einer* Lehrveranstaltung möglich sein kann, Professionswissen (*CK* und *PCK*) sowie motivationale Orientierungen (FSK, L-SWE, L-Interesse) bzgl. *mehrerer* sachunterrichtlicher Bezugsfächer bzw. Perspektiven signifikant zu verändern. Teilstudien 4 bis 6 liefern Belege dafür, dass das *Kursformat* einen bedeutsamen Einfluss auf die Entwicklung der professionellen Kompetenzen haben kann. Blockkurse stellen den Ergebnissen zufolge eine mindestens gleichwertige Alternative zu traditionellen, wöchentlich stattfindenden Lehrveranstaltungen dar. Lehr-Lern-Settings wie jenes der Intervention B eignen sich außerdem für die Professionalisierung einer sehr *heterogenen Lernendengruppe*, denn – mit wenigen Ausnahmen (s.o.) – sind keine statistisch bedeutsamen Unterschiede in der Entwicklung des *CK* und der

motivationalen Orientierungen zwischen Studierenden mit NaWiTec- und jenen mit anderem Studienschwerpunkt festzustellen.

V.9.4 Zielebene 4: Entwicklung von *Educative Curriculum Materials* (Manuskripte 7 und 8)

Es wurden zwei *ECMs* entwickelt und veröffentlicht, mit deren Hilfe (angehende) Grundschullehrpersonen ihr naturwissenschaftlich-technisches *CK* und ihr *PCK* erweitern können, um Unterrichtssequenzen zu gestalten, in denen die Vielperspektivität des Sachunterrichts (Manuskripte 7 und 8) und fächerverbindendes Lernen (Manuskript 8) im Fokus stehen.

Die Entwicklungsphase der *ECMs* war einerseits – auf Ebene der involvierten Studierenden – geprägt durch die Vernetzung der universitären Ausbildung und Berufspraxis, da sie Unterrichtssequenzen in mindestens einer Grundschulklasse erproben und ihre professionellen Kompetenzen im Rahmen der Abschlussarbeit reflektieren konnten (s. auch Kap. VI.2.6). Andererseits ist das zweite *ECM* (s. Manuskript 8) durch kollegiale und vertikale Vernetzung (Mayer et al., 2018; s. Kap. IV.4) bzw. Kohärenzherstellung auf Makroebene (Cramer, 2020) entstanden.

VI DISKUSSION

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Arbeit in Ergänzung zu den und in Zusammenführung der Diskussionen der einzelnen Beiträge (Manuskripte 1 bis 8) diskutiert. Dazu wird zunächst im Rahmen der Methodendiskussion auf Limitationen hinsichtlich der Forschungsdesigns und -methodiken eingegangen. Nachfolgend werden die Ergebnisse bezugnehmend auf die übergeordneten Forschungsfragen diskutiert, um daraus Implikationen für die Praxis und weitere Forschungsarbeiten abzuleiten.

VI.1 Methodendiskussion und Limitationen der Studie

In Teilstudie 1 (Kap. V.1) wurde das intendierte Curriculum mithilfe einer Dokumentenanalyse untersucht. Nachteilig an solch einem nonreaktiven Messverfahren (Mayring, 2016; Webb et al., 1975) ist, dass die Dokumente selbst bei Unklarheiten nicht weitergehend ‘befragt‘ werden können. Dies kann zu Fehlinterpretationen des Materials führen. Um diese zu verringern, wurden die Dokumente durch zwei Forschende im Diskurs analysiert. Eine weitere – zeitlich und organisatorisch jedoch sehr aufwendige – Möglichkeit zur Minimierung solcher Missinterpretationen wäre das Befragen der für die Prüfungsordnungen Verantwortlichen im Sinne einer kommunikativen Validierung (Mayring, 2016).

Auch wenn intendierte Curricula das widerspiegeln, was gelehrt werden soll (König & Rothland, 2018), und Prüfungsordnungen rechtsverbindlich sind, kann anhand ihrer Analyse nicht geschlussfolgert werden, ob, inwieweit und in welcher Weise diese Vorgaben von den Hochschullehrenden umgesetzt werden (implementiertes Curriculum) und welcher ‚Output‘ bei den Studierenden generiert wird (erreichtes Curriculum; König & Rothland, 2018). Eine weitere Limitation besteht bzgl. der Reichweite bzw. Verallgemeinerbarkeit der Ergebnisse (Steinke, 1999): Die Analyse bezieht allein das Bundesland NRW[47] ein, sodass Aussagen über die intendierten Curricula anderer Bundesländer nicht getroffen werden können.

Zur Untersuchung der Wirksamkeit der Interventionen A und B wurde ein quasi-experimentelles Forschungsdesign gewählt. Die Studierenden wurden also nicht randomisiert den Untersuchungsgruppen zugeordnet (Döring & Bortz, 2016), sondern konnten frei wählen, ob sie beispielsweise das wöchentliche oder das Blockkursformat (s. Intervention B) belegen[48]. Um der dadurch im Vergleich zu experimentellen Studien resultierenden geringeren internen Validität zu begegnen, wurde sich bestimmter Techniken im Studiendesign bzw. in der Datenerhebungsphase und -auswertung bedient (Döring & Bortz, 2016): a) Bei beiden Interventionen wurden einige potenzielle Störvariablen konstant gehalten. Die

[47] Gründe für die Auswahl: viele für den Sachunterricht ausbildende Standorte; hohe Anzahl an Leistungspunkten, die den Teilstudiengängen eingeräumt wird; integratives Studienmodell (Baumgardt & Kaiser, 2015; s. Manuskript 1)

[48] Wie in den Diskussionen der Teilstudien 4 bis 6 erläutert, kann also von einer Positivselektion ausgegangen werden.

Lehrveranstaltungen wurden immer von demselben Dozierendenteam (Intervention A) bzw. derselben Lehrperson in Unterstützung durch dieselbe studentische Hilfskraft (Intervention B) geleitet. Auch der Lernort (Seminarraum und Exkursionsort bei Intervention A bzw. Labor-Übungsraum bei Kurs B) sowie die maximale Teilnehmer*innenanzahl[49] – zur Gewährleistung eines ähnlichen Betreuungsverhältnisses – wurden konstant gehalten. Intervention A fand immer mittwochs mittags statt. Bei Intervention B wurden die Blockkurse immer von dienstags bis freitags in den Semesterferien angeboten, wöchentliche Kurse fanden immer dienstags oder mittwochs vormittags/mittags statt. b) Um weiterhin abzusichern, dass Veränderungen der abhängigen Variablen eindeutig auf die Teilnahme an den Lehrveranstaltungen zurückgeführt werden können, wurde bei Intervention B eine BG, die nicht am Kurs teilnahm, installiert (s. Teilstudien 4 bis 6 für Details). Bei Intervention A musste aus den in Kap. IV.3.1 beschriebenen Gründen auf eine BG verzichtet werden. Da der Studiengang nun seit einigen Semestern existiert, kann und sollte in zukünftigen Studien eine BG einbezogen werden. c) In den Teilstudien 4 bis 6 wurde zur Beantwortung der Forschungsfrage hinsichtlich der Beeinflussung der Wirksamkeit durch den Faktor ‘Kursformat‘ der Einfluss der weiteren unabhängigen Variablen ‚Teilnahmevariante‘ und ‚Studienschwerpunkt‘ herausgerechnet. Hier ist einschränkend festzuhalten, dass beide Variablen nicht gleichzeitig in die Berechnungen einbezogen werden konnten (Gründe s. Teilstudien 4 bis 6). Dies wäre erst möglich, wenn die Prüfungsordnungen für das Grundschullehramt am Standort dahingehend geändert würden, dass nicht-NaWiTec-Studierende zu einer Teilnahme am Kurs verpflichtet werden können.

Die Datenerhebung erfolgte bei beiden Interventionen mittels der Methode der Online-Befragung, da sie viele Vorteile mit sich bringt (s. Manuskript 4 und u.a. Pötschke, 2009). Als Nachteil wird oft die geringe Rücklaufquote angeführt (u.a. Shannon & Bradshaw, 2002). Gründe dafür, warum dies hier nicht der Fall war (Quote in allen Tests über 87.8 %; s. Kap. IV.3.3.1), könnten u.a. sein: Mehrere Erinnerungen zur Teilnahme durch die Studienleitung (Aerny-Perreten et al., 2015) oder die persönliche Relevanz des Themas (Dillman, 2007) in dem Sinne, dass den Studierenden bewusst gemacht wurde, dass sie durch die Teilnahme an der Studie dazu beitragen können, wichtige Erkenntnisse zur Weiterentwicklung der Ausbildung von Sachunterrichtslehrpersonen zu gewinnen. Zudem wurde auf den Begrüßungsseiten Transparenz bzgl. der Bearbeitungszeit gegeben, was nach McPeake et al. (2014) die Rücklaufquote erhöhen kann. Während die affektiv-motivationalen Online-Fragebögen der Intervention A mit 15 min kalkulierter und 11-12 min tatsächlicher[50] Bearbeitungszeit nahe an der von Asiu et al. (1998) und Handwerk et al. (2000) angegebenen Grenze von 13 min Bearbeitungszeit, ab der es zu geringeren Rücklaufquoten kommen kann, liegen, war dies bei den Befragungen zu Intervention B nicht der Fall. Die kalkulierte

[49] Eine Untergrenze der Teilnehmer*innenanzahl war nicht gegeben, sodass dies eine Störvariable ist, die nicht ausgeschlossen wurde.
[50] Das Online-Fragebogen-Tool *SoSci Survey* gibt je Fall die Bearbeitungszeit aus (Leiner, 2006). Zur Berechnung der Mittelwerte wurden nur die Datensätze der Personen einbezogen, die den Fragebogen zu beiden Zeitpunkten vollständig ausfüllten.

Bearbeitungszeit des *CK*-Tests lag bei 30 min, die tatsächliche bei durchschnittlich 25 min im Pretest, 27 min im Posttest und 24 min im Follow-up-Test. Für den affektiv-motivationalen Fragebogen wurde den Teilnehmer*innen als Richtwert eine Bearbeitungszeit von 15-20 min an die Hand gegeben (s. Abb. A15 und A30 im Anhang). Jedoch benötigten sie für das Ausfüllen im Schnitt jeweils 25 min[51]. Diese längere Bearbeitungsdauer und die Diskrepanz zwischen angegebenem Richtwert und der real benötigten Zeit könnten zu der leichten Abnahme der Rücklaufquote über die MZ geführt haben (s. Kap. IV.3.3.1).

Zur Sicherstellung der Durchführungsobjektivität (Ingenkamp & Lissmann, 2008) wurden, wie bereits erläutert, der Bearbeitungszeitraum zu jedem MZ begrenzt und den Teilnehmer*innen Instruktionen und Informationen zur Bearbeitung der Fragebögen an die Hand gegeben. Jedoch ist nicht davon auszugehen, dass die Fragebögen unter gleichen Umgebungsbedingungen (zuhause, unterwegs, in der Universität, in Ruhe oder nicht) ausgefüllt wurden oder dass alle eine ähnliche Bearbeitungszeit[52] genutzt haben. Für den *CK*-Test können Hilfsmittel herangezogen worden sein, auch wenn darum gebeten wurde, dies nicht zu tun (s. Diskussion der Teilstudie 4). Eine Möglichkeit zur Erhöhung der Durchführungsobjektivität ist das Ausfüllen der Fragebögen ‚vor Ort'. Diese Option wurde aus mehreren Gründen nicht gewählt: a) Im Falle der Intervention B sollte der *CK*-Test als Power Test (Rost, 2004) durchgeführt werden, um zu überprüfen, ob die Studierenden ohne großen Zeitdruck in der Lage sind, die Fragen richtig zu beantworten. In der Pilotierungsphase wurden Pre- und Posttest vor Ort bearbeitet (s. Kap. XI.1). Mündliches und schriftliches Feedback vieler Studierender dazu war, dass sie die Zeit, die dafür von der ‚aktiven' Kurszeit abgezogen werden musste, lieber für das Stationenlernen genutzt hätten. Der subjektive Eindruck der Dozierenden war, dass einige der Teilnehmenden während des Ausfüllens gehetzt und gestresst wirkten. b) Da keine Klassenverbände o.Ä. bestanden und eine sehr heterogene Studierendenschaft (s. Kap. IV.2) einbezogen wurde, wäre eine vor-Ort-Befragung hinsichtlich des Follow-up-Tests zwei Monate nach Kursende sowie bzgl. der BG zu allen drei MZ schwierig zu realisieren gewesen. Möglicherweise hätte dies zu einer Verringerung der Teilnahmebereitschaft geführt. c) Auch bei den anderen untersuchten Konstrukten, wie den motivationalen Orientierungen (Intervention A und B) sollte den Studierenden die Zeit gegeben werden, intensiv über die Fragen nachzudenken und, falls nötig, eine (Denk-)Pause zu machen.

Wie bereits in den Teilstudien 2 bis 6 diskutiert, wurde – aufgrund der Zielsetzungen – zugunsten der Erhebung der Breite der Wirksamkeit und zur Erhaltung der Testmotivation (Salgado et al., 1996) auf eine Operationalisierung der Konstrukte durch viele, möglichst alle wichtigen Merkmale des Konstruktes abdeckende Items verzichtet. Dies reduziert allerdings

[51] Zur Berechnung der Mittelwerte wurden hier die Datensätze der Teilnehmer*innen der EG, die alle Fragebögen zu allen MZ ausfüllten (N = 158), einbezogen. Die BG-Datensätze wurden nicht einbezogen, da bei ihnen u.a. Fragen zu Erwartungen an den Kurs und zur ersten Ebene der Wirksamkeit ausgelassen wurden (s. Kap. XI.5 und XI.6).

[52] Beispielsweise betrug die Bearbeitungszeit laut Datenausgabe des Befragungstools bei den Pre- und Posttests zu Intervention A zwischen minimal 5 min und maximal 21 min.

die Inhaltsvalidität (Döring & Bortz, 2016; Moosbrugger & Kelava, 2012). Zudem war es in vielen Fällen nötig, die Skalen aus bereits bewährten und als valide eingestuften Messinstrumenten zu adaptieren, da damit beispielsweise die L-SWE hinsichtlich *eines* und nicht mehrerer sachunterrichtlicher Bezugsfächer untersucht wurden. Um die jeweiligen Konstrukte möglichst in ihrer ganzen Breite und Tiefe zu erfassen, sollten die eingesetzten geschlossenen Skalen – z.B. im Diskurs mit weiteren Expert*innen aus der Sachunterrichtsdidaktik – für zukünftige Forschungsarbeiten erweitert und ausgeschlossene Items, falls nötig und sinnvoll, überarbeitet werden. Die Inhaltsanalyse der offenen Studierendenantworten diente nicht nur dazu, die Inhaltsvalidität einiger geschlossener Skalen zu überprüfen (s. Teilstudien 2 und 3), sondern stellte sich als sehr vorteilhaft zur Ermittlung potenzieller Faktoren, die zur Veränderung von Professionswissen und motivationalen Orientierungen geführt haben, heraus. Ähnliches berichten u.a. auch Burton & Nesbit (2008) über den *Mixed Methods*-Ansatz ihrer Studie.

Um die Inhaltsvalidität einiger geschlossener Skalen zu überprüfen (s. Teilstudien 2 und 3) und zudem auf Faktoren, die zur Teilnahme sowie Veränderung von Professionswissen und motivationalen Orientierungen geführt haben könnten (s. Teilstudien 2 bis 6), schließen zu können (Burton & Nesbit, 2008), wurden offene Fragen eingesetzt und inhaltsanalytisch ausgewertet (Kelle, 2018; Kuckartz, 2014). Einschränkend ist für die Güte dieser qualitativen Analysen festzuhalten, dass zwar die finalen Kategoriensysteme durch zwei Forschende im Sinne eines konsensuellen Kodierens im Diskurs erstellt wurden (Kuckartz, 2016), jedoch keine Intercoderreliabilität (Mayring, 2015) bestimmt werden konnte, da das gesamte Material in der finalen Runde mithilfe der überarbeiteten Kategoriensysteme nur durch eine Person kodiert wurde. Gründe dafür waren einerseits begrenzte Personalkapazitäten, andererseits der zumeist geringe Umfang und die eher geringe Komplexität vieler Antworten je Fragestellung (s. Online-Supplements in Kap. XI.9 und XI.10), die wenig Interpretationsspielraum zuließen.

Wie durch den Abgleich der Fragebögen (s. Anhang) mit den in den Teilstudien 2 und 3 analysierten offenen Antworten ersichtlich wird, wurden nicht alle offenen Items in die Auswertung einbezogen. Nach einer ersten Sichtung der zu den Fragen gehörigen Antworten wurden teils Redundanzen festgestellt (z.B. bei „Welche Ihrer Lernziele, Erwartungen und Wünsche an das Tutorium wurden erfüllt?“ und „Welche Ihrer Lernziele, Erwartungen und Wünsche an das Tutorium wurden nicht erfüllt?“). Das Messinstrument kann deswegen dahingehend verändert werden, dass Fragen, die zu Doppelungen von Antworten führen oder die keinen Mehrwert an Erkenntnissen erbringen, entfernt werden. Dies würde auch die Bearbeitungszeit des Fragebogens (s.o.) reduzieren.

Weiterhin sollte bei der Interpretation der Ergebnisse bedacht werden, dass die Befragten ihre motivationalen Orientierungen selbst eingeschätzt haben, also keine objektive Messung stattfand. L-SWE können beispielsweise aufgrund geringer Erfahrungen im Planen oder Durchführen von Unterricht zu hoch eingeschätzt werden (Rabe et al., 2012; Tschannen-Moran

et al., 1998). Auch kann z.B. die Einschätzung bestimmter experimentbezogener Fähigkeiten schwerfallen, weil es an experimentellen Erfahrungen mangelt (s. Teilstudie 5). Nichtsdestotrotz ist die Selbsteinschätzung von Kompetenzen ein gängiges Erhebungsverfahren in der Bildungsforschung (für die Sachunterrichts-Lehrer*innenbildung s. u.a. Hartmann & Reichhart, 2018; Kauertz et al., 2011; Möller et al., 2006). Bei einigen Konstrukten mangelt es an sinnvollen Alternativen zur Erhebung (z.B. L-SWE). Bei anderen, wie dem FSK, empfiehlt sich zur Validierung neu entwickelter oder adaptierter Messinstrumente z.B. eine gleichzeitige Erhebung kognitiver Kompetenzen (u.a. Festner et al., 2018), wie in Teilstudie 4 geschehen. Für die Messinstrumente der Teilstudie 5 stellt dies ein Desiderat dar (s. Diskussion in Manuskript 5).

Zuletzt ist für die nachfolgende Gesamtdiskussion hinsichtlich der Verallgemeinerbarkeit der Befunde (Döring & Bortz, 2016) der Studien 2 bis 6 festzuhalten, dass sie durch die Einbeziehung von Grundschullehramtsstudierenden *eines* Universitätsstandortes gewonnen wurden. Eine Ausdehnung ähnlicher Wirksamkeitsstudien auf andere für den Sachunterricht ausbildende Standorte in Deutschland wäre, gerade mit Blick auf die sehr unterschiedlichen Studiengangskonzeptionen (s. Teilstudie 1; Kap. II; Baumgardt & Kaiser, 2015) und mögliche Auswirkungen auf die Studierendenschaft, angezeigt.

VI.2 Ergebnisdiskussion und Implikationen

VI.2.1 Kohärenz im Sachunterrichtsstudium: Status quo und (Handlungs-)Bedarfe

VI.2.1.1 Vielperspektivität und Perspektivenvernetzung

Wie aus der Zusammenfassung der bildungspolitischen Vorgaben und Empfehlungen in Teilstudie 1 hervorgeht, bestand deutschlandweit bis zum Jahr 2019 keine umfassende Beschreibung für Mindeststandards in der Sachunterrichts-Lehrpersonenbildung, was u.a. von Haslbeck (2019) sowie Schmidt (2015) kritisiert wurde. Mit dem 2019 erschienenen *Qualifikationsmodell Studienfach Sachunterricht und seine Didaktik* (GDSU, 2019) ist dies nun gegeben. Ausgehend von den Kompetenzerwartungen der Qualifikationsbereiche „perspektivenspezifisch“ und „perspektivenübergreifend“ (GDSU, 2019) und den angenommenen Wirkungen curricularer Kohärenzherstellung, wie der Stärkung vernetzten, nicht trägen Wissens (Renkl, 1996; Schwichow et al., 2019; Spiro et al., 1992), erscheint ein integratives, d.h. alle Perspektiven des Sachunterrichts einbeziehendes Studium (Haslbeck, 2019; Schmidt, 2015; s. Kap. II) zur Professionalisierung der angehenden Sachunterrichtslehrpersonen am geeignetsten. Den Ergebnissen aus Teilstudie 1 zufolge kann nicht für alle für den Sachunterricht ausbildenden Universitätsstandorte in NRW von einem solchen integrativen Studientypus gesprochen werden (s. Kap. V.1), wie von Baumgardt & Kaiser (2015) beschrieben. So sind die Studiengangskonzeptionen in Wuppertal, dem einzigen Standort in NRW, an dem statt einem vier sachunterrichtsbezogene Teilstudiengänge angeboten werden, eher dem lernbereichs- oder sogar fachbezogenen Studientypus (Haslbeck, 2019;

Schmidt, 2015) zuzuordnen. Am Standort Köln fehlt es an Kontakt zur technischen Perspektive des Sachunterrichts (s. Kap. V.1).

Warum es nicht nur für die Entwicklung von (vernetztem) Professionswissen (Riese & Reinhold, 2009; Schmidt, 2015), sondern auch für die Stärkung motivationaler Orientierungen wichtig ist, dass *alle* Perspektiven des Sachunterrichts im Studium Berücksichtigung finden, zeigen Befunde dieser Arbeit: Wie in Kap. III.2 beschrieben, weisen aktuelle Studienergebnisse darauf hin, dass kognitive und affektiv-motivationale Kompetenzen von (angehenden) Grundschullehrpersonen bzgl. der technischen Perspektive niedriger sind als hinsichtlich aller anderen Perspektiven (Hartmann & Reichhart, 2018, Niermann, 2017) bzw. mindestens der naturwissenschaftlichen Perspektive (Reichhart, 2018). In den Teilstudien 4 und 6 (s. Kap. V.4 und V.6) zeigt sich für alle drei untersuchten motivationalen Konstrukte – wenn die gesamte Kohorte betrachtet wird – jedoch eine andere Tendenz[53]. Wie auch in bisherigen Arbeiten, die zwischen den Bezugsfächern der naturwissenschaftlichen Perspektive unterscheiden, sind die Ausprägungen in den biologiebezogenen Subskalen am höchsten (Al Sultan, 2020; Göhring, 2017; Janssen, 2015; Kleickmann, 2015). Das FSK, Sachinteresse und die L-SWE bzgl. der technischen Perspektive werden hier jedoch höher eingeschätzt als jene bzgl. Chemie und Physik als Bezugsfach. Werden in einem nächsten Schritt die Mittwerte im Vergleich der Studienschwerpunkte betrachtet, bewegen sich die Ausprägungen hinsichtlich der Bezugsfächer Chemie, Physik und Technik bei den nicht-NaWiTec-Studierenden auf einem sehr ähnlichen Niveau. Für die NaWiTec-Studierenden ergibt sich dasselbe Bild wie bei der globalen Betrachtung (Höhe der Ausprägung in abnehmender Reihenfolge: Biologie – Technik – dann, auf ähnlichem Niveau, Chemie und Physik). Da die NaWiTec-Studierenden rund 60 % der Befragten stellen, haben ihre Angaben einen wesentlichen Einfluss auf das Gesamtergebnis. Den Analysen der Teilstudie 1 zufolge haben genau diese Studierenden einen bis zu achtfach höheren fachwissenschaftlichen Mindestkontakt zum Bezugsfach Technik als es an anderen Standorten in NRW der Fall ist. Da aufgrund der Unterrepräsentationen des Faches Technik an weiterführenden Schulen[54] (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA), 2019) nicht davon auszugehen ist, dass diese höheren motivationalen Orientierungen allein durch mehr Kontakt zu diesem Fach in der Schulzeit zustande kommen, kann aus diesem Befund geschlossen werden, dass das Ausmaß an Kontaktzeit zum Fach im Studium – hier der Technik – maßgeblich die Höhe des fachbezogenen FSK, L-Interesses und der L-SWE beeinflusst. Inwieweit auch das technikbezogene *CK* der NaWiTec-Studierenden höher ist, kann aufgrund des Fragebogendesigns (s. Manuskript 4) nicht beurteilt werden. Dazu müsste in Folgestudien ein Fragebogen gewählt werden, der, wie bei Niermann (2017), klar zwischen den sachunterrichtlichen Bezugsfächern bzw. Perspektiven unterscheidet.

[53] Auf Basis von Faktorenanalysen wurde hier jeweils zwischen biologie-, chemie-, physik- und technikbezogenen motivationalen Orientierungen unterschieden (s. Manuskripte 4 und 6).
[54] Dies betrifft insbesondere die höheren Schulformen, wie die Gymnasien (VDMA, 2019).

In den Kompetenzerwartungen des perspektivenübergreifenden/-vernetzenden Qualifikationsbereiches des Qualifikationsmodells (GDSU, 2019) wird – den Zielen des Faches entsprechend (s. Kap. III.1) – die Fähigkeit zum perspektivenvernetzenden Denken und Handeln, also die Herstellung informell-individueller Kohärenz (Cramer, 2020), gefordert. Dies betont die Notwendigkeit, die sachunterrichtlichen Studiencurricula so zu gestalten, dass nicht nur eine (unverbundene) Einbeziehung diverser Bezugswissenschaften stattfindet, sondern auch eine sinnvolle Vernetzung dieser (formell-institutionelle Kohärenz; Cramer, 2020).

Daher wurde in Teilstudie 1 erstmalig für Deutschland untersucht, ob die Prüfungsordnungen eine Vernetzung der sachunterrichtlichen Perspektiven innerhalb von Modulen/ Modulkomponenten vorsehen. Zwar konnten in den intendierten Curricula aller Standorte – wenn auch in einem sehr unterschiedlichen Ausmaß (s. Kap. V.I) – perspektivenvernetzende Elemente identifiziert werden, allerdings liefern die Teilstudien 2, 3 und 6 Hinweise dafür, dass hinsichtlich der curricularen Perspektivenvernetzung – mindestens für den Standort Wuppertal – noch Handlungsbedarf besteht: So geben die Masterstudierenden der Intervention A an, dass sie im bisherigen Studium wenig Kontakt zum Thema ‚Vielperspektivität im Sachunterricht' gehabt haben. Zudem äußern sie im Pretest explizit den Wunsch der Einbeziehung und/oder Vernetzung der verschiedenen Perspektiven des Sachunterrichts. Im Gegensatz zu den in Teilstudie 1 betrachteten Prüfungsordnungen sieht die Bachelorprüfungsordnung dieser Studierendengruppe[55] (Sachunterricht mit Schwerpunkt ‚Sonderpädagogische Förderung') neben einem Einführungsmodul zum inklusiven Sachunterricht Module zu allen Perspektiven des Sachunterrichts im gleichen Umfang[56] vor (BUW, 2017a). Dies entspricht nach Haslbeck (2019) und Schmidt (2015) dem integrativen Studiengangs-Typus, der zur Ausbildung professioneller Kompetenzen für dieses „Integrationsfach" (vgl. Michalik & Murmann, 2007, S. 101) am geeignetsten erscheint. Hier gilt es seitens der Hochschule(n) zu überlegen, inwiefern möglichst früh im Bachelorstudium eine deutlichere Perspektivenvernetzung zwischen den Modulen oder innerhalb von Lehrveranstaltungen/Modulen stattfinden kann. Eine kollegiale Vernetzung über Bezugsdisziplinen hinweg, wie sie auch in dieser Arbeit umgesetzt wurde (s. Kap. VI.2.6), ist eine Möglichkeit (Meschede et al., 2020; Murmann, 2020).

Zwar wird von den Teilnehmer*innen der Intervention B der Wunsch nach einer Einbeziehung/Vernetzung mehrerer sachunterrichtlicher Bezugsfächer nicht so häufig und explizit geäußert wie von jenen der Intervention A, aber auch hier gibt es Anzeichen des Bedarfs nach curricularer Kohärenz auf dieser Ebene: So wählt die Mehrheit der Studierenden bei der Frage, ob sie einen weiteren, ähnlichen Kurs freiwillig belegen würden, die Extra-Option ‚gerne wieder einen Kurs, der die verschiedenen Perspektiven miteinander verknüpft' aus (s.

[55] Die Bachelor- und Masterstudiengänge mit dem Schwerpunkt „Sonderpädagogische Förderung – Sachunterricht" wurden in die Analysen der Teilstudie 1 nicht einbezogen (s. Manuskript 1).
[56] Je fünf LP für fachwissenschaftliche und fachdidaktische Module zu Biologie, Chemie, Physik, Technik, Geographie, Geschichte und Sozialwissenschaften (BUW, 2017a).

Manuskript 3). Der Bedarf nach Perspektivenvernetzung scheint also durch das Belegen eines Kurses, in dem dies geschieht, noch nicht gesättigt zu sein. Auch die Ausprägungen der L-SWE bzgl. des Gestaltens/Unterrichtens von vielperspektivischem, naturwissenschaftlich-technischem Unterricht (Pretest) sind im Vergleich zu jenen in den fachbezogenen Subskalen geringer ausgeprägt (s. Teilstudie 6). Dies deutet darauf hin, dass die Studierenden im bisherigen Studienverlauf u.a. wenig eigene Handlungs- und Erfolgserfahrungen (*enactive mastery experience*) oder stellvertretende Erfahrungen (*vicarious experience*; Bandura 1977 & 1997; Tschannen-Moran et al., 1998) bzgl. Vielperspektivität/Perspektivenvernetzung sammeln konnten.

Insgesamt verweisen die beschriebenen Befunde auf den Bedarf nach perspektiven-/bezugsfachvernetzenden Lerngelegenheiten (am Standort Wuppertal), welchem durch die in dieser Arbeit entwickelten und beforschten Kurse begegnet werden soll.

VI.2.1.2 Vernetzung der Professionswissensbereiche

Auch wenn eine Vernetzung der Professionswissensdimensionen im Rahmen der Teilstudie 1 nicht im Forschungsfokus stand, wurde bei den Analysen deutlich, dass in den Prüfungsordnungen aller Standorte Module und/oder Modulkomponenten vorgesehen sind, in denen Professionswissensbereiche miteinander vernetzt werden (s. Kap. V.1). Dies ist aufgrund der in Kap. III.2 beschriebenen Zusammenhänge zwischen *CK* und *PCK* (u.a. Großschedl et al., 2015; Sorge et al., 2019; Tröbst et al., 2018) begrüßenswert. Inwieweit und in welcher Form diese Vernetzung an den einzelnen Standorten umgesetzt wird (implementiertes Curriculum; König & Rothland, 2018), sollte Gegenstand zukünftiger Arbeiten sein, in denen beispielsweise die für Teilstudie 1 erstellten Studiengangsübersichten (s. Online-Supplement zu Manuskript 1, Kap. XI.8) als Vergleichsgrundlage herangezogen werden.

Aus den offenen Studierendenantworten kann geschlossen werden, dass hinsichtlich dieser Kohärenzebene ebenfalls Handlungsbedarf seitens der Hochschule(n) besteht: Auch hier formulieren wieder die M. Ed.-Studierenden aus Intervention A explizit die Erwartung an eine Vernetzung der Professionswissensdimensionen in der Lehrveranstaltung (s. Manuskript 2). Dies spiegelt die Ergebnisse von Ziepprecht & Gimbel (2018) wider, wonach nicht nur Bachelorstudierende einen Wunsch nach Kohärenz im Studium haben. Bei den Teilnehmer*innen der Intervention B hingegen ergibt sich ein anderes Bild: Sie betonen in den offenen Angaben mehrheitlich den Wunsch nach einer starken Einbeziehung fachdidaktischer Inhalte im Kurs, während der Einbezug von oder eine Vernetzung mit fachwissenschaftlichen Elementen nur sehr selten erwähnt wird (s. Manuskript 3). Die Ergebnisse der geschlossenen Skalen zur persönlichen Relevanz bestimmter Kursinhalte/-elemente zeigen die gleiche Tendenz: Das Einbeziehen fachdidaktischer Inhalte ist für die Studierenden ‚äußerst wichtig' (Md = 5.00), während ihnen das Behandeln fachwissenschaftlicher Inhalte ‚mittelmäßig wichtig' (Md = 3.00) ist. Auch bei Arbeiten wie jenen von Wagener et al. (2019) und Cramer

et al. (2009) halten die befragten Lehramtsstudierenden fachwissenschaftliche Inhalte im Studium für weniger relevant (s. auch Lersch, 2006).

Dass sich zwischen den Teilnehmer*innen der Interventionen A und B Unterschiede in den Bedarfen zeigen, könnte folgenden Grund haben: Die Mehrheit der Studierenden aus Intervention B studiert einen der vier in Teilstudie 1 analysierten sachunterrichtsbezogenen Teilstudiengänge (s. Tab. 3). In allen vier Teilstudiengängen ist der fachwissenschaftliche Gesamt-Mindestkontakt – im Vergleich zu den Teilstudiengängen anderer Standorte in NRW – sehr hoch. Sie könnten (rein) fachwissenschaftlicher Lehrveranstaltungen im Studium also überdrüssig sein. Der fachwissenschaftliche Gesamt-Mindestkontakt der Studierenden mit Schwerpunkt ‚Sonderpädagogische Förderung' ist dagegen geringer (BUW, 2017a & 2017c). Im Posttest zu Kurs A wird teilweise sogar der Wunsch geäußert, dass fachwissenschaftliche Inhalte noch intensiver behandelt werden könnten (s. Manuskript 2). Es könnte nun argumentiert werden, dass die Befragten der Intervention B ihr *CK* schon als ausreichend für das Unterrichten in der Grundschule erachten. Auch wenn noch kein Konsens besteht, wird angenommen, dass das *CK* einer Lehrperson über der Schulstufe liegen sollte, in der es unterrichtet wird (Blömeke et al., 2009; Lange-Schubert & Hartinger, 2020). Allerdings erreichen die Befragten des Kurses B im *CK*-Pretest, dessen Fragen Schulbuchanalysen zufolge mit dem Fachwissen aus der Schulzeit beantwortet werden könnten und dessen Inhalte relevant für den Sachunterricht sind (s. Manuskript 4), weniger als die Hälfte der maximal erreichbaren Punktzahl. Auch zeigt sich, dass NaWiTec-Studierende nicht unbedingt ein höheres *CK* als nicht-NaWiTec-Studierende haben.

Mit Blick auf das Modell von Lipowsky (2010; s. Abb. 8), das einen Einfluss von Werten (dazu gehört die persönliche Relevanz von Kursinhalten) auf die Teilnahme- und Lernmotivation postuliert, sollten daher einerseits Maßnahmen herangezogen werden, welche den angehenden Grundschullehrpersonen die Relevanz bestimmter fachwissenschaftlicher Studieninhalte verdeutlichen. Dies wurde in dieser Arbeit mithilfe von Lehr-Lern-Settings nach dem Integrationsmodell (Mayer et al., 2018; s. Kap. III.3.1.2 und III.5.2) realisiert. Letzteren Autor*innen zufolge „gewinnt [durch die Vernetzung fachwissenschaftlicher und fachdidaktischer Elemente] der fachwissenschaftliche Inhalt an Relevanz für die Profession sowie der fachdidaktische an Konkretisierung" (vgl. Mayer et al., 2018, S. 12). Anderseits sollte daran geforscht werden, in welcher Tiefe das *CK* bei Sachunterrichtslehrpersonen vorhanden sein sollte, um qualitativ hochwertigen Unterricht gestalten zu können, der dem in Kap. III.1 beschriebenen Bildungsanspruch des Faches gerecht wird. Basierend auf solchen Ergebnissen können die Studiencurricula weiterentwickelt werden.

Insgesamt ist für die Angaben zur persönlichen Relevanz jedoch auch festzuhalten, dass den Befragten keine der benannten Komponenten im Mittel ‚weniger wichtig' oder ‚gar nicht' wichtig ist (s. Manuskript 3). Dies zeigt sich auch in anderen Studien (Oser & Oelkers, 2001) und ist laut Cramer et al. (2009) aufgrund der ‚Bedeutungsfrage' nicht überraschend.

VI.2.1.3 Vernetzung von Ausbildung und beruflichen Anforderungen

Von vielen Teilnehmer*innen beider Interventionen wird der Wunsch nach einer engen Verknüpfung der Kursinhalte bzw. -aktivitäten mit beruflichen Anforderungen geäußert (z.B. S114 aus Intervention B: „Hauptsache ich frage mich nicht, was mir dieser Kurs in der Grundschule bringen wird“; s. Teilstudien 2 und 3). Dieser Befund deckt sich mit den Ergebnissen anderer Befragungen von Lehramtsstudierenden (u.a. Wagener et al., 2019) und auch mit den Forderungen von Wissenschaftlern wie Hammerness (2006) oder Oelkers (2009). Hier gilt es, die richtige Balance zwischen dem Anspruch universitärer Lehre und den Anliegen der angehenden Lehrpersonen zu finden sowie Mittel zu identifizieren, welche die Bedeutung theoretischer Inhalte für die Berufspraxis verdeutlichen.

VI.2.1.4 Exkursionen und Experimentieren im Sachunterrichtsstudium

Als Mittel der Kohärenzherstellung wurden in den beforschten Lehrveranstaltungen – neben der Verwendung eines interdisziplinären Lehr-Lern-Settings – die Methoden bzw. Arbeitsweisen ‚Exkursion‘ (Intervention A) und ‚Experiment‘ (Intervention B) eingesetzt. Beide sind zur Förderung verschiedenster Kompetenzen geeignet (Hammann, 2016; Meyer, 2011; Stolz & Feiler, 2018) und gelten als zentrale fachspezifische Arbeitsweisen des vielperspektivischen, inklusiven Sachunterrichts (Blaseio, 2016; GDSU, 2013; Grygier & Hartinger, 2012; Kaiser & Seitz, 2017; s. Manuskripte 2 und 3). Da ihr (qualitätsvoller) Einsatz in der Berufspraxis oft nicht nur aufgrund gewisser schulischer Rahmenbedingungen, sondern auch aufgrund mangelnder Kompetenzen der Lehrer*innen scheitert (Heynoldt, 2016; Lößner, 2011; Möller, 2009), sollte das Studium Lerngelegenheiten schaffen, in denen diesbezügliche professionelle Kompetenzen grundgelegt werden können.

Allerdings scheinen beide Arbeitsweisen im Grundschullehramtsstudium[57] wenig thematisiert und erlebt zu werden (s. Teilstudien 2, 3 und 5), obwohl Bedarf vorhanden ist. Teilnehmer*innen des Kurses A haben das Lernziel, ihre Kompetenzen bzgl. des Planens und Durchführens von sachunterrichtlichen Exkursionen zu stärken; rund die Hälfte aller Kodierungen zu den Wünschen an Kurs B fällt in die Kategorie ‚Experimentieren‘ (s. Teilstudie 3). Diese Bedarfe können mit geringen Erfahrungen zusammenhängen: Unter 20 % der Masterstudierenden aus Intervention A hat im bisherigen Studienverlauf Kontakt zum Thema ‚Exkursionen im Sachunterricht‘ gehabt (Teilstudie 2), die Teilnehmer*innen aus Kurs B geben im Mittel an, dass sie im bisherigen Studium ‚eher wenig‘ bis ‚mittelmäßig oft‘ Experimentiererfahrungen sammeln konnten. Dies gilt insbesondere für die nicht-NaWiTec-Studierenden, denn sie haben in ihrer Zeit auf der weiterführenden Schule und im bisherigen Studium signifikant weniger Experimentiererfahrungen gemacht als NaWiTec-Studierende (s. Teilstudie 5).

[57] Hier gilt, wie zuvor auch, dass diese Aussage über den Standort Wuppertal getroffen wird; für andere Studienstandorte ist dies zu überprüfen.

Ein Befund der Korrelationsberechnungen aus Teilstudie 5 verdeutlicht, warum es für die Professionalisierung der angehenden Sachunterrichtslehrpersonen in Bezug auf Experimentalunterricht so wichtig ist, dass (reflektierte) Experimentiererfahrungen im *Studium* gemacht werden (Capps et al., 2012): Zwischen dem FSK bzgl. der Planung von Experimentalunterricht und den Experimentiererfahrungen im Studium besteht eine hoch signifikante Korrelation, während keine statistisch bedeutsamen Zusammenhänge zwischen diesem FSK und den Experimentiererfahrungen in der Schulzeit gefunden wurden (s. Manuskript 5). Daher ist mit Blick auf die Wirkungen des FSK (s. Abb. 4) davon auszugehen, dass die nicht-NaWiTec-Studierenden – ohne entsprechende Maßnahmen im weiteren Studienverlauf oder gegebenenfalls in der zweiten und dritten Ausbildungsphase – in ihrer Berufspraxis z.B. weniger offenen Experimentalunterricht planen werden als es Lehrpersonen mit NaWiTec-Studienschwerpunkt tun. Insgesamt betonen die gefundenen Zusammenhänge zwischen den zurückliegenden Experimentiererfahrungen und dem experimentbezogenen FSK sowie den FSK bzgl. der Planung und Durchführung von Experimentalunterricht die Relevanz von Experimentiergelegenheiten in Schule und Studium für die Entwicklung diesbezüglicher FSK, welche das Handeln der Lehrpersonen beeinflussen (u.a. Guskey, 1988; Trautwein & Möller, 2016; s. Abb. 4).

Inwieweit sich die hier gewählten Mittel ‚Exkursion', ‚Experimentieren' und ‚interdisziplinäres Lehren/Lernen' zur Herstellung von informell-individueller Kohärenz und zur Professionalisierung der angehenden Grundschullehrer*innen eignen, wird in den nächsten beiden Kapiteln diskutiert.

VI.2.2 Herstellung informell-individueller Kohärenz

Eine Fragestellung dieser Arbeit ist, ob es durch die Interventionen A und B gelingen kann, informell-individuelle Kohärenz auf Seiten der Teilnehmer*innen herzustellen (s. Kap. III.5.3). Hierbei sollte zwischen der *Wahrnehmung* von Kohärenz und der *gedanklichen Herstellung von Kohärenz* (kognitive Kohärenz; Diehr, 2020) differenziert werden (Cramer, 2020).

Aus den Reaktionen der Teilnehmer*innen im Posttest wird deutlich, dass sie Kohärenz in verschiedenen Formen bewusst *wahrgenommen* haben (s. Manuskripte 2 und 3): Besonders oft wird eine Vernetzung der Kursinhalte mit (Anforderungen) der Berufspraxis (Kohärenzebene 3) erwähnt. Aber auch die Vernetzung der sachunterrichtlichen Perspektiven bzw. Bezugsfächer (Kohärenzebene 1) sowie eine Vernetzung der Professionswissensbereiche (Kohärenzebene 2) werden genannt. Hier bestätigt sich also der Befund von Canrinus et al. (2017), dass die Herstellung formell-institutioneller Kohärenz zum Wahrnehmen von Kohärenz auf Seiten der Lehramtsstudierenden führen kann.

Wie aus den Fragebögen ersichtlich (s. Kap. XI.4 und XI.6), wurde dabei in den Fragen nicht explizit nach der Wahrnehmung von Kohärenz gefragt, sondern die Items in Orientierung an dem erweiterten Angebots-Nutzungsmodell von Lipowsky (2010; s. Kap. III.3.1) und der

Arbeit von Heran-Dörr (2006) sehr offen gehalten, um die Studierenden in ihrer Antwort nicht in eine bestimmte bzw. von den Forschenden erwünschte Richtung zu beeinflussen. Auch Cramer (vgl. 2020, S. 276) empfiehlt, die Wirksamkeit formell-institutioneller Kohärenzherstellung nicht allein durch Selbsteinschätzung der Teilnehmer*innen, „wie stark aufeinander bezogen [sie] die Elemente [der Kohärenzherstellung] wahrnehmen“ zu untersuchen.

Beim Vergleich der genannten Weiterempfehlungsgründe zu beiden Interventionen fällt auf, dass die meisten Antworten der Teilnehmer*innen von Intervention A in die Kategorie „Kohärenzerleben/-wahrnehmen“ fallen, während bei Intervention B als Hauptgrund die Stärkung von Professionswissen genannt wird. Auch bei anderen Fragen zeigt sich diese Tendenz. Ein Grund dafür könnten die jeweiligen Voraussetzungen, Bedarfe, Erwartungen und Werte der Studierenden sein (s. Kap. VI.2.1), welche die Wahrnehmung des Kursangebotes beeinflussen (s. Modell von Lipowsky, 2010; Abb. 8). Ziepprecht & Gimbel (2018) zufolge werden Lehr-Lern-Settings mit einem Integrationsmodell (Mayer et al., 2018; s. Kap. III.3.1.2), die von einem/einer Dozierenden allein gestaltet und durchgeführt werden, wie es hier bei Intervention B der Fall war, möglicherweise von den Lernenden nicht als kohärent wahrgenommen. Dass sich die an Intervention A teilnehmenden Studierenden verstärkt über Kohärenzerleben äußern, könnte also auch damit zusammenhängen, dass das Seminar von zwei Dozierenden aus unterschiedlichen Disziplinen durchgeführt wurde und der vielperspektivische (inklusive) Sachunterricht noch deutlicher im Fokus stand als es bei Intervention B der Fall war. Nichtsdestotrotz zeigen die Ergebnisse der Längsschnittstudien zu Intervention B, dass die dortige Herstellung formell-institutioneller Kohärenz, ob explizit oder implizit von den Studierenden wahrgenommen, dafür geeignet ist, professionelle Kompetenzen hinsichtlich mehrerer sachunterrichtlicher Bezugsfächer positiv zu entwickeln (s. nächstes Kap. VI.2.3). Für weitere Durchläufe der Intervention B könnte, wie von Ziepprecht & Gimbel (2018) vorgeschlagen, versucht werden, die Bedeutung bzw. den Mehrwert der Kohärenzherstellung expliziter hervorzuheben.

Aufgrund der in Kap. III.3.1.2 beschriebenen bisherigen Forschungsbefunde ist anzunehmen, dass das Wahrnehmen von Kohärenz positive Effekte auf allen vier Wirkungsebenen nach Lipowsky (2010; s. Kap. III.3.1) zufolge hat. In dieser Arbeit wurden die ersten beiden Ebenen – die Reaktionen und Veränderungen kognitiver und affektiv-motivationaler Kompetenzen – betrachtet (Lipowsky & Rzejak, 2012): Konsistent wahrgenommene Ausbildungsstrukturen/-inhalte stehen im Zusammenhang mit der (Studien-)Zufriedenheit (Landeen et al., 2013; Lindner & Klusmann, 2018), welche der *ersten Wirkungsebene* zuzuordnen ist (Lipowsky & Rzejak, 2012). Für einzelne adaptive Lerngelegenheiten im Kontext von Lehrpersonenaus-/-fort-/-weiterbildung wurde gezeigt, dass ein hoher Bezug der Kursinhalte/-aktivitäten zur Berufspraxis, beispielsweise in Form des expliziten Bezugnehmens auf Lehrpläne, mit einer höheren Zufriedenheit der Teilnehmer*innen einhergeht (zur Übersicht s. Desimone, 2009;

Lipowsky & Rzejak, 2012). Auch aus den offenen Antworten der Studierenden, gerade jenen der Intervention B, wird eine Zufriedenheit mit dem Kurskonzept bzw. den Kursaktivitäten deutlich (s. Manuskript 3). Es sei angemerkt, dass aufgrund des gewählten Studiendesigns nicht beurteilt werden kann, ob die Zufriedenheit auf das Wahrnehmen von Kohärenz, z.B. durch praxisnahe Kursaktivitäten (Kohärenzebene 3; s. Manuskripte 2 und 3), zurückzuführen ist. Sie kann auch durch andere Charakteristika der Lehr-Lern-Settings (s. auch das nächste Kapitel) bedingt sein. Eine hohe Zufriedenheit bzw. Akzeptanz kann die Transfermotivation, also die Motivation, das Gelernte im Arbeitsumfeld anzuwenden (Hinrichs, 2016), positiv beeinflussen (Huber & Radisch, 2010). Da allerdings positive Teilnehmer*innen-Reaktionen nicht automatisch mit Wirkungen auf anderen Ebenen zusammenhängen (u.a. Goldschmidt & Phelps, 2007), ist es wichtig, auch diese zu betrachten. Studien wie jene von Blömeke et al. (2012), Durik & Harackiewicz (2003), Seidel et al. (2005) und Tatto (1996) zeigen, dass das Wahrnehmen von Kohärenz in Lehr-Lern-Settings zu positiven Veränderungen kognitiver und affektiv-motivationaler Kompetenzen von Lernenden führen kann (*zweite Ebene der Wirksamkeit*; Lipowsky & Rzejak, 2012). Die Befunde der quantitativen Längsschnittstudien dieser Arbeit (Teilstudien 2, 4, 5 und 6), gestützt durch die qualitativen Analyseergebnisse (Teilstudien 2 und 3), verdeutlichen die Eignung beider Interventionen zur Stärkung des Professionswissens und motivationaler Orientierungen von angehenden Sachunterrichtslehrpersonen. Hier ist wichtig, zu betonen, dass sicherlich nicht nur die in den Kursen installierte formell-institutionelle Kohärenz dabei eine Rolle spielt. Allerdings ist – mit Blick auf die in Tab. 1 zusammengestellten Studien – anzunehmen, dass sich die motivationalen Orientierungen bezüglich *mehrerer* sachunterrichtlicher Bezugsfächer gerade aufgrund des interdisziplinären Lehr-Lern-Settings positiv entwickelt haben. Alle Einflussfaktoren werden im nächsten Kapitel gebündelt diskutiert.

Es wird davon ausgegangen, dass die Wahrnehmung von Kohärenz der *gedanklichen Herstellung von Kohärenz* dienlich sein kann (Cramer, 2020; Schwichow et al., 2019; Spiro et al., 1992). Auch wenn in dieser Arbeit nicht primär untersucht, deuten folgende Befunde aus den Teilstudien 3 und 4 (Intervention B) auch auf eine gedankliche Kohärenzherstellung – hier im Sinne einer gedanklichen Vernetzung zwischen den sachunterrichtlichen Bezugsfächern – hin: Der Grad der Zustimmung zur Skala ‚Förderung des Verständnisses von der Interdisziplinarität der Naturwissenschaften und Technik' ist mit einem Md = 4.50 sehr hoch (s. Teilstudie 3). Inwieweit tatsächlich das Verständnis von Zusammenhängen biologischer, chemischer, physikalischer und technischer Sachverhalte zunimmt, kann an dieser Stelle nur indirekt und partiell über den *CK*-Test gemessen werden, bei dem viele Fragen Bezüge zu mehreren Bezugsdisziplinen des Sachunterrichts aufweisen (s. Teilstudie 4). Wie berichtet, ist ein signifikanter kurz- sowie langfristiger *CK*-Zuwachs festzustellen (s. Kap. V.9.3.2). Durch vernetztes *CK* könnte es den Studierenden einfacher gefallen sein, die Fragen zu beantworten. Die Fähigkeit zum perspektiven-/bezugsfachvernetzten Denken kann in Folgestudien beispielsweise mithilfe von Concept-Mapping, ähnlich zu dem Vorgehen von Kratz et al.

(2013), erfasst werden. Allerdings ist dieses aufgrund eines aufwändigeren Auswertungsverfahrens (Graf, 2014) weniger gut für eine große Stichprobe geeignet.

Einen weiteren Hinweis auf gedankliche Kohärenzherstellung liefern Pre-Post-Vergleiche der Faktorladungen in den rotierten Faktorenmatrizen (s. EFA, Kap. IV.3.3.1.1) zu den fachbezogenen FSK in Teilstudie 4 (s. Kap. V.4). Generell konnte zunächst mithilfe der EFAs gezeigt werden, dass die Grundschullehramtsstudierenden die Bezugsfächer Biologie, Chemie, Physik und Technik in ihren FSK, L-SWE und Sachinteressen[58] unterscheiden. Als ein Grund dafür kann die fächergetrennte Beschulung in vielen Bundesländern gesehen werden (Jansen, 2017). Bei drei Items der physik- bzw. technikbezogenen FSK sind in der Posttest-Matrix Faktorquerladungen über $\lambda \geq .30$ (s. Manuskript 4 für Details) vorhanden, die in der Pretest-Matrix nicht auftauchen. Dies kann ein Anzeichen dafür sein, dass sich durch das interdisziplinäre Lehr-Lernsetting die FSK-Struktur in Richtung eines eher „allgemeinen" naturwissenschaftlich-technischen FSK verändert, bei dem nicht mehr bzw. weniger zwischen Fähigkeiten in den einzelnen Bezugsfächern unterschieden wird. Dies konnte für interdisziplinär beschulte SuS ebenfalls gezeigt werden (Jansen et al., 2014). In Folgearbeiten ist zu untersuchen, ob die Teilnahme an mehreren, den Interventionen A und B ähnelnden Kursen mit der Zeit zu „Verschmelzungen" domänenspezifischer motivationaler Orientierungen führt, was ein Hinweis auf gedankliche Kohärenzherstellung wäre. Eine solche Entwicklung käme den Kompetenzerwartungen des perspektivenübergreifenden Qualifikationsbereiches (GDSU, 2019) entgegen.

VI.2.3 *„da viele Kleinigkeiten erst auffallen, wenn man sie selbst erlebt hat"* – Einflussfaktoren der Veränderung professioneller Kompetenzen

Mit dem Zitat, welches ganz am Anfang dieser Arbeit steht und welches die Antwort der/des Studierenden S148 auf die Frage darstellt, warum sie/er Intervention B anderen Kommiliton*innen weiterempfehlen würde, beginnt dieses Teilkapitel. Mithilfe der Inhaltsanalysen der offenen Antworten der Studierenden (Teilstudien 2 und 3), der Korrelationsberechnungen (Teilstudien 4 bis 6) sowie durch Abgleich mit bisherigen Forschungsbefunden kann auf potenzielle Faktoren, die in den Interventionen zu einer bedeutsamen Veränderung der professionellen Kompetenzen der Grundschullehramts-studierenden geführt haben, geschlossen werden. Da eine ausführliche Diskussion dieser Faktoren in den jeweiligen Teilstudien stattfindet, dient dieser Abschnitt dazu, einen kompakten Überblick zu geben.

CK und *PCK*

Die Befunde zu Intervention B zeigen, dass eine Kursstruktur nach dem Integrationsmodell (Mayer et al., 2018), in diesem Falle ein fachwissenschaftlicher Kurs, der auch fachdidaktische Anteile hat (pädagogischer Doppeldecker, s. Manuskript 3), zu einem signifikanten kurz- und

[58] Ausnahme hier: Sachinteresse Physik und Technik (s. Online-Supplement zu Manuskript 6; Kap. XI.11)

langfristigen *CK*-Zuwachs führen kann (s. Manuskript 4). Die Veränderung des *PCK* wurde nicht mithilfe eines spezifischen Messinstruments – wie beim *CK* – erfasst, allerdings nennen die Studierenden als Hauptgrund für die Weiterempfehlung des Kurses die Stärkung des *PCK* (s. Manuskript 3). In Folgeuntersuchungen sollte die Entwicklung des *PCK* explizit erhoben werden. Anhand der Reaktionen der Teilnehmer*innen der Intervention A kann nicht beurteilt werden, ob es – in ihrer Wahrnehmung – zu einer positiven Entwicklung des Professionswissens gekommen ist. Aus den Reaktionen der Teilnehmer*innen von Kurs B lassen sich potenzielle Faktoren ableiten, die zu einer positiven Entwicklung des Professionswissens geführt haben. Als erster Faktor kann *content focus* (Besser et al., 2015; Desimone, 2009; Kratz et al., 2013), hier in Form der Kontexte ‚Der Teich und seine Umgebung' sowie ‚Der Mensch und seine Leistungsfähigkeit', benannt werden. Auch die moderat-konstruktivistische Lernumgebung (Riemeier, 2006) kann ein wesentlicher Einflussfaktor sein, denn die Studierenden nennen in den Fragen zu spontanen Assoziationen und Weiterempfehlungsgründen u.a. das handlungsorientierte Arbeiten (Experimentieren, Planen von Experimenten für den Sachunterricht) bzw. *Learning by Doing* (u.a. Dewey, 1938). Zudem können das Lesen der zur Verfügung gestellten Sachanalysen und die Nachbesprechungen im Plenum das *CK*, welches zuvor mittels der Experimente selbst erarbeitet wurde, gestärkt haben (s. Manuskripte 3 und 4 für Details). Es ist davon auszugehen, dass die in Kurs B gewählte interdisziplinäre Lernumgebung (Kohärenzebene 1), ähnlich wie in der Studie von Kratz et al. (2013), dazu geführt hat, dass sich das *CK* bezüglich der naturwissenschaftlichen Bezugsfächer und der technischen Perspektive positiv entwickelt hat. Auch Åström (2008) konnte zeigen, dass interdisziplinäre Lehr-Lern-Settings disziplinären Settings in der Förderung des *CK* nicht unterlegen sind. Wie u.a. in Kap. III.2.3 beschrieben, kann eine (subjektive) positive Entwicklung des *PCK* u.a. durch die Zunahme des *CK* bedingt sein (Großschedl et al., 2015; Tröbst et al., 2018). Förderlich für einen Zuwachs an *PCK* können zudem das Einbeziehen spezifischer fachdidaktischer Inhalte, das Erheben eigener Konzepte (z.B. in Kurseinheit 10; s. Manuskript 3) und das Thematisieren von SuS-Vorstellungen gewesen sein (u.a. Kleickmann, 2015; Möller et al., 2006).

Motivationale Orientierungen

Dass sich die in dieser Arbeit untersuchten motivationalen Orientierungen (FSK, L-SWE, L-Interesse) nicht nur hinsichtlich eines sachunterrichtlichen Bezugsfaches, sondern in Bezug auf mehrere Bezugsfächer positiv entwickeln, kann – durch einen Abgleich mit den in Tab. 1 dargestellten Studiensettings und ihren Ergebnissen (u.a. Göhring, 2017; Janssen, 2015) – auf die in den Interventionen A und B installierte Kohärenzebene 1 zurückgeführt werden. So werden durch die gewählten Kontexte und die beiden Arbeitsweisen ‚Exkursion' und ‚Experimentieren' Zusammenhänge zwischen den einzelnen Disziplinen und interdisziplinäre Fähigkeiten, wie das Problemlösen, betont. Dies kann – z.B. mit Blick auf das FSK – zu einer

Reduktion dimensionaler Vergleiche (Wolff et al., 2018) zwischen den Fähigkeiten in den einzelnen Disziplinen geführt haben (s. Manuskript 4 für Details).

Folgende zusätzliche Faktoren können zur positiven Entwicklung der FSK geführt haben (nur auf Intervention B bezogen):

1. *Positive Kompetenzerfahrungen (Bong & Skaalvik, 2003; Dickhäuser, 2006; Shavelson et al., 1976):* In Teilstudie 5 wurden positive, signifikante Korrelationen zwischen der während des Kurses wahrgenommenen Experimentierkompetenz und den FSK-Veränderungen gefunden. Auch die offenen Studierendenreaktionen deuten auf Kompetenzerfahrungen beim Experimentieren an den Stationen sowie beim Planen von experimentellen Erarbeitungsphasen hin (s. Manuskript 3).
2. Auch das *Heranziehen von Bezugsnormen* kann eine Veränderung der FSK bewirkt haben:
    a. *Temporale Vergleiche (Möller & Trautwein, 2015; Wolff et al., 2018):* Einige Studierenden erwähnen, dass ihnen das Planen der Experimente für den Sachunterricht beim zweiten Mal einfacher gefallen ist als beim ersten Mal. Zudem können sie am Ende des Kurses realisiert haben, dass ihr *CK* zugenommen hat (für die Zusammenhänge von *CK* und FSK s. Kap. III.2.3).
    b. *Dimensionale Vergleiche (Wolff et al., 2018):* s.o. und Manuskripte 4 und 5
    c. *Kriteriale Vergleiche (Möller & Trautwein, 2015):* Auch das erfolgreiche Bewältigen kriterialer Anforderungen (z.B. zu Anfang des Kurses präsentierte Lernziele) kann zu einer positiven Entwicklung der FSK geführt haben.
    d. *Vermeidung sozialer Vergleiche (Marsh et al., 2015; Möller & Trautwein, 2015):* Auf diesen Punkt wird in Kap. VI.2.5 eingegangen.
3. *Feedbackstrukturen (Bong & Skaalvik, 2003; Lüdtke et al., 2005; Möller & Trautwein, 2015):* Aufgrund der offenen Rückmeldungen der Studierenden kann als weiterer das FSK positiv beeinflussender Faktor das Geben bzw. Erhalten von (schriftlichem) Feedback genannt werden.
4. *Unterstützendes Verhalten der Lernumgebung (Möller & Trautwein, 2015):* Eine positive Lernatmosphäre, welche von vielen Studierenden genannt wird, kann ebenfalls zu einer Stärkung der FSK geführt haben.

Durch die offenen Antworten der Studierenden aus Kurs A und B (s. Manuskripte 2 und 3) können weiterhin Faktoren identifiziert werden, welche – neben dem interdisziplinären Lehr-Lern-Setting (Kohärenzebene 1) – zu einer positiven Entwicklung der L-SWE geführt haben können. Sie sind sortiert nach den vier von Bandura (1997) und Tschannen-Moran et al. (1998) genannten Quellen von L-SWE:

1. *Direkte Erfahrungen (enactive mastery experience*): Hier sind praxisnahe, eigens durchgeführte Tätigkeiten, wie die Planung von Exkursionen (Kurs A) bzw.

Experimenten (Kurs B) für den Sachunterricht sowie das Anwenden fachspezifischer Arbeitsweisen, zu nennen (s. Manuskripte 2 und 6).

2. *Stellvertretende Erfahrungen (vicarious experience*): Als Verhaltensmodell kann/können die/der Dozierende*n als Expert*in*nen für bestimmte sachunterrichtliche Disziplinen herangezogen werden. Zudem können auch die Handlungen der Kommiliton*innen, z.B. während der Planungsphasen, als Verhaltensmodell dienen (Urton, 2017; Wagener et al., 2019; s. Manuskripte 2 und 6).
3. *Verbale Überzeugungen (verbal persuation*): Wie bei den Beeinflussungsfaktoren des FSK beschrieben, wird das Feedbackgeben der/des Dozierenden in Kurs B zu den Planungsprodukten positiv hervorgehoben. Dieses wird, genauso wie Rückmeldungen durch Kommiliton*innen, den verbalen Überzeugungen zugerechnet. Auch das Vermitteln von *CK* und *PCK* ist dieser L-SWE-Quelle zuzuordnen (Bandura, 1997; Warner & Schwarzer, 2009). So nennen die Teilnehmer*innen des Kurses A z.B. das Thematisieren von Aspekten, die es z.B. bei Exkursionen im (inklusiven) Sachunterricht zu beachten gilt, als subjektiv empfundenen Grund für die positive Entwicklung ihrer L-SWE (s. Manuskript 2 für weitere Details).
4. *Physiologische und affektive Erregung (physiological and affective states*): Wie auch im nächsten Punkt zu Einflussfaktoren des L-Interesses genannt, deuten die Reaktionen der Teilnehmer*innen beider Kurse, insbesondere jener von Kurs B, auf die Generierung eines hohen situationalen Interesses an den Kursinhalten und das Vorhandensein von intrinsischer Motivation hin. Diese sind der letzten Quelle von L-SWE zuzuordnen (Bandura, 1997).

Sowohl die quantitativen als auch die qualitativen Ergebnisse der Teilstudien 2 und 3 deuten auf das Generieren situationalen Interesses an den Kursaktivitäten hin. Dieses kann als wichtiger Faktor, welcher das L-Interesse positiv beeinflusst haben könnte, genannt werden (Hidi & Renninger, 2006; Krapp, 2007; Mitchell, 1993). Folgende Kurselemente/-aktivitäten können zu einem hohen situationalen Interesse geführt haben:

a) *Gestaltung der Lernumgebung und persönliches Erleben während der Tätigkeiten* (Hidi & Renninger, 2006): Die hohe Eigenaktivität bzw. *hands-on*-Aktivitäten, wie das Experimentieren oder Durchführen einer Exkursion, werden von den Studierenden u.a. als Weiterempfehlungsgründe genannt. Durch das Experimentieren oder die Forschungsaktivitäten auf der Exkursion können u.a. positive Gefühle hervorgerufen werden, welche die emotionale Komponente des Interesses betreffen (Krapp, 1999). Das Einbeziehen von Planungsaktivitäten, die auch für die Berufspraxis relevant sind, kann positive Veränderungen in der wertbezogenen Komponente des Interesses hervorgerufen haben (Krapp, 1999 & 2010; Prenzel, 1988; Schiefele, 1974). Auch auf die Erfüllung der *drei basic human needs* (Deci & Ryan, 1993) wurde in beiden Interventionen geachtet (für Details s. Manuskript 6). Neben dem Erleben von Selbstwirksamkeit (s. voriger Punkt; Krapp & Ryan, 2002), kann es gerade für die Stärkung der

chemie-, physik- und technikbezogenen Sachinteressen (Intervention B) hilfreich gewesen sein, dass die Kursaktivitäten zunächst immer aus einem eher biologischen „Blickwinkel“ begonnen wurden (s. Manuskripte 3 und 6 für Details; Hoffmann, 2002; Labudde, 2014).

b) *Persönlich wahrgenommene Interessantheit der Lerngegenstände*: Der Vergleich der Rückmeldungen der Studierenden, welche an der ersten und an der weiterentwickelten Variante von Kurs A teilgenommen haben, zeigt, dass es wichtig für die Generierung situationalen Interesses ist, dass die Lerninhalte (und auch Aktivitäten) noch nicht bekannt sind (Hidi & Renninger, 2006; Krapp, 1992).

Insgesamt deuten die Befunde hinsichtlich der Entwicklung der fachbezogenen FSK (s. Manuskript 4) und der Sachinteressen (s. Manuskript 6) allerdings darauf hin, dass es mehrere Interventionen wie die hier präsentierten benötigt, um hohe Effekte in der Wirksamkeit zu erzielen.

Zuletzt soll in diesem Kapitel kurz auf zwei weitere im erweiterten Angebots-Nutzungsmodell von Lipowsky (2010) benannte Faktoren, welche die Qualität von Lerngelegenheiten für (angehende) Lehrpersonen beeinflussen, eingegangen werden, das strukturelle Merkmal der *Zeit* und die *Expertise der/des Dozierenden:* Dass es zu einer messbaren Wirkung in beiden Interventionen gekommen ist, kann auch an der Kontaktzeit liegen: So reichen die 21 h Kontaktzeit in Kurs A und die 20 h Kontaktzeit in Kurs B nach Desimone (2009) gerade aus, um eine Wirkung zu erzielen (s. Manuskripte 2 und 3). Wie die Studie von Wagener et al. (2019) zeigt, wünschen sich Lehramtsstudierende Hochschuldozierende, die ihnen als Vorbilder für ihr Handeln in der Berufspraxis dienen sollen. Die Reaktionen der Studierenden von Kurs B deuten darauf hin (s. Manuskript 3), dass die/der Dozierende Charakteristika aufweist, welche den in Kap. III.3.1.1 genannten Merkmalen einer/eines professionellen Dozierenden entsprechen (u.a. Göb, 2017).

VI.2.4 Blockkurse – Ein vielversprechendes, alternatives Lehrformat in der Lehrpersonenbildung

Diese Arbeit leistet einen Beitrag dazu, die Forschungslücke bzgl. der Wirksamkeit unterschiedlicher Kursformate (s. Kap. III.3.1.1) in der Aus-/Fort-/Weiterbildung von (angehenden) Lehrpersonen sowie in der Hochschullehre allgemein, gerade mit Blick auf affektiv-motivationale Effekte, zu verringern (s. u.a. Burton & Nesbit, 2008; Dixon & O’Gorman, 2019; Hilkenmeier & Sommer, 2014; Metzger & Haag, 2013).

Die Ergebnisse der Teilstudien 4 bis 6 deuten darauf hin, dass das hier gewählte Blockkursformat – die (kurzfristige) kognitive und affektiv-motivationale Wirksamkeit betreffend – eine mindestens gleichwertige Alternative zu der wöchentlich stattfindenden Lehrveranstaltung darstellt (s. Kap. V.9.3.2). Die Faktoren, welche zu leichten Vor- oder Nachteilen in der Wirksamkeit des Blockformates geführt haben könnten, werden ausführlich in den Manuskripten 4 bis 6 diskutiert. Zusammengefasst sind folgende potenzielle Faktoren

zu nennen, die zu einer (leicht) positiveren Entwicklung des *CK* (kurzfristig; teils auch langfristig; s. Manuskript 4), der FSK (s. Manuskript 5) und des Sachinteresses (s. Manuskript 6) in der Blockkursgruppe geführt haben: Lernen ohne Unterbrechungen durch andere Kurse bzw. eine intensivere Auseinandersetzung mit den Inhalten am Stück, die eine bessere Vernetzung von Inhalten ermöglicht (u.a. Daniel, 2000; Davies, 2006; Groß & Aufenanger, 2011); Flow-Erleben (Beldotti, 2019; Csikszentmihalyi et al., 2005); „konzentrierte" Kompetenzerfahrungen (Dixon & O'Gorman, 2019); weniger Stress aufgrund keiner anderen parallel laufenden Kurse (Canady, 1990); positivere Lernatmosphäre (Samarawickrema & Cleary, 2021; Scott, 2003); Entfallen dimensionaler Vergleiche (Wolff et al., 2018) zu Leistungen in anderen, parallel stattfindenden Kursen; größere Befriedigung eines der grundlegenden psychologischen Bedürfnisse: höheres Gefühl der sozialen Eingebundenheit (Deci & Ryan, 1993). Diese Faktoren gilt es in Folgestudien näher zu untersuchen.

Dass das *CK* in der Gruppe der Blockkursteilnehmer*innen zwischen Post- und Follow-up-Test signifikant abnimmt, während es in der Gruppe der wöchentlichen Teilnehmer*innen stabil bleibt, kann u.a. damit zusammenhängen, dass letztere Gruppe weniger Lerninhalt (drei versus eine Kurseinheit pro Tag) auf einmal verarbeiten muss (Spence, 2020; Yang et al., 2016; s. Manuskript 4 für Details). Diese Unterschiede in der *CK*-Entwicklung verweisen auf die Notwendigkeit, in Folgestudien die Entwicklung der kognitiven und affektiv-motivationalen Kompetenzen über einen längeren Zeitraum zu beobachten. Aufgrund der Zusammenhänge von Professionswissen und motivationalen Orientierungen (s. Kap. III.2.3) könnte eine Abnahme des naturwissenschaftlich-technischen *CK* dazu führen, dass z.B. auch die biologie-, chemie-, physik- und technikbezogenen FSK sinken (Marsh & Craven, 2006; Paulick et al., 2016).

Wie bereits erläutert (s. Kap. III.5.3, Frage 2e und Manuskripte 4 bis 6) können Blockkurse gerade für Grundschullehramtsstudierende, die sich im Fach Sachunterricht fort- oder weiterbilden möchten, aufgrund wenig Zeit während des Semesters attraktiv sein. Den Befunden dieser Arbeit zufolge, spricht – mit dem Hinweis auf die Notwendigkeit von Langzeitstudien (s.o.) – nichts gegen das Angebot solcher Formate im Studium. Dies verdeutlichen auch die Ergebnisse zu Forschungsfrage 2f (s. Kap. III.5.3), welche im Folgekapitel diskutiert werden.

VI.2.5 Heterogene Lernendengruppen in universitären Lehrveranstaltungen für angehende Grundschullehrpersonen – Chancen und Herausforderungen

Während die Lernendengruppe der Intervention A hinsichtlich des Studienschwerpunktes (sonderpädagogische Förderung) und der Phase im Lehramtsstudium (Master) als sehr homogen bezeichnet werden kann, treffen bei Intervention B Studierende aus unterschiedlichsten Phasen im Studium und diversen Studiengängen zusammen (s. Kap. IV.2). Aufgrund der Ergebnisse anderer Studien, die zeigen, dass sich (angehende) Sachunterrichtslehrpersonen je nach Studienschwerpunkt in ihren professionellen Kompetenzen unterscheiden (u.a. Harlen, 1997; Schmidt, 2015), wurde angenommen, dass sich

auch die Teilnehmer*innen der Intervention B in ihrem Professionswissen und den motivationalen Orientierungen unterscheiden. Unterschiedliche Lerner*innenvoraussetzungen können, wie im Modell von Lipowsky (2010; s, Kap. III.3.1) dargestellt, zu einer unterschiedlichen Nutzung und Wahrnehmung der angebotenen Lerngelegenheit und letztlich zu differierenden kognitiven und affektiv-motivationalen Effekten bei den verschiedenen Studierendengruppen führen. Daher wurde in den Teilstudien 4 bis 6 (Intervention B) ebenfalls untersucht, ob sich NaWiTec-Studierende und Studierende mit einem anderen Studienschwerpunkt in ihrem *CK* und den motivationalen Orientierungen (FSK, L-SWE, L-Interesse) unterscheiden und ob Intervention B das Potenzial besitzt, die professionellen Kompetenzen beider Studierendengruppen positiv zu entwickeln.

Interessanterweise zeigt sich bei fast allen der betrachteten Konstrukte, dass sich NaWiTec-Studierende und nicht-NaWiTec-Studierende, welche an der wöchentlichen Kursvariante teilnehmen, in ihren professionellen Kompetenzen im Pretest unterscheiden, während dies in der Blockkursgruppe nicht der Fall ist (s. Kap. V.9.3.2). Ein Grund für diese Beobachtung lässt sich – vor dem Hintergrund, dass die Studierenden selbst entscheiden konnten, an welchem Kursformat sie teilnehmen möchten – in den Befunden von Burton & Nesbit (2008) finden: Ihnen zufolge wird die Wahl des Kursformates nicht nur durch die bisherigen Erfahrungen mit verschiedenen Kursformaten und der aktuellen Arbeitsauslastung im Studium beeinflusst, sondern auch durch die motivationalen Orientierungen einer Person, wie dem FSK in einer bestimmten Domäne (s. auch Manuskript 4). Eine Kombination solcher Faktoren kann dazu geführt haben, dass sich im Blockkursformat eine – die professionellen Kompetenzen betreffend – eher homogene Gruppe zusammengefunden hat. Als weiterer Grund dafür, dass nicht immer signifikante Unterschiede in den Kompetenzen der NaWiTec- und nicht-NaWiTec-Studierenden gefunden wurden, kann die „Positivauswahl“ angeführt werden (s. auch Manuskripte 4 und 6): Es ist zu vermuten, dass nicht-NaWiTec-Studierende, welche alle – im Gegensatz zu vielen NaWiTec-Studierenden – freiwillig teilgenommen haben, z.B. schon ein eher hohes Interesse am Unterrichten von naturwissenschaftlich-technischem Sachunterricht haben und deshalb an der Fort-/Weiterbildung teilnehmen. Ähnliches zeigt Richter (2011) mit dem Befund, dass Lehrpersonen mit einem höheren *CK* eher fortbildungsinteressiert sind als Lehrkräfte mit einem geringeren *CK*.

Wie in Kap. V.9.3.2 beschrieben, kann es durch Intervention B gelingen, die professionellen Kompetenzen beider Studierendengruppen positiv zu entwickeln. Der Kurs scheint also so gestaltet zu sein, dass sowohl NaWiTec- als auch nicht-NaWiTec-Studierende „angesprochen“, gefordert und gefördert werden. Neben den in Kap. VI.2.3 angeführten Einflussfaktoren, wie eigenen Handlungserfahrungen (Bandura, 1977; s. Manuskript 6) oder dem Generieren situationalen Interesses durch die Kursinhalte/-aktivitäten (Hidi & Renninger, 2006; Mitchell, 1993; s. Manuskript 3), sei hier noch ein weiterer Einflussfaktor genannt, der gerade bei der heterogenen Lerner*innenschaft eine Rolle spielen kann, und das FSK betrifft (s. Manuskripte

4 und 5): Es wird darauf geachtet, negative Auswirkungen des Heranziehens sozialer Bezugsnormen (Marsh et al., 2015; Möller & Trautwein, 2015) zu vermeiden, indem die Planungsprodukte der Studierenden nicht benotet werden. Das schriftliche Feedback zu diesen Produkten wird auf Grundlage von Kriterien gegeben und anonymisiert in den Lernraum geladen, sodass die Studierenden nicht wissen, welche Gruppe hinter welcher Planung steht. Trotzdem ist davon auszugehen, dass während Kursaktivitäten, wie dem Experimentieren in Partner*innenarbeit oder dem Austausch im Plenum, soziale Bezugsnormen herangezogen werden. Darauf deutet u.a. die Aussage von S52 auf die Frage nach Änderungswünschen hin: „Die Anglisten und die NaWiTechler voneinander trennen, da die Kompetenzen doch sehr unterschiedlich sind“ (s. Manuskript 3). Hier ist zunächst anzumerken, dass diese Aussage ein Einzelfall ist. Der Mehrwert einer solchen heterogenen Lerner*innengruppe ist, dass die Studierenden verschiedener Studiengänge miteinander in Austausch treten, Einblicke in unterschiedliche Denk- und Handlungsweisen erhalten, sich (bei Problemen) gegenseitig mit ihren individuellen Fähig- und Fertigkeiten unterstützen und voneinander lernen können (Gräsel et al., 2006; Ritter, 2019). Mit Blick auf die Aussage der/des Studierenden könnte es in weiteren Durchläufen des Kurses hilfreich sein, zu Anfang des Kurses auf Gemeinsamkeiten der Teilnehmenden und die zuvor genannten Mehrwerte zu verweisen. So vereint alle Teilnehmer*innen des Kurses B zum einen das Bestreben, Grundschullehrperson zu werden, und zum anderen die Perspektive, in der Berufspraxis das Fach Sachunterricht zu unterrichten – aufgrund des Klassenlehrer*innenprinzips unabhängig davon, ob dafür ausgebildet oder nicht (Lagies, 2020; Porsch, 2020; Porsch & Wendt, 2016). Zudem könnte betont werden, dass durch ein solches Setting die Arbeit in interdisziplinären Teams, welche in der Berufspraxis wichtig ist, trainiert werden kann (s. das kommende Kap. VI.2.6).

Da die Studierenden selbst wählen konnten, mit wem sie in den Arbeitsphasen zusammenarbeiten, gab es drei Typen von Teams: reine NaWiTec-Teams, „gemischte“ Teams aus NaWiTec- und nicht-NaWiTec-Studierenden sowie reine nicht-NaWiTec-Gruppen. Zukünftige Studien, ähnlich der Arbeit von Ritter (2019), sollten untersuchen, ob es je nach Gruppenzusammensetzung zu unterschiedlichen kognitiven und affektiv-motivationalen Wirkungen kommt.

VI.2.6 Kollegiale Vernetzung und Kohärenzherstellung auf Makroebene – Chancen und Herausforderungen

Die kollegiale Vernetzung (Mayer et al., 2018) sowie die Herstellung von Kohärenz auf Makroebene (Cramer, 2020) haben sich – in mehrfacher Hinsicht – als gewinnbringend erwiesen:

Als Produkt inneruniversitärer, kollegialer Vernetzung ist Intervention A (s. Manuskript 2) entstanden. Wie auch von Meschede et al. (2020) beschrieben, war es für eine professionelle Planung und Durchführung eines Seminars, in dem alle fünf Perspektiven des Faches und mehrere Professionswissensbereiche vernetzt werden sollen, unabdinglich, disziplinen- bzw.

fakultätsübergreifend zu kooperieren. Wie in Manuskript 3 beschrieben, ist ebenfalls durch inneruniversitäre, kollegiale Vernetzung das Modul „Bilingualer Sachunterricht“ (BUW, 2017b) entstanden, in dessen Rahmen Kurs B von angehenden Grundschullehrpersonen des Faches Anglistik zur Weiterbildung belegt werden kann. Als erster „Output“ und Vorteil der hiesigen kollegialen Vernetzung kann folglich die *Impulsgebung für die Herstellung formell-institutioneller Kohärenz festgehalten* werden. Lehrende aus Fachbereichen, welche bisher nicht kooperiert haben, sind zusammengekommen und haben im intensiven Austausch innovative Lehrangebote geschaffen. Nach Wonneberger et al. (vgl. 2015, S. 79f.) kann durch kollegiale Vernetzung „ein integriertes Ganzes entstehen“, welches von den Lehramtsstudierenden auch als solches wahrgenommen wird (s. Wahrnehmung von Kohärenz; Kap. III.3.1.2). Gerade für die universitäre Ausbildung im Integrationsfach Sachunterricht werden solche Kooperationen für das Ermöglichen anschlussfähiger Lernprozesse als notwendig erachtet (Meschede et al., 2020). Als Nachteil bzw. Herausforderung für die beteiligten Dozierenden ist zum einen ein höherer Vor- und Nachbereitungsaufwand im Vergleich zum „Einzelkämpfermodus“ festzuhalten, da viele Absprachen nötig sind (Mayer et al., 2018). Dies kann mit ein Grund dafür sein, dass das Teamteaching-Modell (Mayer et al., 2018) den Analysen von Ziepprecht & Gimbel (2018) zufolge weniger oft eingesetzt wird als z.B. das Integrationsmodell. Zum anderen treffen in solchen Settings Personen aus verschiedenen Fächerkulturen und mit differierenden Lehrstilen aufeinander, was auch von Studierenden der Intervention A be- und angemerkt wurde (s. Manuskript 2). Hier hat es sich als hilfreich erwiesen, eine gemeinsame Vision zum Kurs und den Lernzielen auszuhandeln und frühzeitig die Aufgaben untereinander aufzuteilen (Kleina et al., 2018; Kricke & Reich, 2016).

Als Produkt einer formell-institutionellen Kohärenzherstellung auf Makroebene, ebenfalls in Form von Kooperationen – allerdings durch Akteure unterschiedlicher an der Lehrpersonenbildung beteiligten Institutionen –, ist das *ECM* zum fächerübergreifenden Sachunterricht entstanden (s. Manuskript 8). Genauso wie für Kooperationen zur Gestaltung von Lehrveranstaltungen ergibt sich dabei die Chance der Erhöhung der *Qualität der (adaptiven und statischen) Lerngelegenheiten*: Bei der Planung, Durchführung und Nachbereitung der Lehrveranstaltung A bzw. der Planung, Erprobung und Weiterentwicklung der fächerübergreifenden Unterrichtssequenz sowie dem anschließenden Erstellen des *ECMs* wurden unterschiedliche Expertisen und Sichtweisen eingebracht, welche – wie auch bei Kleina et al. (2018) – von den beteiligten Lehrenden als bereichernd empfunden wurden. Inwieweit das Teamteaching in Kurs A von den Studierenden als „effektiver für das Lernen“, „professioneller“ und/oder „chancengerechter“ (vgl. Kricke & Reich, 2016, S. 10f.) wahrgenommen wurde, kann aus ihren Reaktionen im Posttest (s. Manuskript 2) nicht geschlossen werden. Im Gegensatz zu den anderen Kohärenzebenen sind die Befragten auf diese Form der Kohärenzherstellung – außer in einem Fall (s. Manuskript 2) – nicht eingegangen. Dies könnte daran liegen, dass nur einzelne Sitzungen des Seminars (Einführung,

Exkursion, Nachbereitung und Abschluss) im Team unterrichtet oder dass den Teilnehmer*innen die Hintergründe des gewählten Teamteaching-Modells nicht im Detail erläutert wurden. Hier könnte es, auch mit Blick auf den nächstgenannten Mehrwert von Teamteaching in der universitären Lehrpersonenbildung (Lernen am Modell), für zukünftige Durchläufe des Kurses hilfreich sein, eine zusätzliche Seminarsitzung zum Thema Teamteaching und Kooperation im Kontext von (inklusiver) Lehre vorzusehen.

Kooperation zwischen Lehrpersonen ist eine wichtige Gelingensbedingung von Inklusion in Schulen (Lütje-Klose & Miller, 2017; Lütje-Klose & Urban, 2014). Daher ist die Fähigkeit zur Kooperation auch explizit in den Ausbildungszielen für das Lehramt erwähnt (KMK, 2004). Es wird davon ausgegangen, dass das Erfahren kooperativer Lehr-Lern-Settings in der ersten Phase der Lehrpersonenbildung u.a. wichtig für das Entwickeln einer Bereitschaft zum Kooperieren in der Berufspraxis bzw. im Kontext inklusiver Bildung ist (Plate, 2016). Dies kann durch eigene Kooperationserfahrungen (z.B. Ritter, 2019) geschehen oder aber durch das Lernen am Modell (Kleina et al., 2018). In Intervention A kooperieren die Teilnehmer*innen, welche aufgrund ihres Berufsziels ‚Lehrkraft für sonderpädagogische Förderung' (s. Kap. IV.2) besonders zur Kooperation fähig sein sollten, im Rahmen der Planungsphasen miteinander (s. Manuskript 2). Zudem kann ihnen das erlebte Teamteaching als ein mögliches *Modell für Kooperation* in der Berufspraxis dienen.

Da zur Wirksamkeit von Teamteaching bzw. Tandemlehre in Hochschulen wenig bekannt ist (Görich et al., 2019), sollte in Folgestudien im (quasi-)experimentellen Längsschnittdesign untersucht werden, ob die Lehre im Team versus die Lehre durch eine*n Dozierende*n zu Unterschieden in der Wahrnehmung von Kohärenz des Lernsettings sowie in der kognitiven und affektiv-motivationalen Wirksamkeit führt (s. Manuskript 2). Hier ist mit Blick auf die Kohärenzebenen der Intervention A (u.a. Vernetzung aller fünf Sachunterrichtsperspektiven) jedoch kritisch zu hinterfragen, ob eine solche Lehrveranstaltung von einer/einem Hochschullehrenden alleine professionell gestaltet werden kann. Zusammenfassend kann zur Kohärenzherstellung in der Form kollegialer Vernetzung festgehalten werden, dass sie – wie hier durch die entstandenen Produkte gezeigt – positive Entwicklungen im Kontext der Sachunterrichtslehrpersonenbildung veranlassen kann. Allerdings sollten seitens der Hochschulen Lösungen zum Umgang mit dem personellen Mehraufwand (Görich et al., 2019), „geteilten" Verantwortlichkeiten für Module der Prüfungsordnungen und der Personalfluktuation (Wagener et al., 2019) gefunden werden. Diese drei Herausforderungen haben dazu geführt, dass Kurs A in der hier vorgestellten Form nicht weitergeführt wurde (s. Manuskript 2) und auch Kurs B von Studierenden der Anglistik derzeit nicht absolviert werden kann.

Als Produkt einer weiteren Art der Kohärenzherstellung auf Makroebene, nämlich der Vernetzung der universitären Ausbildung mit der Berufspraxis (Cramer, 2020), ist das *ECM* zum Thema ‚Insekten und Bionik' (Manuskript 7) entstanden. Durch das Entwickeln und

Erproben einer Unterrichtssequenz für den Sachunterricht sowie das Reflektieren der unterrichtlichen Erfahrungen im Rahmen der Abschlussarbeit kann – begleitet durch die Hochschullehrenden und die Lehrer*innen an den Grundschulen – dem Wunsch von Lehramtsstudierenden nach einer engen Verzahnung der universitären Ausbildungsphase und beruflichen Anforderungen (Wagener et al., 2019; s. auch Kap. VI.2.1.3) entsprochen werden. Zwar wurde die Wirksamkeit dieser Kohärenzherstellung – im Sinne einer Beforschung der Veränderungen professioneller Kompetenzen der Studierenden – in dieser Arbeit nicht explizit beforscht, allerdings deuten die schriftlichen Reflexionen am Ende der Abschlussarbeiten auf positive Veränderungen professioneller Kompetenzen hin:

„Bei den vorbereitenden Recherchen konnte das Professionswissen aufgebaut werden, sodass auch die LK[59] *einiges dazu lernte. Sie versuchte, die verschiedenen Sachverhalte aus der Sicht der SuS zu betrachten, um sich auf mögliche SuS-Fragen vorzubereiten. […] Durch die geplante und durchgeführte Unterrichtsreihe können zahlreiche Erfahrungen mit in die berufliche Zukunft genommen werden. Es wurde ersichtlich, dass die eigene kritische Auseinandersetzung und Reflexion der Unterrichtsreihe essentiell sind."* (vgl. Behm, 2018, S. 65)

Zukünftige Forschungsarbeiten sollten in einem nächsten Schritt die Wirksamkeit der entwickelten *ECMs* auf mehreren Ebenen (Lipowsky & Rzejak, 2012) überprüfen. Inwieweit (angehende) Lehrpersonen *ECMs* nutzen, hängt auch davon ab, wie vertraut oder fremd ihnen das zugrundeliegende Konzept des Unterrichtsvorschlags ist (Gräsel & Parchmann, 2004). Auf der einen Seite sollte den Nutzer*innen die Innovation des *ECMs* bewusst werden, auf der anderen Seite darf das Konzept ihnen nicht zu fremd sein, da es sonst zur Ablehnung des Materials kommt (Breuer et al., 2020; Gräsel & Parchmann, 2004). Für die beiden hier präsentierten *ECMs* sollte daher mittels Studien zur ersten Ebene der Wirksamkeit (d.h. Reaktionen; Lipowsky & Rzejak, 2012) untersucht werden, wie (angehende) Grundschullehrer*innen auf den Vorschlag zum fächerverbindenden Unterrichten (Manuskript 8) oder z.B. das Arbeiten mit lebenden Stabschrecken (Manuskript 7) reagieren: Welche Chancen und Hürden sehen sie? Welche Teile der *ECMs* empfinden sie als hilfreich, welche Informationen oder Hilfestellungen fehlen ihnen? Auch sollte beobachtet oder abgefragt werden, welche Teile des Materials wie und warum genutzt werden, da Studien zeigen, dass die „*educative*"-Abschnitte häufig nicht genutzt werden (u.a. Siedel & Stylianides, 2018). Basierend auf diesen Rückmeldungen können die *ECMs* im nächsten Schritt weiterentwickelt werden. Ähnlich wie bei Kleickmann et al. (2016) oder Möller et al. (2006) könnte mittels experimenteller Forschungsarbeiten zu den Wirksamkeitsebenen zwei bis vier (Lipowsky & Rzejak, 2012) eruiert werden, inwieweit eine Ergänzung der *ECMs* durch begleitende Präsenz-Lehrveranstaltungen einen Mehrwert bzgl. der Entwicklung professioneller Kompetenzen, der Unterrichtsqualität und des Lernens der SuS generiert.

[59] Mit „LK" ist hier die/der Studierende in der Rolle der Lehrperson gemeint.

VII FAZIT UND AUSBLICK

Ziel dieser Arbeit war es, Lösungsmöglichkeiten für die Herausforderungen, vor denen die Aus-/Fort-/Weiterbildung von Sachunterrichtslehrpersonen im Hinblick auf die Vielperspektivität des Faches steht (s. Kap. II), und die durch Teilstudie 1 verdeutlicht werden, aufzuzeigen.

In diesem Fazit soll, bezugnehmend auf die diskutierten Ergebnisse, zusammengefasst werden, warum es durch Lehrveranstaltungen, wie die in dieser Arbeit entwickelten und beforschten, zu einer Effizienzsteigerung des derzeitigen Systems der universitären Ausbildung angehender Sachunterrichtslehrpersonen kommen kann (s. Ziel 3 in Kap. III.5.2).

Insgesamt weisen die Befunde der Teilstudien 2 bis 6 darauf hin, dass *einzelne* universitäre Kurse, welche durch verschiedene Ebenen formell-institutioneller Kohärenz geprägt sind, nicht nur das Potenzial zur Herstellung informell-individueller Kohärenz auf Seiten der angehenden Sachunterrichtslehrkräfte haben, sondern auch zur Förderung ihres Professionswissens und der motivationalen Orientierungen in Bezug auf *mehrere* sachunterrichtliche Bezugsfächer und Perspektiven beitragen. Angesichts der Vielzahl an Bezugsdisziplinen des Sachunterrichts und seiner Didaktik, welche im Studium des Faches Berücksichtigung finden sollten (Meschede et al., 2020; Murmann, 2020), können solche Lehr-Lernsettings somit zu einer *effizienteren Nutzung der knappen Zeitressourcen*, die im Grundschullehramtsstudium je Fach zur Verfügung stehen (Möller et al., 2017; Schmidt, 2015), führen. Die bei den Teilnehmer*innen vorgefundene Wahrnehmung von Kohärenz in verschiedensten Formen und auch eine mögliche gedankliche Kohärenzherstellung in Bezug auf die Bezugsfächer/Perspektiven des Sachunterrichts können zur *Ausbildung einer adäquaten Fachidentität* (GDSU, 2019) beitragen. Gleichzeitig ermöglichen solche Kurse, *Redundanzen* in den Studiencurricula, z.B. in Bezug auf behandelte fachwissenschaftliche oder fachdidaktische Themen (s. Teilstudie 3), zu *reduzieren*. *Blockkurse* in den Semesterferien, die den Ergebnissen zufolge den traditionellen, wöchentlich stattfindenden Kursen in ihrer kognitiven und affektiv-motivationalen Wirksamkeit mindestens ebenbürtig sind, können als „zeitsparendes“, kompaktes Lehrangebot eingesetzt werden. Der Befund, dass eine Intervention wie Kurs B für die Förderung der professionellen Kompetenzen einer sehr heterogenen Studierendengruppe geeignet ist, ist für die Gestaltung von Studiencurricula mit Blick auf *begrenzte Dozierendenkapazitäten* an Hochschulen ebenfalls interessant.

Die Befunde der Teilstudie 1 sowie die Aussagen der hier befragten Studierenden (Teilstudien 2 bis 3) unterstreichen die Notwendigkeit, dass Hochschulen, die für das Fach Sachunterricht ausbilden, ihre intendierten Curricula daraufhin überprüfen sollten, ob sie die im Qualifikationsmodell der GDSU (2019) beschriebenen Mindeststandards in der Sachunterrichtslehrpersonenbildung erfüllen. Die für Teilstudie 1 erstellten Vergleichsübersichten können dazu anregen, bestehende Studiengangsmodelle zu überdenken

und mit anderen Standorten in Austausch zu treten. Wie in Kap. VI.2.6 erörtert, kann gerade die Vernetzung auf Makroebene zu einer Erweiterung von Sichtweisen und zum Entstehen von innovativen Lerngelegenheiten führen. Im Zuge von Weiterentwicklungen der Studiencurricula könnten Lehrkonzepte wie jene der Interventionen A und B eingebunden werden.

In einem nächsten Schritt gilt es, die Wirksamkeit der Interventionen A und B auf den Ebenen 3 und 4 (Lipowsky & Rzejak, 2012) zu untersuchen. Zudem könnten beide Kurse, z.B. in der Form von kompakten Blockkursen in den Schulferien, auch als Fort-/Weiterbildungsangebote in der dritten Phase der Lehrpersonenbildung angeboten und beforscht werden.

VIII LITERATURVERZEICHNIS

Abd-El-Khalick, F., & BouJaoude, S. (1997). An exploratory study of the knowledge base for science teaching. *Journal of Research in Science Teaching, 34*(7), 673–699. https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199709)34:7<673::AID-TEA2>3.0.CO;2-J

Abels, S. (2020). Inklusive Unterrichtsgestaltung – Brüche und Brücken zwischen Sach- und Fachunterricht. In S. Offen, M. Barth, U. Franz & K. Michalik (Hrsg.), *„Brüche und Brücken" – Übergänge im Kontext des Sachunterrichts* (S. 17–26). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Aerny-Perreten, N., Domínguez-Berjón, M.F., Esteban-Vasallo, M.D., & García-Riolobos, C. (2015). Participation and factors associated with late or non-response to an online survey in primary care. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, *21*(4), 688–693. https://doi.org/10.1111/jep.12367

Albers, S. (2017). Bildung und Vielperspektivität im Sachunterricht – ein „inniges" Verhältnis. *GDSU-Journal, 6*, 11–19.

Albert, R., & Koster, C.J. (2002). *Empirie in Linguistik und Sprachlehrforschung. Ein methodologisches Arbeitsbuch*. Tübingen: Narr.

Aldridge, J.M., Fraser, B.J., & Taylor, P.C., & Chen, C.-C. (2000). Constructivist learning environments in a cross-national study in Taiwan and Australia. *International Journal of Science Education*, *22*(1), 37–55. https://doi.org/10.1080/095006900289994

Allinder, R.M. (1994). The relationship between efficacy and the instructional practices of special education teachers and consultants. *Teacher Education and Special education*, *17*(2), 86–95. https://doi.org/10.1177/088840649401700203

Al Sultan, A.A. (2020). Investigating preservice elementary teachers' subject-specific self-efficacy in teaching science. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *16*(5), em1843. https://doi.org/10.29333/ejmste/7801

Anders, Y., Hardy, I., Sodian, B., & Steffensky, M. (2013). Zieldimensionen früher naturwissenschaftlicher Bildung im Grundschulalter und ihre Messung. In Stiftung Haus der kleinen Forscher (Hrsg.), *Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung „Haus der kleinen Forscher", Band 5* (S. 83–146). Schaffhausen: SCHUBI Lernmedien AG.

Appleton, K. (1995). Student teachers' confidence to teach science. Is more science knowledge necessary to improve self-confidence? *International Journal of Science Education*, *17*(3), 357–369. https://doi.org/10.1080/0950069950170307

Appleton, K. (2003). How do beginning primary school teachers cope with science? Toward an understanding of science teaching practice. *Research in Science Education*, *33*(1), 1–25. https://doi.org/10.1023/A:1023666618800

Appleton, K. (2007). Elementary science teaching. In S.K. Abell & N.G. Lederman (Hrsg.), *Handbook of research on science education* (S. 493–535). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Arias, A.M., Smith, P.S., Davis, E.A., Marino, J.-C., & Palincsar, A.S. (2017). Justifying predictions: Connecting use of educative curriculum materials to students' engagement in science argumentation. *Journal of Science Teacher Education*, *28*(1), 11–35. https://doi.org/10.1080/1046560X.2016.1277597

Ashton, P.T., & Webb, R.B. (1986). *Making a difference: teachers' sense of efficacy and student achievement*. New York, NY: Longman Publishing Group.

Asiu, B.W., Antons, C.M., & Fultz, M.L. (1998). *Undergraduate perceptions of survey participation: Improving response rates and validity*. Paper presented at the 38th Annual Forum of the Association for Institutional Research, 17.–20. Mai, Minneapolis, MN.

Aspy, D.N., & Buhler, J.H. (1975). The effect of teachers' inferred self concept upon student achievement. *The Journal of Educational Research*, *68*(10), 386–389. https://doi.org/10.1080/00220671.1975.10884808

Åström M. (2008). *Defining integrated science education and putting it to test*. Dissertation. Norrkoping: Linköping University. Zugriff am 24.10.2021. Verfügbar unter: https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:114056/FULLTEXT01.pdf;Defining.

Atwood, R.K., & Atwood, V.A. (1997). Effects of instruction on preservice elementary teachers' conceptions on the causes of night and day and the seasons. *Journal of Science Teacher Education*, *8*(1), 1–13. https://doi.org/10.1023/A:1009455201314

Avraamidou, L. (2013). Prospective elementary teachers' science teaching orientations and experiences that impacted their development. *International Journal of Science Education*, *35*(10), 1698–1724. https://doi.org/10.1080/09500693.2012.708945

Aydeniz, M., & Brown, C.L. (2010). Enhancing pre-service elementary school teachers' understanding of essential science concepts through a reflective conceptual change model. *International Electronic Journal of Elementary Education*, *2*(2), 305–326.

Backhaus, K., Erichson, B., Wulff, P., & Weiber, R. (2018). *Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung* (15., vollst. überarb. Aufl.). Berlin/Heidelberg: Springer Gabler. https://doi.org/10.1007/978-3-662-56655-8

Ball, D.L., & Cohen, D.K. (1996). Reform by the book: What is – or might be – the role of curriculum materials in teacher learning and instructional reform? *Educational Researcher*, *25*(9), 6–8+14. https://doi.org/10.2307/1177151

Ball, D.L., Hill, H.C., & Bass, H. (2005). Knowing mathematics for teaching: Who knows mathematics well enough to teach third grade, and how can we decide? *American Educator*, *29*(1), 14–17, 20–22, 43–46.

Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, *84*(2), 191–215. https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191

Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York, NY: Freeman.

Barth, M., Bruhn, K., Bürgener, L., Edelhoff, S., Freund, E., & Richter, S. (2017). Vielperspektivität auch in der Forschung? Beobachtungen zur Entwicklung der Sachunterrichtsforschung im Rahmen eines „Systematic Reviews". In H. Giest, A. Hartinger & S. Tänzer (Hrsg.), *Vielperspektivität im Sachunterricht* (S. 40–48). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Bateman, D., Taylor, S., Janik, E., & Logan, A. (2008). *Curriculum coherence and student success*. Saint-Lambert, QC: Champlain Saint-Lambert Cégep.

Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., Klusmann, U., Krauss, S., Neubrand, M., & Tsai, Y.-M. (2010). Teachers' mathematical knowledge, cognitive activation in the classroom, and student progress. *American Educational Research Journal*, *47*(1), 133–180. https://doi.org/10.3102/0002831209345157

Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S., & Neubrand, M. (2011). Professionelle Kompetenz von Lehrkräften, kognitiv aktivierender Unterricht und die mathematische Kompetenz von Schülerinnen und Schülern (COACTIV) – Ein Forschungsprogramm. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogrammes COACTIV* (S. 7–25). Münster: Waxmann.

Baumert, J., & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, *9*(4), 469–520. https://doi.org/10.1007/s11618-006-0165-2

Baumert, J., & Kunter, M. (2011). Das Kompetenzmodell von COACTIV. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 29–54). Münster: Waxmann.

Baumgardt, I., & Kaiser, A. (2015). Lehrer- und Lehrerinnenbildung. In J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (2., aktual., erw. Aufl.) (S. 73–82). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Behm, B. (2018). *Konzeption, Durchführung und Evaluation einer Unterrichtsreihe zum Thema Stabheuschrecken und Bionik - Ein Vergleich zwischen einer lehrerzentrierten und selbstkontrollierenden Sicherungsphase*. Bachelorarbeit. Wuppertal: Bergische Universität Wuppertal.

Beldotti, A. (2019). *Opinion: Schools need to embrace block scheduling*. Zugriff am: 25.10.2021. Verfügbar unter: https://www.stamfordadvocate.com/opinion/article/Opinion-Schools-need-to-embrace-block-scheduling-14889483.php.

Bender, E., Schaper, N., & Seifert, A. (2018). Professionelle Überzeugungen und motivationale Orientierungen von Informatiklehrkräften. *Journal for Educational Research Online*, *10*(1), 70–99.

Bergische Universität Wuppertal (BUW) (2014). *Prüfungsordnung (Fachspezifische Bestimmungen) für den Teilstudiengang Grundlagen der Naturwissenschaften und der Technik im Kombinatorischen Studiengang Bachelor of Arts an der Bergischen Universität Wuppertal vom 18.11.2014*. Wuppertal: Bergische Universität Wuppertal. Zugriff am: 24.10.2021. Verfügbar unter: https://www.zpa.uni-wuppertal.de/fileadmin/zpa/Studiengaenge/Komb._BA/Grundlagen_der_Naturwissenschaft/GNT_KBA_2014.pdf.

Bergische Universität Wuppertal (BUW) (2017a). *Änderung der Prüfungsordnung (Fachspezifische Bestimmungen) für den Teilstudiengang Sachunterricht im Kombinatorischen Studiengang Bachelor of Education – Sonderpädagogische Förderung an der Bergischen Universität Wuppertal vom 29.08.2017*. Wuppertal: Bergische Universität Wuppertal. Zugriff am: 24.10.2021. Verfügbar unter: https://bscw.uni-wuppertal.de/pub/bscw.cgi/d10570370/am17058.pdf.

Bergische Universität Wuppertal (BUW) (2017b). *Modulbeschreibung ANG103 Bilingualer Sachunterricht in der Grundschule, Stand 29.11.2017*. Zugriff am: 13.10.2021. Verfügbar unter: https://www.kolbi.uni-wuppertal.de/fileadmin/kolbi/KoLBi_Dateien/ANG103_Bilingualer_Sachunterricht_Grundschule.pdf.

Bergische Universität Wuppertal (BUW) (2017c). *Modulhandbuch zu der Prüfungsordnung Teilstudiengang Lernbereich Natur- und Gesellschaftswissenschaften (Sachunterricht) im Studiengang Master of Education – Lehramt für Sonderpädagogische Förderung. Stand: 05.10.2017*. Wuppertal: Bergische Universität Wuppertal.

Bergische Universität Wuppertal (BUW) (2020). *Modulhandbuch zu der Prüfungsordnung Teilstudiengang Natur- und Gesellschaftswissenschaften (Sachunterricht) im Kombinationsstudiengang Lehramt an Grundschulen mit dem Abschluss Master of Education. Ausgabedatum: 07.02.2020*. Wuppertal: Bergische Universität Wuppertal. Stand: 07.02.2020. Zugriff am: 24.10.2020. Verfügbar unter: https://bscw.uni-wuppertal.de/pub/bscw.cgi/d11734609/20200207_MH_Sachunterricht_MEd_G_Echtsystem.pdf.

Berg, T., & Brouwer, W. (1991). Teacher awareness of student alternate conceptions about rotational motion and gravity. *Journal of Research in Science Teaching*, *28*(1), 3–18. https://doi.org/10.1002/tea.3660280103

Besser, M., Leiß, D., Rakoczy, K., & Schütze, B. (2015). Die Wirkung von Interesse und Selbstwirksamkeit auf den Aufbau fachdidaktischen Wissens von Mathematiklehrkräften im Rahmen von Lehrerfortbildungen. *Journal für LehrerInnenbildung*, *15*(4), 39–47.

Beudels, M., Behm, B., & Preisfeld, A. (2020). "Die läuft ja cool!" – Kinder in einer Unterrichtsreihe zum Thema Stabschrecken für Insekten und Bionik begeistern. *BU praktisch*, *3*(1), 7. https://doi.org/10.4119/bupraktisch-3138

Beudels, M., Damerau, K., & Preisfeld, A. (2021). Effects of an interdisciplinary course on pre-service primary teachers' content knowledge and academic self-concepts in science and technology – A quantitative longitudinal study. *Education Sciences*, *11*(11), 744. https://doi.org/10.3390/educsci11110744

Beudels, M., Habib, Y., & Rustige, R. (2020). Fat and sugar detectives – Sprachkompetenz durch Experimentieren fördern. *Grundschulmagazin Englisch, 1/2020*, 23–26.

Beudels, M., Jeske, I., & Preisfeld, A. (2021). Wasser, Wald & Wuppertal – Kohärenzerleben von Sachunterrichtsstudierenden bei der Planung, Durchführung und Nachbereitung einer Exkursion. *PFLB – Zeitschrift für Schul- und Professionsentwicklung*, *3*(1), 71–103. https://doi.org/10.11576/pflb-4455

Beudels, M., Preisfeld, A., & Damerau, K. (2022). Impact of an experiment-based intervention on pre-service primary school teachers' experiment-related and science teaching-related self-concepts. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education, 18*(1), e2258. https://doi.org/10.21601/ijese/11323

Beudels, M., Schilling, Y., & Preisfeld, A. (*under review*). Mit Experimenten zu Wasserläufer & Co Kohärenz erleben – Potenziale eines interdisziplinären, experimentellen Kurses zur Professionalisierung angehender Sachunterrichtslehrkräfte. *DiMaWe – Die Materialwerkstatt. Zeitschrift für Konzepte und Arbeitsmaterialien für Lehrer*innenbildung und Unterricht.*

Beudels, M., Schroeder, N., & Preisfeld, A. (2021). „Ich traue mir zu…" – Effekte einer interdisziplinären Lehrveranstaltung auf motivationale Orientierungen angehender Sachunterrichtslehrkräfte. *PFLB – Zeitschrift für Schul- und Professionsentwicklung*, *3*(1), 188–220. https://doi.org/10.11576/pflb-4845

Beyer, C.J., & Davis, E.A. (2009). Using educative curriculum materials to support preservice elementary teachers' curricular planning: A comparison between two different forms of support. *Curriculum Inquiry*, *39*(5), 679–703. https://doi.org/10.1111/j.1467-873X.2009.00464.x

Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for quality learning at university*. *What the student does* (4. Aufl.). Maidenhead, UK: Open University Press.

Billich-Knapp, M., Künstig, J., & Lipowsky, F. (2012). Profile der Studienwahlmotivation bei Grundschullehramtsstudierenden. *Zeitschrift für Pädagogik*, *58*(5), 696–719.

Blaseio, B. (2015). *Das schnelle Methoden 1x1 Sachunterricht*. Berlin: Cornelsen.

Blaseio, B. (2016). Außerschulische Lernorte im Sachunterricht. Vielperspektivisches Sachlernen vor Ort. In J. Erhorn & J. Schwier (Hrsg.), *Pädagogik außerschulischer Lernorte. Eine interdisziplinäre Annäherung* (S. 261–282). Bielefeld: transcript. https://doi.org/10.14361/9783839431320-014

Blömeke, S., Kaiser, G., Lehmann, R., König, J., Döhrmann, M., Buchholtz, C., & Hacke, S. (2009). TEDS-M: Messung von Lehrerkompetenzen im internationalen Vergleich. In O. Zlatkin-Troitschanskaia, K. Beck, D. Sembill, R. Nickolaus & R. Mulder (Hrsg.), *Lehrprofessionalität. Bedingungen, Genese, Wirkungen und ihre Messung* (S. 181–209). Weinheim: Beltz.

Blömeke, S., Kaiser, G., & Lehmann, R. (2008). *Professionelle Kompetenz angehender Lehrerinnen und Lehrer. Wissen, Überzeugungen und Lerngelegenheiten deutscher Mathematikstudierender und -referendare*. Münster: Waxmann.

Blömeke, S., Suhl, U., & Döhrmann, M. (2012). Zusammenfügen was zusammengehört. Kompetenzprofile am Ende der Lehrerausbildung im internationalen Vergleich. *Zeitschrift für Pädagogik*, *58*(4), 422–440.

Blömeke, S., & Kaiser, G. (2011). Homogeneity or heterogeneity? Profiles of opportunities to learn in primary teacher education and their relationship to cultural context and outcomes. *ZDM Mathematics Education*, *44*(3), 249–264. https://doi.org/10.1007/s11858-011-0378-6

Bong, M., & Skaalvik, E.M. (2003). Academic self-concept and self-efficacy: How different are they really? *Educational Psychology Review*, *15*(1), 1–40. https://doi.org/10.1023/A:1021302408382

Book, C.L., & Freeman, D.J. (1986). Differences in entry characteristics of elementary and secondary teacher candidates. *Journal of Teacher Education*, *37*(2), 47–51. https://doi.org/10.1177/002248718603700209

Bortz, J., & Schuster, C. (2010). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler* (7. Aufl.). Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-12770-0

Boyd, D.J., Grossman, P.L., Lankford, H., Loeb, S., & Wyckoff, J. (2009). Teacher preparation and student achievement. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, *31*(4), 416–440. https://doi.org/10.3102/0162373709353129

Bransford, J., Brown, A., & Cocking, R. (2000). *How people learn: Brain, mind, experience and school*. Washington, DC: National Academy Press.

Breuer, J., Vogelsang, C., & Reinhold, P. (2020). Implementation und Nutzung von Unterrichtsmaterialien im schulischen Unterricht – Eine Bestandsaufnahme der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer. *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*, *19*(1), 12–22.

Brigham, F., Scruggs, T.E., & Mastropieri, M.A. (1992). Teacher enthusiasm in learning disabilities classrooms. Effects in learning and behavior. *Learning Disabilities Research & Practice*, *7*(2), 68–73.

Bröder, A. (2011). *Versuchsplanung und experimentelles Praktikum*. *Bachelorstudium Psychologie* (Band 6). Göttingen: Hogrefe.

Bromme, R. (1997). Kompetenzen, Funktionen und unterrichtliches Handeln des Lehrers. In F.E. Weinert (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie: Pädagogische Psychologie (Band 3). Psychologie des Unterrichts und der Schule* (S. 177–212). Göttingen: Hogrefe.

Bromme, R., & Rambow, R. (2001). Experten-Laien-Kommunikation als Gegenstand der Expertiseforschung: Für eine Erweiterung des psychologischen Bildes vom Experten. In R.K. Silbereisen & M. Reitzle (Hrsg.), *Psychologie 2000. Bericht über den 42. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Psychologie in Jena 2000* (S. 541–550). Lengerich: Pabst Science Publishers.

Brouër, B., Burda-Zoyke, A., Kilian, J., & Petersen, I. (2018). *Vernetzung in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. Ansätze, Methoden und erste Befunde aus dem LeaP-Projekt an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel*. Münster: Waxmann.

Brouwer, N., & Korthagen, F. (2005). Can teacher education make a difference? *American Educational Research Journal*, *42*(1), 153–224. https://doi.org/10.3102/00028312042001153

Brunner, M., Kunter, M., Krauss, S., Baumert, J., Blum, W., Dubberke, T., Jordan, A., Klusmann, U., Tsai, Y.-M., & Neubrand, M. (2006). Welche Zusammenhänge bestehen zwischen dem fachspezifischen Professionswissen von Mathematiklehrern und ihrer Ausbildung sowie beruflichen Fortbildung? *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, *9*, 521–544. https://doi.org/10.1007/s11618-006-0166-1

Buchmann, M., & Floden, R.E. (1991). Programme coherence in teacher education: A view from the USA. *Oxford Review of Education*, *17*(1), 65–72. https://doi.org/10.1080/0305498910170105

Bühl, A. (2019). *Einführung in die moderne Datenanalyse ab SPSS 25* (16., aktual. Aufl.). Hallbergmoos: Pearson.

Bühner, M. (2021). *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion* (4., korr., erw. Aufl.). München: Pearson.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2013). *Bund-Länder-Vereinbarung über ein gemeinsames Programm "Qualitätsoffensive Lehrerbildung" gemäß Artikel 91 b des*

Grundgesetzes vom 12. April 2013. Zugriff am: 24.10.2021. Verfügbar unter: https://www.gwk-bonn.de/fileadmin/Redaktion/Dokumente/Papers/Bund-Laender-Vereinbarung-Qualitaetsoffensive-Lehrerbildung.pdf.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2018). *Eine Zwischenbilanz der „Qualitätsoffensive Lehrerbildung". Erste Ergebnisse aus Forschung und Praxis*. Zugriff am: 24.10.2021. Verfügbar unter: https://www.qualitaetsoffensive-lehrerbildung.de/lehrerbildung/shareddocs/downloads/files/bmbf-zwischenbilanz_qualitaets-ive_lehrerbildung_barrierefrei.pdf?__blob=publicationFile&v=1.

Burton, S., & Nesbit, P.L. (2008) Block or traditional? An analysis of student choice of teaching format. *Journal of Management & Organization*, *14*(1), 4–19. https://doi.org/10.1017/S1833367200003448

Buse, M., Damerau, K., & Preisfeld, A. (2018). A scientific out-of-school programme on neurobiology employing CLIL. Its impact on the cognitive acquisition and experimentation-related ability self-concepts. *International Journal of Environmental & Science Education, 13*(8), 647–660.

Byrne, B.M. (2016). *Structural equation modeling with AMOS: Basic concepts, applications, and programming* (3. Aufl.). New York, NY: Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315757421

Cakiroglu, J., Capa-Aydin, Y., & Woolfolk Hoy, A. (2012). Science teaching efficacy beliefs. In B.J. Fraser, K. Tobin & C.J. McRobbie (Hrsg.), *Second international handbook of science education* (S. 449–461). Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_31

Canady, R.L. (1990). Parallel block scheduling: A better way to organize school. *Principal*, *69*(3), 34–36.

Canrinus, E.T., Bergem, O.K., Klette, K., & Hammerness, K. (2017). Coherent teacher education programmes: Taking a student perspective. *Journal of Curriculum Studies, 49*(3), 313–333. https://doi.org/10.1080/00220272.2015.1124145

Canrinus, E.T., Klette, K., & Hammerness, K. (2019). Diversity in coherence: Strengths and opportunities of three programs. *Journal of Teacher Education*, *70*(3), 192–205. https://doi.org/10.1177/0022487117737305

Capps, D.K., Crawford, B.A., & Constas, M.A. (2012). A review of empirical literature on inquiry professional development: Alignment with best practices and a critique of the findings. *Journal of Science Teacher Education, 23*(3), 291–318. https://doi.org/10.1007/s10972-012-9275-2

Caprara, G.V., Barbaranelli, C., Steca, P., & Malone, P.S. (2006). Teachers' self-efficacy beliefs as determinants of job satisfaction and students' academic achievement: A study at the school level. *Journal of School Psychology*, *44*(6), 473–490. https://doi.org/10.1016/j.jsp.2006.09.001

Capraro, R., Capraro, M., Parker, D., Kulm, G., & Raulerson, T. (2005). The mathematics content knowledge role in developing preservice teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Childhood Education*, *20*(2), 102–118. https://doi.org/10.1080/02568540509594555

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2. Aufl.). New York, NY: Lawrence Erlbaum.

Collopy, R. (2003). Curriculum materials as a professional development tool: How a mathematics textbook affected two teachers' learning. *The Elementary School Journal*, *103*(3), 227–311. https://doi.org/10.1086/499727

Cramer, C. (2020). Kohärenz und Relationierung in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. In C. Cramer, J. König, M. Rothland & S. Blömeke (Hrsg.), *Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung* (S. 269–279). Bad Heilbrunn: Klinkhardt. https://doi.org/10.35468/hblb2020

Cramer, C., Horn, K.-P., & Schweitzer, F. (2009). Zur Bedeutsamkeit von Ausbildungskomponenten des Lehramtsstudiums im Urteil von Erstsemestern. Erste Ergebnisse der Studie „Entwicklung Lehramtsstudierender im Kontext institutioneller Rahmenbedingungen" (ELKiR). *Zeitschrift für Pädagogik*, *55*(5), 761–780.

Cronbach, L.J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, *16*(3), 297–334. https://doi.org/10.1007/BF02310555

Csikszentmihalyi, M., Abuhamdeh, S., & Nakamura, J. (2005). Flow. In A.J. Elliot & C.S. Dweck (Hrsg.), *Handbook of competence and motivation* (S. 598–608). New York, NY: Guilford.

Damerau, K. (2012). *Molekulare und Zell-Biologie im Schülerlabor. Fachliche Optimierung und Evaluation der Wirksamkeit im BeLLBio (Bergisches Lehr-Lern-Labor Biologie)*. Dissertation. Wuppertal: Bergische Universität Wuppertal. Zugriff am: 24.10.2021. Verfügbar unter: http://elpub.bib.uni-wuppertal.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-3530/dc1231.pdf.

Daniel, E.L. (2000). A review of time-shortened courses across disciplines. *College Student Journal*, *34*(2), 298–308.

Darling-Hammond, L. (2006). Constructing 21st-century teacher education. *Journal of Teacher Education*, *57*(3), 300–314. https://doi.org/10.1177/0022487105285962

Daschner, P. (2004). Dritte Phase an Einrichtungen der Lehrerfortbildung. In S. Blömeke, P. Reinhold, G. Tulodziecki & J. Wildt (Hrsg.), *Handbuch Lehrerbildung* (S. 290–301). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Davies, M. (2006). Intensive teaching formats: A review. *Issues in Educational Research*, *16*(1), 1–20.

Davis, E.A., & Krajcik, J.S. (2005). Designing educative curriculum materials to promote teacher learning. *Educational Researcher*, *34*(3), 3–14. https://doi.org/10.3102/0013189X034003003

Deci, E.L., & Ryan, R. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift für Pädagogik*, *39*(2), 223–238.

Degeling, M., Franken, N., Freund, S., Greiten, S., Neuhaus, D., & Schellenbach-Zell, J. (2019). *Herausforderung Kohärenz: Praxisphasen in der universitären Lehrerbildung. Bildungswissenschaftliche und fachdidaktische Perspektiven*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

de Laat, J., & Watters, J.J. (1995). Science teaching self-efficacy in a primary school: A case study. *Research in Science Education*, *25*(4), 453–464. https://doi.org/10.1007/BF02357387

Depaepe, F., Torbeyns, J., Vermeersch, N., Janssens, D., Janssen, R., Kelchtermans, G., Verschaffel, L., & van Dooren, W. (2015). Teachers' content and pedagogical content knowledge on rational numbers: A comparison of prospective elementary and lower secondary school teachers. *Teaching and Teacher Education*, *47*, 82–92. https://doi.org/10.1016/j.tate.2014.12.009

Desimone, L.M. (2009). Improving impact studies of teachers' professional development: Toward better conceptualizations and measures. *Educational Researcher*, *38*(3), 181–199. https://doi.org/10.3102/0013189X08331140

Deutscher Bildungsrat (1970). *Empfehlungen der Bildungskommission. Strukturplan für das Bildungswesen*. Stuttgart: Ernst Klett.

Dewey, J. (1938). *Experience and education*. New York, NY: MacMillan.

Dickhäuser, O. (2006). Fähigkeitsselbstkonzepte – Entstehung, Auswirkung, Förderung. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, *20*(1/2), 5–8. https://doi.org/10.1024/1010-0652.20.12.5

Dickhäuser, O., & Stiensmeier-Pelster, J. (2002). Gender differences in computer work: Evidence for the model of achievement-related choices. *Contemporary Educational Psychology*, *27*(3), 486–496. https://doi.org/10.1006/ceps.2001.1106

Diehr, B. (2020). Kohärenz und Korrespondenz. Die fachdidaktische Perspektive auf die universitäre Englischlehrerbildung. In M. Heer & U. Heinen (Hrsg.), *Die Stimmen der Fächer hören. Fachprofil und Bildungsanspruch in der Lehrerbildung* (S. 325–342). Paderborn: Ferdinand Schöningh. https://doi.org/10.30965/9783657792740_021

Dillman, D.A. (2007). *Mail and internet surveys: The tailored design method* (2. Aufl.). New York, NY: Wiley.

Dixon, L., & O'Gorman, V. (2019). 'Block teaching' – exploring lecturers' perceptions of intensive modes of delivery in the context of undergraduate education. *Journal of Further and Higher Education, 44*(5), 583–595. https://doi.org/10.1080/0309877X.2018.1564024

Döhrmann, M., Hacke, S., & Buchholz, C. (2010). Nationale und internationale Typen an Ausbildungsgängen zur Primarstufenlehrkraft. In S. Blömeke, G. Kaiser & R. Lehmann, R. (Hrsg.), *TEDS-M 2008. Professionelle Kompetenz und Lerngelegenheiten angehender Primarstufenlehrkräfte im internationalen Vergleich* (S. 55–71). Münster: Waxmann.

Döring, N., & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften* (5., vollst. überarb., aktual. Aufl.). Berlin/Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-41089-5

Draxler, C. (2006). *Facetten professioneller Handlungskompetenz von Physik- und Sachunterrichtslehrerinnen und -lehrern*. Dissertation. Duisburg-Essen: Universität Duisburg-Essen. Zugriff am: 24.10.2021. Verfügbar unter: http://duepublico.uni-duisburg-essen.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-17798/Diss.Draxler.pdf.

Drechsler, B., & Gerlach, S. (2001). Naturwissenschaftliche Bildung im Sachunterricht – Problembereich bei Grundschullehrkräften. In J. Kahlert & E. Inckemann (Hrsg.), *Wissen, Können und Verstehen. Über die Herstellung ihrer Zusammenhänge im Sachunterricht* (S. 215–225). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Druva, C.A., & Anderson, R.D. (1983). Science teacher characteristics by teacher behavior and by student outcome: A meta-analysis of research. *Journal of Research in Science Teaching, 20*(5), 467–479. https://doi.org/10.1002/tea.3660200509

Durik, A.M., & Harackiewicz, J.M. (2003). Achievement goals and intrinsic motivation: Coherence, concordance, and achievement orientation. *Journal of Experimental Social Psychology, 39*(4), 378–385. https://doi.org/10.1016/S0022-1031(03)00013-1

Eccles, J.S., & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology, 53*, 109–132. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135153

Eid, M., Gollwitzer, M., & Schmitt, M. (2010). *Statistik und Forschungsmethoden. Lehrbuch. Mit Online-Materialien* (3., korr. Aufl.). Weinheim: Beltz.

Eren, A. (2012). Prospective teachers' interest in teaching, professional plans about teaching and career choice satisfaction: A relevant framework? *Australian Journal of Education, 56*(3), 303–318. https://doi.org/10.1177/000494411205600308

Falk, A. (2012). Teachers learning from professional development in elementary science: Reciprocal relations between formative assessment and pedagogical content knowledge. *Science Education, 96*(2), 265–290. https://doi.org/10.1002/sce.20473

Feige, B. (2007). Vielperspektivischer Sachunterricht. In J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (2., aktual., erw. Aufl.) (S. 266–275). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Ferla, J., Valcke, M., & Cai, Y. (2009). Academic self-efficacy and academic self-concept: Reconsidering structural relationships. *Learning and Individual Differences, 19*(4), 499–505. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2009.05.004

Fernández Nistal, M.T., & Pena Boone, S.H. (2008). Elementary school teachers' conceptions of planet earth and of gravity. Implications for science education. *Revista Electrónica de Investigación Educativa, 10*(2), 2–24.

Festner, D., Schaper, N., & Gröschner, A. (2018). Einschätzung der Unterrichtskompetenz und -qualität im Praxissemester. In J. König, M. Rothland & N. Schaper (Hrsg.), *Learning to Practice, Learning to Reflect?* (S. 163–194). Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-19536-6_6

Fischer, H., & Peters, B. (2012). *Blockveranstaltungen – Lehrformat für eine heterogene Studierendenschaft?* (Discussion Papers des Zentrums für HochschulBildung, Nr. 1). Zugriff am:

25.10.2021. Verfügbar unter: https://eldorado.tu-dortmund.de/bitstream/2003/29387/1/paper%2001-2012.pdf.

Foerster, F. (2008). *Personale Voraussetzungen von Grundschullehramtsstudierenden. Eine Untersuchung zur prognostischen Relevanz von Persönlichkeitsmerkmalen für den Studien- und Berufserfolg*. Münster/München: Waxmann.

Fortus, D., Sutherland Adams, L.M., Krajcik, J., & Reiser, B. (2015). Assessing the role of curriculum coherence in student learning about energy. *Journal of Research in Science Teaching, 52*(10), 1408–1425. https://doi.org/10.1002/tea.21261

Franke, M.L., Carpenter, T.P., Levi, L., & Fennema, E. (2001). Capturing teachers' generative change: A follow-up study of professional development in mathematics. *American Educational Research Journal, 38*(3), 653–689. https://doi.org/10.3102/00028312038003653

Franken, N., Damerau, K., & Preisfeld, A. (2020). „Experimentieren kann ich gut!" – Experimentbezogene Fähigkeitsselbstkonzepte von Lehramtsstudierenden der Fächer Biologie, Chemie und Sachunterricht. *Zeitschrift für die Didaktik der Biologie (ZDB) – Biologie Lehren und Lernen, 24*, 48–66. https://doi.org/10.4119/zdb-1733

Franz, U. (2008). *Lehrer- und Unterrichtsvariablen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. Eine empirische Studie zum Wissenserwerb und zur Interessenentwicklung in der dritten Jahrgangsstufe*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Fried, L. (2002). *Pädagogisches Professionswissen und Schulentwicklung. Eine systemtheoretische Einführung in Grundkategorien der Schultheorie*. Weinheim: Juventa.

Friedrichsen, P.J., Abell, S.K., Pareja, E.M., Brown, P.L., Lankford, D.M., & Volkmann, M.J. (2008). Does teaching experience matter? Examining biology teachers' prior knowledge for teaching in an alternative certification program. *Journal of Research in Science Teaching, 46*(4), 357–383. https://doi.org/10.1002/tea.20283

Fussangel, K., Rürup, M., & Gräsel, C. (2015). Lehrerfortbildung als Unterstützungssystem. In H. Altrichter & K.M. Merki (Hrsg.), *Handbuch Neue Steuerung im Schulsystem* (S. 361–384). Wiesbaden: Springer Fachmedien. https://doi.org/10.1007/978-3-531-18942-0_13

Gaedtke-Eckardt, D.-G. (2011). *Fördern durch Sachunterricht*. Stuttgart: Kohlhammer.

Garet, M.S., Porter, A.C., Desimone, L., Birman, B.F., & Yoon, K.S. (2001). What makes professional development effective? Results from a national sample of teachers. *American Educational Research Journal, 38*(4), 915–945. https://doi.org/10.3102/00028312038004915

Gebauer, M.M. (2013). *Determinanten der Selbstwirksamkeitsüberzeugung von Lehrenden. Schulischer Berufsalltag an Gymnasien und Hauptschulen*. Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-00613-6

Geers, U., Alfs, N., & Hößle, C. (2009). Fachdidaktisches Wissen von Lehrkräften zum Thema „Ökosysteme" sowie zum Kompetenzbereich Bewerten am Beispiel „Grüne Gentechnik". *Erkenntnisweg Biologiedidaktik, 8*, 83–98.

George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference. 11.0 Update* (4. Aufl.). Boston, MA: Allyn & Bacon.

Gerstenmaier, J., & Mandl, H. (1995). Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. *Zeitschrift für Pädagogik, 41*(6), 867–888.

Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) (2013). *Perspektivrahmen Sachunterricht* (vollst. überarb. Aufl.). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) (2019). *Qualitätsrahmen Lehrerbildung Sachunterricht und seine Didaktik*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Gess-Newsome, J. (1999). Pedagogical content knowledge: An introduction and orientation. In J. Gess-Newsome & N.G. Lederman (Hrsg.), *Examining pedagogical content knowledge. The construct*

and its implications for science education (S. 3–17). Dordrecht: Kluwer. https://doi.org/10.1007/0-306-47217-1_1

Giel, K. (1975). Perspektiven des Sachunterrichts. In K. Giel, G.G. Hiller & H. Krämer (Hrsg.), *Stücke zu einem mehrperspektivischen Unterricht. Aufsätze zur Konzeption* (S. 34–66). Stuttgart: Ernst Klett.

Giel, K. (2001). Zur Revision des „Mehrperspektivischen Unterrichts“ (MPU). In W. Köhnlein & H. Schreier (Hrsg.), *Innovation Sachunterricht – Befragung der Anfänge nach zukunftsfähigen Beständen* (S. 201–216). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Giest, H., Hartinger, A., & Tänzer, S. (2017). *Vielperspektivität im Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Giest, H., & Pech, D. (2010). *Anschlussfähige Bildung im Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Gläser, E., & Schomaker, C. (2014). Zur aktuellen Situation sachunterrichtsbezogener Studiengänge in den Bundesländern. In Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (Hrsg.), *Die Didaktik des Sachunterrichts und ihre Fachgesellschaft GDSU e.V.* (S. 43–48). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Glowinski, I., Borowski, A., Gillen, J., Schanze, S., & von Meien, J. (2018). *Kohärenz in der universitären Lehrerbildung: Vernetzung von Fachwissenschaft, Fachdidaktik und Bildungswissenschaften*. Potsdam: Universitätsverlag Potsdam.

Göb, N. (2017). Professionalisierung durch Lehrerfortbildung: Wie wird der Lernprozess der Teilnehmenden unterstützt? *Die Deutsche Schule*, *109*(1), 9–27.

Göhring, A. (2017). Naturwissenschaftlich integrierte Lehrerbildung an der Universität – Modellversuch Naturwissenschaft und Technik (NWT). In H. Giest, A. Hartinger & S. Tänzer (Hrsg.), *Vielperspektivität im Sachunterricht* (S. 201–208). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Göhring, A., Haider, M., & Streubert, M. (2010). Naturwissenschaft und Technik (NWT) – ein neues integriertes Didaktikfach in der Lehrerbildung. *Didaktik der Physik Hannover*. Zugriff am 24.10.2021. Verfügbar unter: https://www.uni-regensburg.de/assets/humanwissenschaften/grundschulpaedagogik-didaktik/naturwissenschaft_und_technik__nwt__ein_neues_integriertes_didaktikfach_in_der_lehrerausbildung.pdf.

Göller, R. (2020). Wissen. In R. Göller (Hrsg.), *Selbstreguliertes Lernen im Mathematikstudium* (S. 65–91). Wiesbaden: Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-658-28681-1_3

Görich, K., Kassis, W., Kunze, I., Hollen, M., & Ossowski, E. (2019). Inklusionsbezogene Lehrer*innenbildung im Tandemformat – Eine Studie zu Effekten auf inklusionsbezogene Einstellungen und Selbstwirksamkeitserwartungen. *Qfl – Qualifizierung für Inklusion*, *1*(1). https://doi.org/10.21248/qfi.10

Götz, M. (2015). Zur Geschichte des Sachunterrichts. In J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (2., aktual., erw. Aufl.) (S. 212–220). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Goldschmidt, P., & Phelps, G. (2007). *Does teacher professional development affect content and pedagogical knowledge: How much and for how long? CSE Technical Report 711*. Zugriff am 03.03.2021. Verfügbar unter: https://cresst.org/wp-content/uploads/R711.pdf.

Gräsel, C., Fußangel, K., & Pröbstel, C. (2006). Lehrkräfte zur Kooperation anregen – eine Aufgabe für Sisyphos? *Zeitschrift für Pädagogik*, *52*(2), 205–219.

Gräsel, C., & Parchmann, I. (2004). Implementationsforschung – oder: der steinige Weg, Unterricht zu verändern. *Unterrichtswissenschaft*, *32*(4), 196–214.

Graf, D. (2014). Concept Mapping als Diagnosewerkzeug. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 325–337). Berlin: Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-642-37827-0_26

Greeno, J.G. (1998). The situativity of knowing, learning, and research. *American Psychologist*, *53*(1), 5–26. https://doi.org/10.1037/0003-066X.53.1.5

Grossman, P.L. (1990). *The making of a teacher. Teacher knowledge and teacher education (Professional development and practice series)*. New York, NY: Teachers College Press.

Grossman, P.L. (1994). Teachers' knowledge. In T. Husén & T.N. Postlethwaite (Hrsg.), *The international encyclopedia of education* (2. Aufl.) (S. 6117–6122). Oxford: Elsevier.

Grossman, P.L., Schoenfeld, A.H., & Lee, C. (2005). Teaching subject matter. In L. Darling-Hammond & J.D. Bransford (Hrsg.), *Preparing teachers for a changing world: What teachers should learn and be able to do* (S. 201–231). San Francisco, CA: Jossey-Bass.

Grossman, P.L., Wilson, S.M., & Shulman, L.S. (1989). Teachers of substance: Subject matter knowledge for teaching. In M.C. Reynolds (Hrsg.), *Knowledge base for the beginning teacher* (S. 23–36). New York, NY: Pergamon.

Groß, L., & Aufenanger, S. (2011). Wie wirken didaktische Elemente der Hochschullehre auf die zeitliche Gestaltung des Studiums? *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, *6*(2), 123–132. https://doi.org/10.3217/zfhe-6-02/11

Großschedl, J., Harms, U., Kleickmann, T., & Glowinski, I. (2015). Preservice biology teachers' professional knowledge: Structure and learning opportunities. *Journal of Science Teacher Education*, *26*(3), 291–318. https://doi.org/10.1007/s10972-015-9423-6

Grygier, P., Hartinger, A., Tretter, T., & Ziegler, F. (2012). *Individuelles Lernen im Sachunterricht – Luft und ihre Eigenschaften.* Berlin: Cornelsen.

Grygier, P., & Hartinger, A. (2012). *Gute Aufgaben Sachunterricht* (2. Aufl.). Berlin: Cornelsen Scriptor.

Guskey, T.R. (1984). The influence of change in instructional effectiveness upon the affective characteristics of teachers. *American Educational Research Journal*, *21*(2), 245–259. https://doi.org/10.3102/00028312021002245

Guskey, T.R. (1988). Teacher efficacy, self-concept, and attitudes toward the implementation of instructional innovation. *Teaching and Teacher Education*, *4*(1), 63–69. https://doi.org/10.1016/0742-051X(88)90025-X

Guskey, T.R. (2002). Does it make a difference? Evaluating professional development. *Educational Leadership*, *59*(6), 45–51.

Haeussler Bohan, C., & Davis, O.L. Jr. (1998). Historical constructions: How social studies student teachers historical thinking is reflected in their writing of history. *Theory and Research in Social Education*, *26*(2), 173–197. https://doi.org/10.1080/00933104.1998.10505843

Häußler, P., Bünder, W., Duit, R., Gräber, W., & Mayer, J. (1998). *Naturwissenschaftsdidaktische Forschung – Perspektiven für die Unterrichtspraxis*. Kiel: IPN.

Haider, M. (2015). Physikalische Aspekte. In J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (2., aktual., erw. Aufl.) (S. 122–128). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Hammann, M. (2016). Experimentieren. In U. Spörhase & W. Ruppert (Hrsg.), *Biologie Methodik. Handbuch für die Sekundarstufe I und II* (3. Aufl.) (S. 102–106). Berlin: Cornelsen.

Hammerness, K. (2006). From coherence in theory to coherence in practice. *Teachers College Record*, *108*(7), 1241–1265.

Handwerk, P.G., Carson, C., & Backwell, K.M. (2000). *Online vs. paper-and-pencil surveying of students: A case study*. Paper presented at the annual forum for the Association for Institutional Research, 21.-24. Mai, Cincinnati, OH.

Hannover, B. (1998). The development of self-concept and interests. In L. Hoffmann, J. Baumert, A. Krapp & K.A. Renninger (Hrsg.), *Interest and learning. Proceedings of the Seeon conference on interest and gender* (S. 105–125). Kiel: IPN.

Hardy, I., Hertel, S., Kunter, M., Klieme, E., Warwas, J., Büttner, G., & Lühken, A. (2011). Adaptive Lerngelegenheiten in der Grundschule: Merkmale, methodisch-didaktische Schwerpunktsetzungen und erforderliche Lehrerkompetenzen. *Zeitschrift für Pädagogik, 57*(6), 819–833.

Harlen, W. (1997). Primary teachers' understanding in science and its impact in the classroom. *Research in Science Education, 27*(3), 323–337. https://doi.org/10.1007/BF02461757

Harlen, W., Holroyd, C., & Byrne, M. (1995). *Confidence and understanding in teaching science and technology in primary schools*. Edinburgh: SCRE.

Harms, U., & Riese, J. (2018). Professionelle Kompetenz und Professionswissen. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 283–298). Berlin: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-56320-5_17

Hartmann, C. (2018). Zur Bedeutsamkeit formaler Lerngelegenheiten für das fachdidaktische Wissen im Bereich der historischen Perspektive des Sachunterrichts. *Zeitschrift für Grundschulforschung, 11*, 269–284. https://doi.org/10.1007/s42278-018-0016-2

Hartmann, C., & Reichhart, B. (2018). Motivationale Orientierungen von Studierenden im Grundschullehramt bezogen auf die Perspektiven des Sachunterrichts. In U. Franz, H. Giest, A. Hartinger, A. Heinrich-Dönges & B. Reinhoffer (Hrsg.), *Handeln im Sachunterricht* (S. 167–174). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Hashweh, M.Z. (1987). Effects of subject-matter knowledge in the teaching of biology and physics. *Teaching and Teacher Education, 3*(2), 109–120. https://doi.org/10.1016/0742-051X(87)90012-6

Haslbeck, H. (2019). *Die Variablenkontrollstrategie in der Grundschule*. Dissertation. München: Technische Universität München. Zugriff am: 24.10.2021. Verfügbar unter: https://mediatum.ub.tum.de/doc/1487608/1487608.pdf.

Hellmann, K. (2019). Kohärenz in der Lehrerbildung – Theoretische Konzeptionalisierung. In K. Hellmann, J. Kreutz, M. Schwichow & K. Zaki (Hrsg.), *Kohärenz in der Lehrerbildung. Theorien, Modelle und empirische Befunde* (S. 9–30). Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-23940-4_2

Hellmann, K., Kreutz, J., Schwichow, M., & Zaki, K. (2019). *Kohärenz in der Lehrerbildung. Theorien, Modelle und empirische Befunde*. Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-23940-4

Hellmann, K., & Zaki, K. (2018). Kohärenz in der Lehrerbildung – Modelle und Konzepte am Standort Freiburg. In I. Glowinski, A. Borowski, J. Gillen, S. Schanze & J. von Meien (Hrsg.), *Kohärenz in der universitären Lehrerbildung. Vernetzung von Fachwissenschaft, Fachdidaktik und Bildungswissenschaften* (S. 355–382). Potsdam: Universitätsverlag Potsdam.

Hellmann, K., Ziepprecht, K., Baum, M., Glowinski, I., Grospietsch, F., Heinz, T., Masanek, N., Wehner, A. (im Druck). Kohärenz, Verzahnung und Vernetzung – Ein Angebots-Nutzungsmodell für die hochschulische Lehrkräftebildung. *Lehrerbildung auf dem Prüfstand*.

Hempel, M. (2007). Diagnostik der kindlichen Lebenswelt als Voraussetzung zur Förderung des Kompetenzerwerbs der Lernenden. In R. Lauterbach, A. Hartinger, B. Feige & D. Cech (Hrsg.), *Kompetenzerwerb im Sachunterricht fördern und erfassen* (S. 23–36). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Hempel, M., & Wittkowske, S. (2010). Die Welt erkunden lernen – der Sachunterricht und seine didaktische Fragestellung. In C. Ensberg & S. Wittkowske (Hrsg.), *Fachdidaktiken als praktische Wissenschaften. Grundlagen – Positionen – Perspektiven* (S. 159–169). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Heran-Dörr, E. (2006). *Entwicklung und Evaluation einer Lehrerfortbildung zur Förderung der physikdidaktischen Kompetenz von Sachunterrichtslehrkräften. Eine explorative Studie*. Dissertation. München: Ludwig-Maximilians-Universität München. Zugriff am: 24.10.2021. Verfügbar unter: https://edoc.ub.uni-muenchen.de/5878/1/Heran-Doerr_Eva.pdf.

Heynoldt, B. (2016). *Outdoor Education als Produkt handlungsleitender Überzeugungen von Lehrpersonen. Eine qualitativ rekonstruktive Studie* (Geographiedidaktische Forschungen, Band 60). Münster: Monsenstein & Vannerdat.

Hidi, S., Berndorff, D., & Ainley, M. (2002). Children's argument writing, interest, and self-efficacy. An intervention study. *Learning and Instruction, 12*(4), 429–446. https://doi.org/10.1016/S0959-4752(01)00009-3

Hidi, S., Renninger, K.A., & Krapp, A. (2004). Interest, a motivational variable that combines affective and cognitive functioning. In D.Y. Dai & R.J. Sternberg (Hrsg.), *Motivation, emotion and cognition. Integrative perspectives on intellectual functioning and development* (S. 89–115). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Hidi, S., & Ainley, M. (2002). Interest and adolescence. In F. Pajares & T.C. Urdan (Hrsg.), *Academic motivation of adolescents* (S. 247–275). Greenwich: Information Age Pub.

Hidi, S., & Renninger, K.A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist, 41*(2), 111–127. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_4

Hilkenmeier, J., & Sommer, S. (2014). Praxisnahe Fallarbeit – Block versus wöchentliches Seminar. Ein Vergleich zweier Veranstaltungsformate in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung, 32*(1), 88–100.

Hill, H.C., Rowan, B., & Ball, D.L. (2005). Effects of teachers' mathematical knowledge for teaching on student achievement. *American Educational Research Journal, 42*, 371–406. https://doi.org/10.3102/00028312042002371

Hinrichs, A.-C. (2016). *Erfolgsfaktoren beruflicher Weiterbildung. Eine Längsschnittstudie zum Lerntransfer*. Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-12761-9

Hoffmann, L. (2002). Promoting girls' interest and achievement in physics classes for beginners. *Learning and Instruction, 12*(4), 447–465. https://doi.org/10.1016/S0959-4752(01)00010-X

Huber, S., & Radisch, F. (2010). Wirksamkeit von Lehrerfort- und -weiterbildung. Ansätze und Überlegungen für ein Rahmenmodell zur theoriegeleiteten empirischen Forschung und Evaluation. In W. Böttcher, J.N. Dicke & N. Hogrebe (Hrsg.), *Evaluation, Bildung und Gesellschaft. Steuerungsinstrumente zwischen Anspruch und Wirklichkeit* (S. 337–354). Münster: Waxmann.

Hughes, T.M. (1987). *The prediction of teacher burnout through personality type, critical thinking and self-concept*. Paper presented at the annual meeting of the Mid-South Educational Research Association, November, Mobile, AL.

Ingenkamp, K., & Lissmann, U. (2008). *Lehrbuch der Pädagogischen Diagnostik* (6. Aufl.). Weinheim/Basel: Beltz.

Jansen, M. (2017). Academic self-concept in the sciences: Domain-specific differentiation, gender differences, and dimensional comparison effects. In F. Guay, H.W. Marsh, D.M. McInerney & R.G. Craven (Hrsg.), *Self: Driving positive psychology and well-being* (S. 71–112). Charlotte, NC: IAP Information Age Publishing.

Jansen, M., Schroeders, U., Lüdtke, O., & Pant, H.A. (2014). Der Einfluss interdisziplinärer Beschulung auf die Struktur des akademischen Selbstkonzepts in den naturwissenschaftlichen Fächern. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 28*(1–2), 43–49. https://doi.org/10.1024/1010-0652/a000120

Janssen, J., & Laatz, W. (2017). *Statistische Datenanalyse mit SPSS* (9., überarb. u. erw. Aufl.). Berlin: Springer Gabler. https://doi.org/10.1007/978-3-662-53477-9

Janssen, M. (2015). *Mit biologischen Inhalten Brücken zur Chemie bauen: Entwicklung und Erprobung eines Seminars für Sachunterrichtsstudierende*. Dissertation. Siegen: Universität Siegen. Zugriff am: 24.10.2021. Verfügbar unter: https://dspace.ub.uni-siegen.de/bitstream/ubsi/1011/1/Dissertation_Janssen_Mareike_Katrin.pdf.

Jarrett, O.S. (1999). Science interest and confidence among preservice elementary teachers. *Journal of Elementary Science Education, 11*(1), 49–59. https://doi.org/10.1007/BF03173790

Käpylä, M., Heikkinen J.-P., & Asunta, T. (2009). Influence of content knowledge on pedagogical content knowledge. *International Journal of Science Education, 31*(10), 1395–1415. https://doi.org/10.1080/09500690802082168

Kahlert, J. (2001). Didaktische Netze – ein Modell zur Konstruktion situierter und erfahrungsoffener Lernumgebungen. In J. Meixner & K. Müller (Hrsg.), *Konstruktivistische Schulpraxis. Beispiele für den Unterricht* (S. 73–94). Neuwied: Kriftel.

Kahlert, J. (2005). *Der Sachunterricht und seine Didaktik* (2., überarb. Aufl.). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Kahlert, J. (2014). Zwischen didaktischer Vernunft und inhaltlicher Beliebigkeit – Vielperspektivität im Sachunterricht. *Zeitschrift für Grundschulforschung, 7*(2), 9–21.

Kahlert, J., & Heimlich, U. (2012). Inklusionsdidaktische Netze – Konturen eines Unterrichts für alle (dargestellt am Beispiel des Sachunterrichts). In U. Heimlich & J. Kahlert (Hrsg.), *Inklusion in Schule und Unterricht. Wege zur Bildung für alle* (S. 153–190). Stuttgart: Kohlhammer.

Kaiser, A. (2007). Lehrerbildung. In J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, D. von Reeken & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (S. 80–88). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Kaiser, A., & Seitz, S. (2017). *Inklusiver Sachunterricht. Theorie und Praxis*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Kaiser, G., Bremerich-Vos., A., & König, J. (2020). Professionswissen. In C. Cramer, J. König, M. Rothland & S. Blömeke (Hrsg.), *Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung* (S. 811–818). Bad Heilbrunn: Klinkhardt. https://doi.org/10.35468/hblb2020-100

Kampl, S. (2016). *Stationenlernen im Geschichtsunterricht. Allgemeine und fachspezifische Momente*. Schwalbach / Ts.: WOCHENSCHAU Verlag.

Kauertz, A., Kleickmann, T., Ewerhardy, A., Fricke, K., Lange, K., Ohle, A., Pollmeier, K., Tröbst, S., Walper, L., Fischer, H., & Möller, K. (2011). *Dokumentation der Erhebungsinstrumente im Projekt PLUS*. Zugriff am: 24.10.2021. Verfügbar unter: https://duepublico2.uni-due.de/receive/duepublico_mods_00035341.

Kelava, A., & Moosbrugger, H. (2012). Deskriptivstatistische Evaluation von Items (Itemanalyse) und Testwertverteilungen. In H. Moosbrugger & A. Keleva (Hrsg.), *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (2., aktual., überarb. Aufl.) (S. 75–102). Berlin/Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-20072-4_4

Kelle, U. (2018). „Mixed Methods“ in der Evaluationsforschung – mit den Möglichkeiten und Beschränkungen quantitativer und qualitativer Methoden arbeiten. *Zeitschrift für Evaluation, 17*(1), 25–52.

Kirk, J., & Miller, M.L. (1986). *Reliability and validity in qualitative research*. Beverly Hills, CA: Sage Publications. https://dx.doi.org/10.4135/9781412985659

Kleickmann, T. (2015). Professionelle Kompetenz von Primarschullehrkräften im Bereich des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts. *Zeitschrift für Grundschulforschung, 8*(1), 7–22.

Kleickmann, T., Tröbst, S., Jonen, A., Vehmeyer, J., & Möller, K. (2016). The effects of expert scaffolding in elementary science professional development on teachers' beliefs and motivations, instructional practices, and student achievement. *Journal of Educational Psychology, 108*(1), 21–42. https://doi.org/10.1037/edu0000041

Kleickmann, T., Tröbst, S., Kunter, M., Heinze, A., Anschütz, A., & Rink, R. (2017). Teacher knowledge experiment: Conditions of the development of pedagogical content knowledge. In D. Leutner, J. Fleischer, J. Grünkorn & E. Klieme (Hrsg.), *Competence assessment in education:*

Research, models and instruments (S. 111–129). New York, NY: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-50030-0_8

Kleickmann, T., & Hardy, I. (2019). Vernetzung professionellen Wissens angehender Lehrkräfte im Lehramtsstudium. *Unterrichtswissenschaft, 47*, 1–6. https://doi.org/10.1007/s42010-018-00035-2

Kleina, W., Lohmann, C., Radhoff, M., Ruberg, C., Tan, A.E., Trapp, R., & Wittich, C. (2018). Kooperationsformate im Rahmen einer inklusionsorientierten Lehrerinnen- und Lehrerbildung – Konzeptionen und Reflexion erster Erfahrungen im Projekt DoProfiL. In S. Hußmann & B. Welzel (Hrsg.), *DoProfiL – Das Dortmunder Profil für inklusionsorientierte Lehrerinnen- und Lehrerbildung* (S. 237–252). Münster: Waxmann.

Klieme, E., & Leutner, D. (2006). Kompetenzmodelle zur Erfassung individueller Lernergebnisse und zur Bilanzierung von Bildungsprozessen: Beschreibung eines neu eingerichteten Schwerpunktprogramms der DFG. *Zeitschrift für Pädagogik, 52*(6), 876–903.

Kline, R.B. (2011). *Principles and practice of structural equation modeling* (3. Aufl.). New York, NY/ London: Guilford Press.

Klusmann, U. (2011). Individuelle Voraussetzungen von Lehrkräften. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 297–304). Münster: Waxmann.

Köhnlein, W. (1990). Grundlegende Bildung und Curriculum des Sachunterrichts. In W. Wittenbruch & P. Sorger (Hrsg.), *Allgemeinbildung und Grundschule* (S. 107–125). Münster: LIT.

Köhnlein, W. (2012). *Sachunterricht und Bildung*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Köhnlein, W., Marquardt-Mau, B., & Duncker, L. (2013). Vielperspektivität. *Widerstreit Sachunterricht, Ausgabe 19*. Zugriff am: 24.10.2021. Verfügbar unter: http://www.widerstreit-sachunterricht.de/ ebeneII/viel.pdf.

Köhnlein, W., Marquardt-Mau, B., & Schreier, H. (1999). *Vielperspektivisches Denken im Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Köller, O. (2015). Evaluation pädagogisch-psychologischer Maßnahmen. In E. Wild & J. Möller (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (2., vollst. überarb. u. aktual. Aufl.) (S. 329–342). Berlin/Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-41291-2_14

Köller, O., Baumert, J., & Schnabel, K.U. (2001). Does interest matter? The relationship between academic interest and achievement in mathematics. *Journal of Research in Mathematics Education, 32*(5), 448–470. https://doi.org/10.2307/749801

König, J., Kaiser, G., & Felbrich, A. (2012). Spiegelt sich pädagogisches Wissen in den Kompetenzselbsteinschätzungen angehender Lehrkräfte? Zum Zusammenhang von Wissen und Überzeugungen am Ende der Lehrerausbildung. *Zeitschrift für Pädagogik, 58*(4), 476–491.

König, J., & Rothland, M. (2018). Das Praxissemester in der Lehrerbildung. Stand der Forschung und zentrale Ergebnisse des Projekts Learning to Practice. In J. König, N. Schaper & M. Rothland (Hrsg.), *Learning to Practice, Learning to Reflect? Ergebnisse aus der Längsschnittstudie LtP zur Nutzung und Wirkung des Praxissemesters in der Lehrerbildung* (S. 1–62). Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-19536-6_1

Krapp, A. (1992). Das Interessenkonstrukt. Bestimmungsmerkmale der Interessenhandlung und des individuellen Interesses aus der Sicht einer Person-Gegenstands-Konzeption. In A. Krapp & M. Prenzel (Hrsg.), *Interesse, Lernen, Leistung. Neuere Ansätze der pädagogisch-psychologischen Interessensforschung* (S. 297–329). Münster: Aschendorff.

Krapp, A. (1999). Intrinsische Lernmotivation und Interesse. Forschungsansätze und konzeptuelle Überlegungen. *Zeitschrift für Pädagogik, 45*(3), 387–406.

Krapp, A. (2002). Structural and dynamic aspects of interest development: Theoretical considerations from an ontogenetic perspective. *Learning and Instruction, 12*(4), 383–409. https://doi.org/10.1016/S0959-4752(01)00011-1

Krapp, A. (2005). Basic needs and the development of interest and intrinsic motivational orientations. *Learning and Instruction, 15*(5), 381–395. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2005.07.007

Krapp, A. (2007). An educational-psychological conceptualization of interest. *International Journal for Educational and Vocational Guidance, 7*(1), 5–21. https://doi.org/10.1007/s10775-007-9113-9

Krapp, A. (2010). Interesse. In D.H. Rost (Hrsg.), *Wörterbuch Pädagogische Psychologie* (4., überarb. u. erw. Aufl.) (S. 311–323). Weinheim & Basel: Beltz.

Krapp, A., & Ryan, R.M. (2002). Selbstwirksamkeit und Lernmotivation. Eine kritische Betrachtung der Theorie von Bandura aus der Sicht der Selbstbestimmungstheorie und der pädagogisch-psychologischen Interessentheorie. In M. Jerusalem & D. Hopf (Hrsg.), *Selbstwirksamkeit und Motivationsprozesse in Bildungsinstitutionen* (Zeitschrift für Pädagogik, 44. Beiheft) (S. 54–82). Weinheim: Beltz.

Kratz, J., Schaal, S., & Heran-Dörr, E. (2013). Fachwissen von Lehramtsstudierenden zum Thema „Leben in extremen klimatischen Bedingungen" – Erhebung des Fachwissens im Rahmen einer Interventionsstudie. *GDSU-Journal, 3*, 23–36.

Kratz, J., & Schaal, S. (2015). Strukturierung und Praxisnähe in der Sachunterrichtsausbildung – eine Interventionsstudie. In M. Hammann, J. Mayer & N. Wellnitz (Hrsg.), *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik* (Band 6) (S. 137–154). Innsbruck: Studienverlag.

Kricke, M., & Reich, K. (2016). *Teamteaching. Die neue Kultur des Lehrens und Lernens*. Weinheim: Beltz.

Kuckartz, U. (2014). *Mixed Methods. Methodologie, Forschungsdesigns und Analyseverfahren*. Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-531-93267-5

Kuckartz, U. (2016). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (3., überarb. Aufl.). Weinheim/Basel: Beltz Juventa.

Kultusministerkonferenz (KMK) (2004). Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004 i. d. F. vom 16.05.2019). Zugriff am 24.10.2021. Verfügbar unter: http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Standards-Lehrerbildung.pdf.

Kultusministerkonferenz (KMK) (2010). *Ländergemeinsame Strukturvorgaben für die Akkreditierung von Bachelor- und Masterstudiengängen. Beschluss vom 10.10.2003 i.d.F. vom 04.02.2010*. Zugriff am: 24.10.2021. Verfügbar unter: https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2003/2003_10_10-Laendergemeinsame-Strukturvorgaben.pdf.

Kunter, M. (2011). Motivation als Teil der professionellen Kompetenz – Forschungsbefunde zum Enthusiasmus von Lehrkräften. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 259–275). Münster: Waxmann.

Kunter, M. (2014). Forschung zur Lehrermotivation. In E. Terhart, H. Bennewitz & M. Rothland (Hrsg.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf* (2., überarb., erw. Aufl.) (S. 698–711). Münster/New York, NY: Waxmann.

Kunter, M., Frenzel, A., Nagy, G., Baumert, J., & Pekrun, R. (2011). Teacher enthusiasm. Dimensionality and context specificity. *Contemporary Educational Psychology, 36*(4), 289–301. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2011.07.001

Kunter, M., Tsai, Y.-M., Klusmann, U., Brunner, M., Krauss, S., & Baumert, J. (2008). Students' and mathematics teachers' perceptions of teacher enthusiasm and instruction. *Learning and Instruction, 18*(5), 468–482. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2008.06.008

Kunter, M., & Voss, T. (2011). Das Modell der Unterrichtsqualität in COACTIV: Eine multikriteriale Analyse. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss, & M. Neubrand (Hrsg.),

Professionelle Kompetenz von Lehrkräften – Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV (S. 85–113). Münster: Waxmann.

Kunz, H. (2011). *Professionswissen von Lehrkräften der Naturwissenschaften im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung*. Dissertation. Kassel: Universität Kassel. Zugriff am: 24.10.2021. Verfügbar unter: https://kobra.uni-kassel.de/bitstream/handle/123456789/2012012040403/DissertationHagenKunz.pdf;jsessionid=F8360BA9C8AAC523B868E614CB884050?sequence=9.

Labudde, P. (2003). Fächer übergreifender Unterricht in und mit Physik: Eine zu wenig genutzte Chance. *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule, 1*(2), 48–66.

Labudde, P. (2014). Fächerübergreifender naturwissenschaftlicher Unterricht – Mythen, Definitionen, Fakten. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, *20*(1), 11–19. https://doi.org/10.1007/s40573-014-0001-9

Lagies, J. (2020). Lehrer*innenberuf, Lehrer*innenbildung und Organisationslogik: strukturell erzeugte Fachfremdheit zwischen Fachprinzip und Klassenlehrer*innenprinzip. In J. Lagies (Hrsg.), *Fachfremdheit zwischen Profession und Organisation: Orientierungsrahmen Mathematik fachfremd unterrichtender Grundschullehrkräfte* (S. 77–132). Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-26632-5_3

Landeen, J., Jewiss, T., Vajoczki, S., & Vine, M. (2013). Exploring consistency within a problem-based learning context: Perceptions of students and faculty. *Nurse Education in Practice*, *13*(4), 277–282. https://doi.org/10.1016/j.nepr.2013.03.013

Landwehr, B. (2002). *Distanzen von Lehrkräften und Studierenden des Sachunterrichts zur Physik. Eine qualitativ-empirische Studie zu den Ursachen*. Berlin: Logos.

Lange, K. (2015). Professionelle Kompetenzen von Lehrkräften im Sachunterricht. In J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (2., aktual., erw. Aufl.) (S. 82–87). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Lange, K., Kleickmann, T., Tröbst, S., & Möller, K. (2012a). Fachdidaktisches Wissen von Lehrkräften und multiple Ziele im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, *15*, 55–75. https://doi.org/10.1007/s11618-012-0258-z

Lange, K., Kleickmann, T., & Möller, K. (2012b). Die Bedeutung des fachdidaktischen Wissens von Lehrkräften für Lernfortschritte von Schülerinnen und Schülern im Sachunterricht der Grundschule. In H. Bayrhuber, U. Harms, B. Muszynski, B. Ralle, M. Rothgangel, L.-H. Schön, H.J. Vollmer & H.-G. Weigand (Hrsg.), *Formate Fachdidaktischer Forschung. Empirische Projekte – historische Analysen – theoretische Grundlegungen* (S. 315–334). Münster: Waxmann.

Lange, K., Ohle, A., Kleickmann, T., Kauertz, A., Möller, K., & Fischer, H. (2015). Zur Bedeutung von Fachwissen und fachdidaktischem Wissen für Lernfortschritte von Grundschülerinnen und Grundschülern im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. *Zeitschrift für Grundschulforschung*, *8*(1), 23–38.

Lange-Schubert, K., & Hartinger, A. (2020). Lehrerkompetenzen im Sachunterricht. In A. Hartinger & K. Lange-Schubert (Hrsg.), *Sachunterricht – Didaktik für die Grundschule* (5. Aufl.) (S. 26–37). Berlin: Cornelsen.

Lauterbach, R. (2017). Vielperspektivität – ein Beitrag zur Identitätsfindung der Didaktik des Sachunterrichts. In H. Giest, A. Hartinger & S. Tänzer (Hrsg.), *Vielperspektivität im Sachunterricht* (S. 13–26). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Leiner, D. (2006). *SoSci Survey (Computer Software)*. Zugriff am: 24.10.2021. Verfügbar unter: https://www.soscisurvey.de/.

Leinhardt, G., & Smith, D.A. (1985). Expertise in mathematics instruction: Subject matter knowledge. *Journal of Educational Psychology*, *77*(3), 247–271. https://doi.org/10.1037/0022-0663.77.3.247

Lersch, R. (2006). Lehrerbildung im Urteil der Auszubildenden. Eine empirische Studie zu beiden Phasen der Lehrerausbildung. In C. Allemann-Ghionda & E. Terhart (Hrsg.), *Zeitschrift für Pädagogik. Kompetenzen und Kompetenzentwicklung von Lehrerinnen und Lehrern. Ausbildung und Beruf* (Beiheft, Band 51) (S. 164–181). Weinheim: Beltz.

Lienert, G.A., & Raatz, U. (1998). *Testaufbau und Testanalyse* (6. Aufl.). Weinheim: Psychologie Verlags Union.

Lindl, A., & Krauss, S. (2017). Transdisziplinäre Perspektiven auf domänenspezifische Lehrerkompetenzen. Eine Metaanalyse zentraler Resultate des Forschungsprojektes FALKO. In S. Krauss, A. Lindl, A. Schilcher, M. Fricke, A. Göhring & B. Hofmann (Hrsg.), *Falko: Fachspezifische Lehrerkompetenzen. Konzeption von Professionswissenstests in den Fächern Deutsch, Englisch, Latein, Physik, Musik, Evangelische Religion und Pädagogik* (S. 381–438). Münster/New York, NY: Waxmann.

Lindner, C., & Klusmann, U. (2018). Fachwissenschaftliche und fachdidaktische Inhalte in der Lehramtsausbildung – Empirische Evidenz für die Notwendigkeit einer integrativen Vernetzung. In B. Brouër, A. Burda-Zoyke, J. Kilian & I. Petersen (Hrsg.), *Vernetzung in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung: Ansätze, Methoden und erste Befunde aus dem LeaP-Projekt an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel* (S. 293–304). Münster: Waxmann.

Lipowsky, F. (2010). Lernen im Beruf. Empirische Befunde zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildung. In F. Müller, A. Eichenberger, M. Lüders & J. Mayer (Hrsg.), *Lehrerinnen und Lehrer lernen – Konzepte und Befunde zur Lehrerfortbildung* (S. 51–72). Münster: Waxmann.

Lipowsky, F., & Rzejak, D. (2012). Lehrerinnen und Lehrer als Lerner – Wann gelingt der Rollentausch? Merkmale und Wirkungen wirksamer Lehrerfortbildungen. *Schulpädagogik heute, 5*(3), 1–17.

Lößner, M. (2011). *Exkursionsdidaktik in Theorie und Praxis: Forschungsergebnisse und Strategien zur Überwindung von hemmenden Faktoren* (Geographiedidaktische Forschungen, Band 48). Weingarten: Hochschulverband für Geographie und ihre Didaktik.

Lohmann, V., Seidel, V., & Terhart, E. (2011). Bildungswissenschaften in der universitären Lehrerbildung: Curriculare Strukturen und Verbindlichkeiten. Eine Analyse aktueller Studienordnungen an nordrhein-westfälischen Universitäten. *Lehrerbildung auf dem Prüfstand, 4*(2), 271–302.

Long, J.F., & Woolfolk Hoy, A. (2006). Interested instructors. A composite portrait of individual differences and effectiveness. *Teaching and Teacher Education, 22*(3), 303–314. https://doi.org/10.1016/j.tate.2005.11.001

Lortie, D.C. (1977). *Schoolteacher. A sociological study*. Chicago, IL: University of Chicago Press.

Loughran, J., Mulhall, P., & Berry, A. (2004). In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice. *Journal of Research in Science Teaching, 41*(4), 370–391. https://doi.org/10.1002/tea.20007

Lüdtke, O., Köller, O., Marsh, H.W., & Trautwein, U. (2005). Teacher frame of reference and the big-fish-little-pond effect. *Contemporary Educational Psychology, 30*(3), 263–285. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2004.10.002

Luera, G.R., Moyer, R.H., & Everett, S.A. (2005). What type and level of science content knowledge of elementary education students affect their ability to construct an inquiry-based science lesson? *Journal of Elementary Science Education, 17*(1), 12–25. https://doi.org/10.1007/BF03174670

Lütje-Klose, B., & Miller, S. (2017). Kooperation von Lehrkräften mit allgemeinem und sonderpädagogischem Lehramt in inklusiven Settings. Forschungsergebnisse aus Deutschland, Österreich und der Schweiz. In B. Lütje-Klose, S. Miller, S. Schwab & B. Streese (Hrsg.), *Inklusion: Profile für die Schul- und Unterrichtsentwicklung in Deutschland, Österreich und Schweiz: Theoretische Grundlagen - Empirische Befunde - Praxisbeispiele* (S. 203–214). Münster: Waxmann.

Lütje-Klose, B., & Urban, M. (2014). Professionelle Kooperation als wesentliche Bedingung inklusiver Schul- und Unterrichtsentwicklung. Teil 1: Grundlagen und Modelle inklusiver Kooperation. *Vierteljahresschrift für Heilpädagogik und ihre Nachbargebiete*, *2*, 112–123. https://doi.org/10.2378/vhn2014.art09d

Ma, L. (1999). *Knowing and teaching elementary mathematics: Teachers' understanding of fundamental mathematics in China and the United States*. New York, NJ: Routledge. https://doi.org/10.4324/9781410602589

Marsh, H.W., Salah Abduljabbar, A., Parker, P.D., Abdelfattah, F., Nagengast, B., Möller, J., & Abu-Hilal, M.M. (2015). The internal/external frame of reference model of self-concept and achievement relations: Age-cohort and cross-cultural differences. *American Educational Research Journal*, *52*(1), 168–202. https://doi.org/10.3102/0002831214549453

Marsh, H.W., Trautwein, U., Lüdtke, O., Köller, O., & Baumert, J. (2005). Academic self-concept, interest, grades, and standardized test scores. Reciprocal effects models of causal ordering. *Child Development*, *76*(2), 397–416. https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2005.00853.x

Marsh, H.W., & Craven, R.G. (2006). Reciprocal effects of self-concept and performance from a multidimensional perspective: Beyond seductive pleasure and unidimensional perspectives. *Perspectives on Psychological Science*, *1*(2), 133–163. https://doi.org/10.1111/j.1745-6916.2006.00010.x

Marsh, H.W., & Yeung, A.S. (1997). Coursework selection: Relations to academic self-concept and achievement. *American Educational Research Journal*, *34*(4), 691–720. https://doi.org/10.3102/00028312034004691

Martschinke, S. (2008). Selbstreflexives und forschendes Lernen in der Lehrerbildung – Im Fokus: Vorwissen und Interesse von Schülern und Studierenden im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. In A. Hartinger, R. Bauer & R. Hitzler (Hrsg.), *Veränderte Kindheit: Konsequenzen für die Lehrerbildung* (S. 95–106). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Mayer, J., Ziepprecht, K., & Meier, M. (2018). Vernetzung fachlicher, fachdidaktischer und bildungswissenschaftlicher Studienelemente in der Lehrerbildung. In M. Meier, K. Ziepprecht & J. Mayer (Hrsg.), *Lehrerausbildung in vernetzten Lernumgebungen* (S. 9–20). Münster: Waxmann.

Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken* (12., überarb. Aufl.). Weinheim/Basel: Beltz.

Mayring, P. (2016). *Einführung in die qualitative Sozialforschung. Eine Anleitung zu qualitativem Denken* (6. Aufl.). Weinheim: Beltz.

McPeake, J., Bateson, M., & O'Neill, A. (2014). Electronic surveys: How to maximise success. *Nurse Researcher*, *21*(3), 24–26. https://doi.org/10.7748/nr2014.01.21.3.24.e1205

McQuillan, P.J., Welch, M.J., & Barnatt, J. (2012). In search of coherence: 'Inquiring' at multiple levels of a teacher education system. *Educational Action Research*, *20*(4), 535–551. https://doi.org/10.1080/09650792.2012.727640

Melear, C.T., Goodlaxon, J.D., Warne, T.R., & Hickok, L.G. (2000). Teaching preservice science teachers how to do science: Responses to the research experience. *Journal of Science Teacher Education*, *11*(1), 77–90. https://doi.org/10.1023/A:1009479915967

Menon, D., & Sadler, T.D. (2016). Preservice elementary teachers' science self-efficacy beliefs and science content knowledge. *Journal of Science Teacher Education*, *27*(6), 649–673. https://doi.org/10.1007/s10972-016-9479-y

Meschede, N., Fiebranz, A., Möller, K., & Steffensky, M. (2017). Teachers' professional vision, pedagogical content knowledge and beliefs. *Teaching and Teacher Education*, *66*, 158–170. https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.04.010

Meschede, N., Hartinger, A., & Möller, K. (2020). Sachunterricht in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. Rahmenbedingungen, Befunde und Perspektiven. In C. Cramer, J. König, M.

Rothland & S. Blömeke (Hrsg.), *Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung* (S. 541–548). Bad Heilbrunn: Klinkhardt. https://doi.org/10.35468/hblb2020-065

Mester, T. (2020). Modellierung fachdidaktischen Wissens für inklusiven Sachunterricht. In N. Skorsetz, M. Bonanati & D. Kucharz (Hrsg.), *Diversität und soziale Ungleichheit. Herausforderungen an die Integrationsleistung der Grundschule* (S. 239–243). Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-27529-7_38

Metzger, C., & Haag, J. (2013). Ich könnte nie wieder zu einem ‚normalen' Stundenplan zurück!" – Zur Reorganisation der Lehre in einem Bachelor-Studiengang IT Security. In P. Forbrig, D. Rick & A. Schmolitzky (Hrsg.), *HDI 2012 – Informatik für eine nachhaltige Zukunft*. *Tagungsband des 5. Symposiums Hochschuldidaktik der Informatik, Hamburg. 6.-7. November 2012* (S. 67–78). Potsdam: Universitätsverlag Potsdam.

Meyer, H. (2011). *Unterrichtsmethoden II: Praxisband* (14. Aufl.). Berlin: Cornelsen.

Michalik, K., & Murmann, L. (2007). Zur Fachkultur des Integrationsfaches. In J. Lüders (Hrsg.), *Fachkulturforschung in der Schule. Reihe „Studien zur Bildungsgangforschung"* (Band 18) (S. 101–115). Opladen/Farmington Hills: Budrich. https://doi.org/10.2307/j.ctvdf05t4.9

Midgley, C., Feldlaufer, H., & Eccles, J.S. (1989). Change in teacher efficacy and student self- and task-related beliefs in mathematics during the transition to junior high school. *Journal of Educational Psychology*, *81*(2), 247–258. https://doi.org/10.1037/0022-0663.81.2.247

Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen (MSB NRW) (2021). *Lehrpläne für die Primarstufe in Nordrhein-Westfalen: Deutsch, Englisch, Kunst, Mathematik, Musik, Kunst, Praktische Philosophie, Evangelische Religionslehre, Katholische Religionslehre, Sachunterricht, Sport.* Frechen: Ritterbach Verlag. Zugriff am: 24.10.2021. Verfügbar unter: https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_PS/ps_lp_sammelband_2021_08_02.pdf.

Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (MSW NRW) (2008). *Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen: Deutsch, Sachunterricht, Mathematik, Englisch, Musik, Kunst, Sport, Evangelische Religionslehre, Kathologische Religionslehre*. Frechen: Ritterbach Verlag. Zugriff am: 24.10.2021. Verfügbar unter: https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_gs/LP_GS_2008.pdf.

Mitchell, M. (1993). Situational interest. Its multifaceted structure in the secondary school mathematics classroom. *Journal of Educational Psychology*, *85*(3), 424–436. https://doi.org/10.1037/0022-0663.85.3.424

Möller, J., & Trautwein, U. (2015). Selbstkonzept. In E. Wild & J. Möller (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (2. Aufl.) (S. 177–199). Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-41291-2_8

Möller, K. (2004). Naturwissenschaftliches Lernen in der Grundschule – Welche Kompetenzen brauchen Grundschullehrkräfte? In H. Merkens (Hrsg.), *Lehrerbildung: IGLU und die Folgen* (S. 65–84). Opladen: Leske + Budrich. https://doi.org/10.1007/978-3-663-10646-3_6

Möller, K. (2009). Was lernen Kinder über Naturwissenschaften im Elementar- und Primarbereich? Einige kritische Bemerkungen. In R. Lauterbach, H. Giest & B. Marquardt-Mau (Hrsg.), *Lernen und kindliche Entwicklung. Elementarbildung im Sachunterricht* (S. 165–172). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Möller, K. (2010). Lehrmittel als Tools für die Hand der Lehrkräfte. Ein Mittel zur Unterrichtsentwicklung? *Beiträge zur Lehrerbildung*, *28*(1), 97–108.

Möller, K. (2015). Genetisches Lernen und Conceptual Change. In J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (2., aktual., erw. Aufl.) (S. 243–249). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Möller, K., Hardy, I., Jonen, A., Kleickmann, T., & Blumberg, E. (2006). Naturwissenschaften in der Primarstufe. Zur Förderung konzeptuellen Verständnisses durch Unterricht und zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildungen. In M. Prenzel & L. Allolio-Näcke (Hrsg.), *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms BiQua* (S. 161–193). Münster: Waxmann.

Möller, K., Jonen, A., Gais, B., & Lemmen, K. (2008). *Klasse(n)Kisten für den Sachunterricht. Ein Projekt des Seminars für Didaktik des Sachunterrichts im Rahmen von KiNT: Kinder lernen Naturwissenschaft und Technik*. Zugriff am: 24.10.2021. Verfügbar unter: https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/didaktik_des_sachunterrichts/weiterbildung/klassenkisten_infoheft_2008-04.pdf.

Möller, K., Kleickmann, T., & Lange, K. (2013). Naturwissenschaftliches Lernen im Übergang von der Grundschule zur Sekundarstufe. In H.E. Fischer & E. Sumfleth (Hrsg.), *nwu-essen – 10 Jahre Essener Forschung zum naturwissenschaftlichen Unterricht* (S. 57–120). Berlin: Logos.

Möller, K., Kleickmann, T., & Tröbst, S. (2009). Die forschungsgeleitete Entwicklung von Unterrichtsmaterialien für die frühe naturwissenschaftliche Bildung. *Beiträge zur Lehrerbildung*, *27*(3), 415–423.

Möller, K., Lange-Schubert, K., Kleickmann, T., & Todorova, M. (2017). Professionelle Kompetenz von Lehrpersonen für den Sachunterricht – ihre Bedeutung für Unterrichtsqualität und Möglichkeiten ihrer Förderung. In H. Fischler & E. Sumfleth (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften der Chemie und Physik* (S. 157–184) Berlin: Logos.

Möller, K., & Tenberge, C. (2000). Entwicklung von Professionalität – Ein Beitrag zu einer biografieorientierten Lehrerbildung. In O. Jaumann-Graumann & W. Köhnlein (Hrsg.), *Lehrerprofessionalität – Lehrerprofessionalisierung* (S. 99–109). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Moosbrugger, H., & Kelava, A (2012). Qualitätsanforderungen an einen psychologischen Test (Testgütekriterien). In H. Moosbrugger & A. Kelava (Hrsg.), *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (2., aktual., überarb. Aufl.) (S. 7–26). Berlin/Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-20072-4_2

Moosbrugger, H., & Schermelleh-Engel (2012). Exploratorische (EFA) und Konfirmatorische Faktorenanalyse (CFA). In H. Moosbrugger & A. Kelava (Hrsg.), *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (2., aktual., überarb. Aufl.) (S. 324–343). Berlin/Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-20072-4_13

Moschner, B. (2001). Selbstkonzept. In D.H. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (2., überarb., erw. Aufl.) (S. 629–635). Weinheim: Psychologie Verlags Union, Beltz.

Murmann, L. (2020). Viele Fächer, viele Perspektiven. Fachlichkeit im Sachunterricht. In M. Heer & U. Heinen (Hrsg.), *Die Stimmen der Fächer hören. Fachprofil und Bildungsanspruch in der Lehrerbildung* (S. 395–412). Paderborn: Ferdinand Schöningh. https://doi.org/10.30965/9783657792740_024

Nadelson, L.S., Seifert, A., Moll, A.J., & Coats, B. (2012). i-STEM summer institute: An integrated approach to teacher professional development in stem. *Journal of STEM Education*, *13*(2), 69–83.

Neubert, S., Reich, K., & Voß, R. (2001). Lernen als konstruktiver Prozess (Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten). In T. Hug (Hrsg.), *Wie kommt Wissenschaft zu Wissen* (Band 1) (S. 253–265). Baltmannsweiler: Schneider.

Niermann, A. (2017). *Professionswissen von Lehrerinnen und Lehrern des Mathematik- und Sachunterrichts."...man muss schon von der Sache wissen."*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Oelkers, J. (2009). *"I wanted to be a good teacher …". Zur Ausbildung von Lehrkräften in Deutschland*. Berlin: Friedrich-Ebert-Stiftung.

Ohle, A., Fischer, H.E., & Kauertz, A. (2011). Der Einfluss des physikalischen Fachwissens von Primarstufenlehrkräften auf Unterrichtsgestaltung und Schülerleistung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaft, 17*, 357–389.

Olszewski, J. (2010). *The impact of physics teachers' pedagogical content knowledge on teacher action and student outcomes*. Berlin: Logos.

Orr, D., Rimini, M., & van Damme, D. (2015). *Open educational resources. A catalyst for innovation. Educational research and innovation*. Paris: OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264247543-en

Oser, F., & Oelkers, J. (2001). *Die Wirksamkeit der Lehrerbildungssysteme. Von der Allrounderbildung zur Ausbildung professioneller Standards*. Zürich: Rüegger.

Owens, W.T. (1997). The challenges of teaching social studies methods to preservice elementary teachers. *The Social Studies, 88*(3), 113–120. https://doi.org/10.1080/00377999709603757

Oyserman, D., Elmore, K., & Smith, G. (2012). Self, self-concept, and identity. In M.R. Leary & J.P. Tangney (Hrsg.), *Handbook of self and identity* (S. 69–104). New York, NY/London: Guilford Press.

Pahl, A. (2020). Unterrichten von Natur und Technik in Kindergarten und Primarschule: Zu den Vorlieben von Lehramtsstudierenden. In S. Habig (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Kompetenzen in der Gesellschaft von morgen* (S. 625–628). Duisburg/Essen: Universität Duisburg-Essen.

Pahl, A., Tschiesner, R., & Adamina, M. (2019). The 'nature-human-society'-questionnaire for kindergarden and primary-school trainee teachers. Psychometric properties and validation. *ICERI2019 Proceedings*, 3196–3205. https://doi.org/10.21125/iceri.2019.0812

Palmer, D.H., Dixon, J., & Archer, J. (2015). Changes in science teaching self-efficacy among primary teacher education students. *Australian Journal of Teacher Education, 40*(12), 27–40. https://doi.org/10.14221/ajte.2015v40n12.3

Parajes, F. (1996). Self-efficacy beliefs in academic settings. *Review of Educational Research, 66*(4), 543–578. https://doi.org/10.3102/00346543066004543

Park, S., & Oliver, J.S. (2008). Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in Science Education, 38*(3), 261–284. https://doi.org/10.1007/s11165-007-9049-6

Patrick, B.C., Hisley, J., & Kempler, T. (2000). "What's everybody so excited about?" The effects of teacher enthusiasm on student intrinsic motivation and vitality. *The Journal of Experimental Education, 68*(3), 217–236. https://doi.org/10.1080/00220970009600093

Paulick, I., Großschedl, J., Harms, U., & Möller, J. (2016). Preservice teachers' professional knowledge and its relation to academic self-concept. *Journal of Teacher Education, 67*(3), 173–182. https://doi.org/10.1177/0022487116639263

Paulick, I., Großschedl, J., Harms, U., & Möller, J. (2017). How teachers perceive their expertise: The role of dimensional and social comparisons. *Contemporary Educational Psychology, 51*, 114–122. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2017.06.007

Pawek, C. (2009). *Schülerlabore als interessefördernde außerschulische Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler aus der Mittel- und Oberstufe*. Dissertation. Kiel: Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Zugriff am: 24.10.2021. Verfügbar unter: https://www.dlr.de/schoollab/en/Portaldata/24/Resources/dokumente/Diss_Pawek.pdf.

Pawelzik, J. (2017). *Zusammenhänge zwischen Überzeugungen von Studierenden zum naturwissenschaftlichen Sachunterricht und praxisbezogenen Lerngelegenheiten*. Dissertation. Münster: Westfälische Wilhelms-Universität Münster. Zugriff am: 24.10.2021. Verfügbar unter: https://d-nb.info/1151231940/34.

Pawelzik, J., Todorova, M., Leuchter, M., & Möller, K. (2016). „Ich fühle mich sicherer im Unterrichten naturwissenschaftlicher Themen im Sachunterricht" – Wirkungen eines Praktikums. In H. Giest,

T. Goll & A. Hartinger (Hrsg.), *Sachunterricht – zwischen Kompetenzorientierung, Persönlichkeitsentwicklung, Lebenswelt und Fachbezug* (S. 140–148). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Pech, D., & Schomaker, C. (2013). Inklusion und Sachunterrichtsdidaktik. Stand und Perspektiven. In K.-E. Ackermann, O. Musenberg & J. Riegert (Hrsg.), *Geistigbehindertenpädagogik!? Disziplin – Profession – Inklusion* (S. 341–359). Oberhausen: Athena.

Peschel, M. (2018). SelfPro: Entwicklung von Professionsverständnissen und Selbstkonzepten angehender Lehrkräfte beim Offenen Experimentieren. In S. Miller, B. Holler-Nowitzki, B. Kottmann, S. Lesemann, B. Letmathe-Henkel, N. Meyer, R. Schroeder & K. Velten (Hrsg.), *Profession und Disziplin. Grundschulpädagogik im Diskurs* (Jahrbuch Grundschulforschung, Band 22) (S. 191–196). Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-13502-7_21

Plate, E. (2016). Lehrer_innenbildung für Inklusion braucht Lehrer_innenbildung durch Inklusion. In C. Dannenbeck, C. Dorrance, A. Moldenhauer, A. Oehme & A. Platte (Hrsg.), *Inklusionssensible Hochschule. Grundlagen, Ansätze und Konzepte für Hochschuldidaktik und Organisationsentwicklung* (S. 194–214). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Pötschke, M. (2009). Potenziale von Online-Befragungen: Erfahrungen aus der Hochschulforschung. In N. Jackob, H. Schoen & T. Zerback (Hrsg.), *Sozialforschung im Internet. Methodologie und Praxis der Online-Befragung* (S. 75–89). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-91791-7_5

Porsch, R. (2020). Fachfremdes Unterrichten in Deutschland: Welche Rolle spielt die Lehrerbildung? In R. Porsch & B. Rösken-Winter (Hrsg.), *Professionelles Handeln im fachfremd erteilten Mathematikunterricht* (S. 29–47). Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-27293-7_2

Porsch, R., & Wendt, H. (2016). Aus- und Fortbildung von Mathematik- und Sachunterrichtslehrkräften. In H. Wendt, W. Bos, C. Selter, O. Köller, K. Schwippert & D. Kasper (Hrsg.), *TIMSS 2015. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich* (S. 189–204). Münster/New York, NY: Waxmann.

Preisfeld, A. (2019). Die Bedeutung der Fachlichkeit in der Lehramtsausbildung in Biologie – Die Vernetzung universitären Fachwissens mit schulischen Anforderungen im Praxissemester. In M. Degeling, N. Franken, S. Freund, S. Greiten, D. Neuhaus & J. Schellenbach-Zell (Hrsg.), *Herausforderung Kohärenz: Praxisphasen in der universitären Lehrerbildung. Bildungswissenschaftliche und fachdidaktische Perspektiven* (S. 97–120). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Prenzel, M. (1988). *Die Wirkungsweise von Interesse. Ein pädagogisch-psychologisches Erklärungsmodell*. Opladen: Westdeutscher Verlag.

Rabe, T., Meinhardt, C., & Krey, O. (2012). Entwicklung eines Instruments zur Erhebung von Selbstwirksamkeitserwartungen in physikdidaktischen Handlungsfeldern. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, *18*, 293–315.

Rasch, B., Friese, M., Hofmann, W., & Naumann, E. (2014a). *Quantitative Methoden 1. Einführung in die Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler* (4. Aufl.). Berlin/Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-43524-3

Rasch, B., Friese, M., Hofmann, W., & Naumann, E. (2014b). *Quantitative Methoden 2. Einführung in die Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler* (4. Aufl.). Berlin/Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-43548-9

Rasch, D., & Guiard, V. (2004). The robustness of parametric statistical methods. *Psychology Science*, *46*(2), 175–208.

Reh, W. (1995). Quellen und Dokumentenanalyse in der Politikfeldforschung: Wer steuert die Verkehrspolitik? In U. von Alemann (Hrsg.), *Politikwissenschaftliche Methoden: Grundriss für*

Studium und Forschung (S. 201–259). Wiesbaden: Springer Fachmedien. https://doi.org/10.1007/978-3-663-05982-0_4

Rehfeldt, D., Straube, P., & Köster, H. (2020). Längsschnittstudie im Grundschulpädagogik-Sachunterrichtsstudium: Selbstkonzepte & Überzeugungen (1-Jahres-Daten). In S. Habig (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Kompetenzen in der Gesellschaft von morgen* (S. 924–927). Duisburg/Essen: Universität Duisburg-Essen.

Reichhart, B. (2018). *Lehrerprofessionalität im Bereich der politischen Bildung. Eine Studie zu motivationalen Orientierungen und Überzeugungen im Sachunterricht*. Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-19708-7

Reinhold, P. (1997). *Integrierte naturwissenschaftliche Grundbildung. Lehrerfallstudien zur Unterrichtspraxis*. Kiel: IPN.

Reinold, M. (2015). *Lehrerfortbildungen zur Förderung prozessbezogener Kompetenzen. Eine Analyse der Effekte auf den Wirkungsebenen Akzeptanz und Überzeugungen*. Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-11882-2

Remillard, J.T. (2000). Can curriculum materials support teachers' learning? Two fourth-grade teachers' use of a new mathematics text. *The Elementary School Journal, 100*(4), 331–350. https://doi.org/10.1086/499645

Renkl, A. (1996). Träges Wissen: Wenn Erlerntes nicht genutzt wird. *Psychologische Rundschau, 47*, 78–92.

Retelsdorf, J., Butler, R., Streblow, L., & Schiefele, U. (2010). Teachers' goal orientations for teaching. Associations with instructional practices, interest in teaching and burnout. *Learning and Instruction, 20*(1), 30–46. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2009.01.001

Retzlaff-Fürst, C., & Wittkowske, S. (2015). Biologische Aspekte. In J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (2., aktual., erw. Aufl.) (S. 133–137). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Richardson, P.W., & Watt, H.M.G. (2006). Who chooses teaching and why? Profiling characteristics and motivations across three Australian universities. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education, 34*(1), 27–56. https://doi.org/10.1080/13598660500480290

Richter, D. (2011). Lernen im Beruf. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 317–327). Waxmann: Münster.

Riconscente, M.M. (2014). Effects of perceived teacher practices on latino high school students' interest, self-efficacy, and achievement in mathematics. *The Journal of Experimental Education, 82*(1), 51–73. https://doi.org/10.1080/00220973.2013.813358

Riemeier, T. (2006). Moderater Konstruktivismus. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung* (S. 69–79). Berlin/Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-68166-3_7

Riese, J., & Reinhold, P. (2009). Fachbezogene Kompetenzmessung und Kompetenzentwicklung bei Lehramtsstudierenden der Physik im Vergleich verschiedener Studiengänge. *Lehrerbildung auf dem Prüfstand, 2*(1), 104–125.

Riese, J., & Reinhold, P. (2010). Empirische Erkenntnisse zur Struktur professioneller Handlungskompetenz von angehenden Physiklehrkräften. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 16*, 167–187.

Ritter, R. (2019). *Effects of multi- compared to mono-professional co-teaching on pre-service teachers' attitudes, concepts, and beliefs of inclusive education*. Dissertation. Wuppertal: Bergische Universität Wuppertal. Zugriff am 24.10.2021. Verfügbar unter: http://elpub.bib.uni-wuppertal.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-9251/dc1929.pdf.

Rodenhauser, A., (2016). *Bilinguale biologische Schülerlabore. Konzeption und Durchführung sowie Evaluation der kognitiven und affektiven Wirksamkeit*. Dissertation. Wuppertal: Bergische Universität Wuppertal. Zugriff am: 24.10.2021. Verfügbar unter: http://elpub.bib.uni-wuppertal.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-6080/dc1626.pdf.

Rohen-Bullerdiek, C., Dietrich, S., & Wulfmeyer, M. (2015). Interdisziplinarität und Umgang mit Heterogenität als zentrale Komponenten der Lehrer/innenausbildung im Sachunterricht. In H.-J. Fischer, H. Giest & K. Michalik (Hrsg.), *Bildung im und durch Sachunterricht* (S. 239–245). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Ross, J.A. (1992). Teacher efficacy and the effects of coaching on student achievement. *Canadian Journal of Education, 17*(1), 51–65. https://doi.org/10.2307/1495395

Rost, J. (2004). *Lehrbuch Testtheorie – Testkonstruktion* (2. Aufl.). Bern: Huber.

Roth, K.J., Garnier, H.E., Chen, C., Lemmens, M., Schwille, K., & Wickler, N.I.Z (2011). Videobased lesson analysis: Effective science PD for teacher and student learning. *Journal of Research in Science Teaching, 48*(2), 117–148. https://doi.org/10.1002/tea.20408

Sabel, J.L., Forbes, C.T., & Flynn, L. (2016). Elementary teachers' use of content knowledge to evaluate students' thinking in the life sciences. *International Journal of Science Education, 38*(7), 1077–1099. https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1183179

Sadler, P.M., Sonnert, G., Coyle, H.P., Cook-Smith, N., & Miller, J.L. (2013). The influence of teachers' knowledge on student learning in middle school physical science classrooms. *American Educational Research Journal, 50*(5), 1020–1049. https://doi.org/10.3102/0002831213477680

Salgado, J.F., Remeseiro, C., & Iglesias, M. (1996). Personality and test taking motivation. *Psicothema, 8*(3), 553–562.

Salheiser, A. (2014). Natürliche Daten: Dokumente. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 813–827). Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-531-18939-0_62

Samarawickrema, G., & Cleary, K. (2021). Block mode study: Opportunities and challenges for a new generation of learners in an Australian university. *Student Success*, *12*(1), 13–23. https://doi.org/10.5204/ssj.1579

Schäfer, T. (2016). *Methodenlehre und Statistik. Einführung in Datenerhebung, deskriptive Statistik und Inferenzstatistik*. Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-11936-2

Schiefele, H. (1974). *Lernmotivation und Motivlernen. Grundzüge einer erziehungswissenschaftlichen Motivationslehre*. München: Ehrenwirth.

Schiefele, U., Streblow, L., & Retelsdorf, J. (2013). Dimensions of teacher interest and their relations to occupational well-being and instructional practices. *Journal for Educational Research Online, 5*(1), 7–37.

Schilling, Y., Beudels, M., Kuckuck, M., & Preisfeld, A. (2021). Sachunterrichtsbezogene Teilstudiengänge aus NRW auf dem Prüfstand. Eine Dokumentenanalyse der Bachelor- und Masterprüfungsordnungen. *HLZ – Herausforderung Lehrer*innenbildung*, *4*(1), 178–195. https://doi.org/10.11576/hlz-4031

Schmidt, M. (2015). *Professionswissen von Sachunterrichtslehrkräften: Zusammenhangsanalyse zur Wirkung von Ausbildungshintergrund und Unterrichtserfahrung auf das fachspezifische Professionswissen im Unterrichtsinhalt „Verbrennung"*. Berlin: Logos.

Schmidt, M., Fricke, K., & Rumann, S. (2015). Sachunterricht als vielperspektivisches Fach und die universitäre Ausbildung von Sachunterrichtslehrkräften. Eine Studie zum Zusammenhang von Ausbildung, Erfahrung und Professionswissen. In H.-J. Fischer, H. Giest & K. Michalik (Hrsg.), *Bildung im und durch Sachunterricht* (S. 269–274). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Schmitz, G.S. (2001). Kann Selbstwirksamkeitserwartung vor Burnout schützen? Eine Längsschnittstudie in zehn Bundesländern. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, *48*(1), 49–67.

Schmitz, G.S., & Schwarzer, R. (2000). Selbstwirksamkeitserwartung von Lehrern: Längsschnittbefunde mit einem neuen Instrument. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, *14*(1), 12–25. https://doi.org/10.1024//1010-0652.14.1.12

Schneider, R.M., & Krajcik, J. (2002). Supporting science teacher learning: The role of educative curriculum materials. *Journal of Science Teacher Education*, *13*(3), 221–245. https://doi.org/10.1023/A:1016569117024

Schöne, C., Dickhäuser, O., Spinath, B., & Stiensmeier-Pelster, J. (2002). *Skalen zur Erfassung des schulischen Selbstkonzepts (SESSKO)*. Göttingen: Hogrefe.

Schoon, K.J., & Boone, W.J. (1998). Self-efficacy and alternative conceptions of science of preservice elementary teachers. *Science Education*, *82*(5), 553–568. https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199809)82:5<553::AID-SCE2>3.0.CO;2-8

Schwab, J.J. (1978). *Science, Curriculum, and Liberal Education: Selected Essays*. Chicago, IL: The University of Chicago Press.

Schwarzer, R., & Jerusalem, M. (2002). Das Konzept der Selbstwirksamkeit. In M. Jerusalem & D. Hopf (Hrsg.), *Selbstwirksamkeit und Motivationsprozesse in Bildungsinstitutionen* (Zeitschrift für Pädagogik, 44. Beiheft) (S. 28–53). Weinheim/Basel: Beltz Juventa.

Schwichow, M.G., Croker, S., Zimmermann, C., Höffler, T.N., & Härtig, H. (2016). Teaching the control-of-variables strategy: A meta-analysis. *Developmental Review*, *39*(1), 37–63. http://dx.doi.org/10.1016/j.dr.2015.12.001

Schwichow, M., Zaki, K., Hellmann, K., & Kreutz, J. (2019). Quo vadis? Kohärenz in der Lehrerbildung. In K. Hellmann, J. Kreutz, M. Schwichow & K. Zaki (Hrsg.), *Kohärenz in der Lehrerbildung* (S. 331–350). Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-23940-4_21

Scott, P.A. (2003). Attributes of high-quality intensive courses. *New Directions for Adult and Continuing Education*, *2003*(97), 29–38. https://doi.org/10.1002/ace.86

Seidel, T., Rimmele, R., & Prenzel, M. (2005). Clarity and coherence of lesson goals as a scaffold for student learning. *Learning and Instruction*, *15*(6), 539–556. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2005.08.004

Senocak, E. (2009). Prospective primary school teachers' perceptions on boiling and freezing. *Australian Journal of Teacher Education*, *34*(4), 27–38. https://doi.org/10.14221/ajte.2009v34n4.3

Shannon, D.M., & Bradshaw, C.C. (2002). A comparison of response rate, response time, and costs of mail and electronic surveys. *Journal of Experimental Education*, *70*(2), 179–92. https://doi.org/10.1080/00220970209599505

Shavelson, R.J., Hubner, J.J., & Stanton, G.C. (1976). Self-concept: Validation of construct interpretations. *Review of Educational Research*, *46*(3), 407–441. https://doi.org/10.3102/00346543046003407

Shulman, L.S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, *15*(2), 4–14. https://doi.org/10.3102/0013189X015002004

Shulman, L.S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, *57*(1), 1–23. https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411

Siedel, H., & Stylianides, A. (2018). Teachers' selection of resources in an era of plenty. An interview study with secondary mathematics teachers in England. In L. Fan, L. Trouche, C. Qi, S. Rezart & J. Visnovska (Hrsg.), *Research on mathematic textbooks and teachers' resources* (S. 119–144). Berlin/Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73253-4_6

Simon, T. (2017). Vielperspektivität im Sachunterricht – Annäherungen an inklusionspädagogische und -didaktische Begründungslinien. In H. Giest, A. Hartinger & S. Tänzer (Hrsg.), *Vielperspektivität im Sachunterricht* (S. 177–184). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Simon, T. (2020). Sachunterricht(sdidaktik) auf dem Weg zur Inklusion? Rück-, Ein- und Ausblicke. *k:ON – Kölner Online Journal für Lehrer*innenbildung*, *2*(2), 70–93. https://doi.org/10.18716/ojs/kON/2020.2.04

Singer, J., Marx, R., Krajcik, J., & Clay Chambers, J. (2000). Constructing extended inquiry projects: Curriculum materials for science education reform. *Educational Psychologist*, *35*(3), 165–178. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3503_3

Smeby, J.-C., & Heggen, K. (2014). Coherence and the development of professional knowledge and skills. *Journal of Education and Work*, *27*(1), 71–91. https://doi.org/10.1080/13639080.2012.718749

Smith, D.C., & Neale, D.C. (1989). The construction of subject matter knowledge in primary science teaching. *Teaching and Teacher Education*, *5*(1), 1–20. https://doi.org/10.1016/0742-051X(89)90015-2

Sorge, S., Keller, M.M., Neumann, K., & Möller, J. (2019). Investigating the relationship between pre-service physics teachers' professional knowledge, self-concept, and interest. *Journal of Research in Science Teaching*, *56*(7), 937–955. https://doi.org/10.1002/tea.21534

Spence, M.J. (2020). Block versus traditional scheduling in high school: Teacher and student attitudes. Dissertation. St. Charles, MO: Lindenwood University. Zugriff am 24.10.2021. Verfügbar unter: https://digitalcommons.lindenwood.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1066&context=dissertations.

Spiro, R.J., Feltovich, P.J., Jacobson, M.J., & Coulson, R.L. (1992). Cognitive flexibility, constructivism, and hypertext: Random access instruction for advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. In T.M. Duffy & D.H. Jonassen (Hrsg.), *Constructivism and the technology of instruction: A conversation* (S. 57–75). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Spreckelsen, K. (2015). Anschlussfähiges Wissen und Können grundlegen. In J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (2., aktual., erw. Aufl.) (S. 118–121). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Steffensky, M. (2015). Chemische Aspekte. In J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (2., aktual., erw. Aufl.) (S. 128–132). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Steffensky, M., & Wilms, M. (2006). Chemisches Experimentieren im Sachunterricht – welche Impulse geben Schülerlabore und Lehrerfortbildungen? *CHEMKON*, *13*(1), 14–20. https://doi.org/10.1002/ckon.200610036

Steinke, I. (1999). *Kriterien qualitativer Forschung. Ansätze zur Bewertung qualitativ-empirischer Sozialforschung*. Weinheim/München: Juventa.

Stiensmeier-Pelster, J., & Schöne, C. (2008). Fähigkeitsselbstkonzept. In W. Schneider & M. Hasselhorn (Hrsg.), *Handbuch der Pädagogischen Psychologie* (S. 62–73). Göttingen: Hogrefe.

Stolz, C., & Feiler, B. (2018). *Exkursionsdidaktik. Ein fächerübergreifender Praxisratgeber*. Stuttgart: Ulmer. https://doi.org/10.36198/9783838549453

Sunder, C., Todorova, M., & Möller, K. (2016). Kann die professionelle Unterrichtswahrnehmung von Sachunterrichtsstudierenden trainiert werden? – Konzeption und Erprobung einer Intervention mit Videos aus dem naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, *22*(1), 1–12. https://doi.org/10.1007/s40573-015-0037-5

Suzuki, M. (2003). Conversations about the moon with prospective teachers in Japan. *Science Education*, *87*(6), 892–910. https://doi.org/10.1002/sce.10082

Tatto, M.T. (1996). Examining values and beliefs about teaching diverse students: Understanding the challenges for teacher education. *Educational Evaluation and Policy Analysis Summer, 18*(2), 155–180. https://doi.org/10.3102/01623737018002155

Tepner, O., Borowski, A., Dollny, S., Fischer, H.E., Jüttner, M., Kirschner, S., Leutner, D., Neuhaus, B.J., Sandmann, A., Sumfleth, E., Thillmann, H. & Wirth, J. (2012). Modell zur Entwicklung von Testitems zur Erfassung des Professionswissens von Lehrkräften in den Naturwissenschaften. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 18*, 7–28.

Thomas, B. (2013). *Der Sachunterricht und seine Konzeptionen. Historische und aktuelle Entwicklungen* (4. Aufl.). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Thomas, B. (2015). Vielperspektivischer Sachunterricht. In J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (2., aktual., erw. Aufl.) (S. 249–256). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Tobin, K., Tippins, D.J., & Gallard, A.J. (1994). Research on instructional strategies for teaching science. In D.L. Gabel (Hrsg.), *Handbook of research on science teaching and learning* (S. 45–93). New York, NY: Macmillan Publishing Company.

Trautwein, U., & Möller, J. (2016). Self-concept: Determinants and consequences of academic self-concept in school contexts. In A.A. Lipnevich, F. Preckel & R.D. Roberts (Hrsg.), *Psychosocial skills and school systems in the 21st century. Theory, research, and practice* (S. 187–214). Basel: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-28606-8_8

Trempler, K., Schellenbach-Zell, J., & Gräsel, C. (2013). Der Einfluss der Motivation von Lehrpersonen auf den Transfer von Innovationen. In M. Rürup & I. Bormann (Hrsg.), *Innovationen im Bildungswesen* (S. 329–347). Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-531-19701-2_14

Tröbst, S., Kleickmann, T., Heinze, A., Bernholt, A., Rink, R., & Kunter, M. (2018). Teacher knowledge experiment: Testing mechanisms underlying the formation of preservice elementary school teachers' pedagogical content knowledge concerning fractions and fractional arithmetic. *Journal of Educational Psychology*, *110*(8), 1049–1065. https://doi.org/10.1037/edu0000260

Tschannen-Moran, M., & Woolfolk Hoy, A. (2001). Teacher efficacy: Capturing an elusive construct. *Teaching and Teacher Education, 17*(1), 783–805. https://doi.org/10.1016/S0742-051X(01)00036-1

Tschannen-Moran, M., Woolfolk Hoy, A., & Hoy, W.K. (1998). Teacher efficacy: Its meaning and measure. *Review of Educational Research, 68*(2), 202–248. https://doi.org/10.3102/00346543068002202

Urban-Woldron, H. (2014). Fachwissen – ein wichtiger Bestandteil des Professionswissens von Volksschullehrkräften? Eine empirische Studie zu einer Lehrveranstaltung im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. *R&E-SOURCE, 1*, 36–48.

Urton, K. (2017). Selbstwirksamkeitserwartung – Was bedingt sie und wie kann sie gefördert werden? *Potsdamer Zentrum für empirische Inklusionsforschung (ZEIF), 3*, 1–12.

van Driel, J.H., Berry, A., & Meirink, J. (2014). Research on science teacher knowledge. In N.G. Lederman & S.K. Abell (Hrsg.), *Handbook of research on science education* (S. 848–870). New York, NY: Routledge.

van Driel, J.H., de Jong, O., & Verloop, N. (2002). The development of preservice chemistry teachers' pedagogical content knowledge. *Science Education, 86*(4), 572–590. https://doi.org/10.1002/sce.10010

van Driel, J.H., Verloop, N., & de Vos, W. (1998). Developing science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching, 35*(6), 673–695. https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199808)35:6<673::AID-TEA5>3.0.CO;2-J

Velthuis, C., Fisser, P., & Pieters, J. (2014). Teacher training and pre-service primary teachers' self-efficacy for science teaching. *Journal of Science Teacher Education, 25*(4), 445–464. https://doi.org/10.1007/s10972-013-9363-y

Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) (2019). *Technikunterricht in Deutschland. Eine Analyse und Bewertung von Technik in den Curricula allgemeinbildender Schulen*. Zugriff am: 24.10.2021. Verfügbar unter: https://www.vdma.org/documents/34570/0/VDMA%20Kompendium%20-%20Technikunterricht%20in%20Deutschland_1567435852469.pdf/f54af245-345d-4d7a-4ae9-cad4c1d38fdd.

von Kotzebue, L., & Neuhaus, B. J. (2016). Was macht einen guten Unterricht und einen guten Lehrer aus? Trends der Unterrichtsqualitäts- und Lehrerprofessionalitätsforschung. In A. Sandmann & P. Schmiemann (Hrsg.), *Biologiedidaktische Forschung: Schwerpunkte und Forschungsstände* (S. 117–142). Berlin: Logos.

Voss, J.F., Wiley, J., & Kennet, J. (1998). Student perceptions of history and historical concepts. In J.F. Voss & M. Carretero (Hrsg.), *International review of history education* (S. 307–330). London: Woburn.

Voss, T., Kunina-Habenicht, O., Hoehne, V., & Kunter, M. (2015). Stichwort Pädagogisches Wissen von Lehrkräften: Empirische Zugänge und Befunde. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 18*(2), 187–223. https://doi.org/10.1007/s11618-015-0626-6

Wagener, U., Reimer, M., Lüschen, I., Schlesier, J., & Moschner, B. (2019). „Krass auf das Lehramt bezogen" – Lehramtsstudierende wünschen sich mehr Kohärenz in ihrem Studium. *HLZ – Herausforderung Lehrer_innenbildung, 2*(1), 210–226. https://doi.org/10.4119/hlz-2488

Warner, L.M., & Schwarzer, R. (2009). Selbstwirksamkeit bei Lehrkräften. In O. Zlatkin-Troitschanskaia (Hrsg.), *Lehrprofessionalität. Bedingungen, Genese, Wirkungen und ihre Messung* (S. 629–640). Weinheim & Basel: Beltz.

Webb, E.J., Campbell, D.T., Schwartz, R.D., & Sechrest, L. (1975). *Nichtreaktive Meßverfahren*. Weinheim: Beltz.

Weinert, F.E. (2000). Lehren und Lernen für die Zukunft – Ansprüche an das Lernen in der Schule. *Pädagogische Nachrichten Rheinland-Pfalz, 2*, 1–16.

Weinert, F.E. (2001). *Leistungsmessungen in Schulen*. Weinheim: Beltz.

Weiß, S., Braune, A., Steinherr, E., & Kiel, E. (2009). Studium Grundschullehramt. Zur problematischen Kompatibilität von Studien-/Berufwahlmotiven und Berufsvorstellungen. *Zeitschrift für Grundschulforschung, 2*(2), 126–138.

Wigfield, A., Eccles, J.S., Schiefele, U., Roeser, R.W., & Davis-Kean, P. (2006). Development of achievement motivation. In N. Eisenberg, W. Damon & R.M. Lerner (Hrsg.), *Social, emotional, and personality development* (S. 933–1002). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons. https://doi.org/10.1002/9780470147658.chpsy0315

Wigfield, A., & Eccles, J.S. (1992). The development of achievement task values. A theoretical analysis. *Developmental Review, 12*(3), 265–310. https://doi.org/10.1016/0273-2297(92)90011-P

Wigfield, A., & Karpathian, M. (1991). Who am I and what can I do? Children's self-concepts and motivation in achievement situations. *Educational Psychologist, 26*(3–4), 233–261. https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653134

Wolff, F., Helm, F., Zimmermann, F., Nagy, G., & Möller, J. (2018). On the effects of social, temporal, and dimensional comparisons on academic self-concept. *Journal of Educational Psychology, 110*(7), 1005–1025. https://doi.org/10.1037/edu0000248

Wolters, C.A., & Daugherty, S.G. (2007). Goal structures and teachers' sense of efficacy. Their relation and association to teaching experience and academic level. *Journal of Educational Psychology, 99*(1), 181–193. https://doi.org/10.1037/0022-0663.99.1.181

Wonneberger, A., Weidtmann, K., Hoffmann, K., & Draheim, S. (2015). Die Öffnung von Hochschulen durch flexible Studienformate am Beispiel zweier neuer weiterbildender Masterstudiengänge. *Beiträge zur Hochschulforschung*, *37*(1), 70–91.

Yang, J., Zhan, L., Wang, Y., Du, X., Zhou, W., Ning, X., Sun, Q., & Moscovitch, M. (2016). Effects of learning experience on forgetting rates of item and associative memories. *Learning Memory*, *23*(7), 365–378. https://doi.org/10.1101/lm.041210.115

Ziepprecht, K., & Gimbel, K. (2018). Vernetzte Lernumgebungen – empirische Befunde zu Präferenzen von Studierenden und zur Umsetzung im Lehrangebot. In M. Meier, K. Ziepprecht & J. Mayer (Hrsg.), *Lehrerausbildung in vernetzten Lernumgebungen* (S. 21–34). Münster: Waxmann.

Zimmerman, B.J., & Cleary, T.J. (2006). Adolescents' development of personal agency. The role of self-efficacy beliefs and self-regulatory skill. In F. Pajares & T.C. Urdan (Hrsg.), *Self-efficacy beliefs of adolescents* (S. 45–69). Greenwich, CT: IAP – Information Age Pub.

Zumbach, J., & Astleitner, H. (2016). *Effektives Lehren in der Hochschule. Ein Handbuch zur Hochschuldidaktik*. Stuttgart: W. Kohlhammer.

IX ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Modell professioneller Kompetenz von Lehrkräften (eigene Darstellung in Orientierung an Baumert & Kunter, 2006 & 2011; Klusmann, 2011; Kunter, 2014). Blau und grün hinterlegt sind jene Professionswissensbereiche bzw. motivationale Orientierungen, die im Fokus dieser Arbeit stehen. Anmerkungen: Selbstwirksamkeitserwartungen werden auch den selbstregulativen Fähigkeiten zugeordnet (Baumert & Kunter, 2006). Das Interesse wird hier nach Schiefele et al. (2013) dem Enthusiasmus gleichgesetzt (s. Kap. III.2.2.2). 11

Abbildung 2: Quellen bzw. Einflussfaktoren der Entwicklung des Fachwissens (CK), Auswirkungen des CK auf Lehrpersonen(handeln) und ihren Unterricht (hellgrau hinterlegt) sowie die SuS (dunkelgrau hinterlegt) (eigene Darstellung; Zusammenstellung aus Ball et al., 2005; Baumert et al., 2010; Berg & Brouwer, 1991; Bromme, 1997; Capraro et al., 2005; Depaepe et al., 2015; Desimone, 2009; Draxler, 2006; Hashweh, 1987; Hill et al., 2005; Käpylä et al., 2009; Lange et al., 2015; Leinhardt & Smith, 1985; Luera et al., 2005; Ma, 1999; Niermann, 2017; Ohle et al., 2011; Paulick et al., 2016; Riese & Reinhold, 2010; Sabel et al., 2016; Schmidt, 2015; Smith & Neale, 1989; Sorge et al., 2019; Tobin et al., 1994; Tröbst et al., 2018; van Driel et al., 2002) 13

Abbildung 3: *Quellen bzw. Einflussfaktoren der Entwicklung des fachdidaktischen Wissens (PCK), Auswirkungen des PCK auf Lehrpersonen(handeln) und ihren Unterricht (hellgrau hinterlegt) sowie die SuS (dunkelgrau hinterlegt) (eigene Darstellung; Zusammenstellung aus Baumert et al., 2010; Baumert et al., 2011; Druva & Anderson, 1983; Foerster, 2008; Franke et al., 2001; Friedrichsen et al., 2008; Gess-Newsome, 1999; Grossman, 1990; Großschedl et al., 2015; Hartmann, 2018; Hill et al., 2005; Käpylä et al., 2009; Kleickmann, 2015; Kleickmann et al., 2016 & 2017; Kunter & Voss, 2011; Lange et al., 2012a,b & 2015; Lindl & Krauss, 2017; Lipowsky & Rzejak, 2012; Lortie, 1977; Meschede et al., 2017; Möller et al., 2006; Niermann, 2017; Olszewski, 2010; Paulick et al., 2016; Roth et al., 2011; Sadler et al., 2013; Sorge et al., 2019; Sunder et al., 2016; Tröbst et al., 2018; van Driel et al., 1998)* 15

Abbildung 4: Quellen bzw. Einflussfaktoren der Entwicklung des FSK, Auswirkungen des FSK auf Lehrpersonen(handeln) und ihren Unterricht (hellgrau hinterlegt) sowie die SuS (dunkelgrau hinterlegt) (eigene Darstellung; Zusammenstellung aus Aspy & Buhler, 1975; Bong & Skaalvik, 2003; Dickhäuser, 2006; Dickhäuser & Stiensmeier-Pelster, 2002; Ferla et al., 2009; Guskey, 1988; Hughes, 1987; Kleickmann, 2015; Landwehr, 2002; Lüdtke et al., 2005; Möller & Trautwein, 2015; Paulick et al., 2016 & 2017; Schöne et al., 2002; Shavelson et al., 1976; Sorge et al., 2019; Stiensmeier-Pelster & Schöne, 2008; Wigfield & Eccles, 1992) 17

Abbildung 5: Quellen bzw. Einflussfaktoren der Entwicklung von L-SWE, Auswirkungen von L-SWE auf Lehrpersonen(handeln) und ihren Unterricht (hellgrau hinterlegt) sowie die SuS (dunkelgrau hinterlegt) (eigene Darstellung; Zusammenstellung aus Allinder, 1994; Appleton, 2003; Ashton & Webb, 1986; Bandura, 1977 & 1997; Cakiroglu et al., 2012; Caprara et al., 2006, Gebauer, 2013; Guskey, 1984; Midgley et al., 1989; Rabe et al., 2012; Ross, 1992;

Schmitz, 2001; Schwarzer & Jerusalem, 2002; Tschannen-Moran et al., 1998; Wolters & Daugherty, 2007) 18
Abbildung 6: Quellen bzw. Einflussfaktoren der Entwicklung des situationalen und des L-Interesses, Auswirkungen von L-Interesse auf Lehrpersonen(handeln) und ihren Unterricht (hellgrau hinterlegt) sowie die SuS (dunkelgrau hinterlegt) (eigene Darstellung; Zusammenstellung aus Bender et al., 2018; Brigham et al., 1992; Deci & Ryan, 1993; Eren, 2012; Franz, 2008; Hidi & Renninger, 2006; Köller et al., 2001; Krapp, 2002 & 2005; Krapp & Ryan, 2002; Kunter, 2011; Kunter et al., 2008; Long & Woolfolk Hoy, 2006; Patrick et al., 2000; Retelsdorf et al., 2010; Riconscente, 2014; Trempler et al., 2013) 20
Abbildung 7: Zusammenhänge zwischen den Konstrukten CK, PCK, FSK, SWE und Interesse. Auf die Nummern 1 bis 6 wird im Text eingegangen (eigene Darstellung; Zusammenstellung aus Allinder, 1994; Ferla et al., 2009; Großschedl et al., 2015; Hannover, 1998; Hidi & Ainley, 2002; Hidi et al., 2002; Käpylä et al., 2009; Krapp & Ryan, 2002; Kunter et al., 2011; Ma, 1999; Marsh & Craven, 2006; Marsh et al., 2005; Paulick et al., 2016; Riese & Reinhold, 2010; Schoon & Boone, 1998; Sorge et al., 2019; Tröbst et al., 2018; Velthuis et al., 2014) 21
Abbildung 8: Erweitertes Angebots- und Nutzungsmodell zur Erklärung beruflichen Lernens von (angehenden) Lehrpersonen im Rahmen von Lehrveranstaltungen. Die vier Ebenen der Wirksamkeit sind orange gefärbt (eigene Darstellung in Orientierung an Lipowsky, 2010; Lipowsky & Rzejak, 2012) 23
Abbildung 9: Zwei Formen curricularer Kohärenz nach Mayer et al. (2018). Links: Integrationsmodell; rechts: Teamteaching-Modell (eigene Darstellung) 27
Abbildung 10: Potenzielle Wirkungen der Herstellung formell-institutioneller sowie informell-individueller Kohärenz auf (angehende) Lehrpersonen (hellgrau) und ihre SuS (dunkelgrau) (eigene Darstellung; Zusammenstellung aus Bateman et al., 2008; Blömeke et al., 2012; Blömeke & Kaiser, 2011; Boyd et al., 2009; Bransford et al., 2000; Brouwer & Korthagen, 2005; Canrinus et al., 2019; Desimone, 2009; Durik & Harackiewicz, 2003; Fortus et al., 2015; Garet et al., 2001; Hammerness, 2006; Landeen et al., 2013; Lindner & Klusmann, 2018; McQuillan et al., 2012; Schwichow et al., 2019; Seidel et al., 2005; Smeby & Heggen, 2014; Spiro et al., 1992; Tatto, 1996) 28
Abbildung 11: Arbeitsmodell A für die Zielebenen 2 und 3: Ziele und Ebenen der Herstellung formell-institutioneller Kohärenz in Intervention A (eigene Darstellung in Orientierung an Cramer, 2020; Mayer et al., 2018) 36
Abbildung 12: Arbeitsmodell B für die Zielebenen 2 und 3: Ziele und Ebenen der Herstellung formell-institutioneller Kohärenz in Intervention B (eigene Darstellung in Orientierung an Cramer, 2020; Mayer et al., 2018) 37
Abbildung 13: Phasen und Zeiträume der Entwicklung, Durchführung sowie Evaluation von Intervention A 43
Abbildung 14: Phasen und Zeiträume der Entwicklung, Durchführung sowie Evaluation von Intervention B 44

Abbildung 15: Überblick über die Rahmenbedingungen der neu entwickelten Lehrveranstaltungen (eigene Darstellung) 44
Abbildung 16: Verwendete parametrische und nichtparametrische Tests für Quer- und Längsschnittvergleiche bei Vorliegen normal- bzw. nicht normalverteilter Daten (eigene Darstellung) 52
Abbildung 17: Zuordnung der Manuskripte (grau hinterlegt) zu den Zielebenen und inhaltlichen Schwerpunkten. Eckige Klammern: Forschungsdesign und Analysemethoden... 58

X TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Längsschnittstudien im Kontext der Aus-/Fort-/Weiterbildung von (angehenden) Sachunterrichtslehrpersonen, die Effekte von Interventionen/Studiengängen auf bezugsfachbezogene(s) bzw. perspektivenbezogene(s) CK, FSK, L-SWE und L-Interesse untersuchen 32
Tabelle 2: Überblick über das Forschungsdesign, die Anzahl der Kurs-Durchgänge, Stichprobengrößen (N), Typus der Messinstrumente sowie Auswertungsmethoden zur Beforschung der Wirksamkeit der Interventionen A und B 46
Tabelle 3: Gruppen und Untergruppen des Forschungsdesigns zu Intervention B sowie Stichprobenzusammensetzung (absolute und relative Häufigkeiten) bezogen auf die jeweilige (Unter-)Gruppe 47
Tabelle 4: Informationen zum Ausgangsmaterial, Fragestellungen und Grundlagen der qualitativen Inhaltsanalysen in Orientierung an das Ablaufmodell von Mayring (2015). Es wird zwischen den Analysen bzgl. Intervention A und B unterscheiden 54
Tabelle 5: Informationen zu den entwickelten ECMs sowie tangierte Kohärenzebenen im Entstehungsprozess 56

XI ANHANG

XI.1 Zusammenfassung des Kurskonzeptes und der Sitzungen von Intervention B in der Pilotierungsphase

Zielsetzung der Intervention B in ihrem ersten Entwurf war es, das *CK* (Ziel 1) und die motivationalen Orientierungen (Ziel 2) bzgl. der sachunterrichtlichen Bezugsfächer Biologie, Chemie, Physik und Technik sowie die Experimentierkompetenz (Ziel 3) von Grundschullehramtsstudierenden zu stärken und ihnen die Vielperspektivität des Sachunterrichts am Beispiel dieser Fächer (Ziel 4) aufzuzeigen.

Hauptzielgruppe waren Sachunterrichtsstudierende mit gesellschaftswissenschaftlichem Studienschwerpunkt, da aufgrund ihrer geringen Kontaktzeit zu den Naturwissenschaften und der Technik am Standort (s. Kap. IV.2) mit Blick auf bisherige Forschungsbefunde von potenziellen Defiziten an professioneller Kompetenz im Bereich dieser sachunterrichtlichen Perspektiven ausgegangen werden kann (s. Kap. III.2 und III.3). Die Teilnahme war freiwillig, am Ende wurde ein Teilnahmezertifikat ausgestellt.

Das *Konzept* basierte auf einem moderat-konstruktivistischen Verständnis des Lernens (Riemeier, 2006). Als Zugang zu den von einigen Grundschullehrer*innen vermiedenen Bezugsfächern Chemie, Physik und Technik (Kleickmann, 2015; Ziel 2, s.o.) dienten – bezugnehmend auf den Lehrplan für Sachunterricht des Landes NRW (MSW NRW, 2008[60]) – drei vermeintlich rein biologische Oberthemen: ‚Humanbiologie', ‚Tiere' und ‚Pflanzen'. Zur eigenständigen, kokonstruktiven (Gräsel et al., 2006) Bearbeitung dieser Themen aus den Perspektiven der vier Bezugsfächer (Ziel 4) bot sich die Methode des Stationenlernens im Rotationsprinzip (Kampl, 2016) und in Partnerarbeit an. Bei der Auswahl der Unterthemen wurde zudem darauf geachtet, ein paar der fachwissenschaftlichen Themen der Fachvertiefungen des Teilstudiengangs 'Grundlagen der Naturwissenschaften und der Technik' (BUW, 2014) zu integrieren, da diese von der o.g. Zielgruppe nicht belegt werden können (z.B. Station 7.1; vgl. Tab. A1). An den Lernstationen sollten die Studierenden im Team – insbesondere mithilfe der fachspezifischen Arbeitsweise Experimentieren – den naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg beschreiten, um zu Erkenntnissen bzgl. einer Fragestellung zu gelangen (Ziel 1; vgl. Tab. A1) und Kompetenzen im Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten zu erweitern (Ziel 3).

[60] Während der Pilotierungsphase war dies der gültige Lehrplan.

Tabelle A1: *Übergeordnete Themen der Kurseinheiten und die Namen der dazugehörigen Stationen*

Kurseinheit	Thema der Einheit	Stationsnamen
1	Sinne 1 – Sinne und Stoffe	1. Wie riechen und schmecken wir? 2. Warum schwimmen manche Gegenstände und warum sinken andere? 3. Wie unterscheiden sich gasförmige, flüssige und feste Stoffe?
2	Sinne 2 – Sehen	1. Wie sehen wir? 2. Kann man Licht aufspalten? 3. Wie funktioniert eine Lochkamera?
3	Ernährung 1 – Woraus besteht unsere Nahrung?	1. Gibt es verschiedene Zucker? 2. Wie kann man Fette nachweisen? 3. Wie kann man Eiweiß sichtbar machen?
4	Ernährung 2 – Nahrung und ihre Verdauung	1. Was passiert mit der Nahrung auf dem Weg durch den Körper? 2. Welche Stoffe sind wasserlöslich? 3. Kann man mithilfe von Obst Strom erzeugen?
5	Bewegung 1 – Knochen, Gelenke, Muskeln, Kraft	1. Was ist die Funktion von Knochen und Gelenken? 2. Wie funktionieren Hebel? 3. Wie bastelt man ein Gelenkmodell?
6	Bewegung 2 – Blut- und Stromkreislauf	1. Wie kann man Herzschlag und Blutdruck messen? 2. Wie entsteht Druck in Flüssigkeiten? 3. Gibt es Parallelen zwischen Blut- und Stromkreislauf?
7	Vögel 1 – Wie ein Vogel fliegen	1. Was sind die besonderen Eigenschaften der Vögel? 2. Luft, was ist das eigentlich? 3. Warum fliegt ein Flugzeug?
8	Vögel 2 – Wie ein Vogel fliegen	1. Was gibt es für heimische Vogelarten? 2. Wie funktionieren Magnetismus und ein Kompass? 3. Was hat der Flug der Vögel mit Magnetismus zu tun?
9	Insekten – Der Wasserläufer und das Wasser	1. Was macht Insekten so besonders? 2. Warum ist Wasser anormal? 3. Warum kann der Wasserläufer auf dem Wasser laufen?
10	Pflanzen 1 – Pflanzen und das Sonnenlicht	1. Wie kann man Bäume anhand von Blättern und Früchten unterscheiden? 2. Was brauchen Pflanzen zum Wachsen?* 3. Wie kommt das Wasser aus der Wurzel zu den Blättern? 4. Wie funktionieren ein Sonnenkollektor und Wärmeleitung?
11	Pflanzen 2 – Pflanzen und Bionik	1. Wie kann man verschiedene Blüten und Früchte auseinanderhalten? 2. Wie bastelt man Blütenmodelle?* 3. Was ist der Lotuseffekt? 4. Was haben die Klette und der Klettverschluss miteinander zu tun?

*Anmerkung: * Zusatzstation, die bei noch übrigbleibender Kurszeit oder zuhause bearbeitet werden konnte (z.B. Gedankenexperiment; Herstellen von Modellen)*

Struktur und Ablauf: Der Kurs bestand aus elf Kurseinheiten á 90 min, in denen die Teilnehmer*innen jeweils drei Lernstationen – ohne vorgegebene Reihenfolge – durchliefen (ca. 25 min je Station). Nach einer kurzen Begrüßung und Vorstellung des Themas der Einheit (s. Tab. A1) füllten die Studierenden einen Pretest (*Paper & Pencil*) zum jeweiligen Thema aus, am Ende jeder Einheit den Posttest[61]. Zur Schaffung von Transparenz für das selbstgesteuerte Lernen (Zumbach & Astleitner, 2016) dienten alleinig ein Tafelbild mit den

[61] Dies diente der gleichzeitigen Pilotierung des für die Überprüfung der kognitiven Wirksamkeit des Kurses neu entwickelten *CK*-Tests (s. Kap. IV.3 und Manuskript 4).

übergeordneten Fragen der Stationen (s. Tab. A1) und Hinweise der/des Dozierenden zu speziell an den Stationen zu beachtenden Aspekten. Wiederholende, Vorwissen aktivierende oder motivierende Einstiegsphasen (Meyer, 2011) sowie Nachbesprechungs-/Reflexionsphasen waren nicht vorhanden. Für das weitgehend eigenständige Experimentieren an den Stationen wurden mehrere Sets an Experimentiermaterialien sowie selbst entwickelte Arbeitsblätter und Sachanalysen zur Verfügung gestellt (s. Manuskript 3; Kap. V.3). Der/Die Dozierende und eine studentische Hilfskraft standen für Rückfragen und Hilfestellungen bereit.

XI.2 Testinstrumente für Intervention A und B

Tabelle A2: *Übersicht der Konstrukte, die bei der Erfassung der Wirksamkeit der Intervention A einbezogen wurden. Je Konstrukt ist die Ebene der Wirksamkeit nach Lipowsky & Rzejak (2012), das Antwortformat, die Anzahl der Items sowie der Messzeitpunkte (MZ) und die Quelle der Skalen/Items genannt.*

Konstrukt	**Ebene der Wirk-samkeit**	**Antwort-format**	**ursprüngliche Anzahl Items (in Endauswertung eingegangen)**	**Anzahl MZ (Testzeitpunkt)**	**Quelle / in Orientierung an**
Erfahrungen bzgl. der Seminarschwerpunkte	-	geschlossen (dichotom)	8	1 (Pretest)	-
	-	offen	5	1 (Pretest)	-
Erwartungen, Wünsche, Lernziele[A1]	-	offen	5 (3)	1 (Pretest)	Heran-Dörr, 2006
L-SWE Durchführung Exkursion Sachunterricht	2	geschlossen (Likert-Skala)	3	2 (Pre- und Posttest)	Heran-Dörr, 2006; Kauertz et al., 2011
L-SWE Durchführung Exkursion Sachunterricht Inklusion	2	geschlossen (Likert-Skala)	3	2 (Pre- und Posttest)	Heran-Dörr, 2006; Kauertz et al., 2011
L-SWE vielperspektivisches Unterrichten	2	geschlossen (Likert-Skala)	3	2 (Pre- und Posttest)	Heran-Dörr, 2006; Kauertz et al., 2011
Situationales Interesse	2	geschlossen (Likert-Skala)	12 [4 je Komponente: emotional, epistemisch, wertbezogen]	1 (Posttest)	Pawek, 2009
Spontane Assoziationen; Erfüllung Erwartungen, Wünsche, Lernziele [A2]; Änderungsempfehlungen; Weiterempfehlungsgründe	1	offen	5 (4)	1 (Posttest)	Heran-Dörr, 2006
Erläuterungen zu erworbenen Kompetenzen[A3]	2	offen	3 (2)	1 (Posttest)	-

Anmerkungen: A1: Antworten zu den Fragen 3 und 4 (s. Abb. A3 in Anhang XI.3) wurden nach einer ersten Sichtung (keine oder wenig ergiebige Aussagen wie „Differenzierung“ (S28)) nicht inhaltsanalytisch ausgewertet; A2 und A3: Antworten zu der jeweiligen Frage 2 (s. Anhang XI.4, Abb. A10 bzw. A12) wurden nach einer ersten Sichtung nicht inhaltsanalytisch ausgewertet, da für ersteren Fall die Auswertung der nachfolgenden gegenläufigen Frage („Welche Lernziele wurden nicht erfüllt?“) zur Erkenntnisgewinnung ausreichte und die Rückmeldungen im anderen Fall nicht ergiebig waren (z.B. „Ja“ (S21)).

Tabelle A3: *Übersicht der Konstrukte, die bei der Erfassung der Wirksamkeit der Intervention B einbezogen wurden. Je Konstrukt ist die Ebene der Wirksamkeit nach Lipowsky & Rzejak (2012), das Antwortformat, die Anzahl der Items sowie der Messzeitpunkte (MZ), die Quelle der Skalen/Items genannt und die Teilstudie der Einbindung genannt*

Konstrukt	**Ebene der Wirksamkeit**	**Antwortformat**	**ursprüngliche Anzahl Items (in Endauswertung eingegangen)**	**Anzahl MZ (Testzeitpunkt)**	**Quelle / in Orientierung an**	**Einbindung in Teilstudie**
Erwartungen, Wünsche, Lernziele[B1]	-	offen	7 (3)	1 (Pretest)	Heran-Dörr, 2006	3
Relevanz bestimmter Inhalte im Kurs[B2]	-	geschlossen (Likert-Skala)	19 (17)	1 (Pretest)	-	3
Spontane Assoziationen; Erfüllung Erwartungen, Wünsche, Lernziele [B3]; Änderungsempfehlungen; Weiterempfehlungsgründe; Lieblingskurseinheiten; weitere Anmerkungen	1	offen geschlossen (2 x dichotom, 1 x Dreifachauswahl, 1 x Vierfachauswahl)	8 (7) 4	1 (Posttest) 1 (Posttest)	Heran-Dörr, 2006 -	3 3
Situationales Interesse	2	geschlossen (Likert-Skala)	12 [4 je Komponente: emotional, epistemisch, wertbezogen]	1 (Posttest)	Pawek, 2009; Rodenhauser, 2016	3
Förderung Verständnis von Interdisziplinarität der Naturwissenschaften und Technik	2	geschlossen (Likert-Skala)	4	1 (Posttest)	-	3
Deklaratives, naturwissenschaftlich-technisches Fachwissen (*substantive CK*)[B4]	2	geschlossen (24 x Multiple-Choice-Frage; 3 x Zuordnungsfrage) offen	119 (66) 8	3 (Pre-, Post-, Follow-up Test)	-	4
FSK (bzgl. Biologie, Chemie, Physik, Technik)	2	geschlossen (Likert-Skala)	12 [3 je Bezugsfach]	2 (Pre- und Posttest)	Damerau, 2012; Kauertz et al., 2011	4
Experimentiererfahrungen in der Grundschulzeit, auf der weiterführenden Schule und im bisherigen Studium	-	geschlossen (Likert-Skala)	6 [2 je Ausbildungsphase]	1 (Pretest)	-	5
Experimentbezogenes FSK	2	geschlossen (Likert-Skala)	9 [6 Planung/Auswertung; 3 Durchführung]	2 (Pre- und Posttest)	Damerau, 2012	5
FSK bzgl. des Planens sowie Durchführens von Experimentalunterricht	2	geschlossen (Likert-Skala)	6 [3 Planung; 3 Durchführung]	2 (Pre- und Posttest)	-	5
Während des Kurses wahrgenommene Experimentierkompetenz[B5]	2	geschlossen (Likert-Skala)	12 (9) [8 (6) Planung/Auswertung; 4 (3) Durchführung]	1 (Posttest)	Damerau, 2012	5
Sachinteresse (an Biologie, Chemie, Physik sowie Technik)	2	geschlossen (Likert-Skala)	8 [2 je Bezugsfach]	2 (Pre- und Posttest)	Heran-Dörr, 2006; Kauertz et al., 2011; Schmidt, 2015	6

Interesse am Unterrichten von naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht	2	geschlossen (Likert-Skala)	7	2 (Pre- und Posttest)	Heran-Dörr, 2006	6
L-SWE Gestalten/Unterrichten von Sachunterricht mit Biologie, Chemie, Physik oder Technik als Bezugsfach	2	geschlossen (Likert-Skala)	8 [2 je Bezugsfach]	2 (Pre- und Posttest)	Heran-Dörr, 2006; Schmidt, 2015	6
L-SWE Gestalten/Unterrichten vielperspektivischen, naturwissenschaftlich-technischen Unterrichts[B6]	2	geschlossen (Likert-Skala)	3 (4)	2 (Pre- und Posttest)	Heran-Dörr, 2006; Schmidt, 2015	6

Anmerkungen: B1: Antworten zu den Fragen 1 (s. Abb. A17 in Anhang XI.5) sowie 1 bis 3 (s. Abb. A19 in Anhang XI.5) wurden nach einer ersten Sichtung (wenig ergiebige Aussagen oder sich mit Antworten zu anderen Fragen überschneidende Antworten) nicht inhaltsanalytisch ausgewertet; B2: zwei Items (s. Abb. A17 in Anhang XI.5) wurden vor der Auswertung aus inhaltlichen Überlegungen/Überschneidungen ausgeschlossen ; B3: Antworten zu Frage 2 (s. Abb. A31 in Anhang XI.6) wurden nach einer ersten Sichtung (wenig ergiebige Aussagen oder sich mit Antworten zu anderen Fragen überschneidende Antworten) nicht inhaltsanalytisch ausgewertet; B4: der Fragebogen enthält zudem wenige Fragen zum fachmethodischen sowie fachdidaktischen Wissen sowie Selbsteinschätzungen diesbezüglich; auf diese wird in Anhang XI.7 in den entsprechenden Abbildungsunterschriften verwiesen; sie wurden nicht mit in die Auswertung für Manuskript 4 einbezogen; B5: drei Items dieser Skala (s. Abb. A35 in Anhang XI.6) wurden nach der EFA entfernt (s. Manuskript 5); B6:ein Item dieser Skala (s. Abb. A21 in Anhang XI.5 bzw. Abb. A40 in Anhang XI.6) wurde aus inhaltlichen Gründen vor der Auswertung entfernt (s. Manuskript 6).

XI.3 Fragebogen (Pretest) zu Intervention A

Für eine bessere Nachvollziehbarkeit wird der Fragebogen an dieser Stelle in der Darstellung präsentiert, wie er für die Teilnehmer*innen beim Online-Fragebogentool *SoSci Survey* (Leiner, 2006) zu sehen war.



Abbildung A1: *Pretest Intervention A – Startseite (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006))*

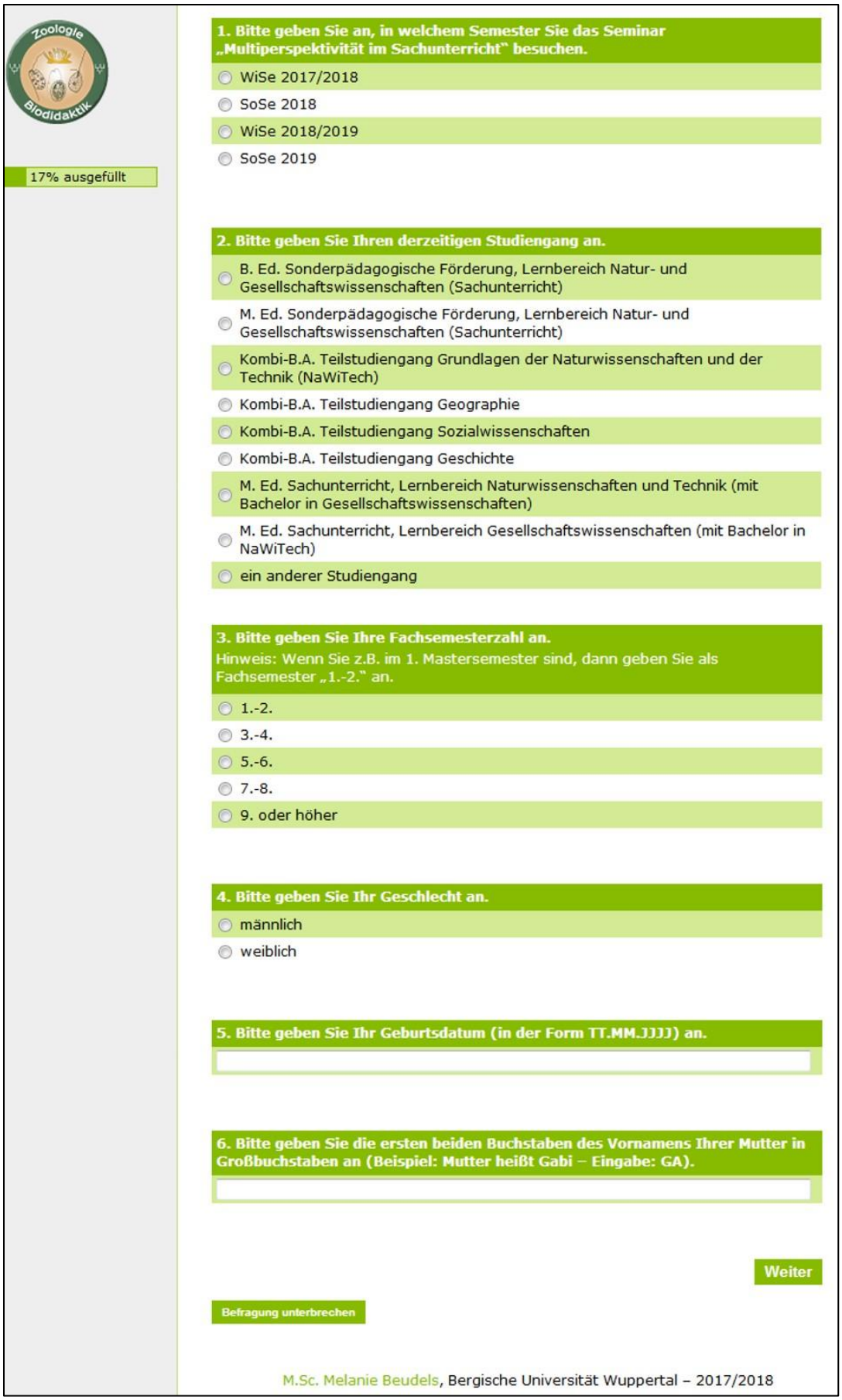


Abbildung A2: *Pretest zu Intervention A – Seite 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006))*

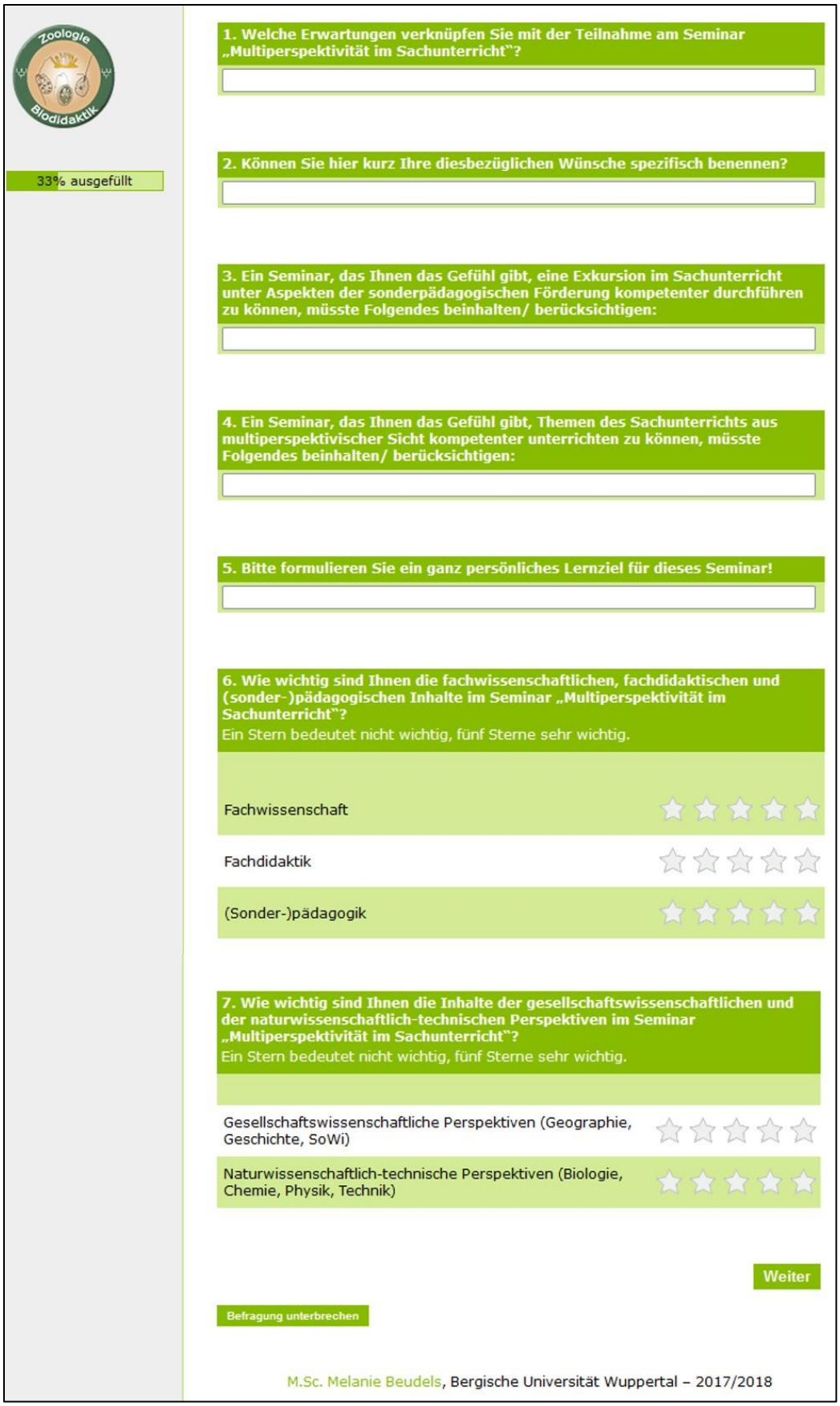


Abbildung A3: *Pretest zu Intervention A – Seite 2 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Die Antworten zu den Fragen 3, 4 (Erwartungen/Wünsche), 6 und 7 (Relevanz bestimmter Schwerpunkte/Inhalte im Kurs) wurden in Teilstudie 2 nicht ausgewertet.*

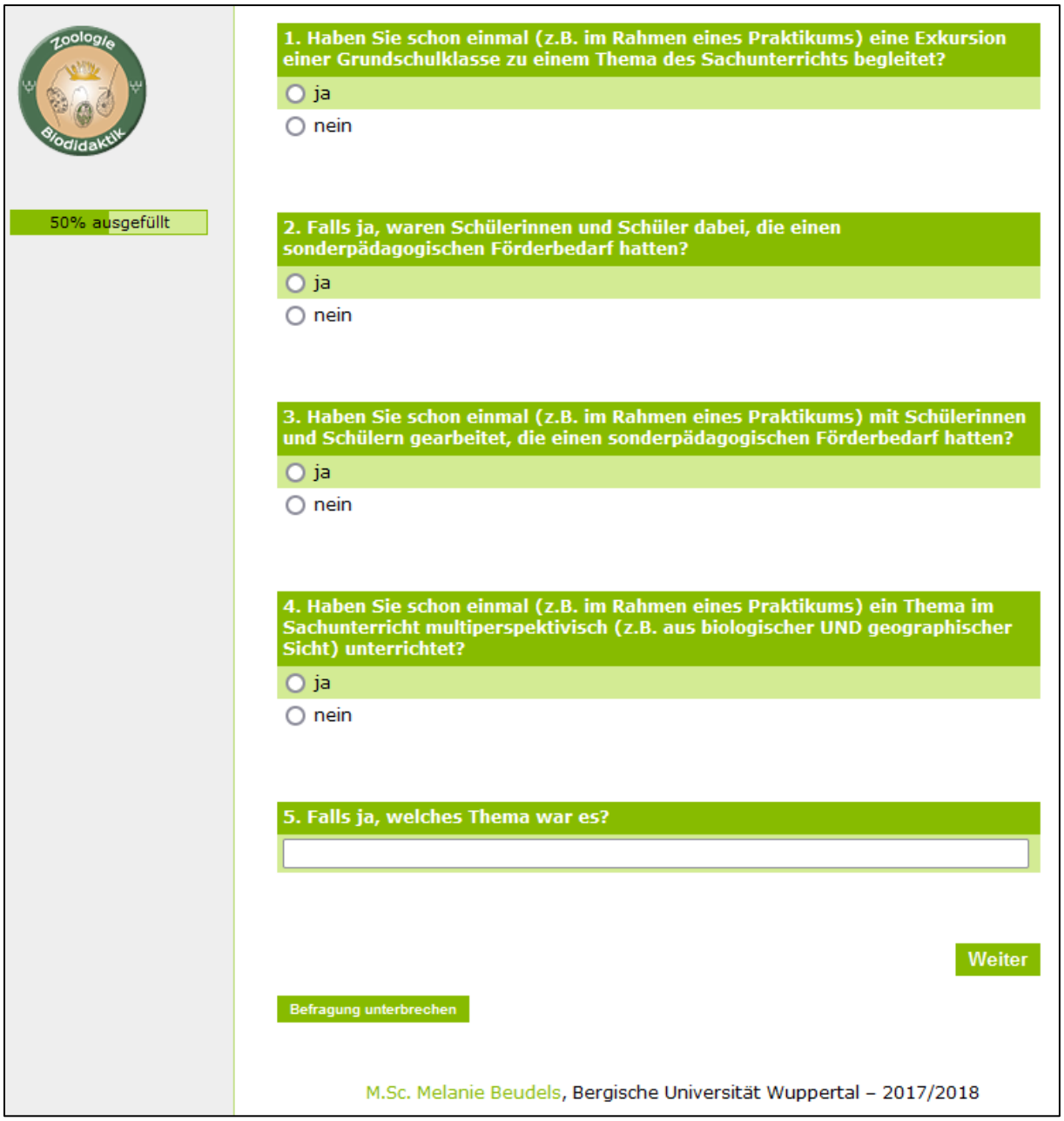


Abbildung A4: *Pretest zu Intervention A – Seite 3 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006))*

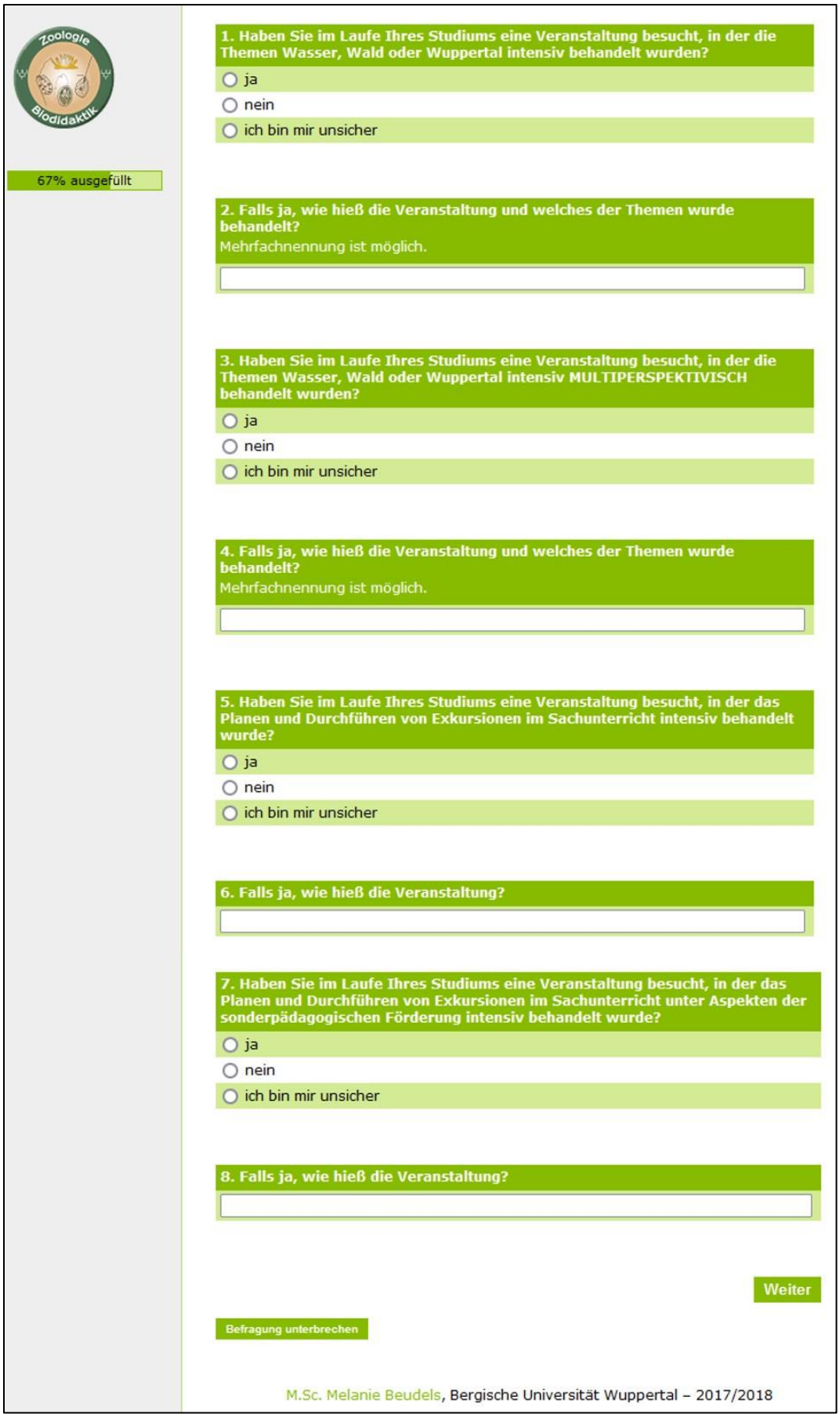


Abbildung A5: *Pretest zu Intervention A – Seite 4 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006))*

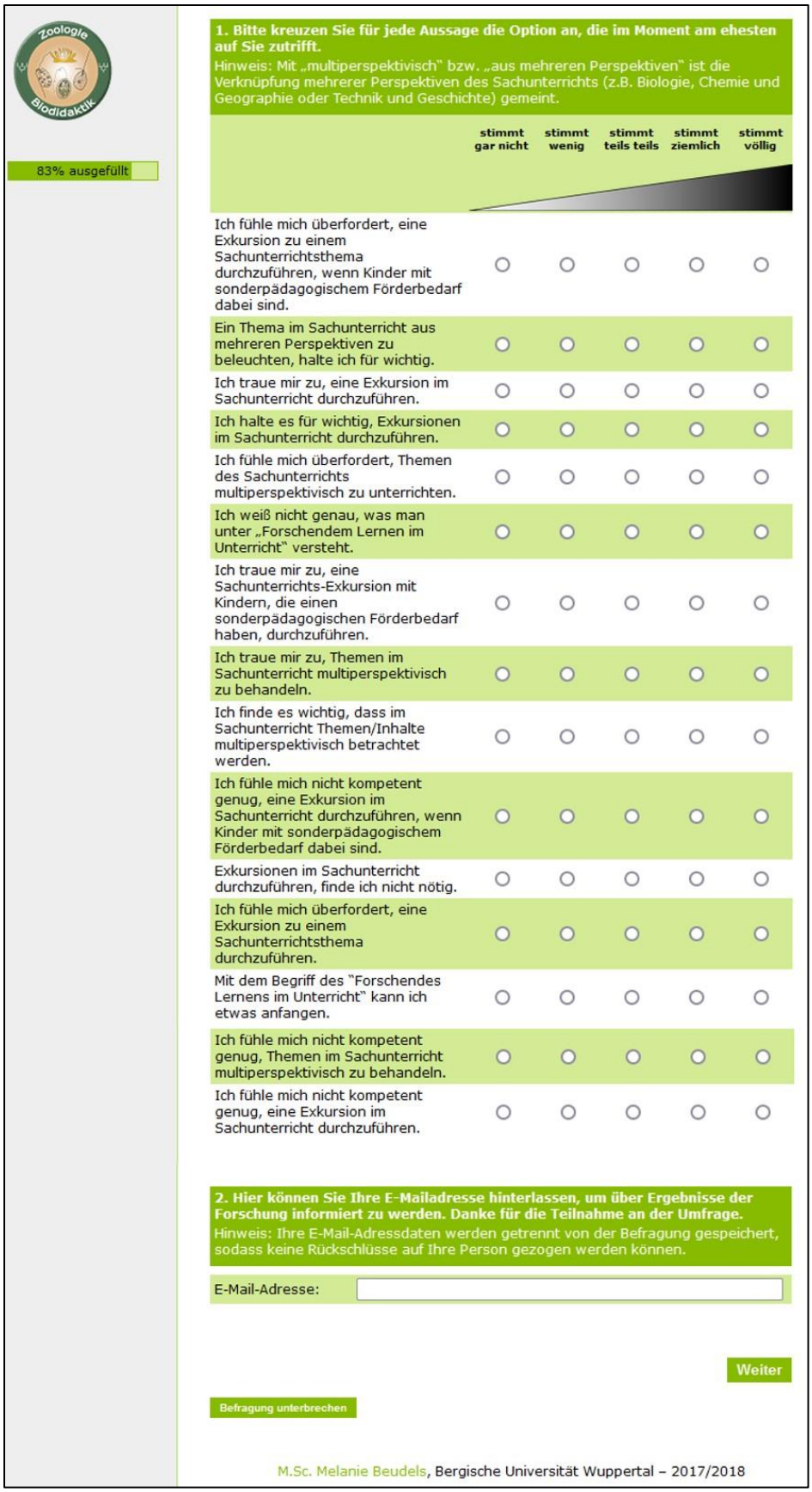


Abbildung A6: *Pretest zu Intervention A – Seite 5 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Die Antworten zur Bedeutsamkeit vielperspektivischen Sachunterricht (2 Items), von Exkursionen im Sachunterricht (2 Items) sowie zur Einschätzung des Terminus ‚Forschendes Lernen' (2 Items) wurden in Teilstudie 2 nicht ausgewertet.*



Abbildung A7: *Pretest zu Intervention A – Seite 6 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006))*

XI.4 Fragebogen (Posttest) zu Intervention A

Für eine bessere Nachvollziehbarkeit wird der Fragebogen an dieser Stelle in der Darstellung präsentiert, wie er für die Teilnehmer*innen beim Online-Fragebogentool *SoSci Survey* (Leiner, 2006) zu sehen war.

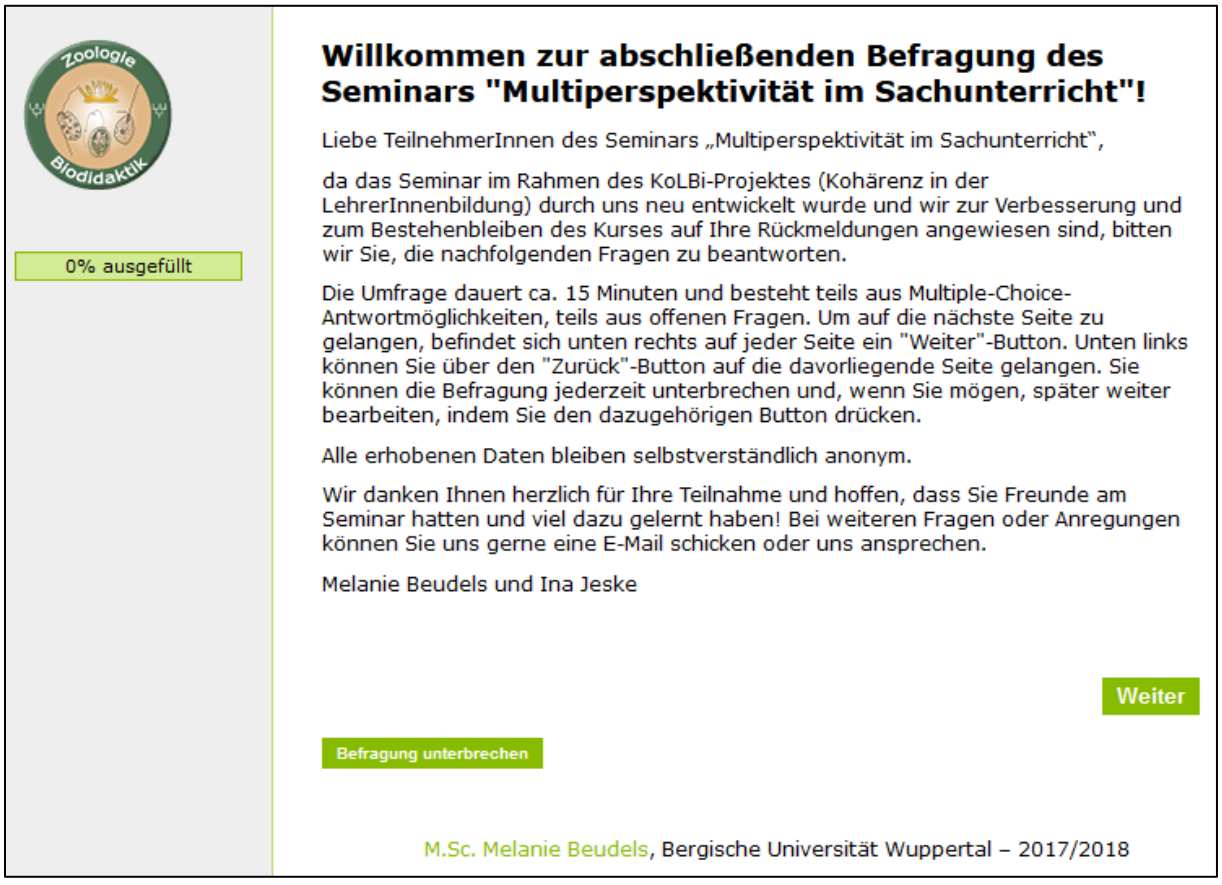


Abbildung A8: *Posttest zu Intervention A – Startseite (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006))*

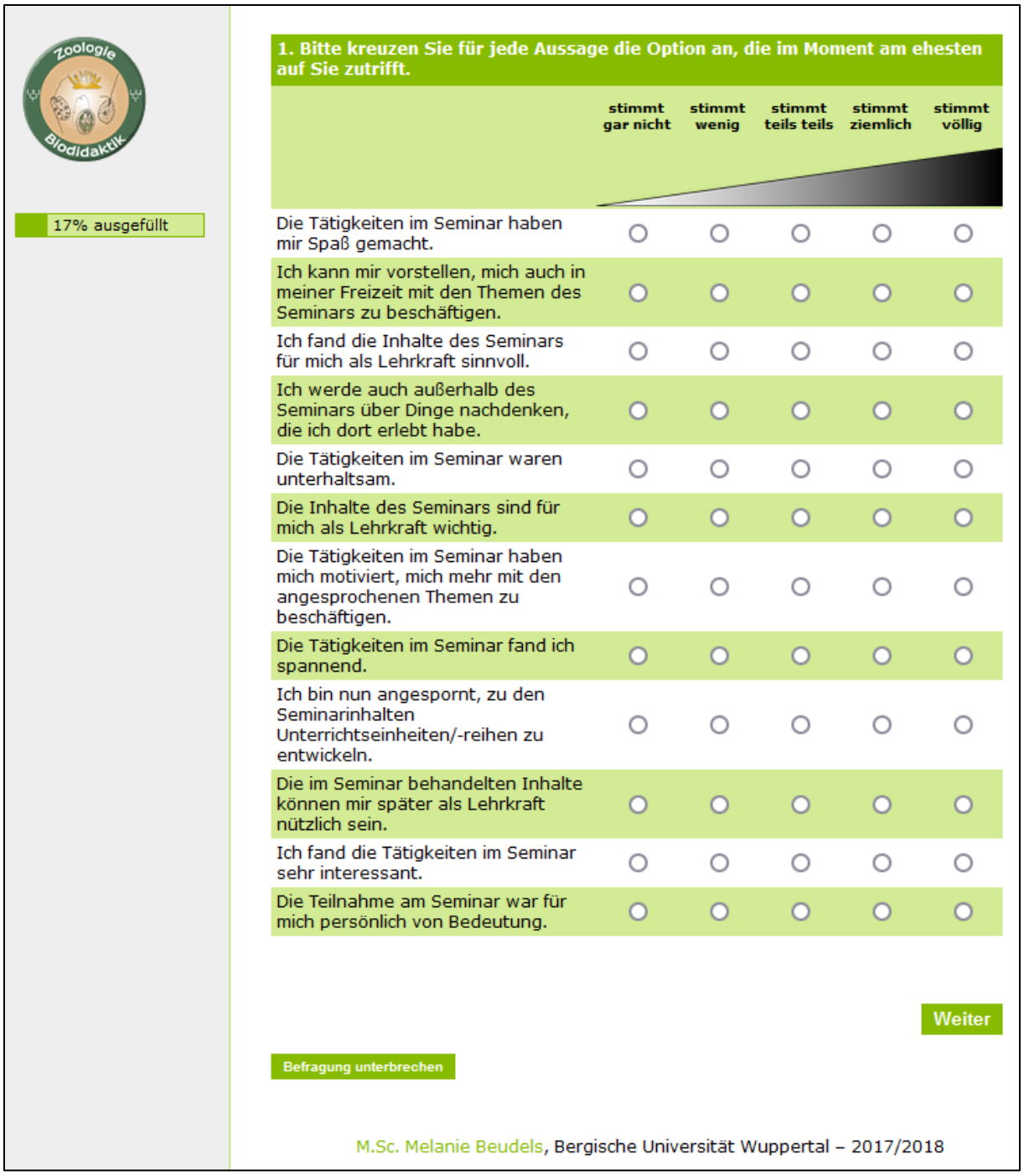


Abbildung A9: *Posttest zu Intervention A – Seite 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006))*

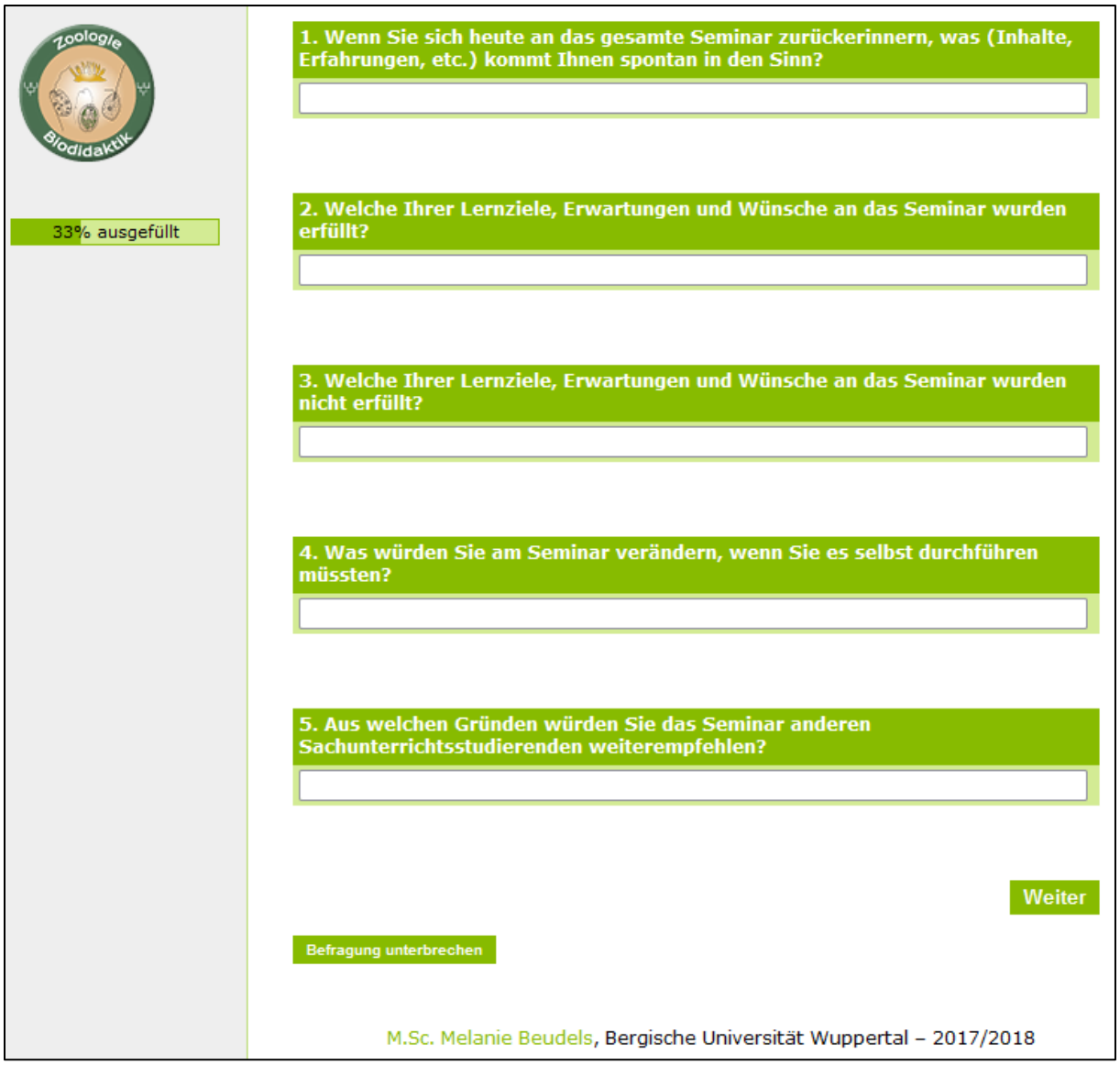
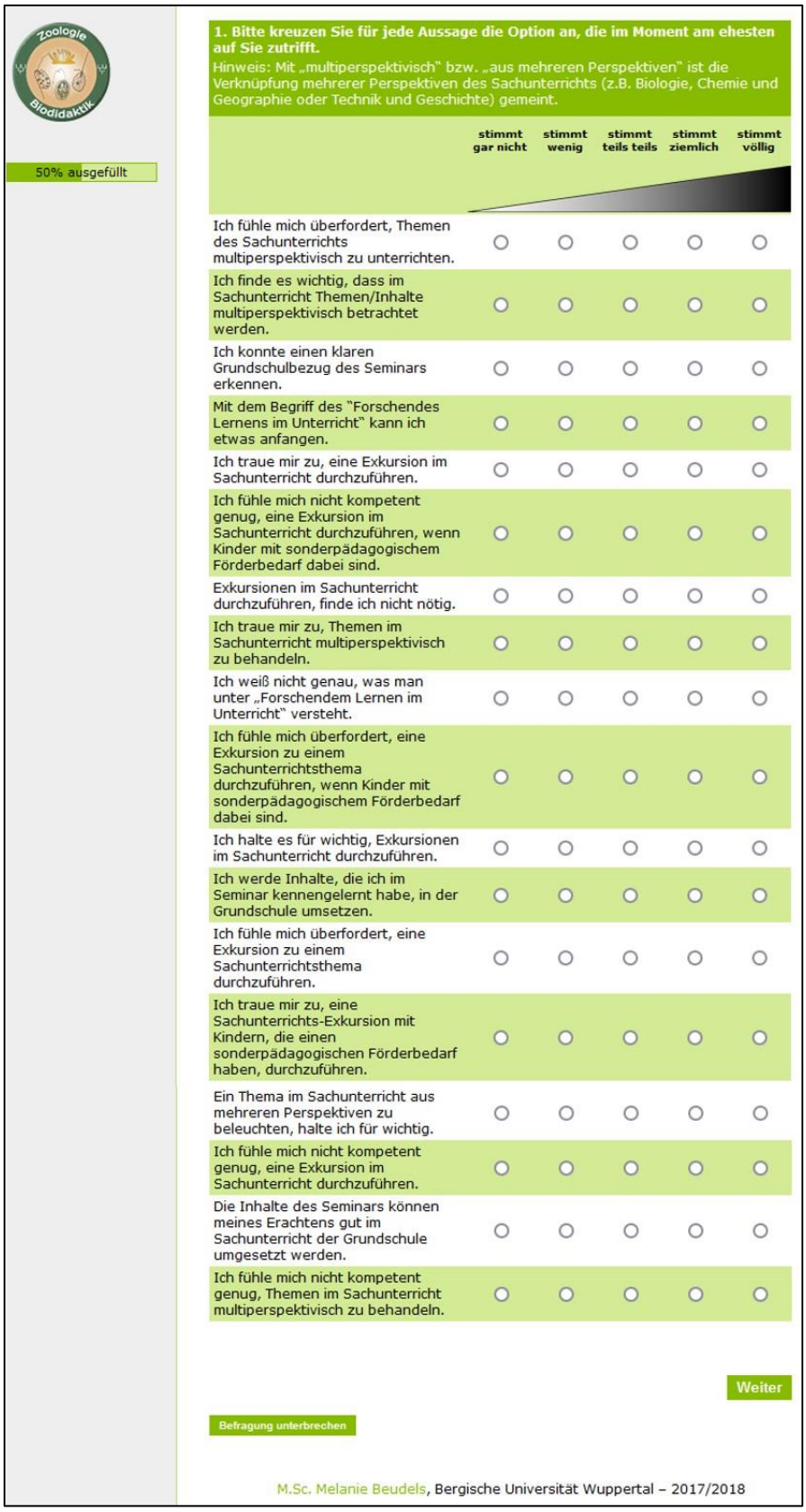


Abbildung A10: *Posttest zu Intervention A – Seite 2 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Die Rückmeldungen zu Frage 2 wurden in Teilstudie 2 nicht ausgewertet.*



50% ausgefüllt

1. Bitte kreuzen Sie für jede Aussage die Option an, die im Moment am ehesten auf Sie zutrifft.

Hinweis: Mit „multiperspektivisch" bzw. „aus mehreren Perspektiven" ist die Verknüpfung mehrerer Perspektiven des Sachunterrichts (z.B. Biologie, Chemie und Geographie oder Technik und Geschichte) gemeint.

	stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
Ich fühle mich überfordert, Themen des Sachunterrichts multiperspektivisch zu unterrichten.	○	○	○	○	○
Ich finde es wichtig, dass im Sachunterricht Themen/Inhalte multiperspektivisch betrachtet werden.	○	○	○	○	○
Ich konnte einen klaren Grundschulbezug des Seminars erkennen.	○	○	○	○	○
Mit dem Begriff des "Forschendes Lernens im Unterricht" kann ich etwas anfangen.	○	○	○	○	○
Ich traue mir zu, eine Exkursion im Sachunterricht durchzuführen.	○	○	○	○	○
Ich fühle mich nicht kompetent genug, eine Exkursion im Sachunterricht durchzuführen, wenn Kinder mit sonderpädagogischem Förderbedarf dabei sind.	○	○	○	○	○
Exkursionen im Sachunterricht durchzuführen, finde ich nicht nötig.	○	○	○	○	○
Ich traue mir zu, Themen im Sachunterricht multiperspektivisch zu behandeln.	○	○	○	○	○
Ich weiß nicht genau, was man unter „Forschendem Lernen im Unterricht" versteht.	○	○	○	○	○
Ich fühle mich überfordert, eine Exkursion zu einem Sachunterrichtsthema durchzuführen, wenn Kinder mit sonderpädagogischem Förderbedarf dabei sind.	○	○	○	○	○
Ich halte es für wichtig, Exkursionen im Sachunterricht durchzuführen.	○	○	○	○	○
Ich werde Inhalte, die ich im Seminar kennengelernt habe, in der Grundschule umsetzen.	○	○	○	○	○
Ich fühle mich überfordert, eine Exkursion zu einem Sachunterrichtsthema durchzuführen.	○	○	○	○	○
Ich traue mir zu, eine Sachunterrichts-Exkursion mit Kindern, die einen sonderpädagogischen Förderbedarf haben, durchzuführen.	○	○	○	○	○
Ein Thema im Sachunterricht aus mehreren Perspektiven zu beleuchten, halte ich für wichtig.	○	○	○	○	○
Ich fühle mich nicht kompetent genug, eine Exkursion im Sachunterricht durchzuführen.	○	○	○	○	○
Die Inhalte des Seminars können meines Erachtens gut im Sachunterricht der Grundschule umgesetzt werden.	○	○	○	○	○
Ich fühle mich nicht kompetent genug, Themen im Sachunterricht multiperspektivisch zu behandeln.	○	○	○	○	○

Weiter

Befragung unterbrechen

M.Sc. Melanie Beudels, Bergische Universität Wuppertal – 2017/2018

Abbildung A11: *Posttest zu Intervention A – Seite 3 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Die Antworten zur Bedeutsamkeit vielperspektivischen Sachunterricht (2 Items), von Exkursionen im Sachunterricht (2 Items), zur Einschätzung des Terminus ‚Forschendes Lernen' (2 Items) sowie zum Grundschulbezug bzw. Einsatz der Seminarinhalte in der Grundschule wurden in Teilstudie 2 nicht ausgewertet.*



Abbildung A12: *Posttest zu Intervention A – Seite 4 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Die Rückmeldungen zu Frage 2 wurden in Teilstudie 2 nicht ausgewertet.*

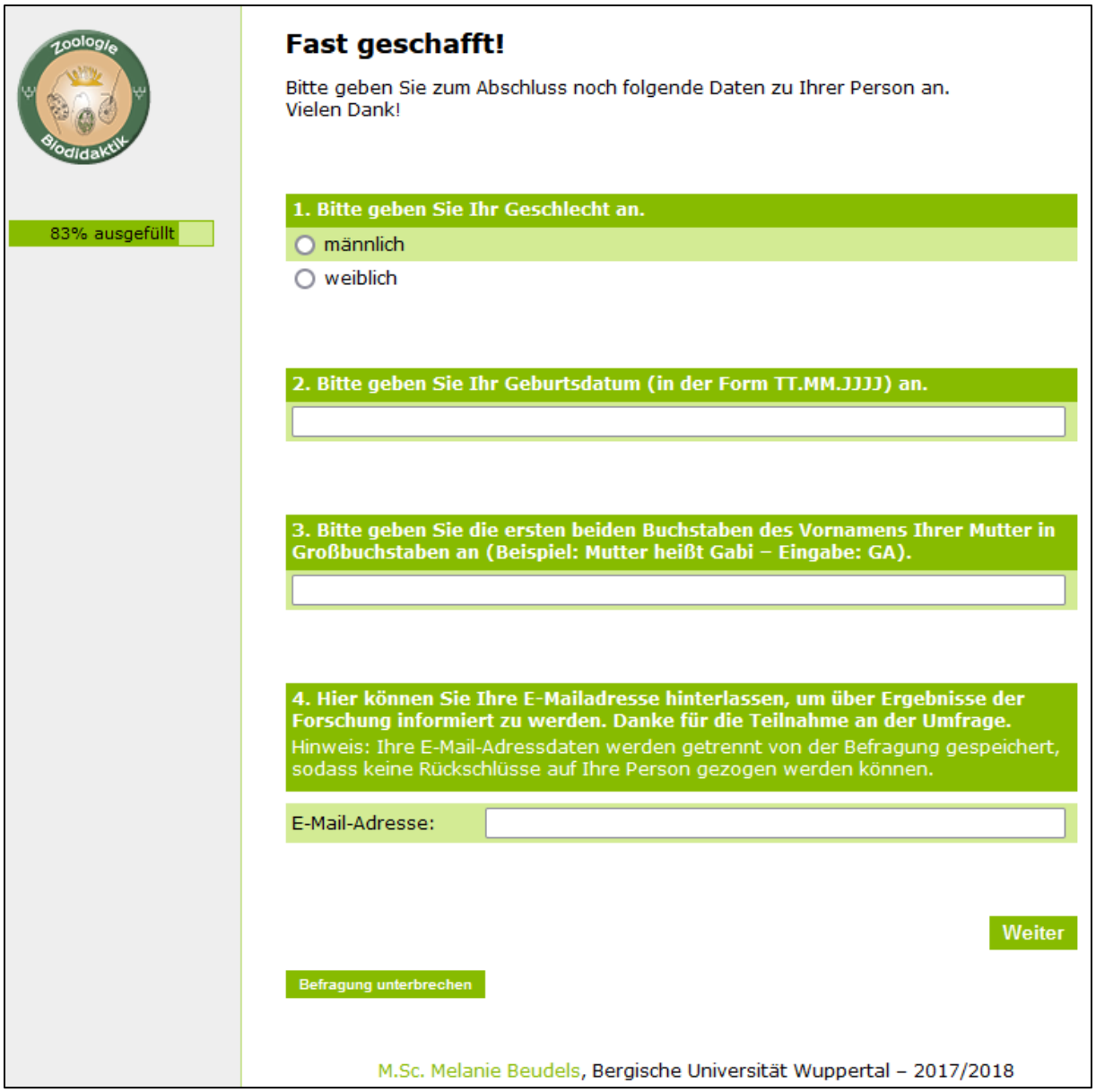


Abbildung A13: *Posttest zu Intervention A – Seite 5 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006))*



Abbildung A14**:** *Posttest zu Intervention A – Seite 6 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006))*

XI.5 Affektiv-motivationaler Fragebogen (Pretest) zu Intervention B

Da EG und BG den gleichen Fragebogen erhielten, wird an dieser Stelle beispielhaft jener der EG dargestellt. In der Version für die BG wurden Fragen zu u.a. Wünschen, Lernzielen bzgl. der Lehrveranstaltung ausgeklammert. Dies wird in den Abbildungsunterschriften der betroffenen Seiten aufgeführt. Für eine bessere Nachvollziehbarkeit wird der Fragebogen an dieser Stelle in der Darstellung präsentiert, wie er für die Teilnehmer*innen beim Online-Fragebogentool *SoSci Survey* (Leiner, 2006) zu sehen war.



Abbildung A15: *Affektiv-motivationaler Fragebogen (Pretest) zu Intervention B – Startseite (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Die Startseite der EG wurde entsprechend angepasst.*

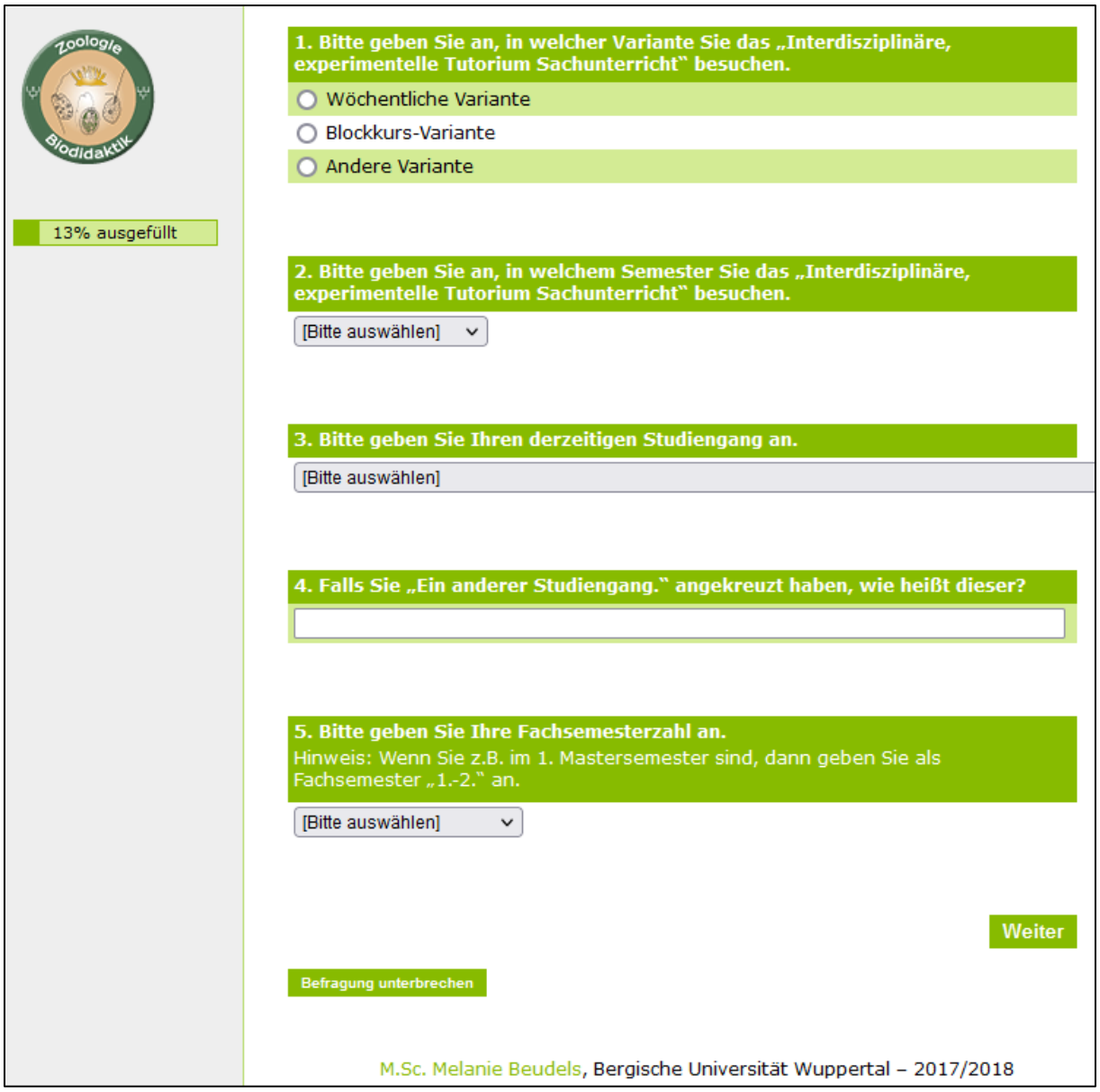


Abbildung A16: *Affektiv-motivationaler Fragebogen (Pretest) zu Intervention B – Seite 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006))*

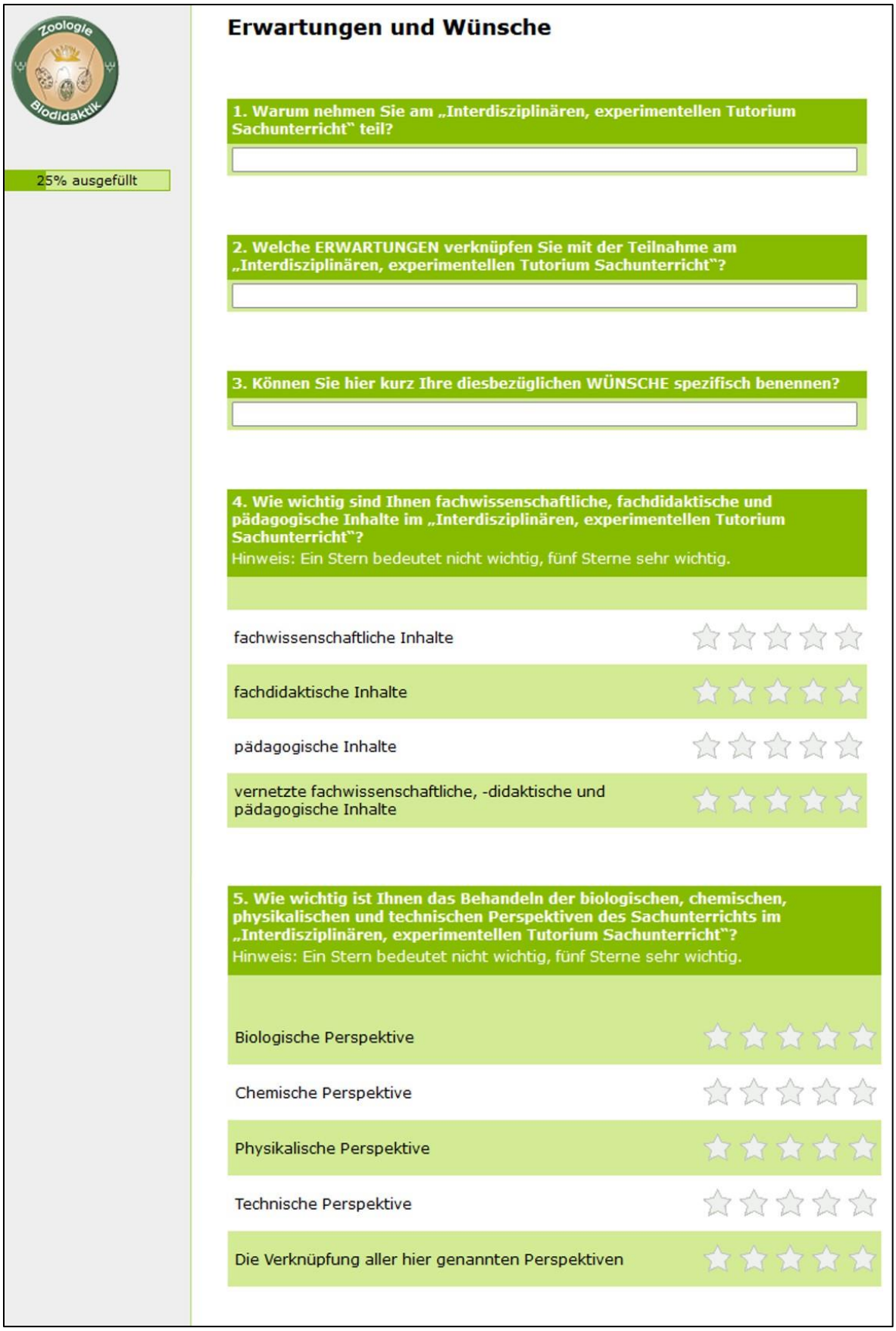


Abbildung A17: *Affektiv-motivationaler Fragebogen (Pretest) zu Intervention B – Seite 2 – Teil 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Diese Seite entfiel für die BG. Die Antworten zu Frage 1 sowie zu den Items 4.4 und 5.5 wurden in den Teilstudien 3-6 nicht ausgewertet.*

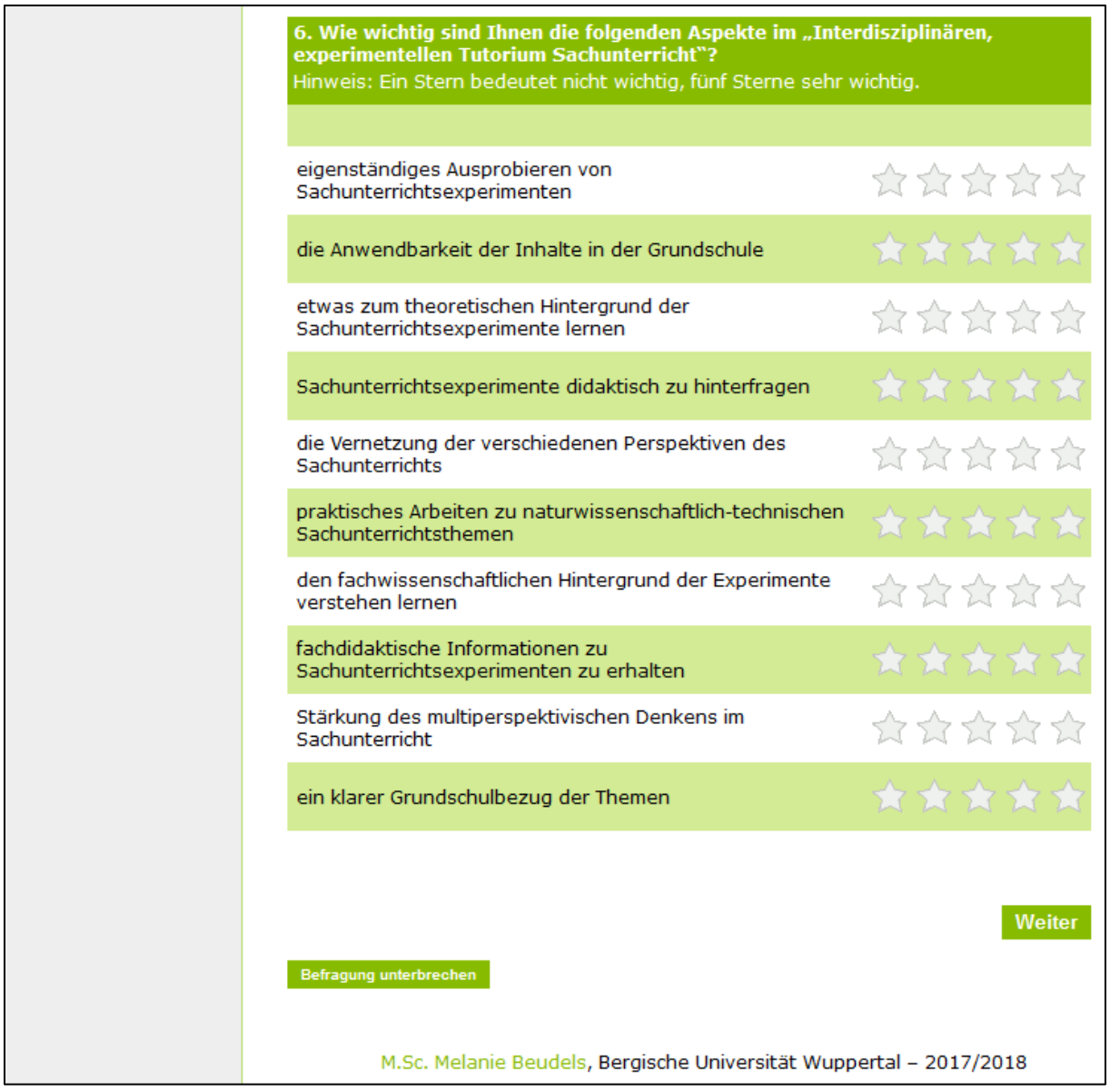
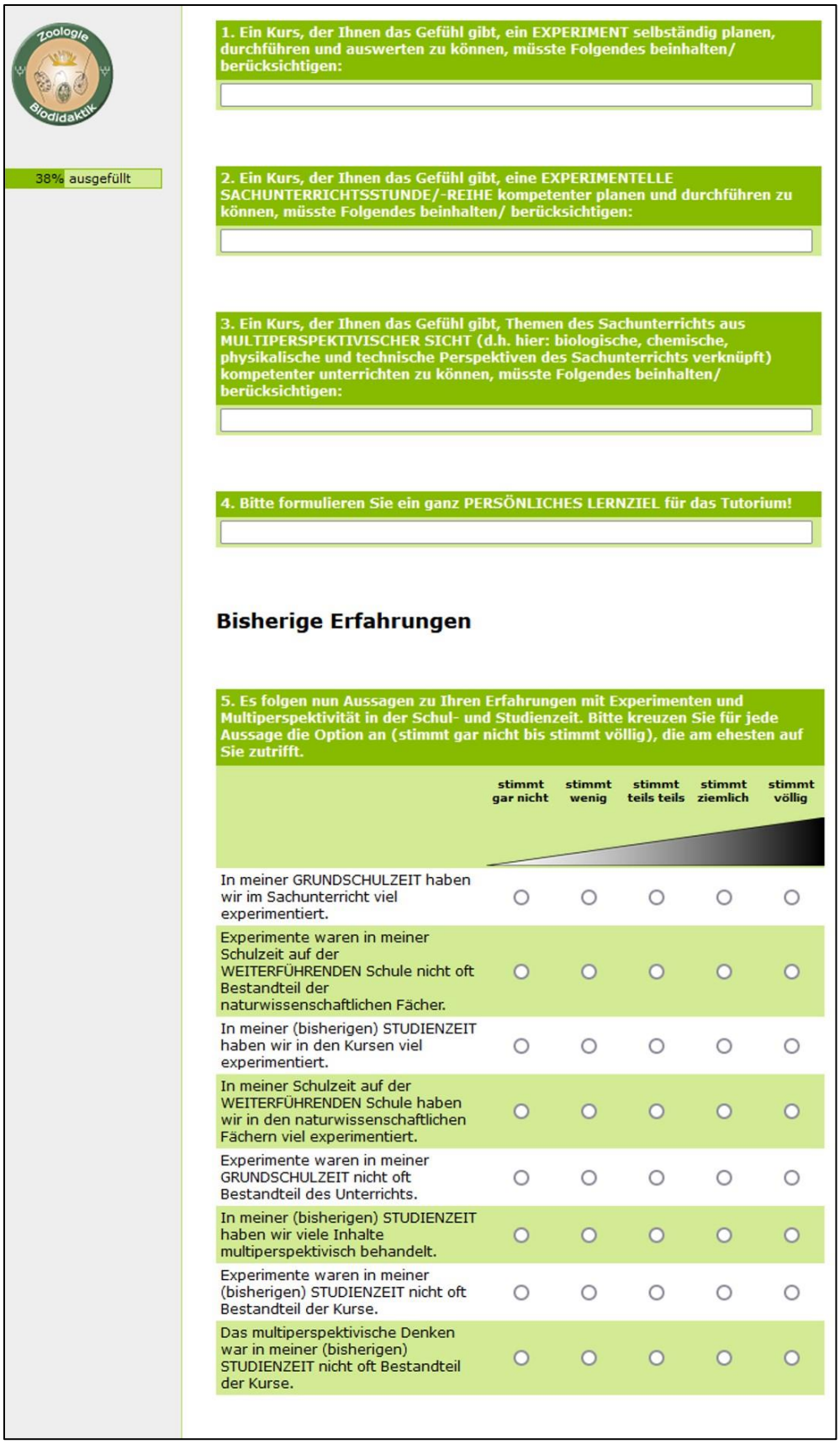


Abbildung A18: *Affektiv-motivationaler Fragebogen (Pretest) zu Intervention B – Seite 2 – Teil 2 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Diese Seite entfiel für die BG.*



38% ausgefüllt

1. Ein Kurs, der Ihnen das Gefühl gibt, ein EXPERIMENT selbständig planen, durchführen und auswerten zu können, müsste Folgendes beinhalten/ berücksichtigen:

2. Ein Kurs, der Ihnen das Gefühl gibt, eine EXPERIMENTELLE SACHUNTERRICHTSSTUNDE/-REIHE kompetenter planen und durchführen zu können, müsste Folgendes beinhalten/ berücksichtigen:

3. Ein Kurs, der Ihnen das Gefühl gibt, Themen des Sachunterrichts aus MULTIPERSPEKTIVISCHER SICHT (d.h. hier: biologische, chemische, physikalische und technische Perspektiven des Sachunterrichts verknüpft) kompetenter unterrichten zu können, müsste Folgendes beinhalten/ berücksichtigen:

4. Bitte formulieren Sie ein ganz PERSÖNLICHES LERNZIEL für das Tutorium!

Bisherige Erfahrungen

5. Es folgen nun Aussagen zu Ihren Erfahrungen mit Experimenten und Multiperspektivität in der Schul- und Studienzeit. Bitte kreuzen Sie für jede Aussage die Option an (stimmt gar nicht bis stimmt völlig), die am ehesten auf Sie zutrifft.

	stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
In meiner GRUNDSCHULZEIT haben wir im Sachunterricht viel experimentiert.	○	○	○	○	○
Experimente waren in meiner Schulzeit auf der WEITERFÜHRENDEN Schule nicht oft Bestandteil der naturwissenschaftlichen Fächer.	○	○	○	○	○
In meiner (bisherigen) STUDIENZEIT haben wir in den Kursen viel experimentiert.	○	○	○	○	○
In meiner Schulzeit auf der WEITERFÜHRENDEN Schule haben wir in den naturwissenschaftlichen Fächern viel experimentiert.	○	○	○	○	○
Experimente waren in meiner GRUNDSCHULZEIT nicht oft Bestandteil des Unterrichts.	○	○	○	○	○
In meiner (bisherigen) STUDIENZEIT haben wir viele Inhalte multiperspektivisch behandelt.	○	○	○	○	○
Experimente waren in meiner (bisherigen) STUDIENZEIT nicht oft Bestandteil der Kurse.	○	○	○	○	○
Das multiperspektivische Denken war in meiner (bisherigen) STUDIENZEIT nicht oft Bestandteil der Kurse.	○	○	○	○	○

Abbildung A19: *Affektiv-motivationaler Fragebogen (Pretest) zu Intervention B – Seite 3 – Teil 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Die Fragen 1 bis 4 entfielen für die BG. Die Antworten zu den Fragen 1 bis 3 sowie zur Erfahrung mit Vielperspektivität im bisherigen Studium (2 Items) wurden in den Teilstudien 3-6 nicht ausgewertet.*



6. Wie sehr stimmen Sie mit den folgenden Aussagen überein? Bitte kreuzen Sie für jede Aussage die Option an (stimmt gar nicht bis stimmt völlig), die am ehesten auf Sie zutrifft.

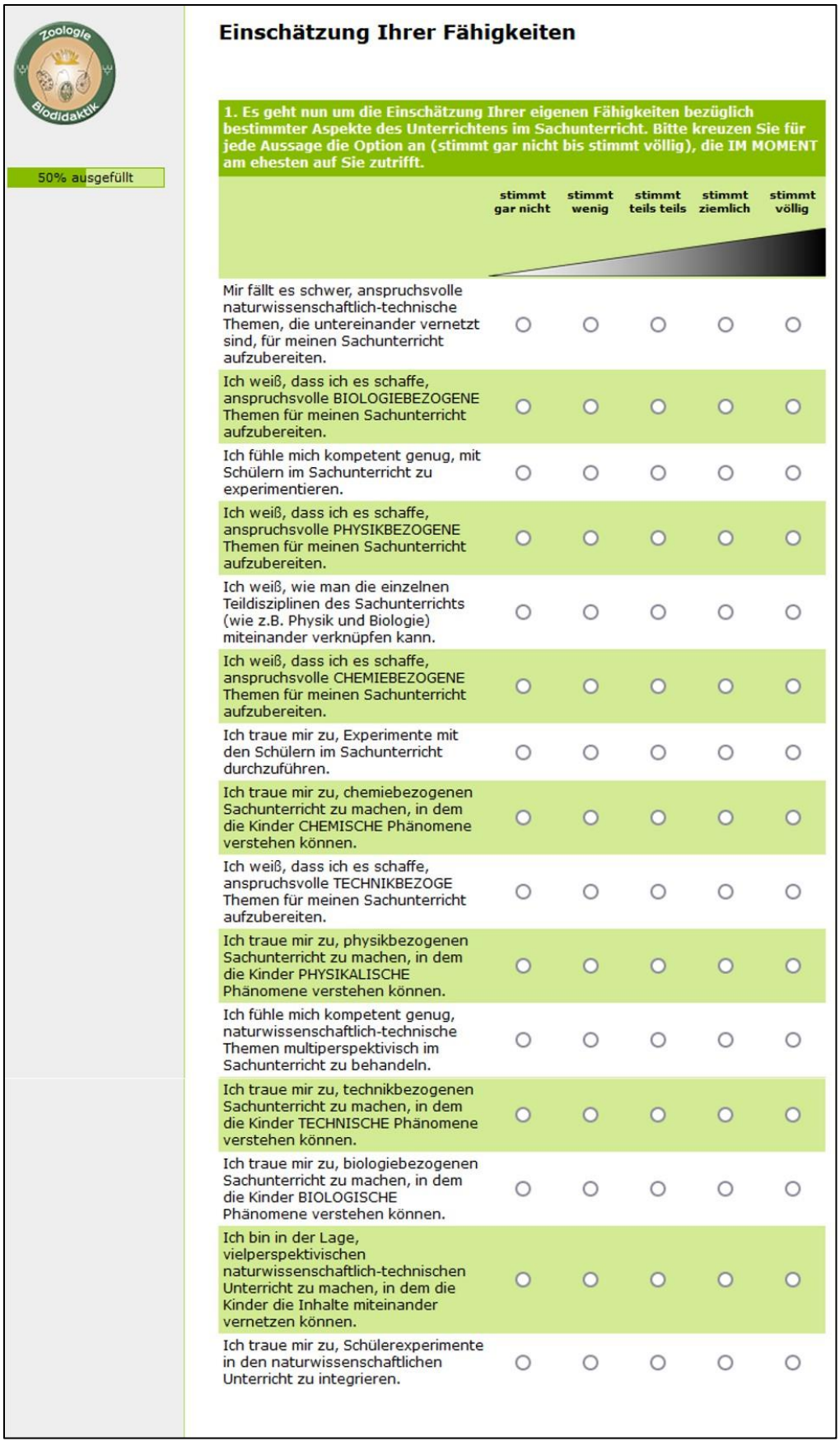
	stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
In der Schule fand ich SACHUNTERRICHT interessant.	○	○	○	○	○
Die Beschäftigung mit dem Schulfach PHYSIK gehörte nicht grade zu meinen Lieblingstätigkeiten.	○	○	○	○	○
Der CHEMIE-Unterricht in der Schule hat mir Spaß gemacht.	○	○	○	○	○
In der Schule fand ich BIOLOGIE-Unterricht interessant.	○	○	○	○	○
Der BIOLOGIE-Unterricht in der Schule hat mir Spaß gemacht.	○	○	○	○	○
Die Beschäftigung mit dem Schulfach SACHUNTERRICHT gehörte nicht grade zu meinen Lieblingstätigkeiten.	○	○	○	○	○
In der Schule fand ich PHYSIK-Unterricht interessant.	○	○	○	○	○
Die Beschäftigung mit dem Schulfach CHEMIE gehörte nicht grade zu meinen Lieblingstätigkeiten.	○	○	○	○	○
Der PHYSIK-Unterricht in der Schule hat mir Spaß gemacht.	○	○	○	○	○
In der Schule fand ich CHEMIE-Unterricht interessant.	○	○	○	○	○
Der SACHUNTERRICHT in der Schule hat mir Spaß gemacht.	○	○	○	○	○
Die Beschäftigung mit dem Schulfach BIOLOGIE gehörte nicht grade zu meinen Lieblingstätigkeiten.	○	○	○	○	○

Weiter

Befragung unterbrechen

M.Sc. Melanie Beudels, Bergische Universität Wuppertal – 2017/2018

Abbildung A20: *Affektiv-motivationaler Fragebogen (Pretest) zu Intervention B – Seite 3 – Teil 2 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Die Antworten zum Fachinteresse an Biologie, Chemie, Physik und Sachunterricht (je 3 Items) wurden in den Teilstudien 3-6 nicht ausgewertet.*



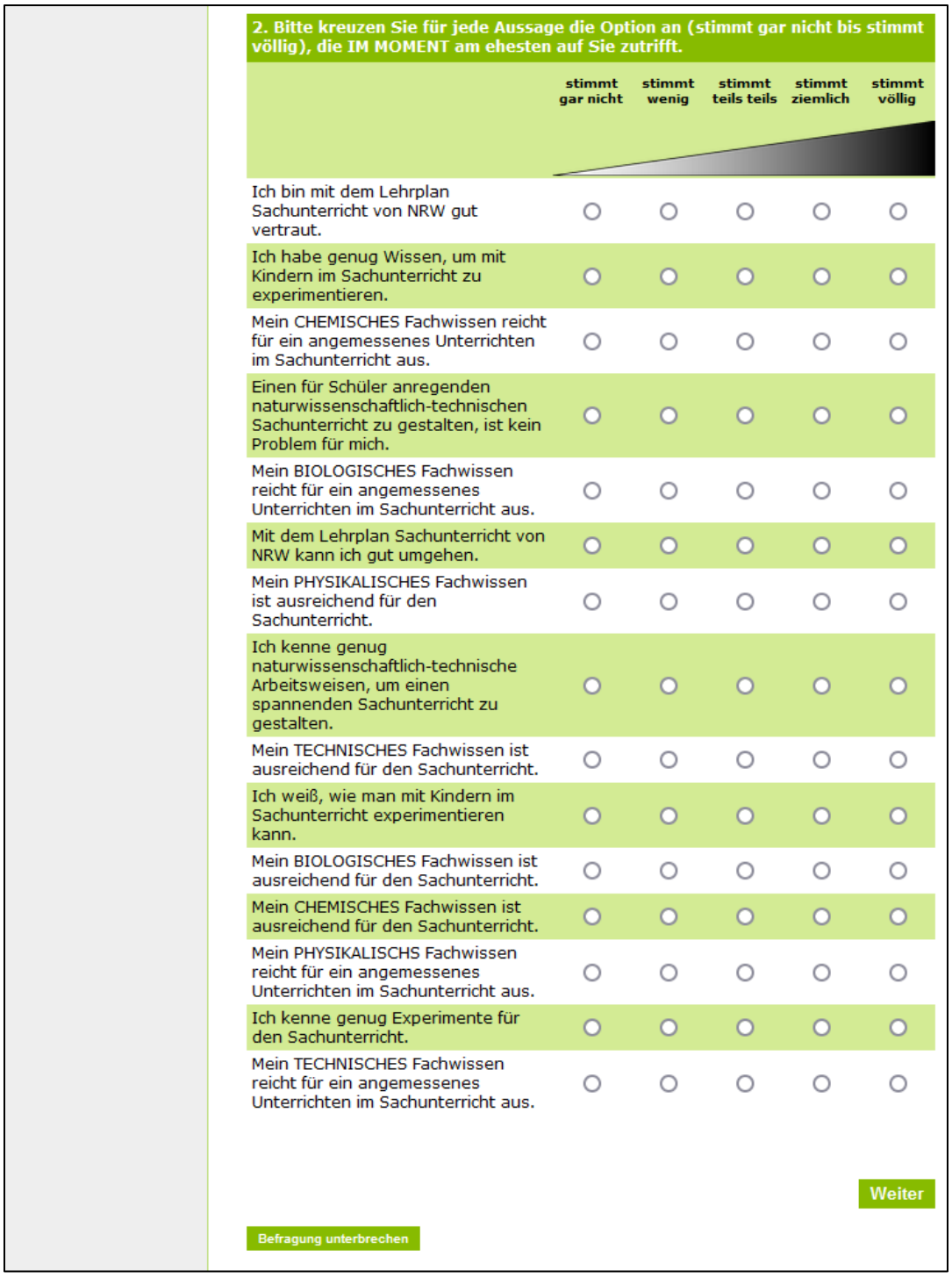
50% ausgefüllt

Einschätzung Ihrer Fähigkeiten

1. Es geht nun um die Einschätzung Ihrer eigenen Fähigkeiten bezüglich bestimmter Aspekte des Unterrichtens im Sachunterricht. Bitte kreuzen Sie für jede Aussage die Option an (stimmt gar nicht bis stimmt völlig), die IM MOMENT am ehesten auf Sie zutrifft.

	stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
Mir fällt es schwer, anspruchsvolle naturwissenschaftlich-technische Themen, die untereinander vernetzt sind, für meinen Sachunterricht aufzubereiten.	○	○	○	○	○
Ich weiß, dass ich es schaffe, anspruchsvolle BIOLOGIEBEZOGENE Themen für meinen Sachunterricht aufzubereiten.	○	○	○	○	○
Ich fühle mich kompetent genug, mit Schülern im Sachunterricht zu experimentieren.	○	○	○	○	○
Ich weiß, dass ich es schaffe, anspruchsvolle PHYSIKBEZOGENE Themen für meinen Sachunterricht aufzubereiten.	○	○	○	○	○
Ich weiß, wie man die einzelnen Teildisziplinen des Sachunterrichts (wie z.B. Physik und Biologie) miteinander verknüpfen kann.	○	○	○	○	○
Ich weiß, dass ich es schaffe, anspruchsvolle CHEMIEBEZOGENE Themen für meinen Sachunterricht aufzubereiten.	○	○	○	○	○
Ich traue mir zu, Experimente mit den Schülern im Sachunterricht durchzuführen.	○	○	○	○	○
Ich traue mir zu, chemiebezogenen Sachunterricht zu machen, in dem die Kinder CHEMISCHE Phänomene verstehen können.	○	○	○	○	○
Ich weiß, dass ich es schaffe, anspruchsvolle TECHNIKBEZOGE Themen für meinen Sachunterricht aufzubereiten.	○	○	○	○	○
Ich traue mir zu, physikbezogenen Sachunterricht zu machen, in dem die Kinder PHYSIKALISCHE Phänomene verstehen können.	○	○	○	○	○
Ich fühle mich kompetent genug, naturwissenschaftlich-technische Themen multiperspektivisch im Sachunterricht zu behandeln.	○	○	○	○	○
Ich traue mir zu, technikbezogenen Sachunterricht zu machen, in dem die Kinder TECHNISCHE Phänomene verstehen können.	○	○	○	○	○
Ich traue mir zu, biologiebezogenen Sachunterricht zu machen, in dem die Kinder BIOLOGISCHE Phänomene verstehen können.	○	○	○	○	○
Ich bin in der Lage, vielperspektivischen naturwissenschaftlich-technischen Unterricht zu machen, in dem die Kinder die Inhalte miteinander vernetzen können.	○	○	○	○	○
Ich traue mir zu, Schülerexperimente in den naturwissenschaftlichen Unterricht zu integrieren.	○	○	○	○	○

Abbildung A21: *Affektiv-motivationaler Fragebogen (Pretest) zu Intervention B – Seite 4 – Teil 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Item 1.5 wurde aus inhaltlichen Gründen vor der Auswertung entfernt (s. Teilstudie 6).*



2. Bitte kreuzen Sie für jede Aussage die Option an (stimmt gar nicht bis stimmt völlig), die IM MOMENT am ehesten auf Sie zutrifft.

	stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
Ich bin mit dem Lehrplan Sachunterricht von NRW gut vertraut.	○	○	○	○	○
Ich habe genug Wissen, um mit Kindern im Sachunterricht zu experimentieren.	○	○	○	○	○
Mein CHEMISCHES Fachwissen reicht für ein angemessenes Unterrichten im Sachunterricht aus.	○	○	○	○	○
Einen für Schüler anregenden naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht zu gestalten, ist kein Problem für mich.	○	○	○	○	○
Mein BIOLOGISCHES Fachwissen reicht für ein angemessenes Unterrichten im Sachunterricht aus.	○	○	○	○	○
Mit dem Lehrplan Sachunterricht von NRW kann ich gut umgehen.	○	○	○	○	○
Mein PHYSIKALISCHES Fachwissen ist ausreichend für den Sachunterricht.	○	○	○	○	○
Ich kenne genug naturwissenschaftlich-technische Arbeitsweisen, um einen spannenden Sachunterricht zu gestalten.	○	○	○	○	○
Mein TECHNISCHES Fachwissen ist ausreichend für den Sachunterricht.	○	○	○	○	○
Ich weiß, wie man mit Kindern im Sachunterricht experimentieren kann.	○	○	○	○	○
Mein BIOLOGISCHES Fachwissen ist ausreichend für den Sachunterricht.	○	○	○	○	○
Mein CHEMISCHES Fachwissen ist ausreichend für den Sachunterricht.	○	○	○	○	○
Mein PHYSIKALISCHS Fachwissen reicht für ein angemessenes Unterrichten im Sachunterricht aus.	○	○	○	○	○
Ich kenne genug Experimente für den Sachunterricht.	○	○	○	○	○
Mein TECHNISCHES Fachwissen reicht für ein angemessenes Unterrichten im Sachunterricht aus.	○	○	○	○	○

Weiter

Befragung unterbrechen

Abbildung A22: *Affektiv-motivationaler Fragebogen (Pretest) zu Intervention B – Seite 4 – Teil 2 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Alle Items dieser Seite wurden in den Teilstudien 3-6 nicht ausgewertet.*

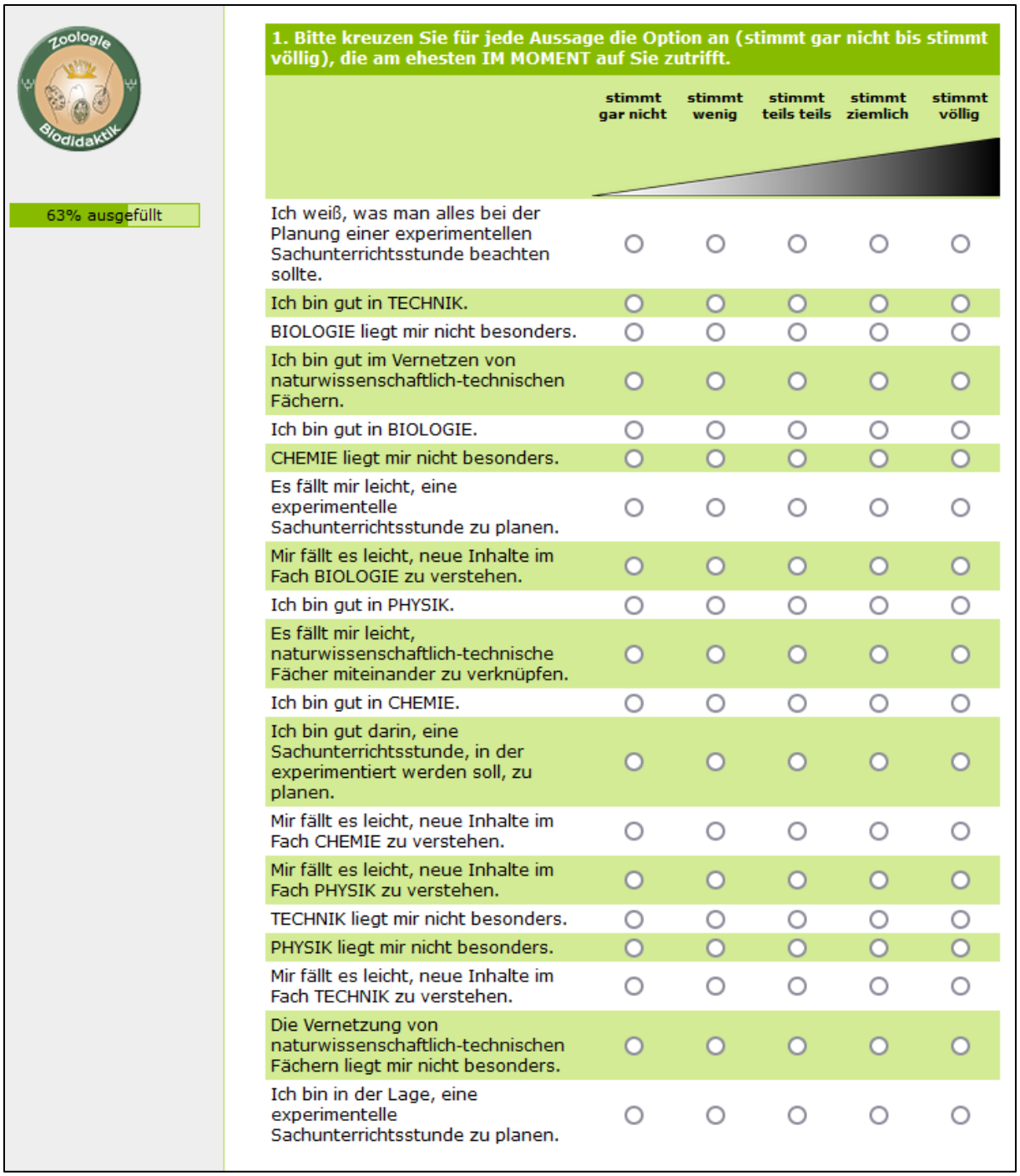
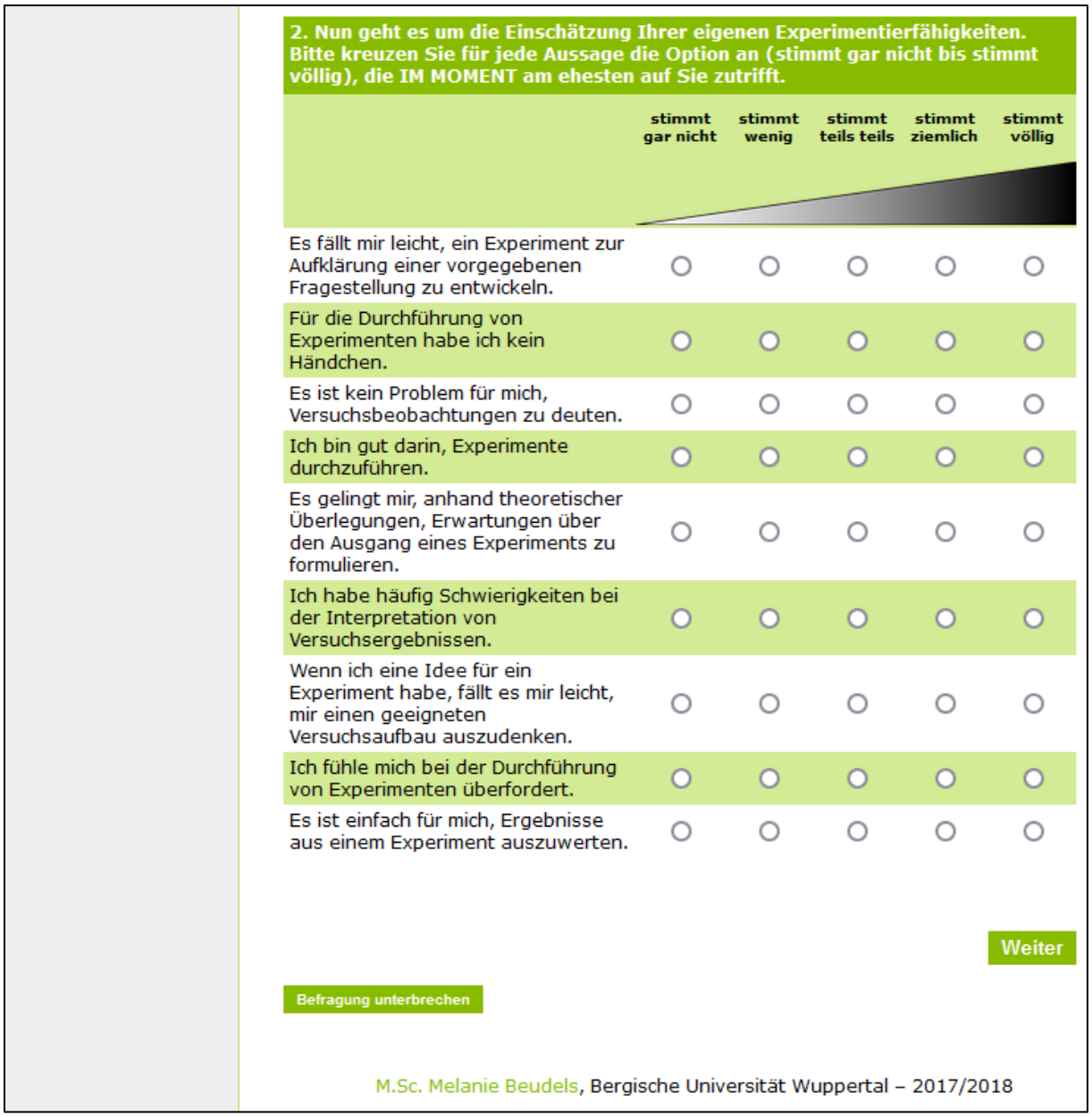


Abbildung A23: *Affektiv-motivationaler Fragebogen (Pretest) zu Intervention B – Seite 5 – Teil 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Item 1.1 wurde aus inhaltlichen Gründen vor der Auswertung entfernt (s. Teilstudie 5). Die Antworten zum FSK bzgl. des Vernetzens der Naturwissenschaften und Technik (3 Items) wurden in den Teilstudien 3-6 nicht ausgewertet.*



2. Nun geht es um die Einschätzung Ihrer eigenen Experimentierfähigkeiten. Bitte kreuzen Sie für jede Aussage die Option an (stimmt gar nicht bis stimmt völlig), die IM MOMENT am ehesten auf Sie zutrifft.

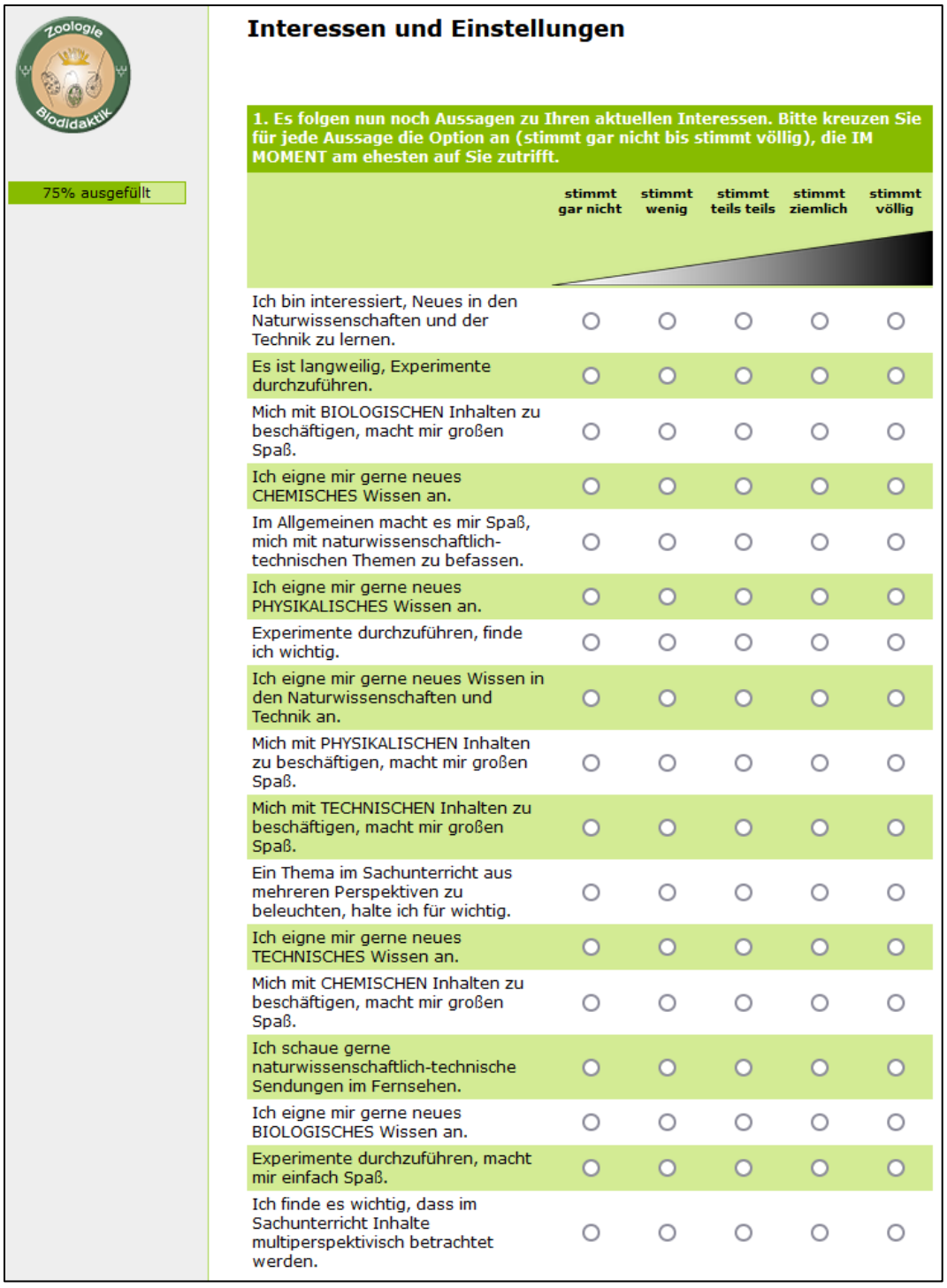
	stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
Es fällt mir leicht, ein Experiment zur Aufklärung einer vorgegebenen Fragestellung zu entwickeln.	○	○	○	○	○
Für die Durchführung von Experimenten habe ich kein Händchen.	○	○	○	○	○
Es ist kein Problem für mich, Versuchsbeobachtungen zu deuten.	○	○	○	○	○
Ich bin gut darin, Experimente durchzuführen.	○	○	○	○	○
Es gelingt mir, anhand theoretischer Überlegungen, Erwartungen über den Ausgang eines Experiments zu formulieren.	○	○	○	○	○
Ich habe häufig Schwierigkeiten bei der Interpretation von Versuchsergebnissen.	○	○	○	○	○
Wenn ich eine Idee für ein Experiment habe, fällt es mir leicht, mir einen geeigneten Versuchsaufbau auszudenken.	○	○	○	○	○
Ich fühle mich bei der Durchführung von Experimenten überfordert.	○	○	○	○	○
Es ist einfach für mich, Ergebnisse aus einem Experiment auszuwerten.	○	○	○	○	○

Weiter

Befragung unterbrechen

M.Sc. Melanie Beudels, Bergische Universität Wuppertal – 2017/2018

Abbildung A24: *Affektiv-motivationaler Fragebogen (Pretest) zu Intervention B – Seite 5 – Teil 2 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006))*



75% ausgefüllt

Interessen und Einstellungen

1. Es folgen nun noch Aussagen zu Ihren aktuellen Interessen. Bitte kreuzen Sie für jede Aussage die Option an (stimmt gar nicht bis stimmt völlig), die IM MOMENT am ehesten auf Sie zutrifft.

	stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
Ich bin interessiert, Neues in den Naturwissenschaften und der Technik zu lernen.	○	○	○	○	○
Es ist langweilig, Experimente durchzuführen.	○	○	○	○	○
Mich mit BIOLOGISCHEN Inhalten zu beschäftigen, macht mir großen Spaß.	○	○	○	○	○
Ich eigne mir gerne neues CHEMISCHES Wissen an.	○	○	○	○	○
Im Allgemeinen macht es mir Spaß, mich mit naturwissenschaftlich-technischen Themen zu befassen.	○	○	○	○	○
Ich eigne mir gerne neues PHYSIKALISCHES Wissen an.	○	○	○	○	○
Experimente durchzuführen, finde ich wichtig.	○	○	○	○	○
Ich eigne mir gerne neues Wissen in den Naturwissenschaften und Technik an.	○	○	○	○	○
Mich mit PHYSIKALISCHEN Inhalten zu beschäftigen, macht mir großen Spaß.	○	○	○	○	○
Mich mit TECHNISCHEN Inhalten zu beschäftigen, macht mir großen Spaß.	○	○	○	○	○
Ein Thema im Sachunterricht aus mehreren Perspektiven zu beleuchten, halte ich für wichtig.	○	○	○	○	○
Ich eigne mir gerne neues TECHNISCHES Wissen an.	○	○	○	○	○
Mich mit CHEMISCHEN Inhalten zu beschäftigen, macht mir großen Spaß.	○	○	○	○	○
Ich schaue gerne naturwissenschaftlich-technische Sendungen im Fernsehen.	○	○	○	○	○
Ich eigne mir gerne neues BIOLOGISCHES Wissen an.	○	○	○	○	○
Experimente durchzuführen, macht mir einfach Spaß.	○	○	○	○	○
Ich finde es wichtig, dass im Sachunterricht Inhalte multiperspektivisch betrachtet werden.	○	○	○	○	○

Abbildung A25: *Affektiv-motivationaler Fragebogen (Pretest) zu Intervention B – Seite 6 – Teil 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Antworten zum Sachinteresse am Experimentieren (3 Items), Sachinteresse an Naturwissenschaften und Technik (4 Items) sowie zur Bedeutsamkeit der Vielperspektivität im Sachunterricht (2 Items) wurden in den Teilstudien 3-6 nicht ausgewertet.*

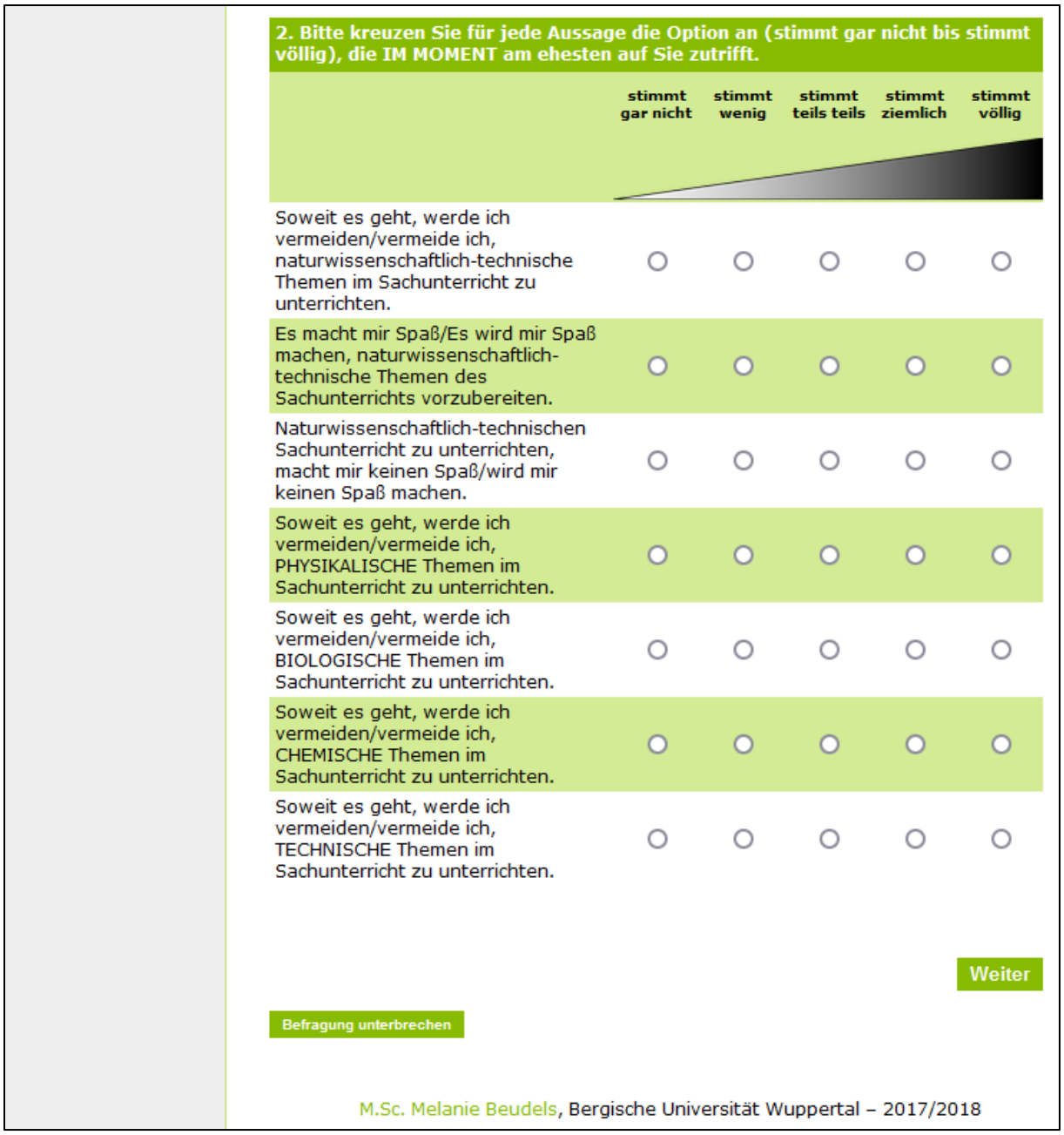


Abbildung A26: *Affektiv-motivationaler Fragebogen (Pretest) zu Intervention B – Seite 6 – Teil 2 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006))*

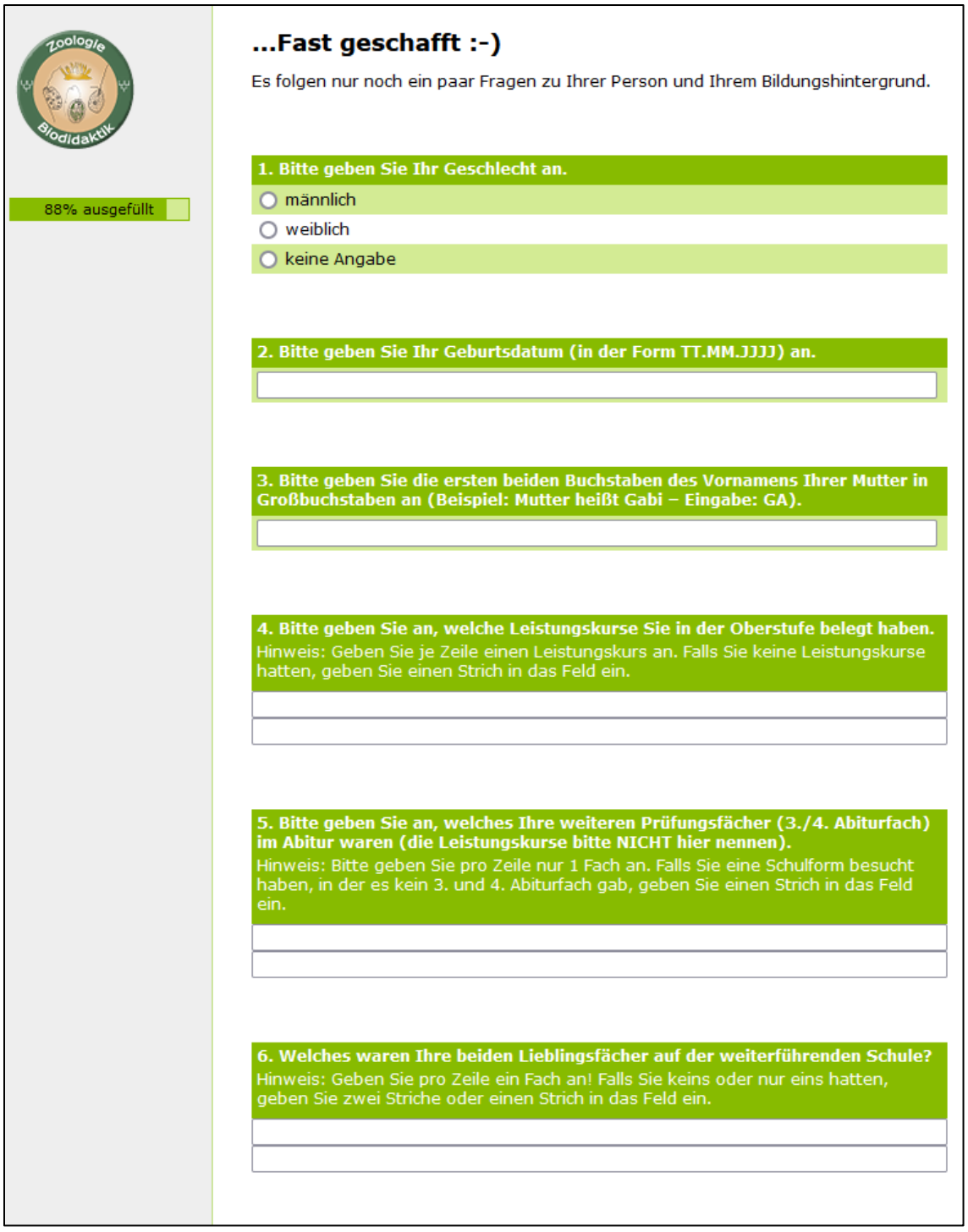
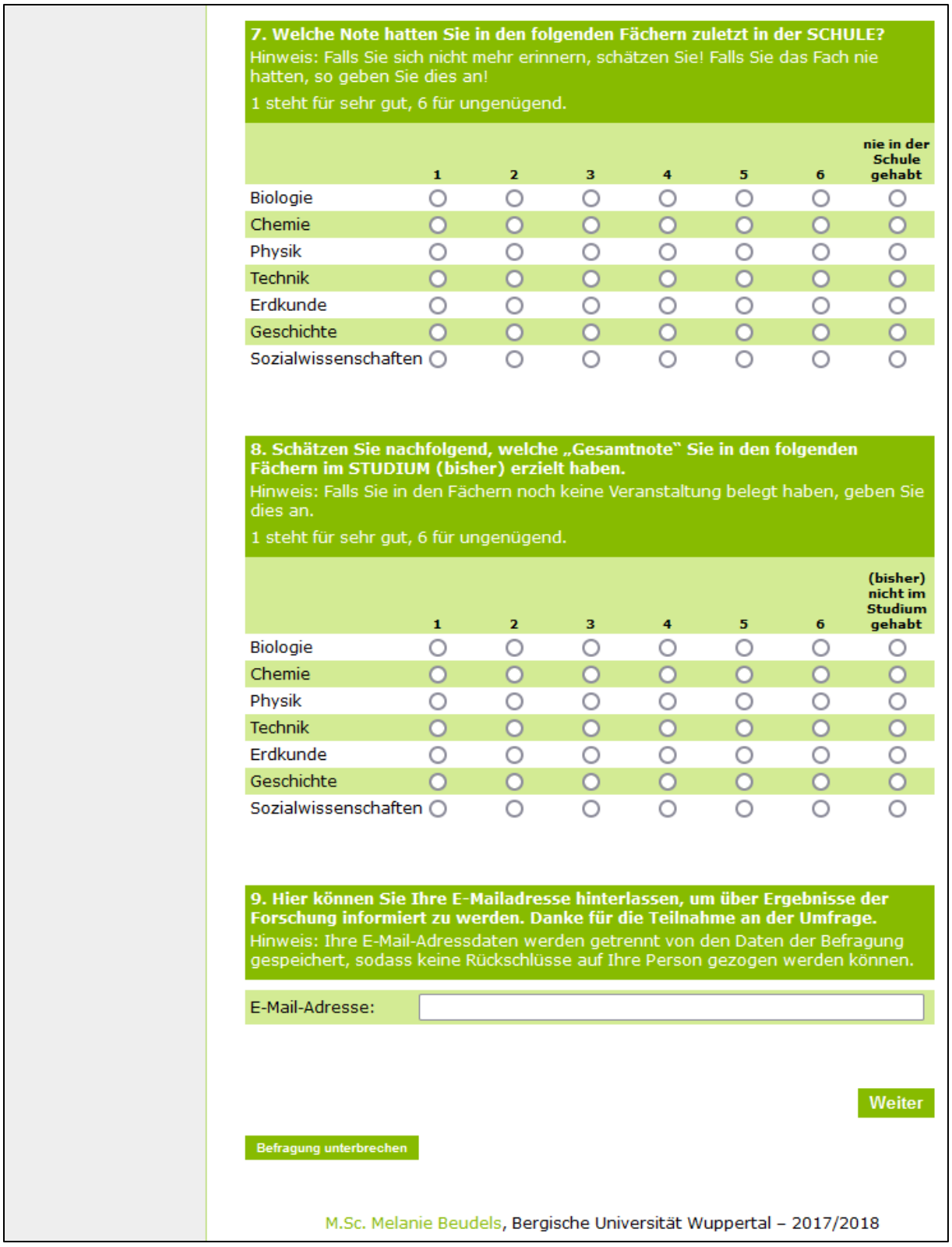


Abbildung A27: *Affektiv-motivationaler Fragebogen (Pretest) zu Intervention B – Seite 7 – Teil 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006))*



7. Welche Note hatten Sie in den folgenden Fächern zuletzt in der SCHULE?
Hinweis: Falls Sie sich nicht mehr erinnern, schätzen Sie! Falls Sie das Fach nie hatten, so geben Sie dies an!
1 steht für sehr gut, 6 für ungenügend.

	1	2	3	4	5	6	nie in der Schule gehabt
Biologie	○	○	○	○	○	○	○
Chemie	○	○	○	○	○	○	○
Physik	○	○	○	○	○	○	○
Technik	○	○	○	○	○	○	○
Erdkunde	○	○	○	○	○	○	○
Geschichte	○	○	○	○	○	○	○
Sozialwissenschaften	○	○	○	○	○	○	○

8. Schätzen Sie nachfolgend, welche „Gesamtnote" Sie in den folgenden Fächern im STUDIUM (bisher) erzielt haben.
Hinweis: Falls Sie in den Fächern noch keine Veranstaltung belegt haben, geben Sie dies an.
1 steht für sehr gut, 6 für ungenügend.

	1	2	3	4	5	6	(bisher) nicht im Studium gehabt
Biologie	○	○	○	○	○	○	○
Chemie	○	○	○	○	○	○	○
Physik	○	○	○	○	○	○	○
Technik	○	○	○	○	○	○	○
Erdkunde	○	○	○	○	○	○	○
Geschichte	○	○	○	○	○	○	○
Sozialwissenschaften	○	○	○	○	○	○	○

9. Hier können Sie Ihre E-Mailadresse hinterlassen, um über Ergebnisse der Forschung informiert zu werden. Danke für die Teilnahme an der Umfrage.
Hinweis: Ihre E-Mail-Adressdaten werden getrennt von den Daten der Befragung gespeichert, sodass keine Rückschlüsse auf Ihre Person gezogen werden können.

E-Mail-Adresse:

Weiter

Befragung unterbrechen

M.Sc. Melanie Beudels, Bergische Universität Wuppertal – 2017/2018

Abbildung A28: *Affektiv-motivationaler Fragebogen (Pretest) zu Intervention B – Seite 7 – Teil 2 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006))*



Abbildung A29: *Affektiv-motivationaler Fragebogen (Pretest) zu Intervention B – Seite 8 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006))*

XI.6 Affektiv-motivationaler Fragebogen (Posttest) zu Intervention B

Da EG und BG den gleichen Fragebogen erhielten, wird an dieser Stelle beispielhaft jener der EG dargestellt. In der Version für die EG wurden Fragen zu Teilnehmer*innen-Reaktionen zur Lehrveranstaltung ausgeklammert. Dies wird in den Abbildungsunterschriften der betroffenen Seiten aufgeführt. Für eine bessere Nachvollziehbarkeit wird der Fragebogen an dieser Stelle in der Darstellung präsentiert, wie er für die Teilnehmer*innen beim Online-Fragebogentool *SoSci Survey* (Leiner, 2006) zu sehen war.

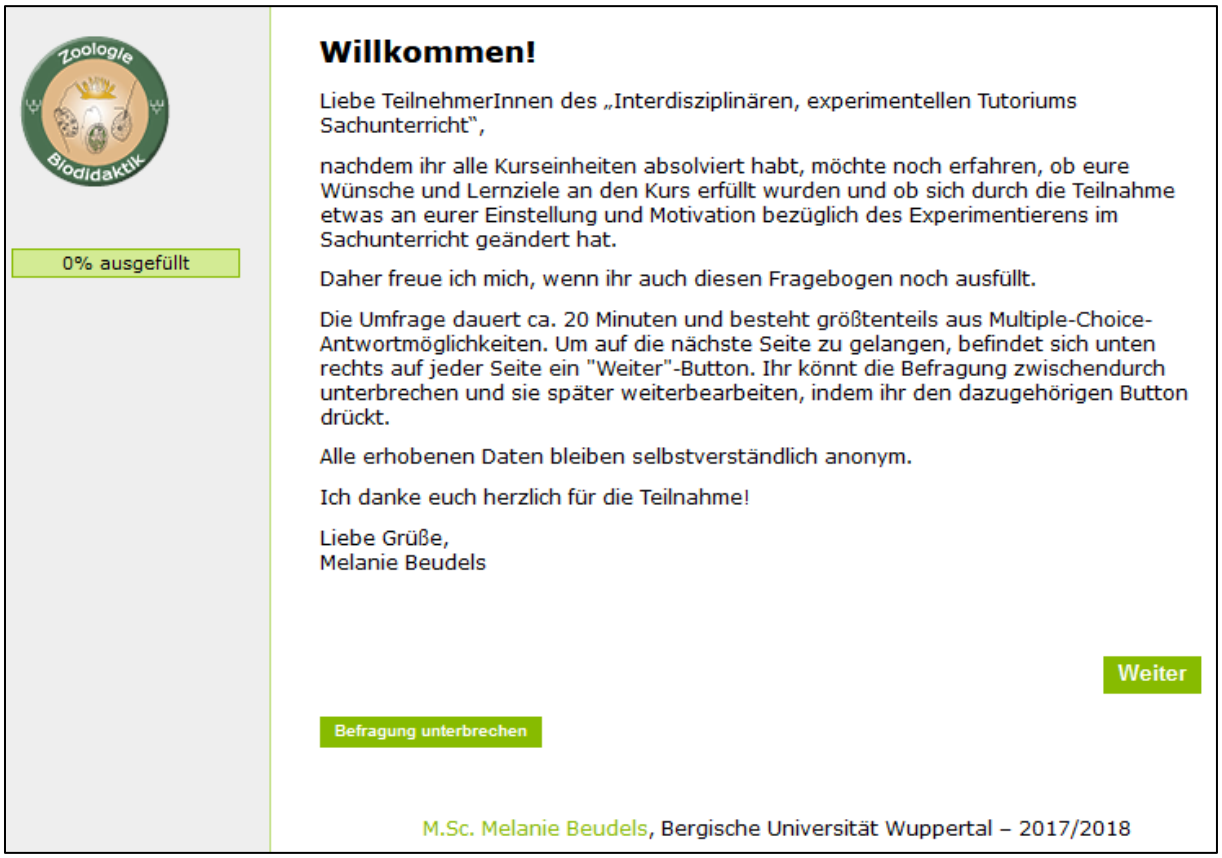


Abbildung A30: *Affektiv-motivationaler Fragebogen (Posttest) zu Intervention B – Startseite (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Die Startseite der BG wurde entsprechend angepasst.*

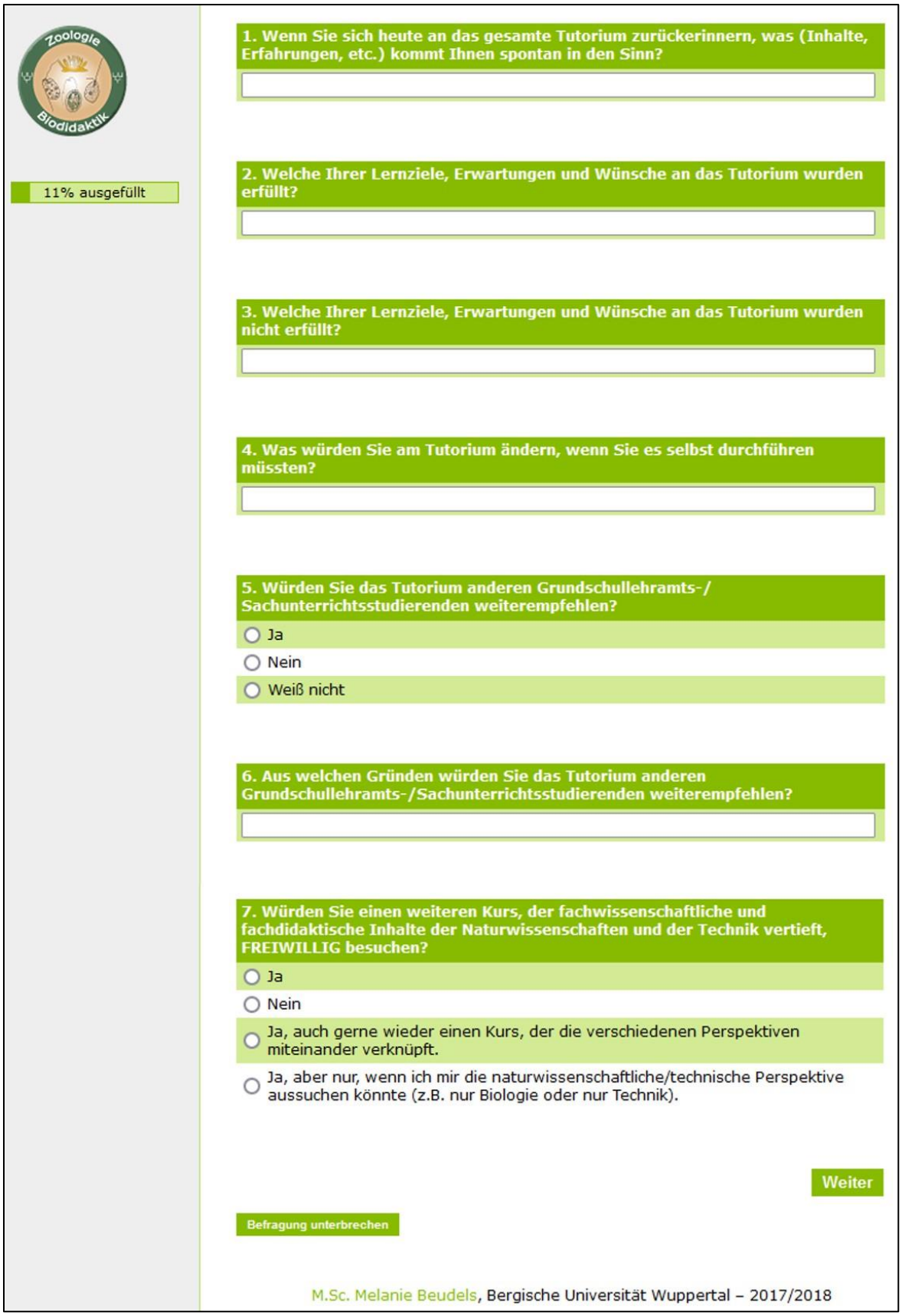


Abbildung A31: *Affektiv-motivationaler Fragebogen (Posttest) zu Intervention B – Seite 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Diese Seite entfiel für die BG. Die Antworten zu Frage 2 wurden in den Teilstudien 3-6 nicht ausgewertet.*

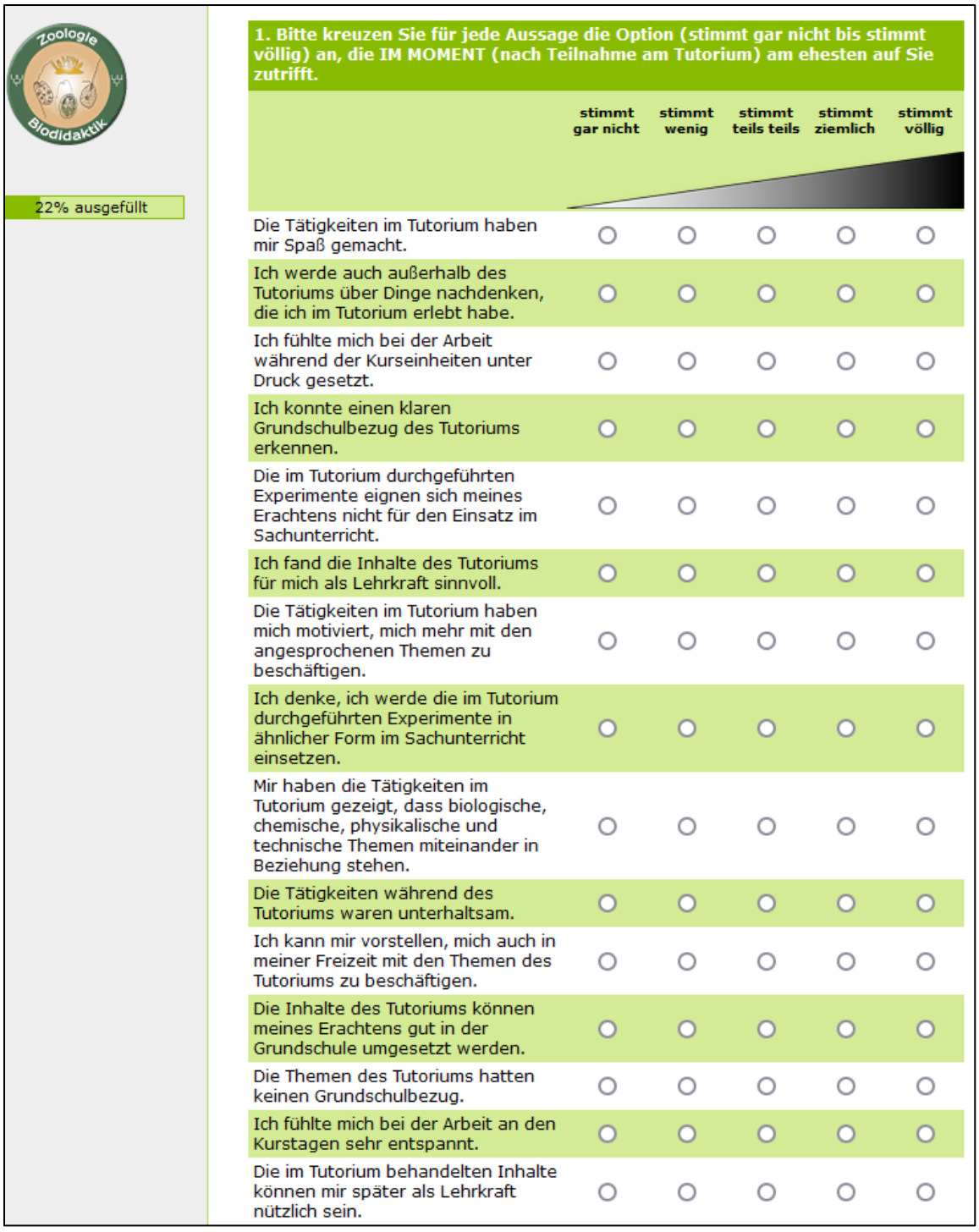


Abbildung A32: *Affektiv-motivationaler Fragebogen (Posttest) zu Intervention B – Seite 2 – Teil 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Diese Seite entfiel für die BG. Die Antworten zu Druck/Anspannung (4 Items), zum Grundschulbezug des Kurses (3 Items) sowie der Einsetzbarkeit der Experimente in der Grundschule (3 Items) wurden in den Teilstudien 3-6 nicht ausgewertet.*

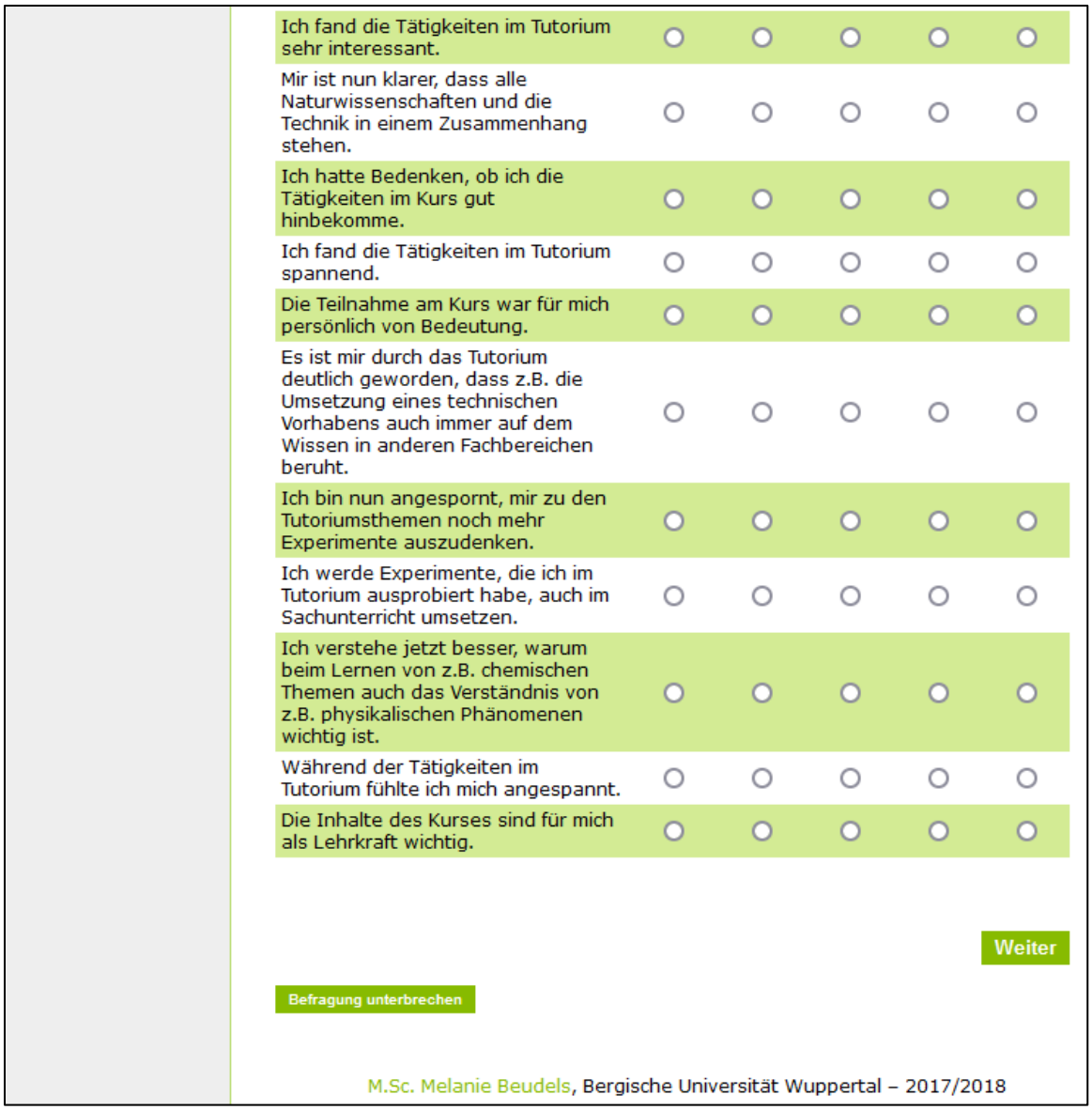


Abbildung A33: *Affektiv-motivationaler Fragebogen (Posttest) zu Intervention B – Seite 2 – Teil 2 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Diese Seite entfiel für die BG. Die Antworten zu Druck/Anspannung (4 Items), zum Grundschulbezug des Kurses (3 Items) sowie der Einsetzbarkeit der Experimente in der Grundschule (3 Items) wurden in den Teilstudien 3-6 nicht ausgewertet.*

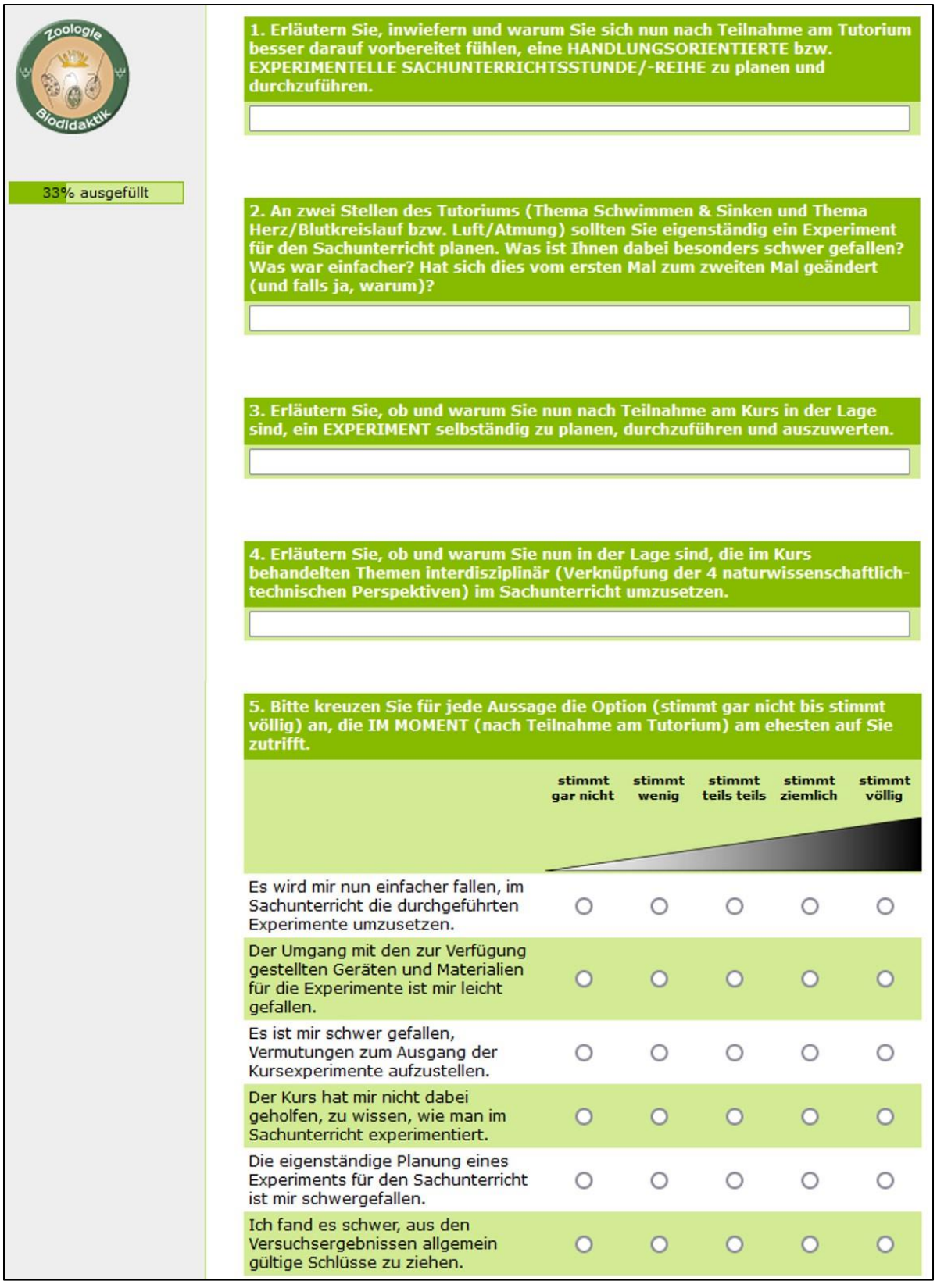


Abbildung A34: *Affektiv-motivationaler Fragebogen (Posttest) zu Intervention B – Seite 3 – Teil 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Diese Seite entfiel für die BG. Die Antworten zu den Fragen 1 bis 4 (Erläuterungen zu erworbenen Kompetenzen) wurden nicht ausgewertet. Zudem wurden nur jene Items zur im Kurs wahrgenommenen Experimentierkompetenz in die Auswertung (Teilstudie 5) einbezogen.*



Abbildung A35: *Affektiv-motivationaler Fragebogen (Posttest) zu Intervention B – Seite 3 – Teil 2 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Diese Seite entfiel für die BG. Es wurden nur jene Items zur im Kurs wahrgenommenen Experimentierkompetenz in die Auswertung (Teilstudie 5) einbezogen.*

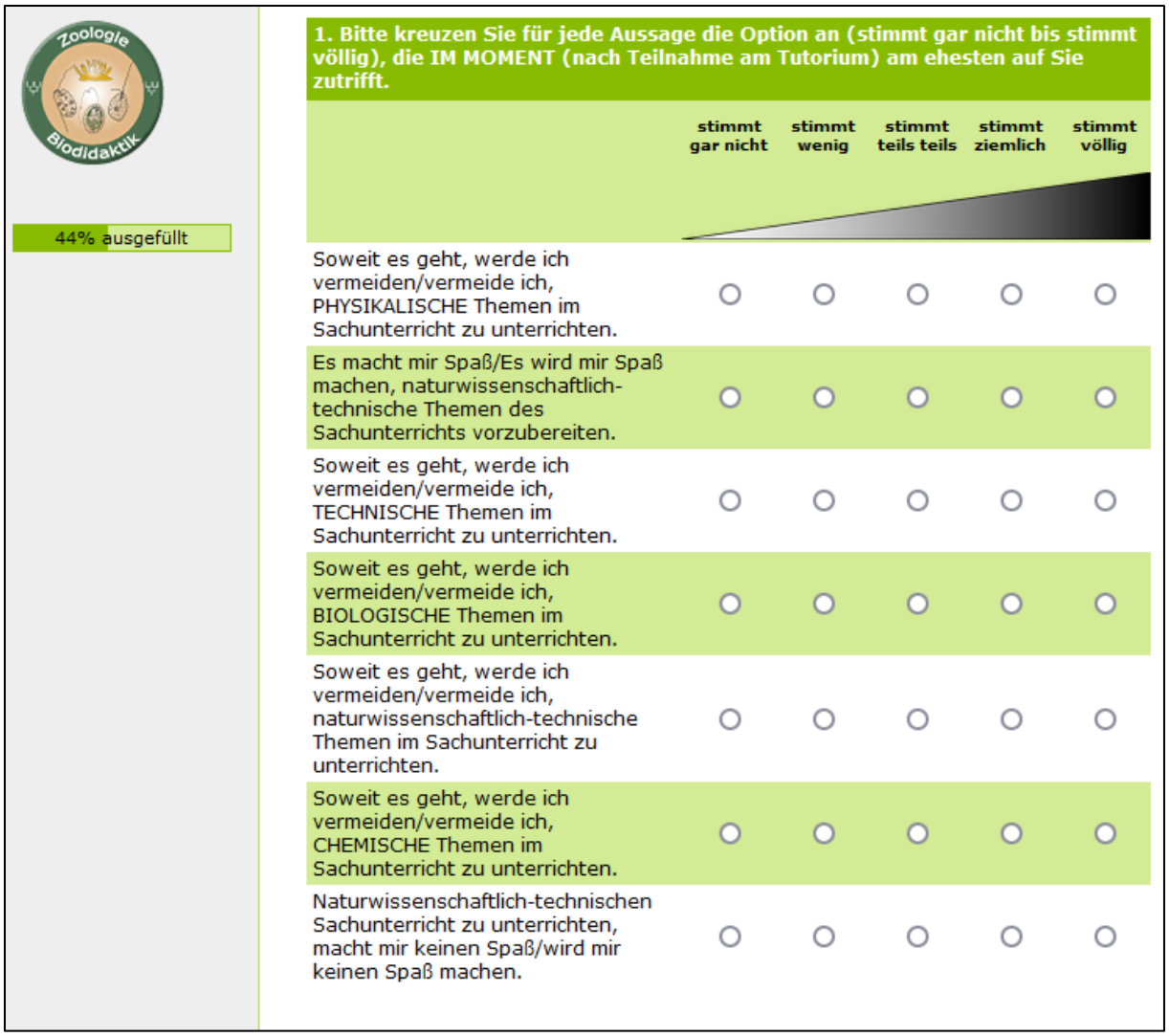
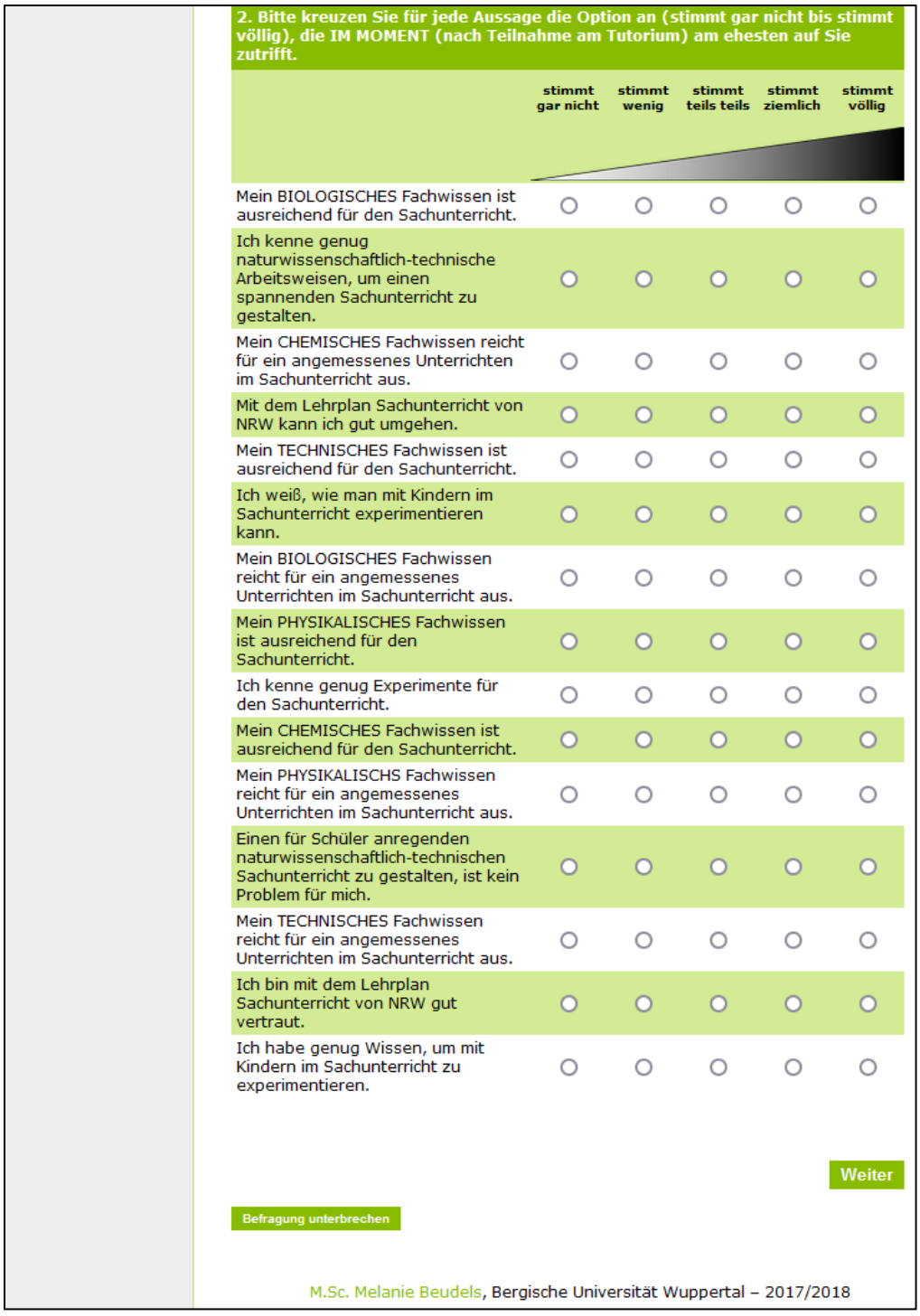


Abbildung A36: *Affektiv-motivationaler Fragebogen (Posttest) zu Intervention B – Seite 4 – Teil 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006))*



2. Bitte kreuzen Sie für jede Aussage die Option an (stimmt gar nicht bis stimmt völlig), die IM MOMENT (nach Teilnahme am Tutorium) am ehesten auf Sie zutrifft.

	stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
Mein BIOLOGISCHES Fachwissen ist ausreichend für den Sachunterricht.	○	○	○	○	○
Ich kenne genug naturwissenschaftlich-technische Arbeitsweisen, um einen spannenden Sachunterricht zu gestalten.	○	○	○	○	○
Mein CHEMISCHES Fachwissen reicht für ein angemessenes Unterrichten im Sachunterricht aus.	○	○	○	○	○
Mit dem Lehrplan Sachunterricht von NRW kann ich gut umgehen.	○	○	○	○	○
Mein TECHNISCHES Fachwissen ist ausreichend für den Sachunterricht.	○	○	○	○	○
Ich weiß, wie man mit Kindern im Sachunterricht experimentieren kann.	○	○	○	○	○
Mein BIOLOGISCHES Fachwissen reicht für ein angemessenes Unterrichten im Sachunterricht aus.	○	○	○	○	○
Mein PHYSIKALISCHES Fachwissen ist ausreichend für den Sachunterricht.	○	○	○	○	○
Ich kenne genug Experimente für den Sachunterricht.	○	○	○	○	○
Mein CHEMISCHES Fachwissen ist ausreichend für den Sachunterricht.	○	○	○	○	○
Mein PHYSIKALISCHS Fachwissen reicht für ein angemessenes Unterrichten im Sachunterricht aus.	○	○	○	○	○
Einen für Schüler anregenden naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht zu gestalten, ist kein Problem für mich.	○	○	○	○	○
Mein TECHNISCHES Fachwissen reicht für ein angemessenes Unterrichten im Sachunterricht aus.	○	○	○	○	○
Ich bin mit dem Lehrplan Sachunterricht von NRW gut vertraut.	○	○	○	○	○
Ich habe genug Wissen, um mit Kindern im Sachunterricht zu experimentieren.	○	○	○	○	○

Weiter

Befragung unterbrechen

M.Sc. Melanie Beudels, Bergische Universität Wuppertal – 2017/2018

Abbildung A37: *Affektiv-motivationaler Fragebogen (Posttest) zu Intervention B – Seite 4 – Teil 2 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Alle Items dieser Seite waren für die Datenauswertung der Teilstudien 3-6 irrelevant.*



56% ausgefüllt

1. Bitte kreuzen Sie für jede Aussage die Option an (stimmt gar nicht bis stimmt völlig), die IM MOMENT (nach Teilnahme am Tutorium) am ehesten auf Sie zutrifft.

	stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
Ein Thema im Sachunterricht aus mehreren Perspektiven zu beleuchten, halte ich für wichtig.	○	○	○	○	○
Experimente durchzuführen, macht mir einfach Spaß.	○	○	○	○	○
Ich eigne mir gerne neues PHYSIKALISCHES Wissen an.	○	○	○	○	○
Ich schaue gerne naturwissenschaftlich-technische Sendungen im Fernsehen.	○	○	○	○	○
Mich mit BIOLOGISCHEN Inhalten zu beschäftigen, macht mir großen Spaß.	○	○	○	○	○
Ich eigne mir gerne neues TECHNISCHES Wissen an.	○	○	○	○	○
Ich finde es wichtig, dass im Sachunterricht Inhalte multiperspektivisch betrachtet werden.	○	○	○	○	○
Mich mit PHYSIKALISCHEN Inhalten zu beschäftigen, macht mir großen Spaß.	○	○	○	○	○
Ich bin interessiert, Neues in den Naturwissenschaften und der Technik zu lernen.	○	○	○	○	○
Es ist langweilig, Experimente durchzuführen.	○	○	○	○	○
Ich eigne mir gerne neues CHEMISCHES Wissen an.	○	○	○	○	○
Mich mit TECHNISCHEN Inhalten zu beschäftigen, macht mir großen Spaß.	○	○	○	○	○
Im Allgemeinen macht es mir Spaß, mich mit naturwissenschaftlich-technischen Themen zu befassen.	○	○	○	○	○
Mich mit CHEMISCHEN Inhalten zu beschäftigen, macht mir großen Spaß.	○	○	○	○	○
Ich eigne mir gerne neues Wissen in den Naturwissenschaften und Technik an.	○	○	○	○	○
Ich eigne mir gerne neues BIOLOGISCHES Wissen an.	○	○	○	○	○
Experimente durchzuführen, finde ich wichtig.	○	○	○	○	○

Abbildung A38: *Affektiv-motivationaler Fragebogen (Posttest) zu Intervention B – Seite 5 – Teil 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Antworten zum Sachinteresse am Experimentieren (3 Items), Sachinteresse an Naturwissenschaften und Technik (4 Items) sowie zur Bedeutsamkeit der Vielperspektivität im Sachunterricht (2 Items) wurden in den Teilstudien 3-6 nicht ausgewertet.*



2. Nun geht es um die Einschätzung Ihrer eigenen Experimentierfähigkeiten. Bitte kreuzen Sie für jede Aussage die Option an (stimmt gar nicht bis stimmt völlig), die IM MOMENT (nach Teilnahme am Tutorium) am ehesten auf Sie zutrifft.

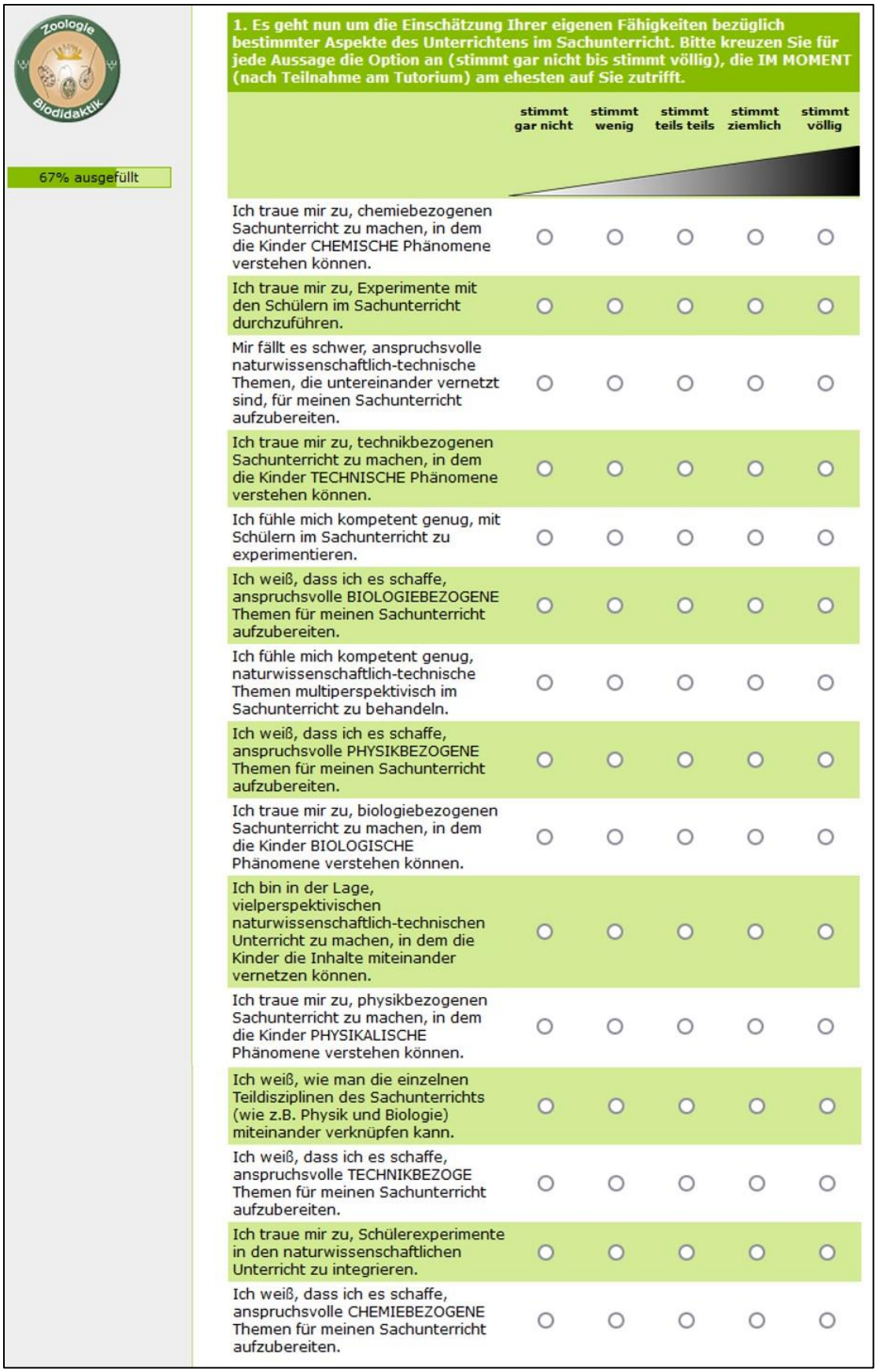
	stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
Wenn ich eine Idee für ein Experiment habe, fällt es mir leicht, mir einen geeigneten Versuchsaufbau auszudenken.	○	○	○	○	○
Ich bin gut darin, Experimente durchzuführen.	○	○	○	○	○
Ich habe häufig Schwierigkeiten bei der Interpretation von Versuchsergebnissen.	○	○	○	○	○
Es fällt mir leicht, ein Experiment zur Aufklärung einer vorgegebenen Fragestellung zu entwickeln.	○	○	○	○	○
Für die Durchführung von Experimenten habe ich kein Händchen.	○	○	○	○	○
Es ist einfach für mich, Ergebnisse aus einem Experiment auszuwerten.	○	○	○	○	○
Es gelingt mir, anhand theoretischer Überlegungen, Erwartungen über den Ausgang eines Experiments zu formulieren.	○	○	○	○	○
Es ist kein Problem für mich, Versuchsbeobachtungen zu deuten.	○	○	○	○	○
Ich fühle mich bei der Durchführung von Experimenten überfordert.	○	○	○	○	○

Weiter

Befragung unterbrechen

M.Sc. Melanie Beudels, Bergische Universität Wuppertal – 2017/2018

Abbildung A39: *Affektiv-motivationaler Fragebogen (Posttest) zu Intervention B – Seite 5 – Teil 2 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006))*

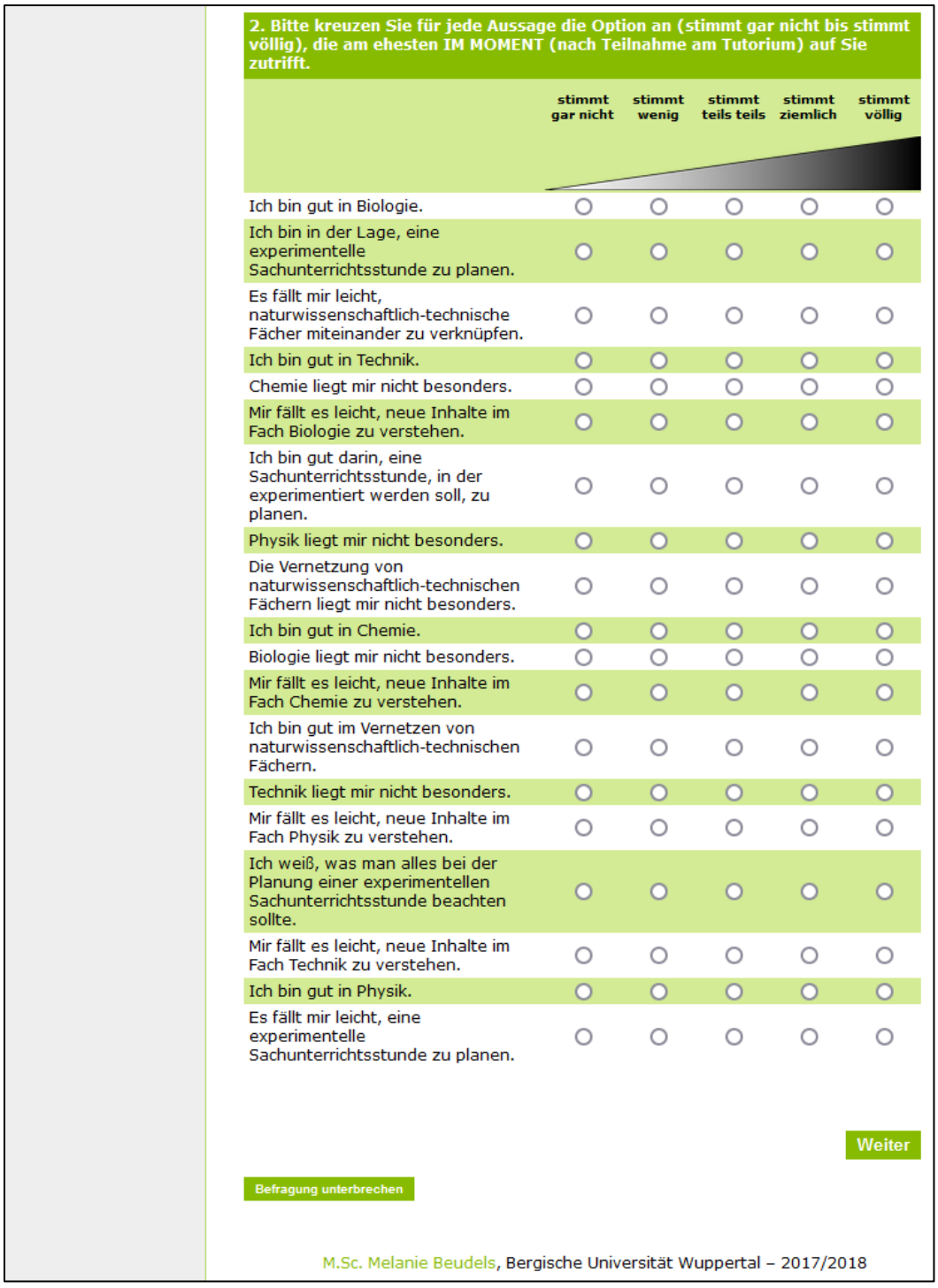


67% ausgefüllt

1. Es geht nun um die Einschätzung Ihrer eigenen Fähigkeiten bezüglich bestimmter Aspekte des Unterrichtens im Sachunterricht. Bitte kreuzen Sie für jede Aussage die Option an (stimmt gar nicht bis stimmt völlig), die IM MOMENT (nach Teilnahme am Tutorium) am ehesten auf Sie zutrifft.

	stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
Ich traue mir zu, chemiebezogenen Sachunterricht zu machen, in dem die Kinder CHEMISCHE Phänomene verstehen können.	○	○	○	○	○
Ich traue mir zu, Experimente mit den Schülern im Sachunterricht durchzuführen.	○	○	○	○	○
Mir fällt es schwer, anspruchsvolle naturwissenschaftlich-technische Themen, die untereinander vernetzt sind, für meinen Sachunterricht aufzubereiten.	○	○	○	○	○
Ich traue mir zu, technikbezogenen Sachunterricht zu machen, in dem die Kinder TECHNISCHE Phänomene verstehen können.	○	○	○	○	○
Ich fühle mich kompetent genug, mit Schülern im Sachunterricht zu experimentieren.	○	○	○	○	○
Ich weiß, dass ich es schaffe, anspruchsvolle BIOLOGIEBEZOGENE Themen für meinen Sachunterricht aufzubereiten.	○	○	○	○	○
Ich fühle mich kompetent genug, naturwissenschaftlich-technische Themen multiperspektivisch im Sachunterricht zu behandeln.	○	○	○	○	○
Ich weiß, dass ich es schaffe, anspruchsvolle PHYSIKBEZOGENE Themen für meinen Sachunterricht aufzubereiten.	○	○	○	○	○
Ich traue mir zu, biologiebezogenen Sachunterricht zu machen, in dem die Kinder BIOLOGISCHE Phänomene verstehen können.	○	○	○	○	○
Ich bin in der Lage, vielperspektivischen naturwissenschaftlich-technischen Unterricht zu machen, in dem die Kinder die Inhalte miteinander vernetzen können.	○	○	○	○	○
Ich traue mir zu, physikbezogenen Sachunterricht zu machen, in dem die Kinder PHYSIKALISCHE Phänomene verstehen können.	○	○	○	○	○
Ich weiß, wie man die einzelnen Teildisziplinen des Sachunterrichts (wie z.B. Physik und Biologie) miteinander verknüpfen kann.	○	○	○	○	○
Ich weiß, dass ich es schaffe, anspruchsvolle TECHNIKBEZOGE Themen für meinen Sachunterricht aufzubereiten.	○	○	○	○	○
Ich traue mir zu, Schülerexperimente in den naturwissenschaftlichen Unterricht zu integrieren.	○	○	○	○	○
Ich weiß, dass ich es schaffe, anspruchsvolle CHEMIEBEZOGENE Themen für meinen Sachunterricht aufzubereiten.	○	○	○	○	○

Abbildung A40: *Affektiv-motivationaler Fragebogen (Posttest) zu Intervention B – Seite 6 – Teil 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Item 1.12 wurde aus inhaltlichen Gründen vor der Auswertung entfernt (s. Teilstudie 6).*



2. Bitte kreuzen Sie für jede Aussage die Option an (stimmt gar nicht bis stimmt völlig), die am ehesten IM MOMENT (nach Teilnahme am Tutorium) auf Sie zutrifft.

	stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
Ich bin gut in Biologie.	○	○	○	○	○
Ich bin in der Lage, eine experimentelle Sachunterrichtsstunde zu planen.	○	○	○	○	○
Es fällt mir leicht, naturwissenschaftlich-technische Fächer miteinander zu verknüpfen.	○	○	○	○	○
Ich bin gut in Technik.	○	○	○	○	○
Chemie liegt mir nicht besonders.	○	○	○	○	○
Mir fällt es leicht, neue Inhalte im Fach Biologie zu verstehen.	○	○	○	○	○
Ich bin gut darin, eine Sachunterrichtsstunde, in der experimentiert werden soll, zu planen.	○	○	○	○	○
Physik liegt mir nicht besonders.	○	○	○	○	○
Die Vernetzung von naturwissenschaftlich-technischen Fächern liegt mir nicht besonders.	○	○	○	○	○
Ich bin gut in Chemie.	○	○	○	○	○
Biologie liegt mir nicht besonders.	○	○	○	○	○
Mir fällt es leicht, neue Inhalte im Fach Chemie zu verstehen.	○	○	○	○	○
Ich bin gut im Vernetzen von naturwissenschaftlich-technischen Fächern.	○	○	○	○	○
Technik liegt mir nicht besonders.	○	○	○	○	○
Mir fällt es leicht, neue Inhalte im Fach Physik zu verstehen.	○	○	○	○	○
Ich weiß, was man alles bei der Planung einer experimentellen Sachunterrichtsstunde beachten sollte.	○	○	○	○	○
Mir fällt es leicht, neue Inhalte im Fach Technik zu verstehen.	○	○	○	○	○
Ich bin gut in Physik.	○	○	○	○	○
Es fällt mir leicht, eine experimentelle Sachunterrichtsstunde zu planen.	○	○	○	○	○

Weiter

Befragung unterbrechen

Abbildung A41: *Affektiv-motivationaler Fragebogen (Posttest) zu Intervention B – Seite 6 – Teil 2 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Item 2.16 wurde aus inhaltlichen Gründen vor der Auswertung entfernt (s. Teilstudie 5). Die Antworten zum FSK bzgl. des Vernetzens der Naturwissenschaften und Technik (3 Items) wurden in den Teilstudien 3-6 nicht ausgewertet.*



Abbildung A42: *Affektiv-motivationaler Fragebogen (Posttest) zu Intervention B – Seite 7 – Teil 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Diese Seite entfiel für die BG.*

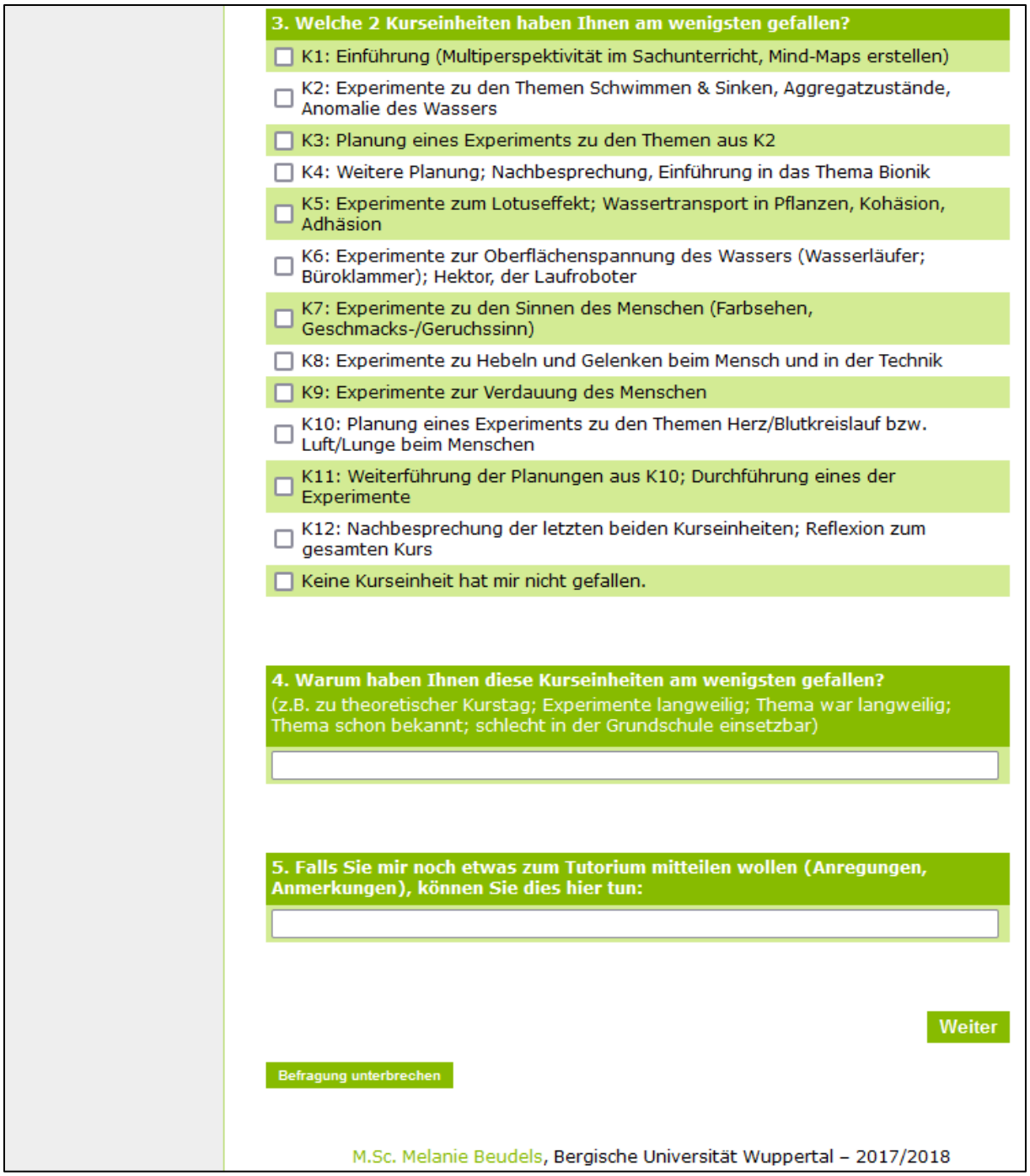


Abbildung A43: *Affektiv-motivationaler Fragebogen (Posttest) zu Intervention B – Seite 7 – Teil 2 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Diese Seite entfiel für die BG.*

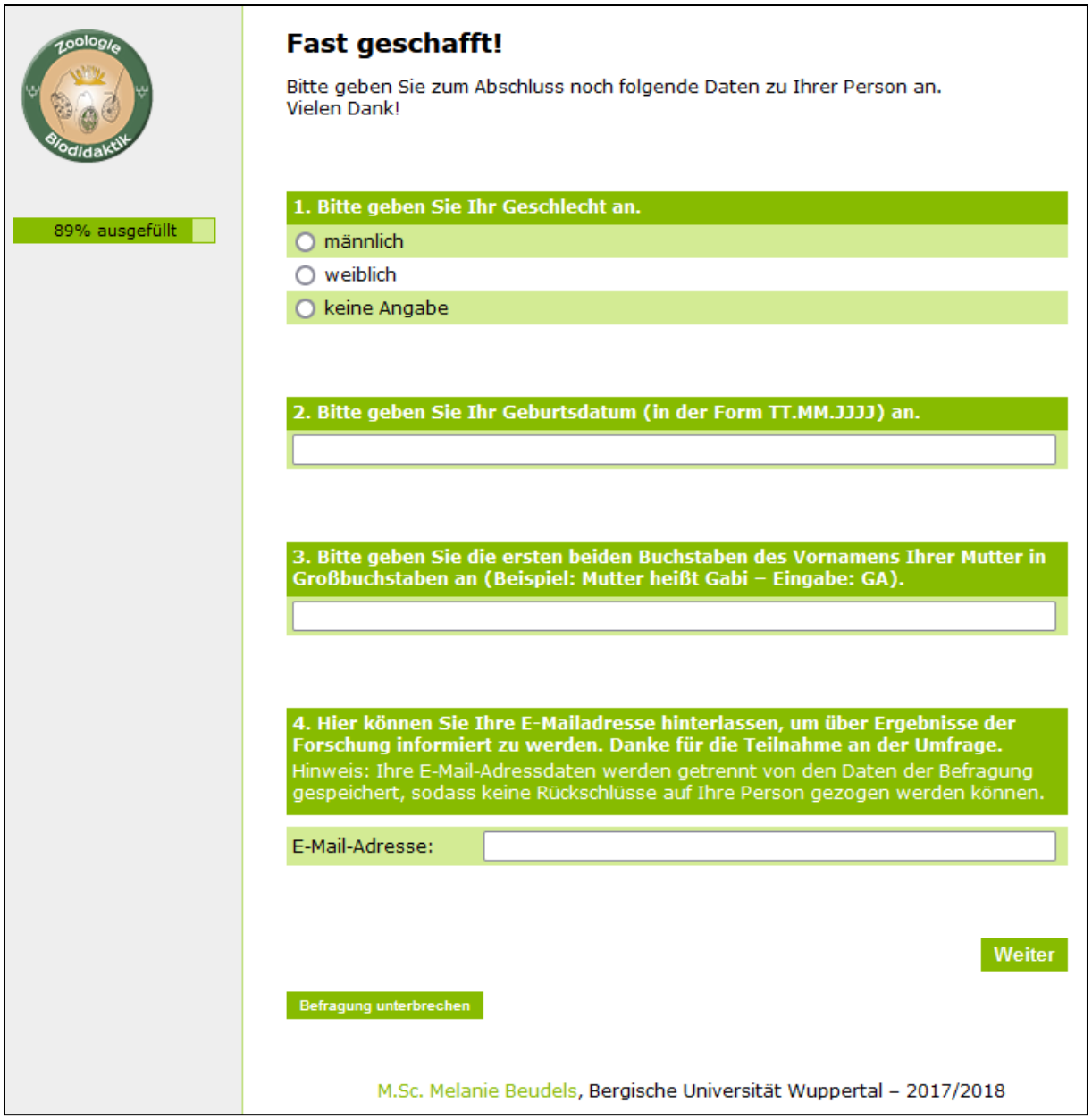


Abbildung A44: *Affektiv-motivationaler Fragebogen (Posttest) zu Intervention B – Seite 8 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006))*



Abbildung A45: *Affektiv-motivationaler Fragebogen (Posttest) zu Intervention B – Seite 9 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006))*

XI.7 Kognitiver Fragebogen zu Intervention B (Pre-, Post- und Follow-up Test)

Der kognitive Fragebogen enthält zu allen drei Testzeitpunkten die gleichen Fragen, nur ihre Reihenfolge ändert sich. Daher wird an dieser Stelle beispielhaft der Follow-up-Test der EG dargestellt. Die BG erhielt die gleichen Fragen. Für eine bessere Nachvollziehbarkeit wird der Fragebogen an dieser Stelle in der Darstellung präsentiert, wie er für die Teilnehmer*innen beim Online-Fragebogentool *SoSci Survey* (Leiner, 2006) zu sehen war.



Abbildung A46: *Kognitiver Fragebogen zu Intervention B am Beispiel des Follow-up Tests – Startseite (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Die Startseite der BG wurde entsprechend angepasst.*

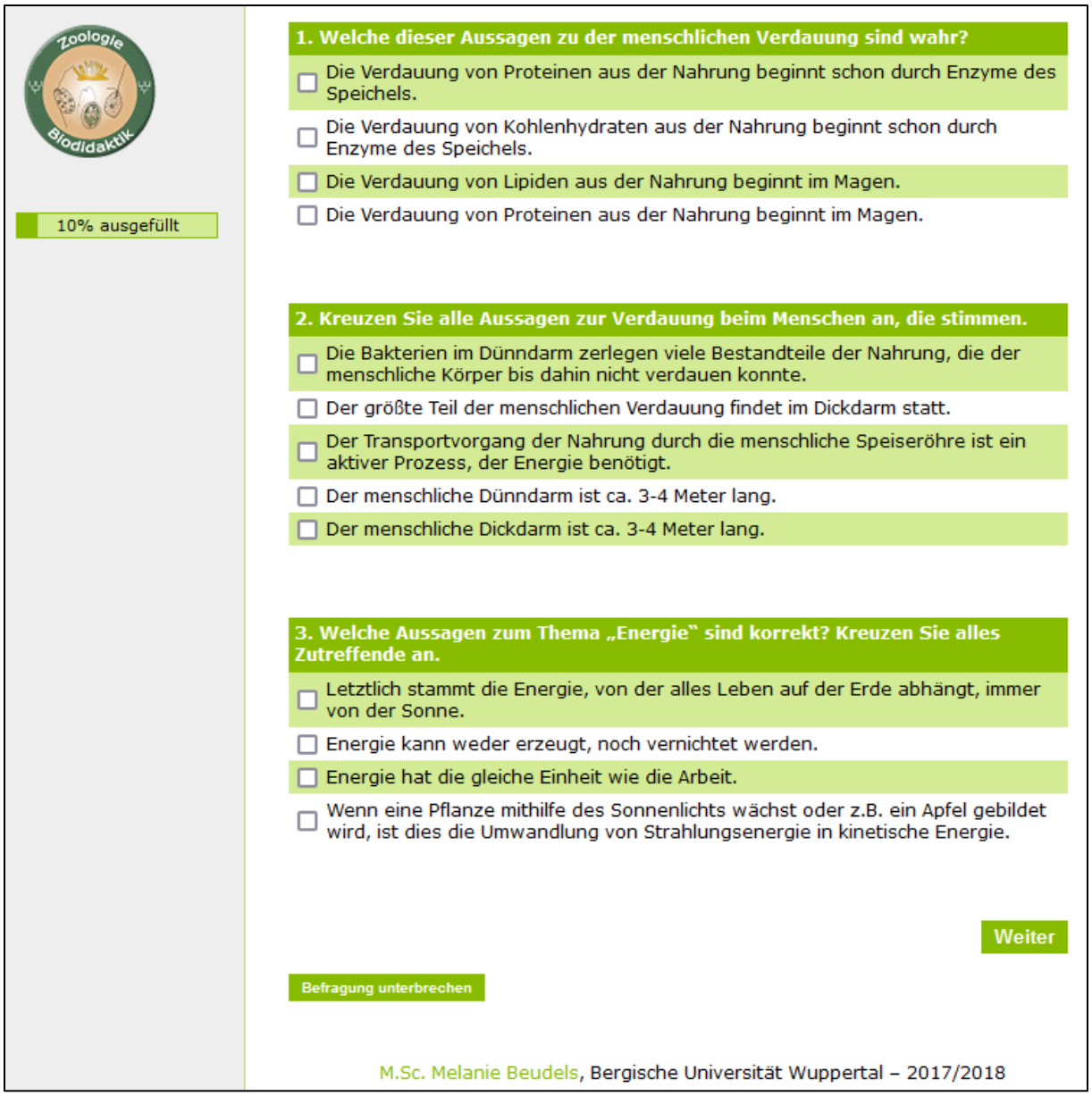


Abbildung A47: *Kognitiver Fragebogen zu Intervention B am Beispiel des Follow-up Tests – Seite 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006))*

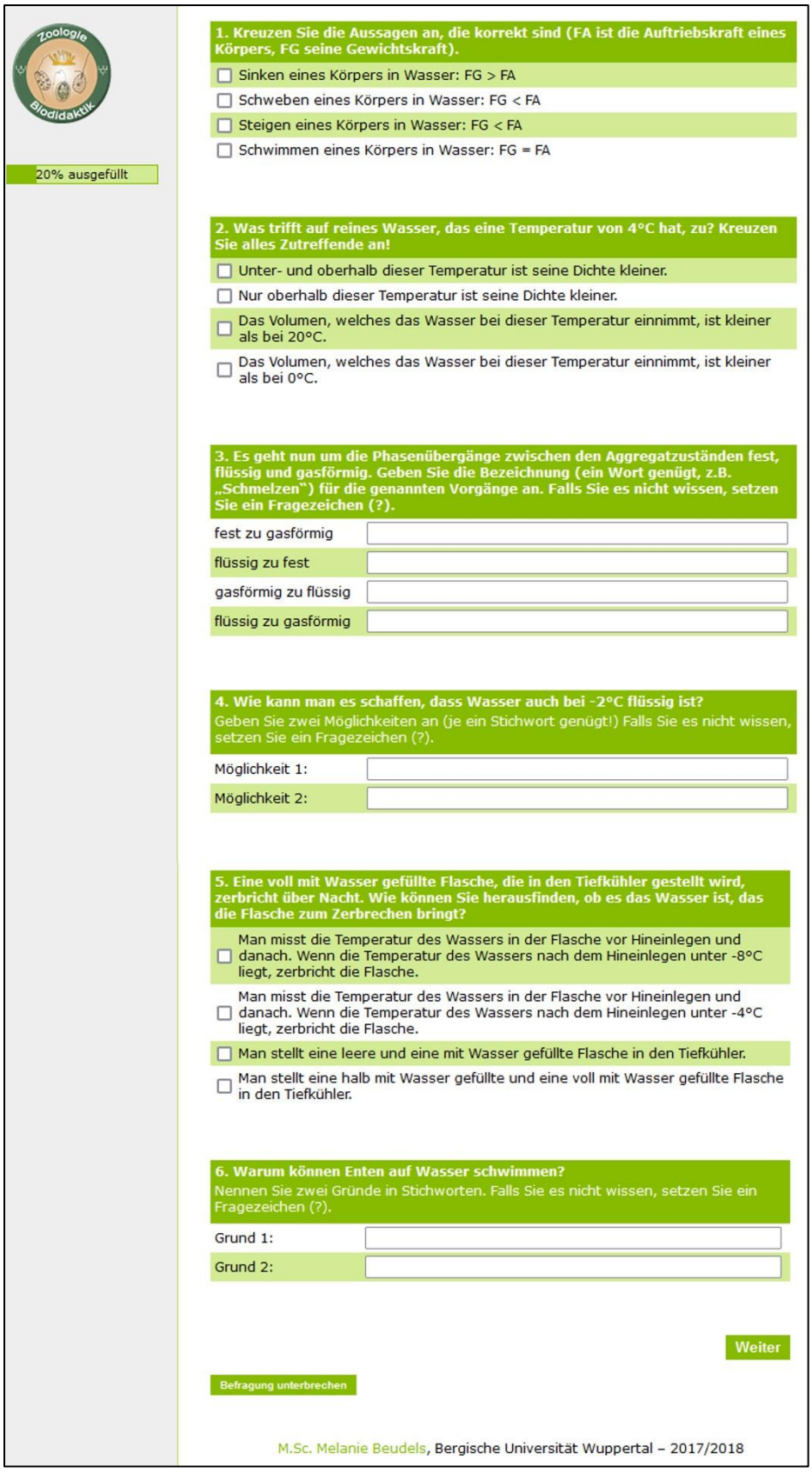


Abbildung A48: *Kognitiver Fragebogen zu Intervention B am Beispiel des Follow-up Tests – Seite 2 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Frage 5 wurde, weil sie Wissen zur Variablenkontrollstrategie (Schwichow et al., 2016), also fachmethodisches Wissen voraussetzt, vor Beginn der Auswertung ausgeschlossen, da für Teilstudie 4 nur ‚substantive knowledge' relevant ist.*

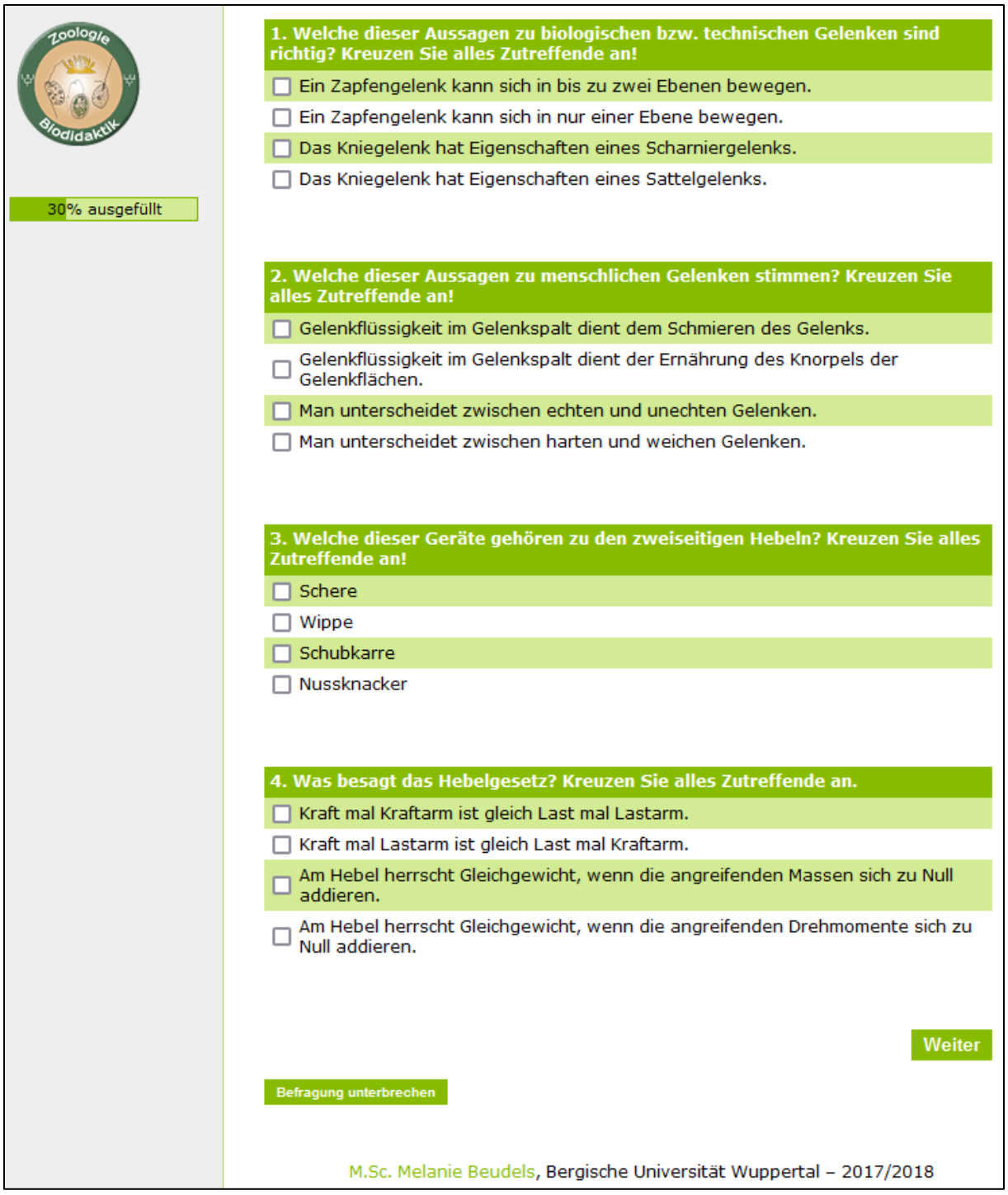


Abbildung A49: *Kognitiver Fragebogen zu Intervention B am Beispiel des Follow-up Tests – Seite 3 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006))*

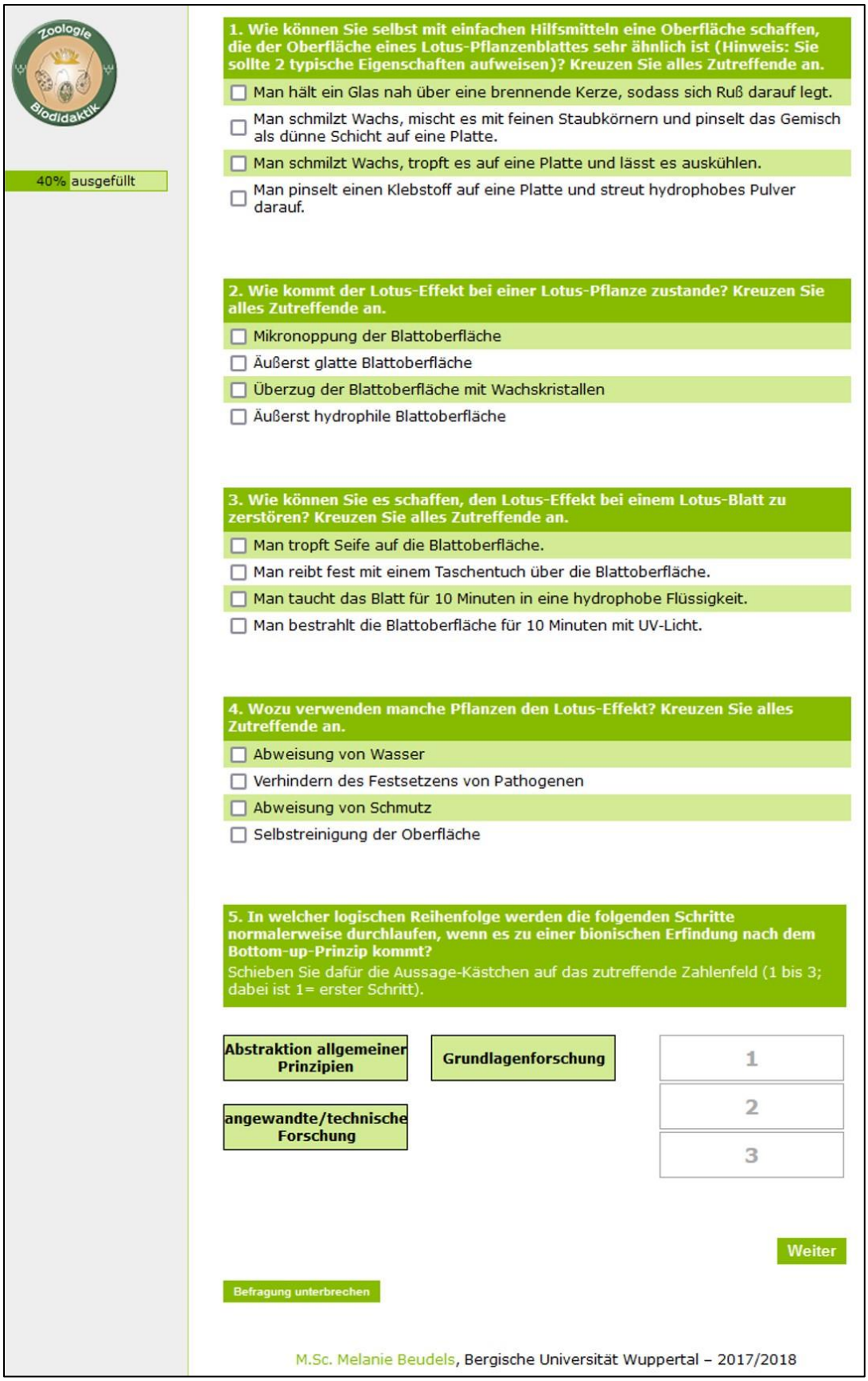


Abbildung A50: *Kognitiver Fragebogen zu Intervention B am Beispiel des Follow-up Tests – Seite 4 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Fragen 1 und 3 wurden in die Auswertung der Teilstudie 4 einbezogen, da sie nach Göller (2020) sowohl dem deklarativen, als auch dem prozeduralen Wissen zugeordnet werden können.*

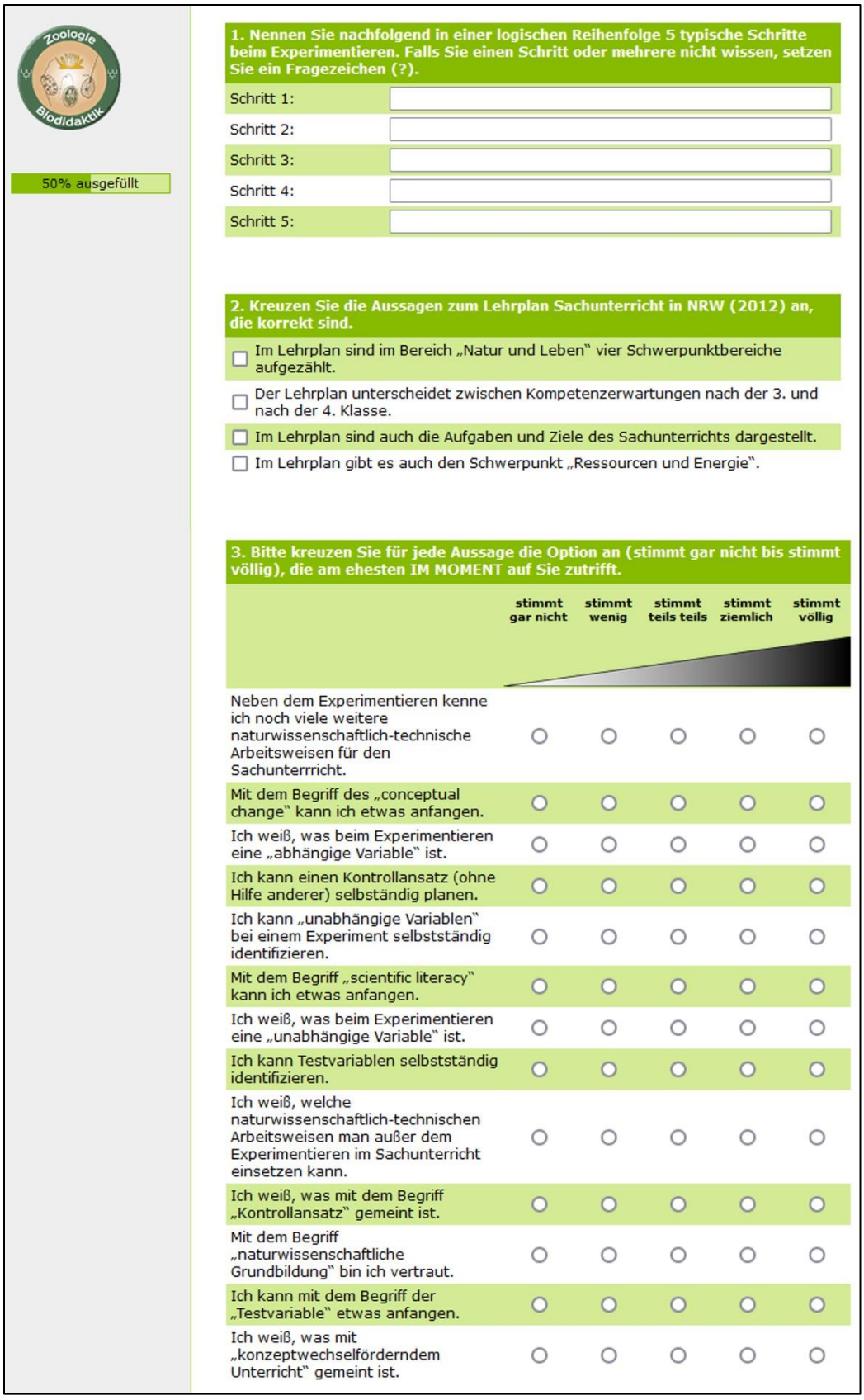


Abbildung A51: *Kognitiver Fragebogen zu Intervention B am Beispiel des Follow-up Tests – Seite 5 – Teil 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Alle Items dieser Seite wurden vor Beginn der Auswertung ausgeschlossen, da für Teilstudie 4 das fachdidaktische und fachmethodische Wissen sowie Selbsteinschätzungen diesbezüglich nicht relevant sind.*

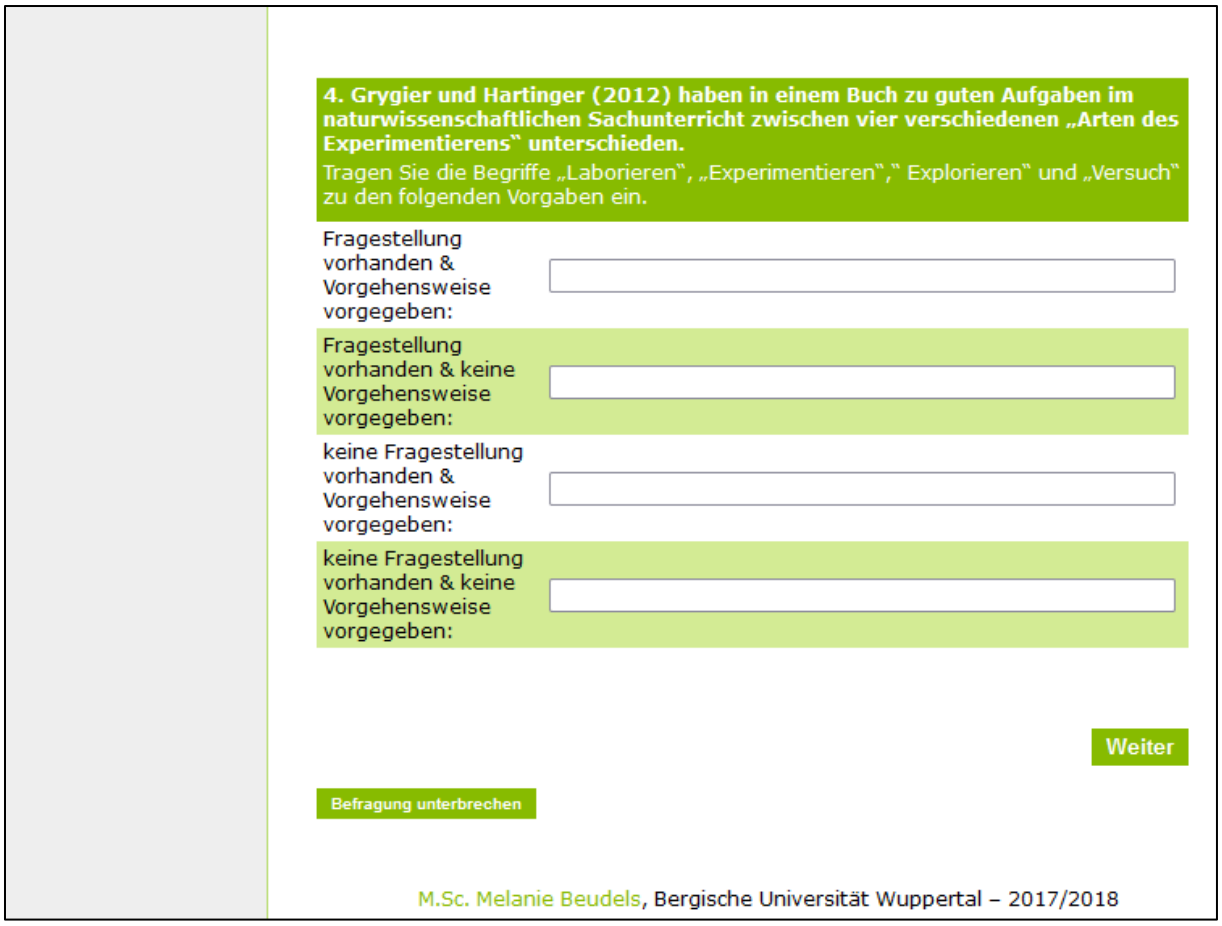


Abbildung A52: *Kognitiver Fragebogen zu Intervention B am Beispiel des Follow-up Tests – Seite 5 – Teil 2 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Alle Items dieser Seite wurden vor Beginn der Auswertung ausgeschlossen, da für Teilstudie 4 das fachdidaktische und fachmethodische Wissen nicht relevant sind.*

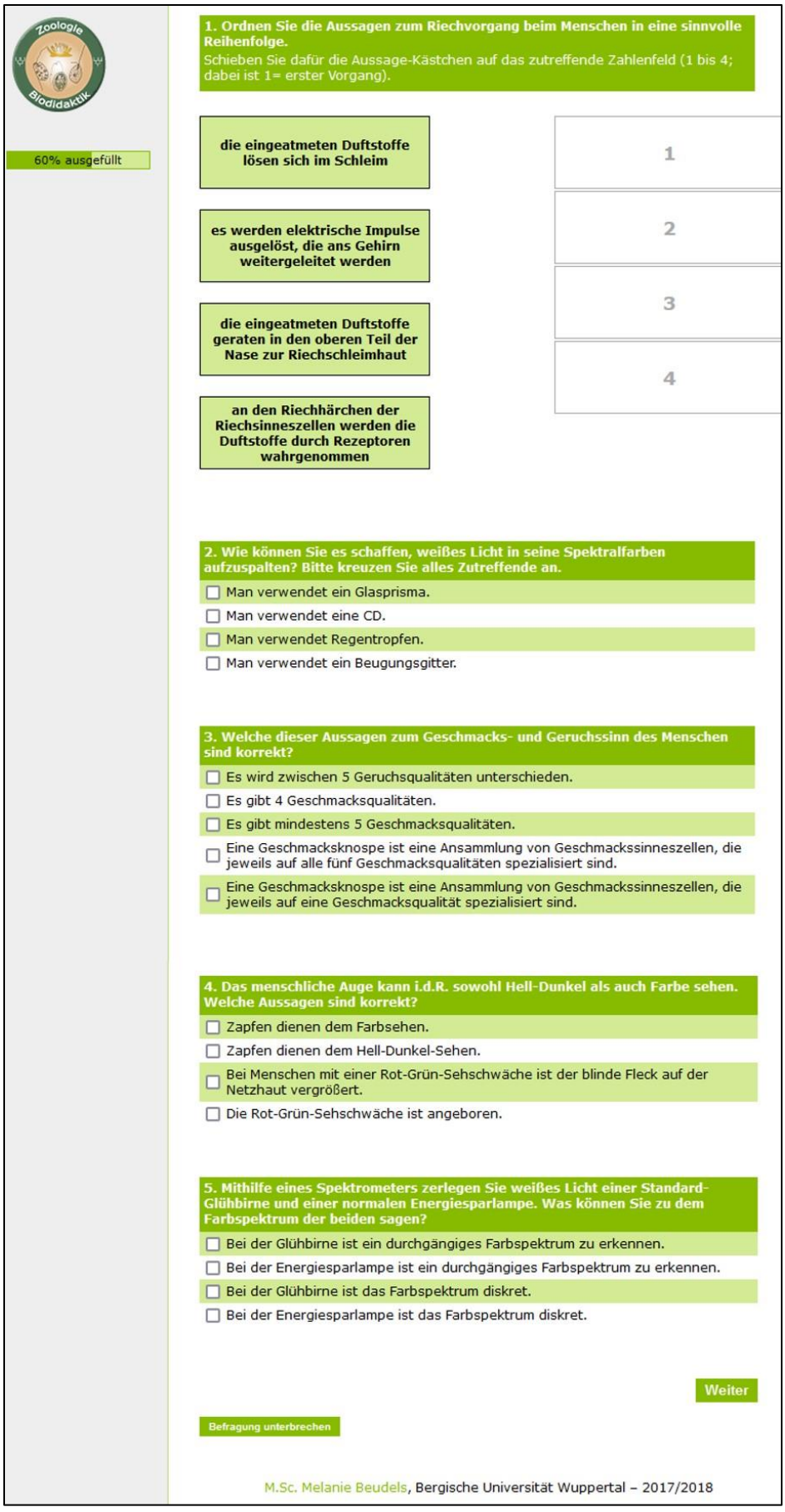


Abbildung A53: *Kognitiver Fragebogen zu Intervention B am Beispiel des Follow-up Tests – Seite 6 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006))*

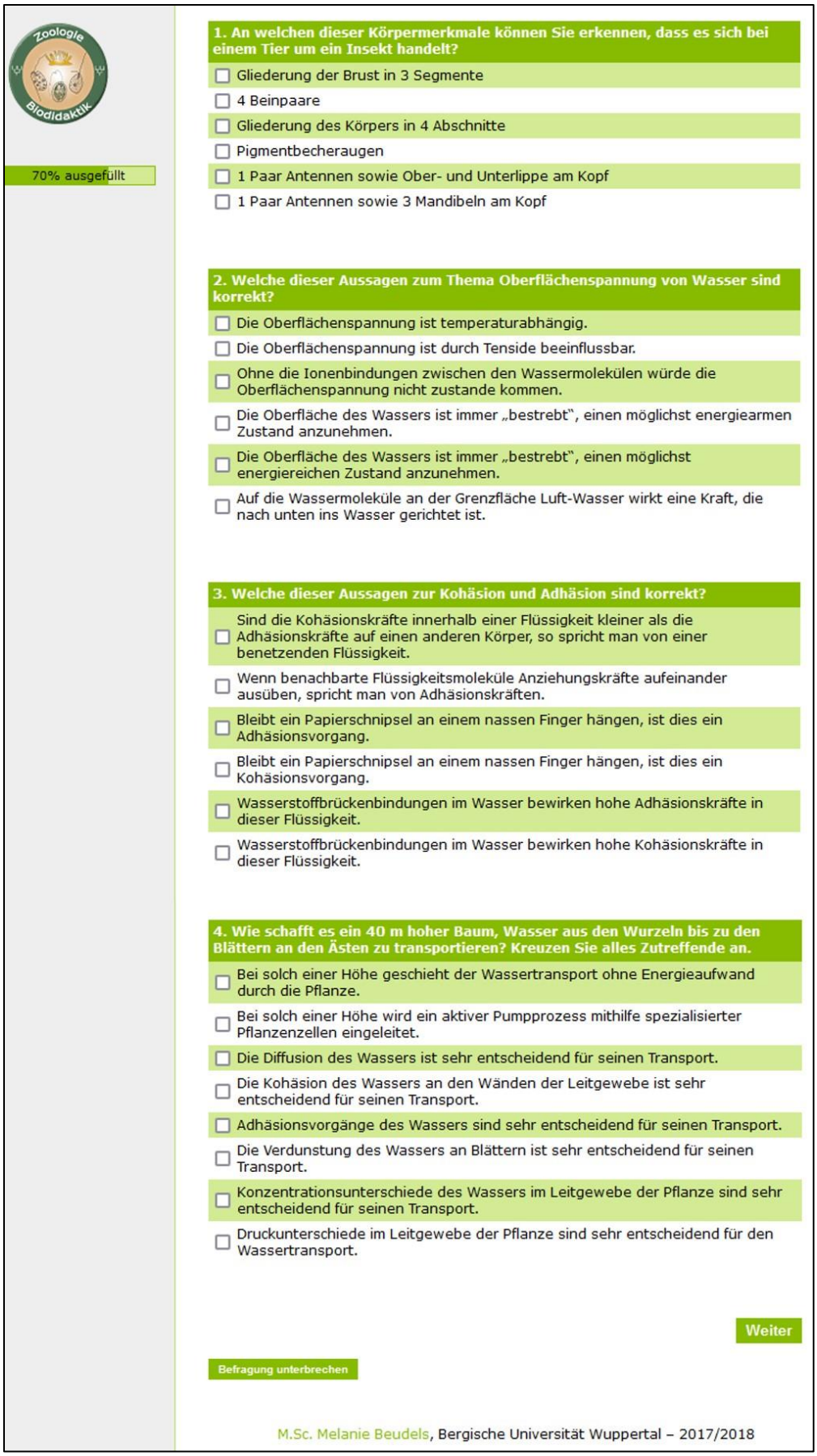


Abbildung A54: *Kognitiver Fragebogen zu Intervention B am Beispiel des Follow-up Tests – Seite 7 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006))*

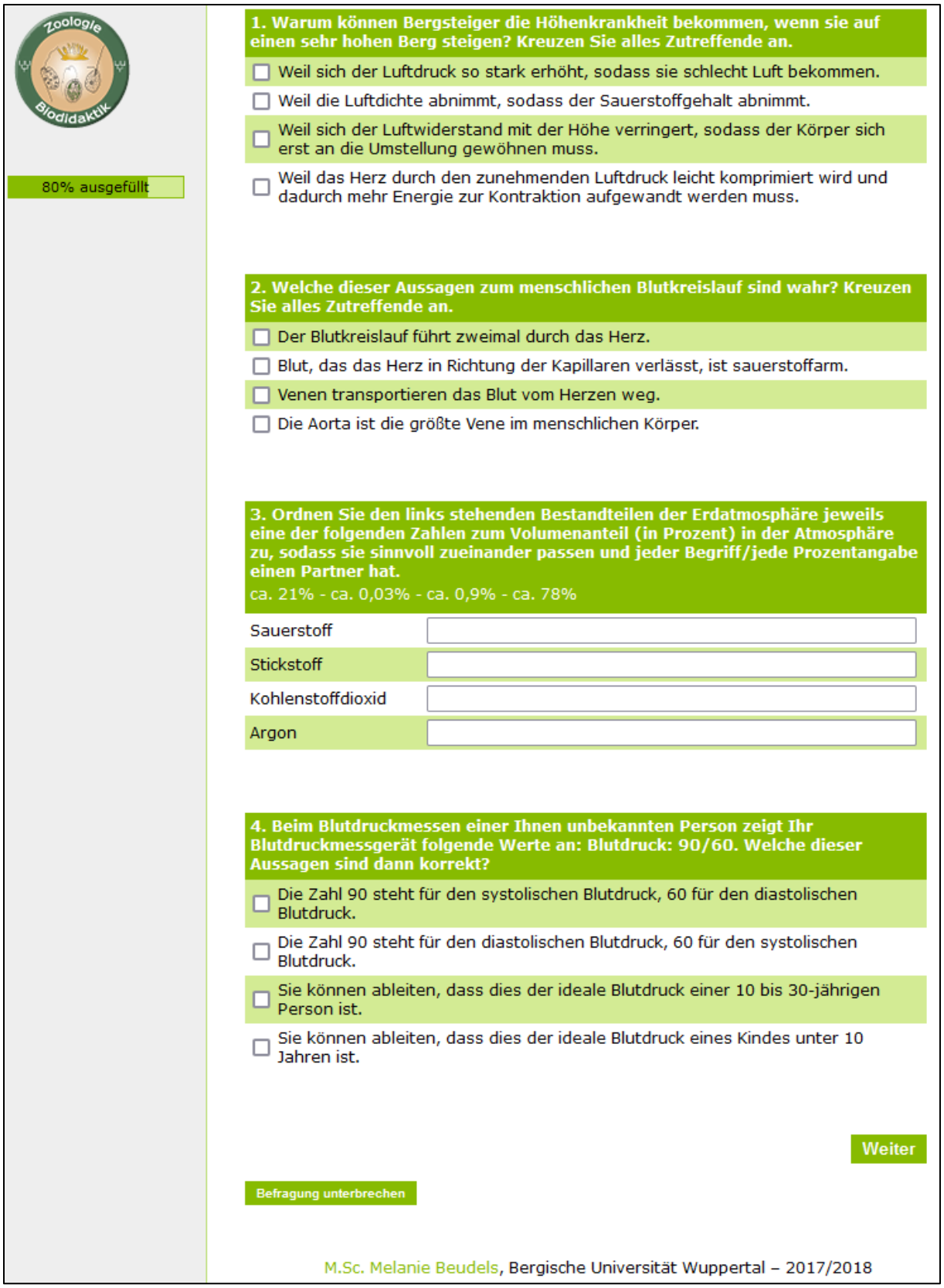


Abbildung A55: *Kognitiver Fragebogen zu Intervention B am Beispiel des Follow-up Tests – Seite 8 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006))*

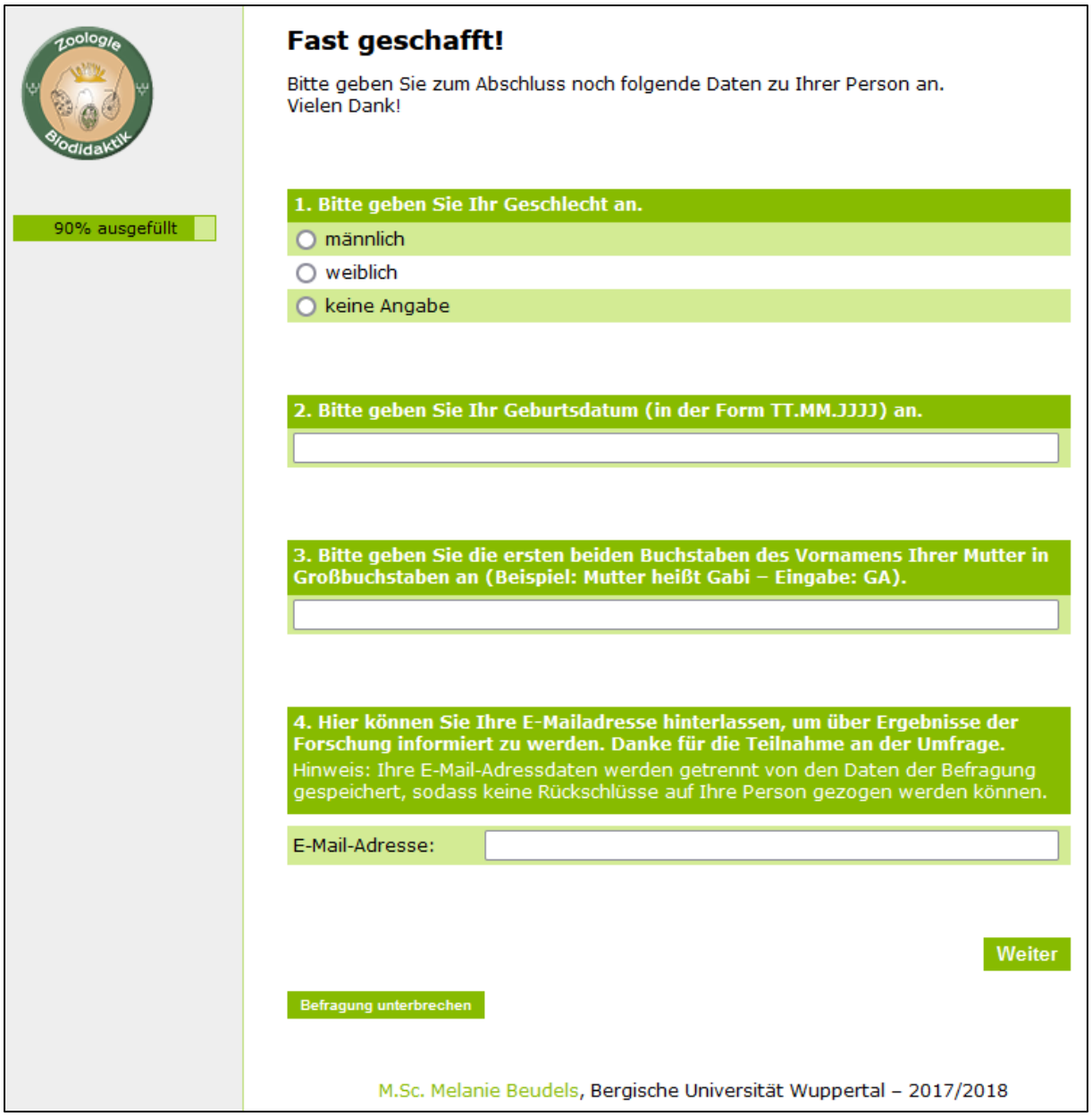


Abbildung A56: *Kognitiver Fragebogen zu Intervention B am Beispiel des Follow-up Tests – Seite 9 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)).*



Abbildung A57: *Kognitiver Fragebogen zu Intervention B am Beispiel des Follow-up Tests – Seite 10 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006))*

XI.8 Online-Supplement zu Manuskript 1

Beitrag zu Grundlagen, Rahmenbedingungen und Herausforderungen
Online-Supplement

Sachunterrichtsbezogene Teilstudiengänge aus NRW auf dem Prüfstand

Eine Dokumentenanalyse der Bachelor- und Masterprüfungsordnungen

Online-Supplement: Anhang

Yannick Schilling[1,*], Melanie Beudels[1,2,*], Miriam Kuckuck[1] & Angelika Preisfeld[2]

[1] Bergische Universität Wuppertal
Institut für Geographie und Sachunterricht
[2] Bergische Universität Wuppertal,
Lehrstuhl für Zoologie und Didaktik der Biologie,
[*] Kontakt: Gaußstr. 20, 42119 Wuppertal
yschilling@uni-wuppertal.de; melanie.beudels@uni-wuppertal.de

Zitationshinweis:
Schilling, Y., Beudels, M., Kuckuck, M., & Preisfeld, A. (2021). Sachunterrichtsbezogene Teilstudiengänge aus NRW auf dem Prüfstand. Eine Dokumentenanalyse der Bachelor- und Masterprüfungsordnungen [Online-Supplement: Anhang]. *HLZ – Herausforderung Lehrer*innenbildung, 4* (1), 178–195. https://doi.org/10.11576/hlz-4031

Eingereicht: 18.12.2020 / Angenommen: 05.07.2021 / Online verfügbar: 21.07.2021

ISSN: 2625–0675

© Die Autor_innen 2021. Dieser Artikel ist freigegeben unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung, Weitergabe unter gleichen Bedingungen, Version 4.0 Deutschland (CC BY-SA 4.0 de).
URL: https://creativecommons.org/licenses/ by-sa/4.0/de/legalcode

Verzeichnis der Anhänge

A1: Beschreibung der Entwicklung eines Vergleichsrasters 3

A2: Beschreibung der Vergleichsübersichten 5

A3: Vergleichsübersichten 6

A4: Anmerkungen zu Tabelle 2 im Artikel 18

A5: Suchvokabular für themenbezogene Fundstellen der dritten Forschungsfrage 19

A6: Übersicht über die verwendeten Dokumente je Standort 20

A7: Bibliographische Detailangaben zu den curricularen Dokumenten 20

A8: Verzeichnis der im Anhang verwendeten Literatur 26

Anhang

A1: Beschreibung der Entwicklung eines Vergleichsrasters

Aufgrund der sehr unterschiedlichen Gestaltung der Dokumente im Hinblick auf Umfang und Inhalt war das erste Ziel der Analyse die Entwicklung einer Vergleichsgrundlage. Dazu wurden dem Qualifikationsmodell „Studienfach Sachunterricht und seine Didaktik“ (vgl. GDSU, 2019, S. 34) zunächst die drei Qualifikationsbereiche „Wissenschaftsdisziplinäres Verständnis Sachunterricht und seine Didaktik“, „perspektivenspezifisch“ und „perspektivenübergreifend“ entnommen. Ausgeschlossen wurde im Vorfeld bereits der Bereich „Kind & Sache / Sache & Kind“, da die von der GDSU (vgl. 2019, S. 39) formulierten Qualifikationsziele für diesen Bereich in großen Teilen mit den *Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften* (vgl. KMK, 2019, S. 4ff.) korrespondieren. Aufgrund der Tatsache, dass die Bildungswissenschaften in NRW per LZV (MSW NRW, 2016) ein separater Studienbereich sind, wurde zudem die Professionswissensdimension PK nicht in die Analyse mit einbezogen. Für die Bereiche „perspektivenspezifisch“ und „perspektivenübergreifend“ wurde jedoch in CK und PCK untergliedert. Das wissenschaftsdisziplinäre Verständnis Sachunterricht und seine Didaktik wurde analog zum Modell der GDSU ohne weitere Untergliederung untersucht. In dieses Raster (s. Tab. A1) sollte jede einzelne Modulkomponente der sachunterrichtsbezogenen Teilstudiengänge aufgenommen werden, um diese den Kategorien der Tabelle entsprechend zu klassifizieren.

Tabelle A1: Vergleichsraster zur Klassifikation der einzelnen Modulkomponenten sachunterrichtsbezogener Teilstudiengänge hinsichtlich dreier Qualifikationsbereiche des Qualifikationsmodells „Studienfach Sachunterricht und seine Didaktik“ (GDSU, 2019) mit Unterteilung in die Dimensionen CK und PCK

Wissenschaftsdisziplinäres Verständnis	**perspektivenspezifisch**		**perspektiven-übergreifend**	
	CK	PCK	CK	PCK

Jedoch erwies sich die Passung zwischen der gewählten Darstellungsform und den unterschiedlichen Studienordnungen als problematisch: Es ergaben sich Kategorisierungsprobleme durch teils mehrdeutige oder fehlende Angaben, die neben einem Interpretationsspielraum auf inhaltlicher Ebene dazu führten, dass eine Abbildung im o.g. Schema dem intendierten Vergleich nicht dienlich war. Insbesondere eine Identifikation von Inhalten zum wissenschaftsdisziplinären Verständnis konnte anhand der Dokumente nicht vorgenommen werden. Zudem war die Unterscheidung von CK und PCK oftmals nicht trennscharf möglich. Dementsprechend wurde eine andere Darstellungsform gewählt, die eine Orientierung an drei übergeordnete Kategorien „Lernbereich Naturwissenschaften + Technik“, „Didaktik des Sachunterrichts“ und „Lernbereich Gesellschaftswissenschaften“ aufweist. Diese ist im Hauptartikel näher erläutert. Zur Zuordnung der Technik zu den Naturwissenschaften seien zusätzlich inhaltliche Argumente erwähnt, die diese Vorgehensweise stützen. So gibt es an der Universität Wuppertal einen sachunterrichtsbezogenen Teilstudiengang, der „Grundlagen der Naturwissenschaften und der Technik“ heißt (vgl. Universität Wuppertal, 06.10.2016, S. 1). Am Standort Dortmund werden *Basiskonzepte N und G* unterschieden, wobei *Basiskonzepte der Technik* den *Basiskonzepten N* untergeordnet sind (vgl. Universität Dortmund, 14.10.2019, S. 4ff.).

Für die Zuordnung der Studieninhalte wurden innerhalb der Module bzw. Modulkomponenten jeweils dominierende Bezugsfächer (Biologie, Chemie, Physik, Technik, Geographie, Geschichte und Sozialwissenschaften) und der Fokus des zu vermittelnden

Professionswissens (CK oder PCK) identifiziert. In vielen Fällen war es notwendig, einzelne Modulkomponenten gesondert aufzulisten, da es innerhalb der Module teils unterschiedliche Kategorisierungen gibt.

A2: Beschreibung der Vergleichsübersichten

Tabelle A2: Beschreibung der Vergleichsübersichten. Aufgeführt sind Informationen zum Darstellungsrahmen, zu den Moduldarstellungen und zu den Abkürzungen.

Darstellungsrahmen	*Überschrift:* Standort und Bezeichnung des sachunterrichtsbezogenen Teilstudienganges (inkl. Zuordnung Bachelor oder Master)
	Horizontale Untergliederung: „Lernbereich Naturwissenschaften + Technik“, „Didaktik des Sachunterrichts“ und „Lernbereich Gesellschaftswissenschaften“
	Vertikale Untergliederung: Bachelor (grün hinterlegt), Master (orange hinterlegt), gestrichelte Linie kennzeichnet Übergang
Moduldarstellungen	*Module oder Modulblöcke:* weiße Kästen mit abgerundeten Ecken
	Modultitel: fett
	Modulteilkomponenten / Veranstaltungstitel: kursiv
	Unformatierter Text: Erläuterungen, Angabe von Leistungspunkten (Verwendung des Summenzeichens immer, wenn sich die Leistungspunkte aus mehreren Komponenten ergeben) und professionswissensbezogene, fachliche Zuordnung
	Inter- und intramodulare Interdependenzen: gestrichelte Linien und Pfeile
Abkürzungen	CK – *content knowledge* (Fachwissen) GW – Gesellschaftswissenschaften LP – Leistungspunkte NW – Naturwissenschaften NWT – Naturwissenschaften und Technik PCK – *pedagogical content knowledge* (fachdidaktisches Wissen) SU – Sachunterricht T – Technik

A3: Vergleichsübersichten

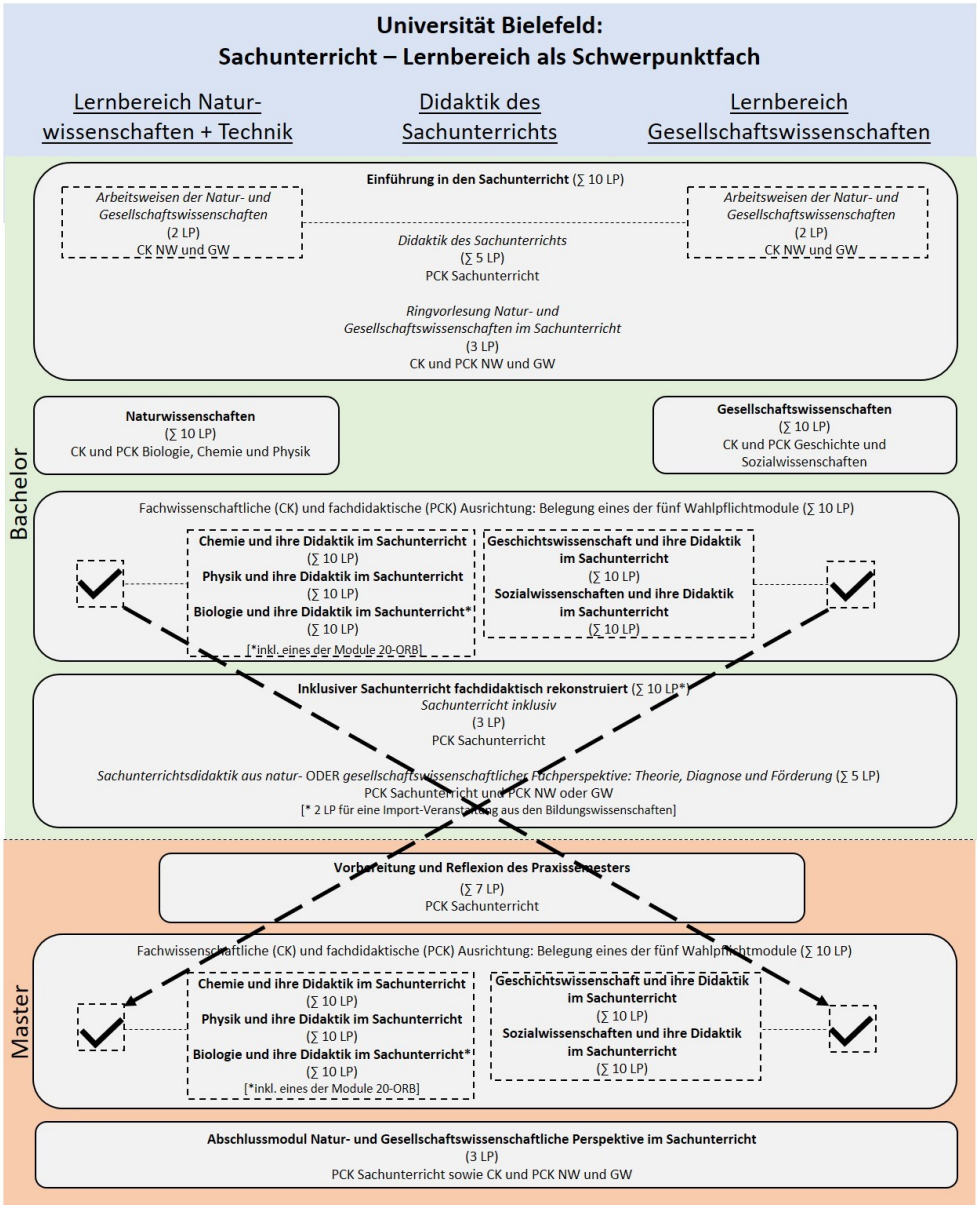


Abbildung A3.1: Übersicht intendiertes Curriculum Universität Bielefeld

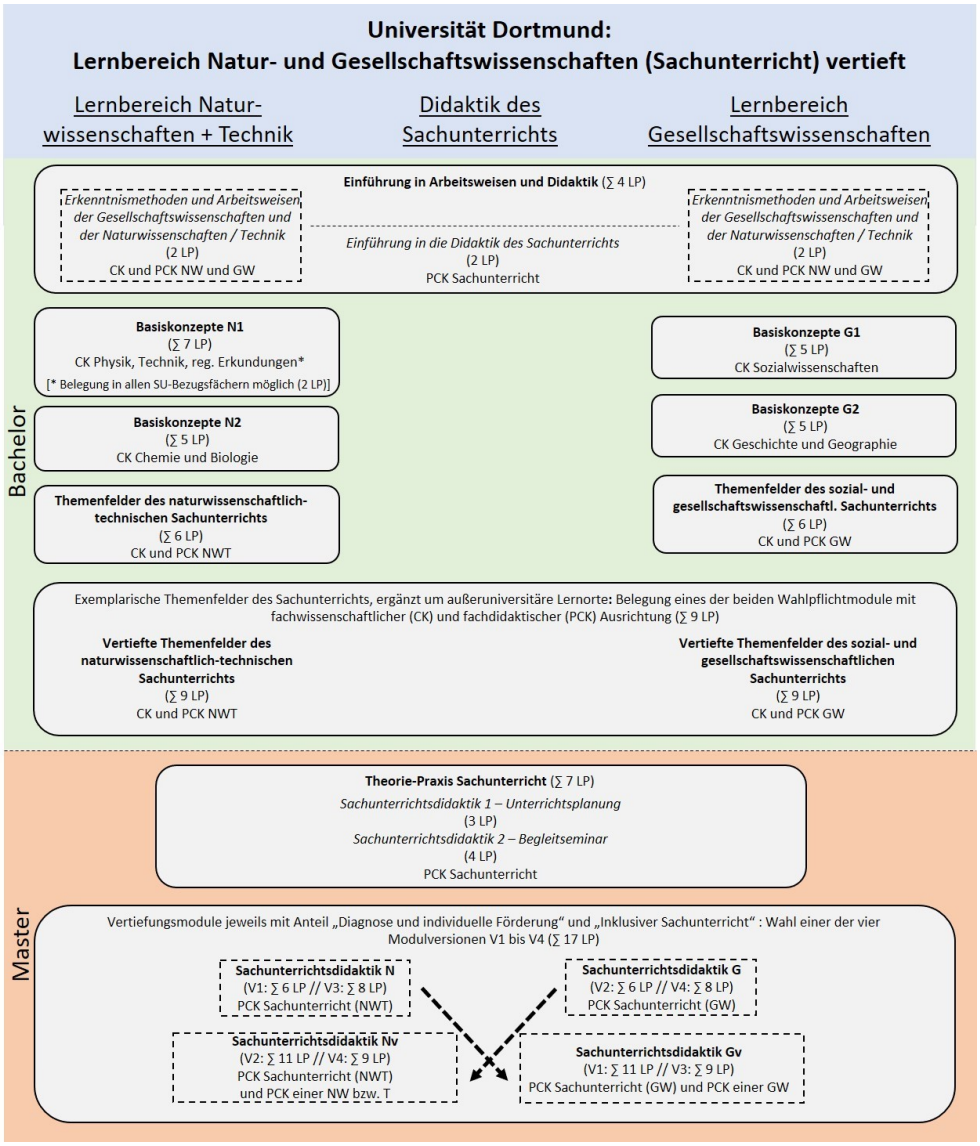


Abbildung A3.2: Übersicht intendiertes Curriculum Universität Dortmund

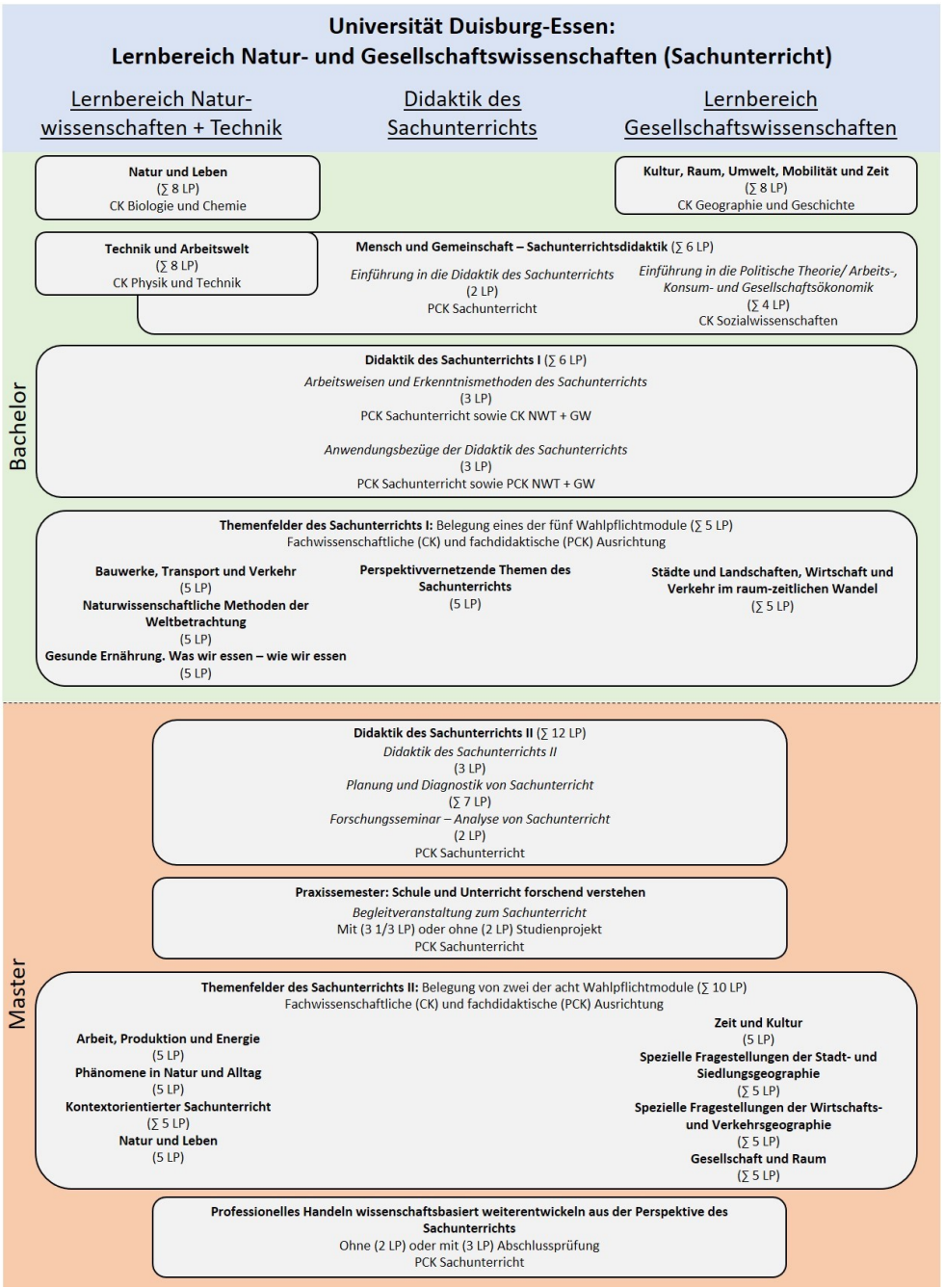


Abbildung A3.3: Übersicht intendiertes Curriculum Universität Duisburg-Essen

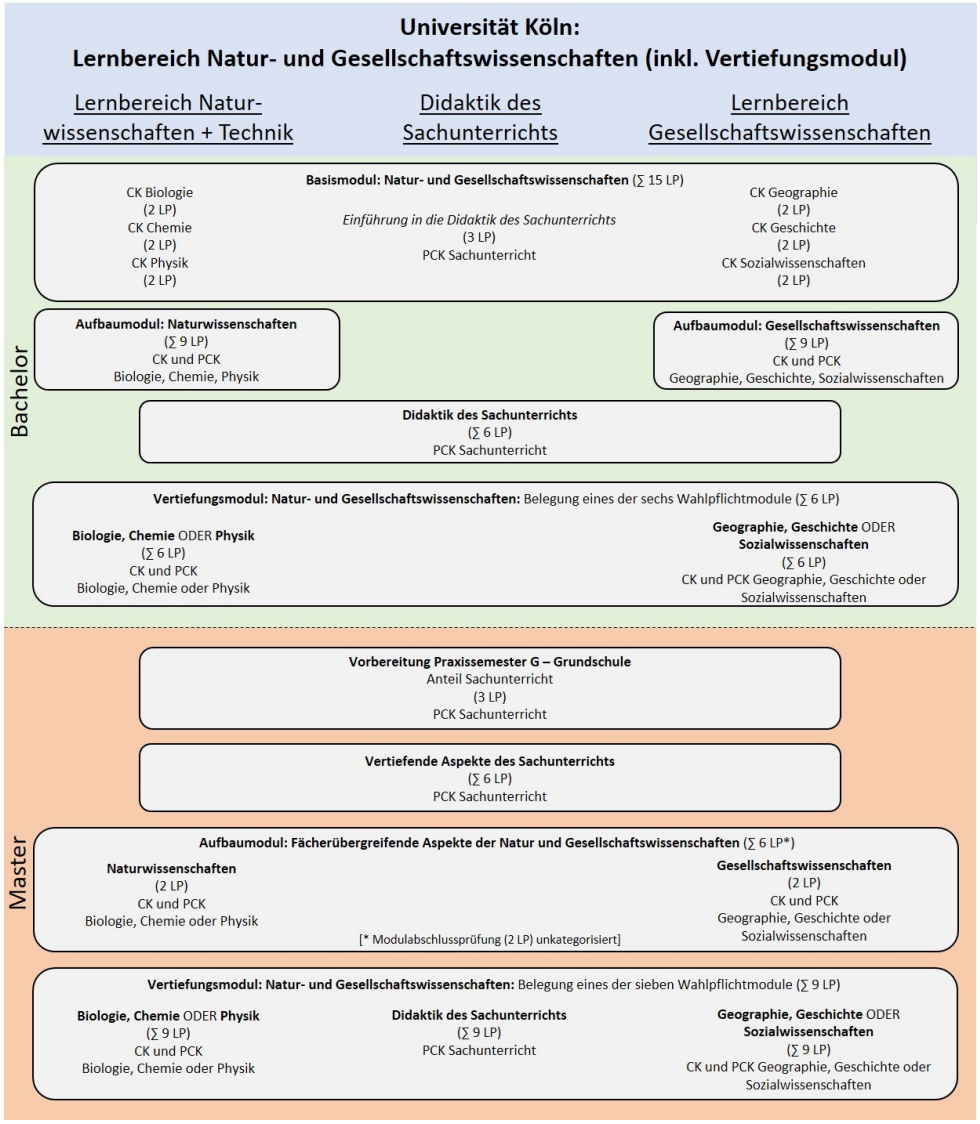


Abbildung A3.4: Übersicht intendiertes Curriculum Universität Köln

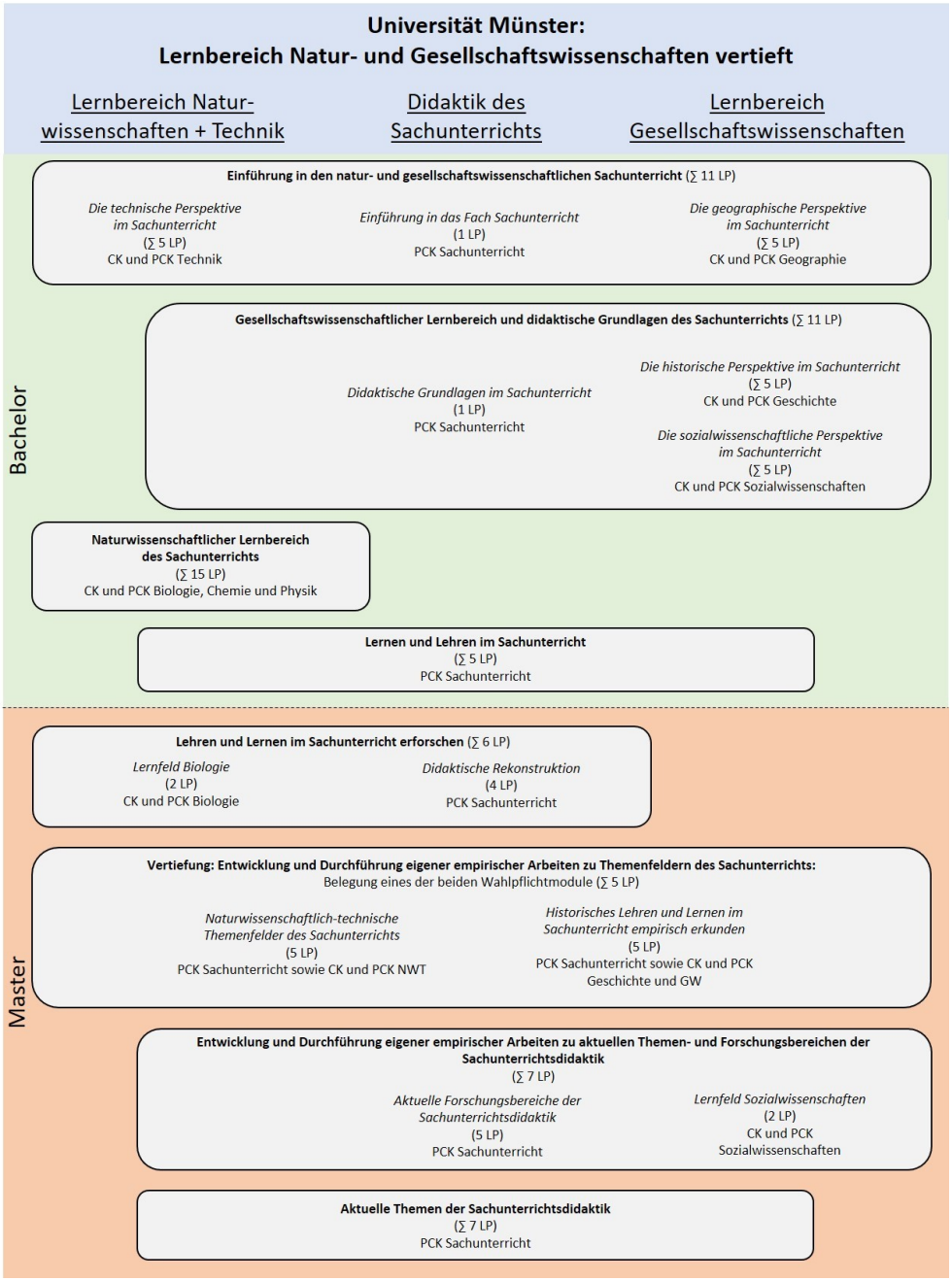


Abbildung A3.5: Übersicht intendiertes Curriculum Universität Münster

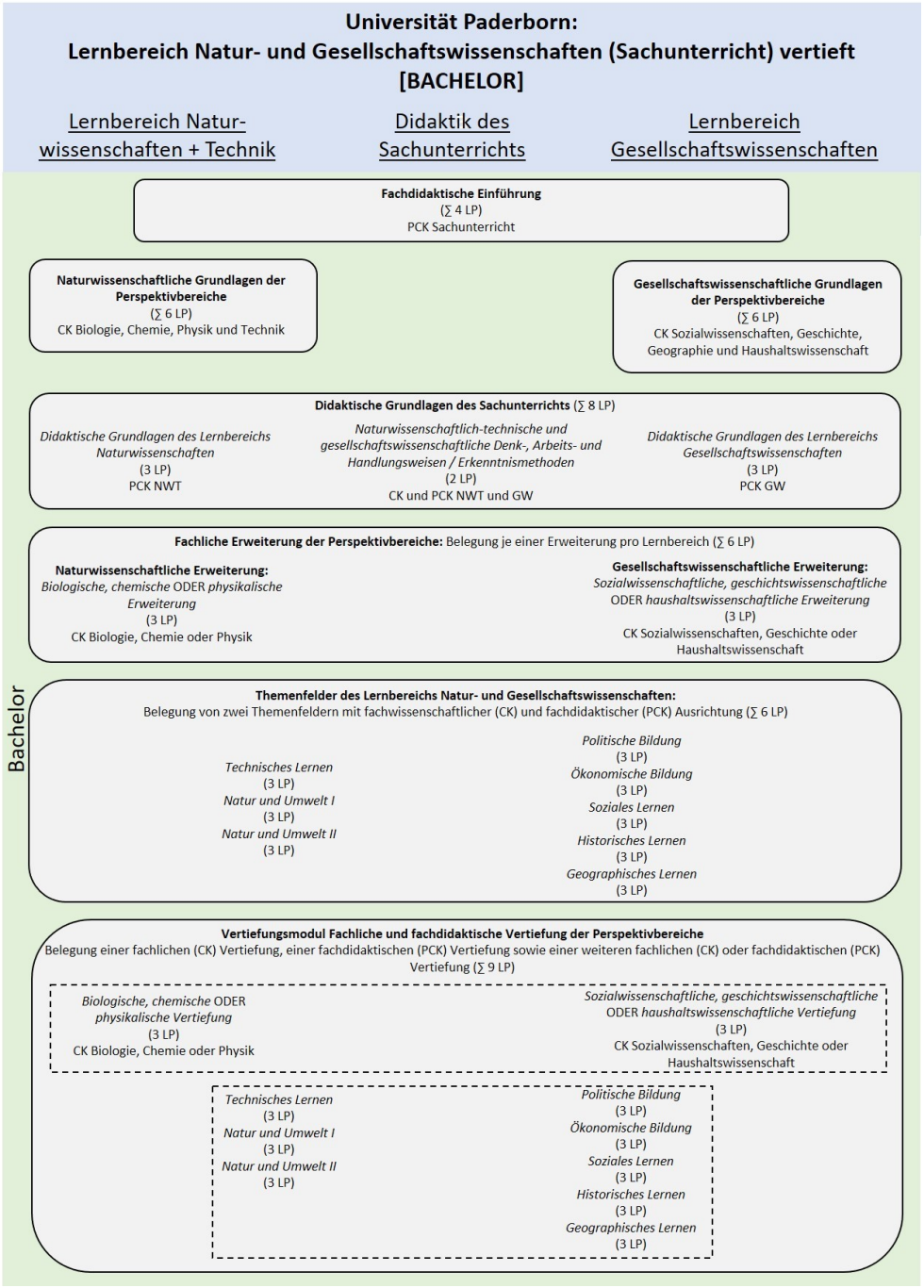


Abbildung A3.6: Übersicht intendiertes Curriculum Universität Paderborn (Bachelor)

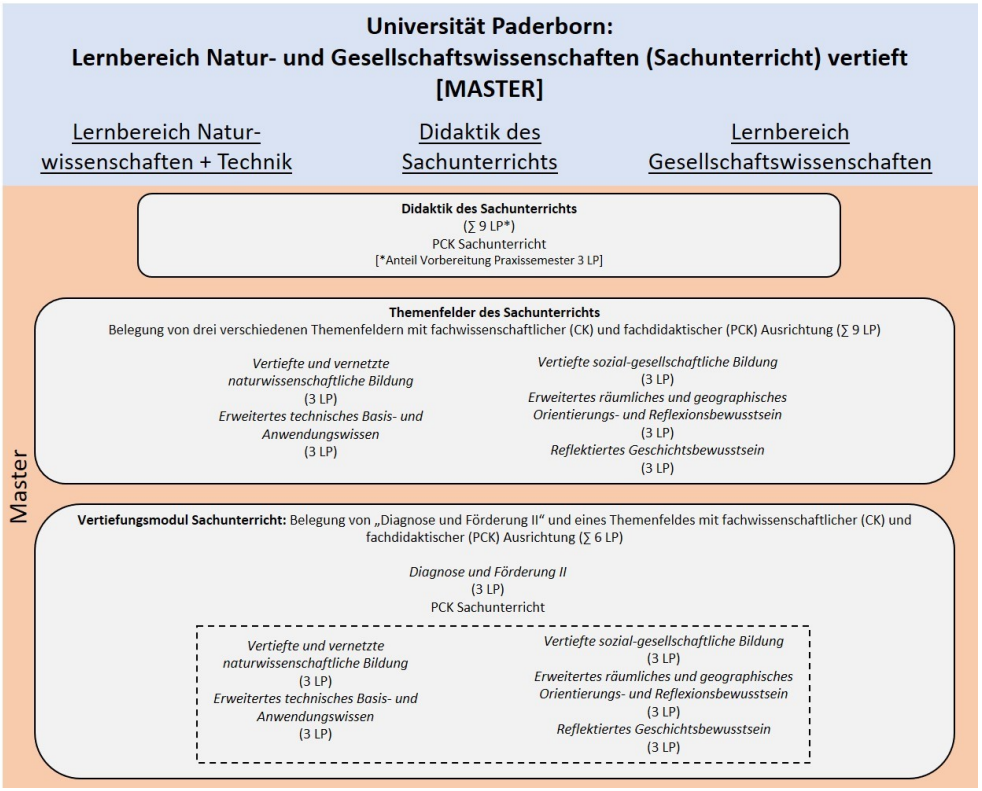


Abbildung A3.7: Übersicht intendiertes Curriculum Universität Paderborn (Master)

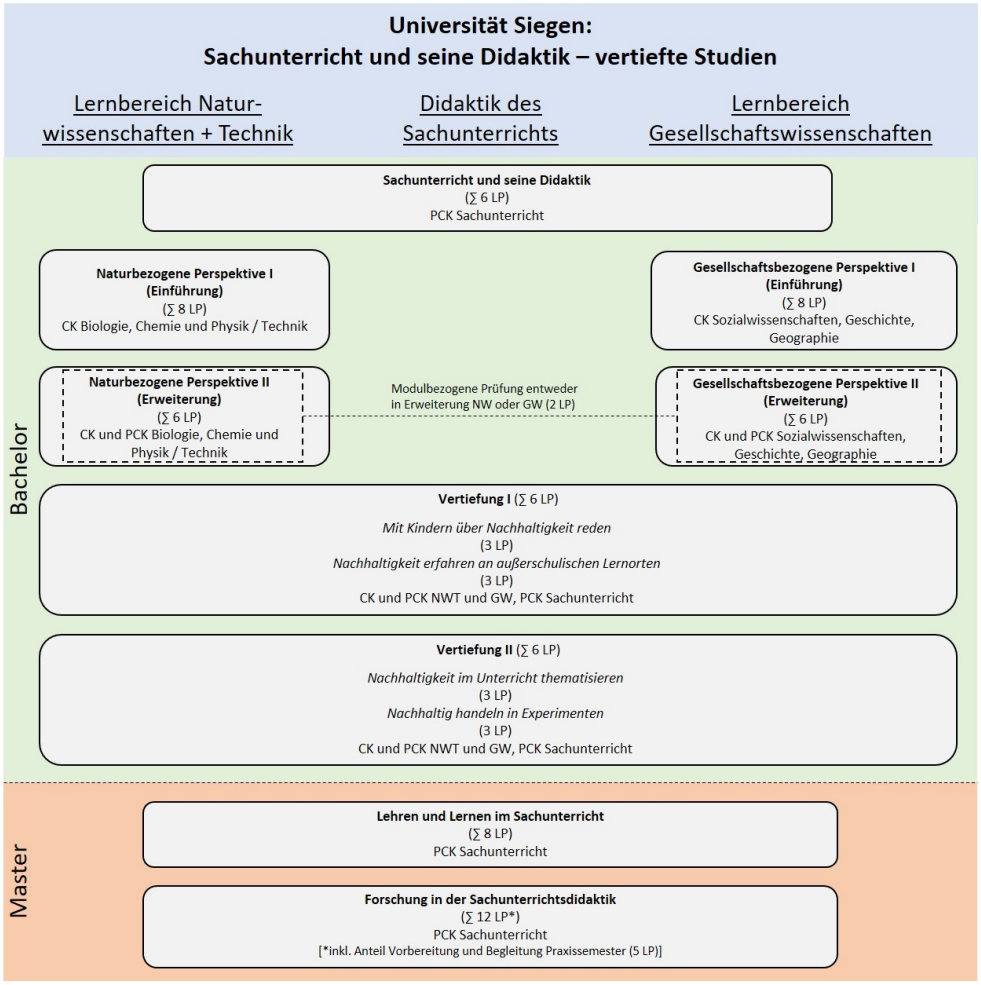


Abbildung A3.8: Übersicht intendiertes Curriculum Universität Siegen

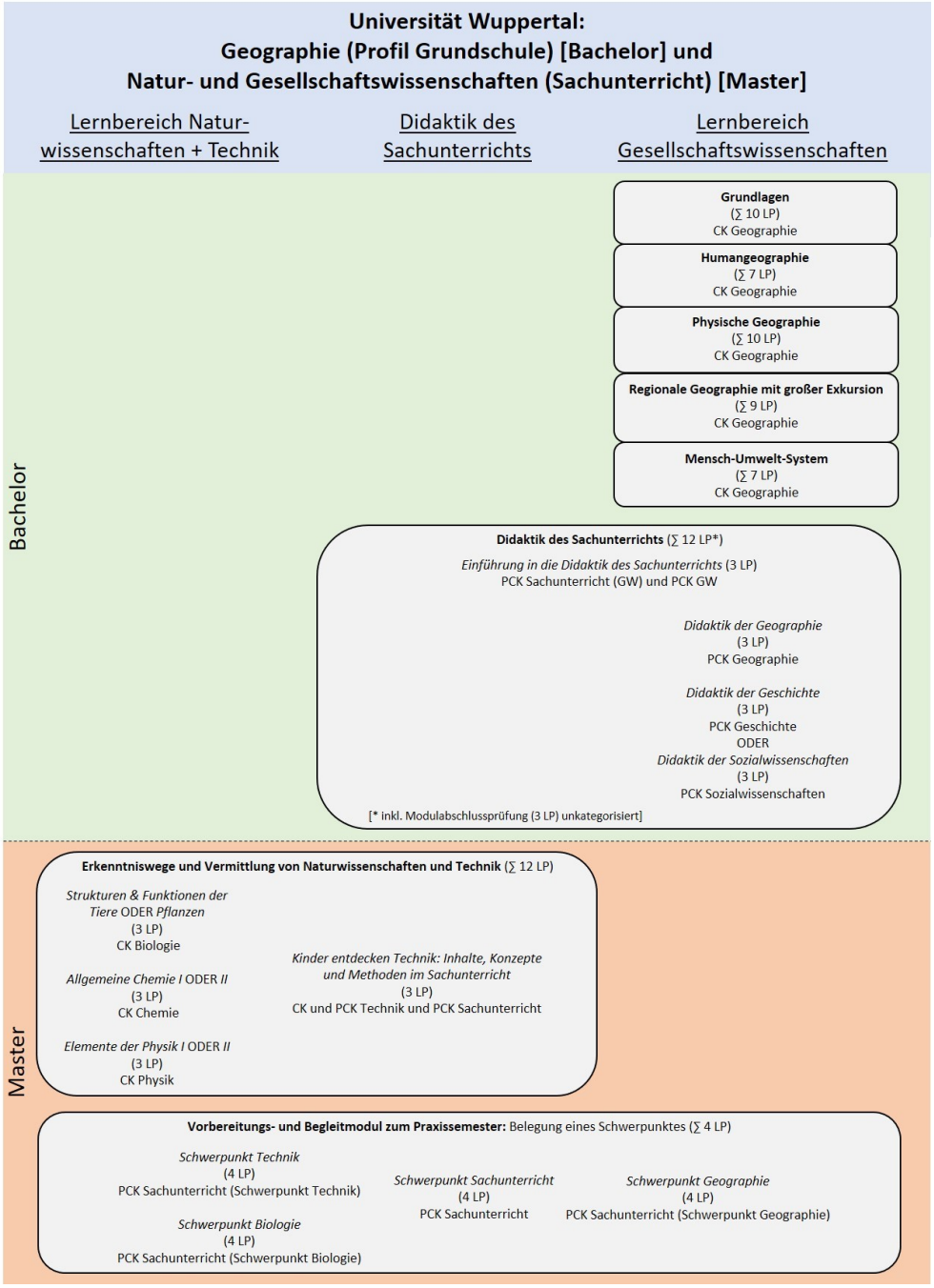


Abbildung A3.9: Übersicht intendiertes Curriculum Universität Wuppertal (Geographie)

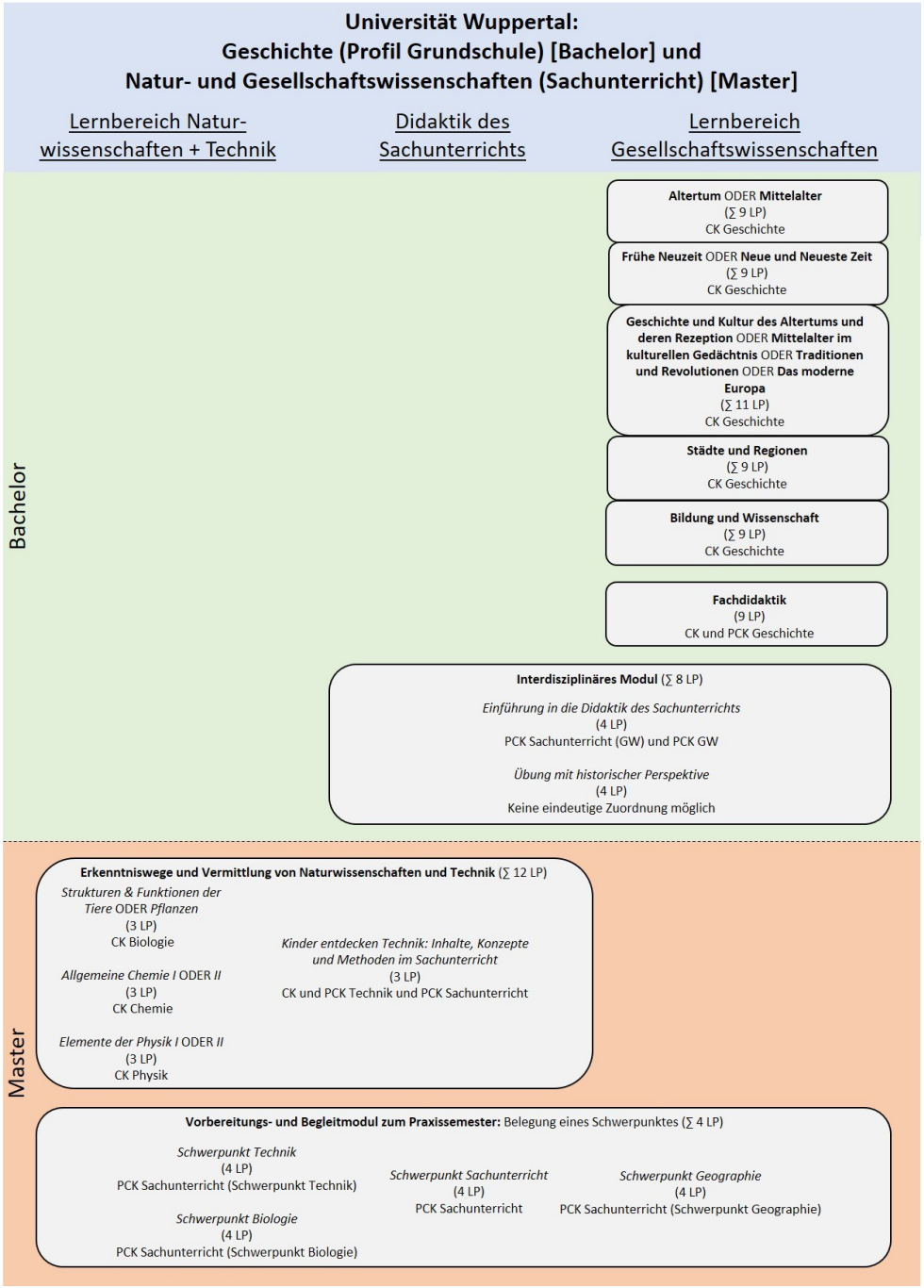


Abbildung A3.10: Übersicht intendiertes Curriculum Universität Wuppertal (Geschichte)

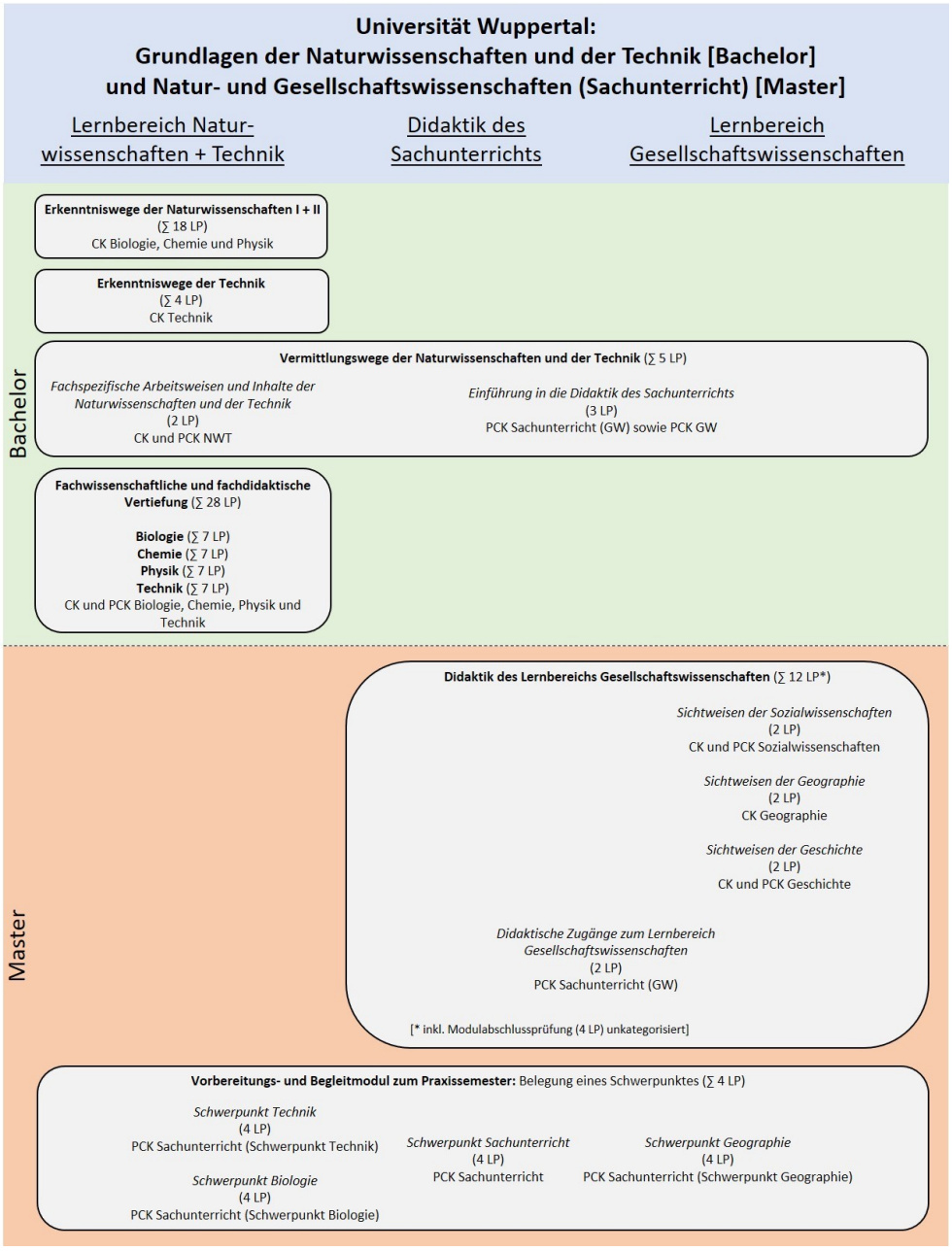


Abbildung A3.11: Übersicht intendiertes Curriculum Universität Wuppertal (Naturwissenschaften und Technik)

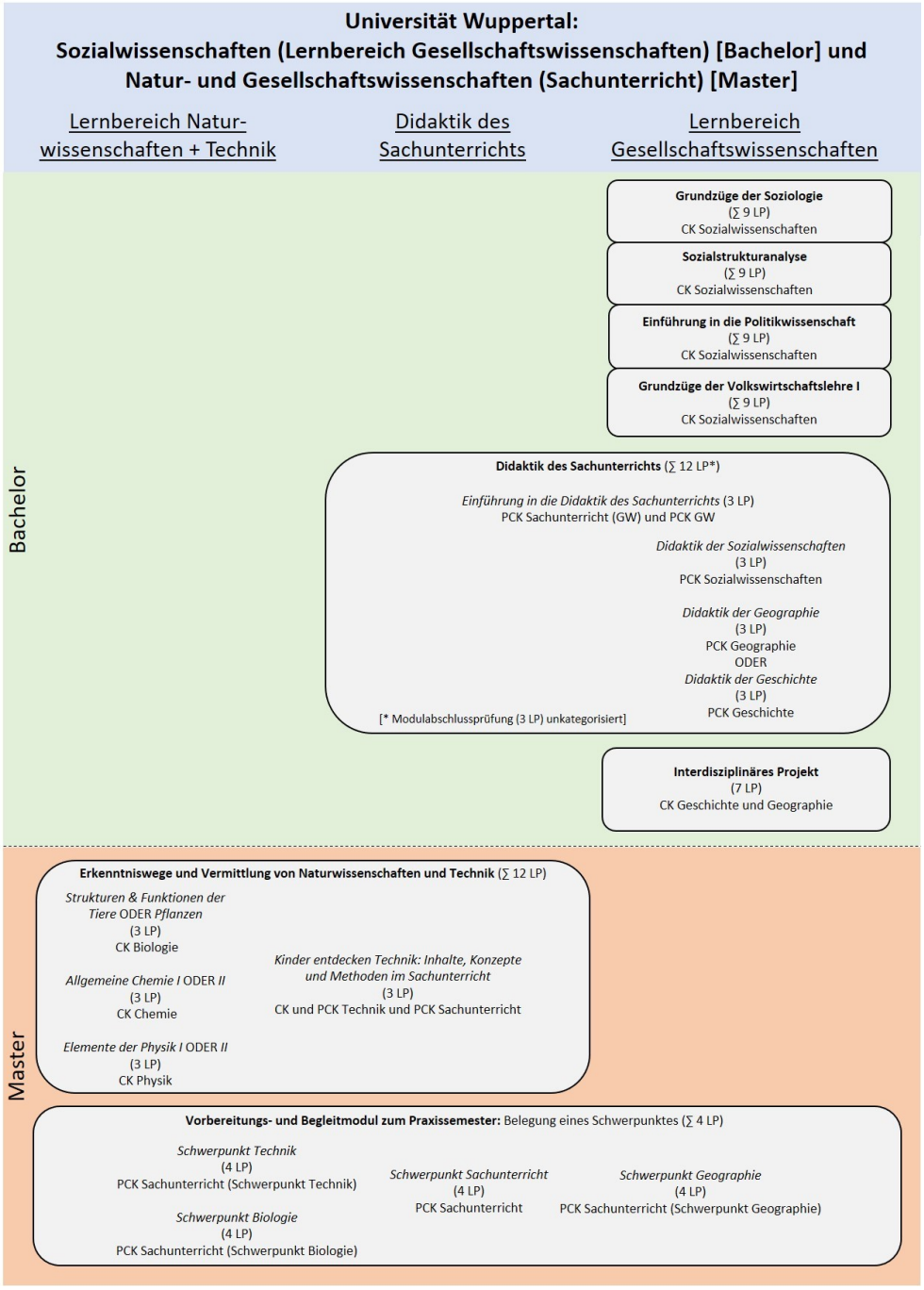


Abbildung A3.12: Übersicht intendiertes Curriculum Universität Wuppertal (Sozialwissenschaften)

A4: Anmerkungen zu Tabelle 2 im Artikel

Es seien an dieser Stelle noch Besonderheiten (in Tabelle 2 mit [a] bis [e] gekennzeichnet) der Standorte Bielefeld, Paderborn und Siegen erläutert, die in der Dokumentenanalyse zur Beantwortung der Forschungsfrage 2 beachtet werden.

[a] Die zwei LP des Bielefelder Teilmoduls „Arbeitsweisen der Natur- und Gesellschaftswissenschaften“ wurden, da keinem Bezugsfach eindeutig zuzuordnen, auf den Lernbereich „Naturwissenschaften und Technik“ (ein LP) und „Gesellschaftswissenschaften“ (ein LP) aufgeteilt und nur in den Summen ($\sum_{NWT}$ und $\sum_{GW}$) eingerechnet.

[b] Für die Standorte Paderborn und Siegen wurden auf curricularer Ebene jeweils zwei Bezugsfächer in einer Modulkomponente zusammengefasst, wobei eine „Schrägstrichtrennung“ vorgenommen wurde. Das heißt, in Paderborn werden „physikalische/technische Grundlagen“ sowie „haushalts-/geographiewissenschaftliche Grundlagen“ gemeinsam vermittelt. Am Standort Siegen trifft dies ebenfalls auf Physik und Technik zu. In der Analyse wurden die zwei LP pro „Schrägstrichrealisierung“ auf die beiden beteiligten Bezugsfächer aufgeteilt. Der Leistungspunkt für Haushaltswissenschaft wurde, mangels fehlender eigener Spalte, lediglich in die Endsumme ($\sum_{Gesamt}$) eingerechnet.

[c] Da – wegen Wahlmöglichkeit – ebenfalls keinem Bezugsfach direkt zuzuordnen, wurden die drei LP der „Naturwissenschaftlichen Erweiterung“ in Paderborn der Summe des Lernbereichs „Naturwissenschaften und Technik“ zugerechnet, die drei LP der „Gesellschaftswissenschaftlichen Erweiterung“ der Summe des Lernbereichs „Gesellschaftswissenschaften“.

[d] Im Paderborner „Vertiefungsmodul“ muss mindestens eine weitere fachliche natur- oder gesellschaftswissenschaftliche Vertiefung gewählt werden. Diese drei LP wurden in die Berechnung der Endsumme ($\sum_{Gesamt}$) des fachwissenschaftlichen Mindestkontaktes einbezogen.

[e] Für den Standort Siegen wurden in die Mindestkontakt-Summen der beiden Lernbereiche je zwei LP für die Prüfungsleistungen der „Naturbezogenen und Gesellschaftsbezogenen Einführung“ eingerechnet, die nicht eindeutig einem Bezugsfach zugeordnet werden können.

A5: Suchvokabular für themenbezogene Fundstellen der dritten Forschungsfrage

Tabelle A5: Suchvokabular für die themenbezogenen Fundstellen der dritten Forschungsfrage. Je Wortstamm ist die Herkunft und eine Beispielfundstelle dargestellt.

Wortstamm	**Herkunft**	**Beispiele**
„netz“	GDSU, 2019	vernetzend
„verknüpf“	Blanck, 2019	Verknüpfung
„integr“	Blanck, 2019	integrativ
„übergr“	GDSU, 2019	übergreifend
„bind“/„bund“	induktiv	verbindend/Fächerverbund
„vielperspektivi“	Blanck, 2019	vielperspektivisch
„mehrperspektivi“	Blanck, 2019	mehrperspektivisch
„multiperspektivi“	Blanck, 2019	multiperspektivisch
„vielschichtig“	induktiv	Vielschichtigkeit
„interdisziplin“	Blanck, 2019	interdisziplinär

A6: Übersicht über die verwendeten Dokumente je Standort

Tabelle A6: Übersicht der zur Dokumentenanalyse verwendete Prüfungsordnungen, Modulhandbücher und Bestimmungen je Standort und Bachelor- sowie Masterstudiengang

Stand-ort	Bachelor / Master	Verwendete Dokumente
BI	Bachelor	Fächerspezifische Bestimmungen (30.06.2016), erste Änderung (03.09.2018), Modulhandbuch
	Master	Fächerspezifische Bestimmungen (30.06.2016), Modul-handbuch
DO	Bachelor	Fächerspezifische Bestimmungen (18.07.2018), Modul-handbuch (14.10.2019)
	Master	Fächerspezifische Bestimmungen (18.07.2018), Modul-handbuch (26.09.2019)
DUE	Bachelor	Fachprüfungsordnung (08.03.2012), erste Änderung (28.10.2016), Modulhandbuch (ohne Datum)
	Master	Fachprüfungsordnung (21.09.2014), erste Änderung (28.10.2016), Modulhandbuch (ohne Datum)
K	Bachelor	Prüfungsordnung (ohne Datum), Modulhandbuch (09.08.2018)
	Master	Prüfungsordnung (ohne Datum), Modulhandbuch (09.08.2018)
MS	Bachelor	Prüfungsordnung (05.06.2018), erste Änderung (29.07.2019)
	Master	Prüfungsordnung (12.09.2013), erste Änderung (23.05.2014), zweite Änderung (18.07.2017), Zweite Ordnung für das Praxissemester (23.07.2018)
PB	Bachelor	Besondere Bestimmungen (29.07.2016), erste Änderung (31.08.2018)
	Master	Besondere Bestimmungen (29.07.2016), erste Änderung (31.08.2018)
SI	Bachelor	Fachspezifische Bestimmungen (23.04.2013), Modulhandbuch (15.04.2013)
	Master	Fachspezifische Bestimmungen (22.05.2013), erste Änderung (25.08.2016), zweite Änderung (19.12.2017), Modulhandbuch (19.12.2017)
W	Bachelor (GNT)	Fachspezifische Bestimmungen (18.11.2014), Änderung (06.10.2016), Modulhandbuch (22.09.2016)
	Bachelor (GEO)	Fachspezifische Bestimmungen (27.02.2018), Modulhandbuch (27.02.2018)
	Bachelor (GE)	Fachspezifische Bestimmungen (17.11.2014), erste Änderung (26.11.2015), zweite Änderung (06.10.2016), Modulhandbuch (28.09.2016)
	Bachelor (SW)	Fachspezifische Bestimmungen (05.03.2015), erste Ände-rung (13.05.2019)
	Master	Fachspezifische Bestimmungen (28.01.2020)

A7: Bibliographische Detailangaben zu den curricularen Dokumenten

Universität Bielefeld (Hrsg.). (03.09.2018). *Fächerspezifische Bestimmungen für das Fach Sachunterricht vom 30. September 2016 i.V.m. der Änderung vom 3. September 2018.* Zugriff am 12.07.2021. Verfügbar unter: https://ekvv.uni-bielefeld.de/sinfo/publ/bachelor/sachunterricht/pdf.

Universität Bielefeld (Hrsg.). (o.D.). *Modulhandbuch: Sachunterricht / Bachelor of Arts FsB vom 30.09.2016 mit Änderung vom 03.09.2018.* Zugriff am 12.07.2021. Verfügbar unter: https://ekvv.uni-bielefeld.de/sinfo/publ/mhd/Modulhandbuch.jsp?fsb=81443076.

Universität Bielefeld (Hrsg.). (30.09.2016). *Fächerspezifische Bestimmungen für das Fach Sachunterricht im Master of Education vom 30. September 2016.* Zugriff am 12.07.2021. Verfügbar unter: https://ekvv.uni-bielefeld.de/sinfo/publ/master-ed/sachunterricht/pdf.

Universität Bielefeld (Hrsg.). (o.D.). *Modulhandbuch: Sachunterricht / Master of Education. FsB vom 30.09.2016.* Zugriff am 12.07.2021. Verfügbar unter: https://ekvv.uni-bielefeld.de/sinfo/publ/mhd/Modulhandbuch.jsp?fsb=81443691.

Universität Dortmund (Hrsg.). (18.07.2018). *Fächerspezifische Bestimmungen für den Lernbereich Natur- und Gesellschaftswissenschaften (Sachunterricht) für ein Lehramt an Grundschulen zur Prüfungsordnung für die Lehramtsbachelorstudiengänge an der Technischen Universität Dortmund vom 18. Juli 2018.* Zugriff am 12.07.2021. Verfügbar unter: https://www.tu-dortmund.de/storages/tu_website/Dezernat_4/Dez._4.4/pruefungsordnungen/faecherspezifische-bestimmungen/2016/bachelor/fsb-natur-und-gesellschaftswissenschaften-ba-gs.pdf.

Universität Dortmund (Hrsg.). (14.10.2019). *Bachelor Sachunterricht – Modulhandbuch (für LABG 2009, Änderungsordnung 2016).* Zugriff am 12.07.2021. Verfügbar unter: http://www.sachunterricht.tu-dortmund.de/cms/Medienpool/Studieninformation/Modulbeschreibungen/2019-10-14-MHB-Sachunterricht-Son_G-Bachelor.pdf.

Universität Dortmund (Hrsg.). (18.07.2018). *Fächerspezifische Bestimmungen für den Lernbereich Natur- und Gesellschaftswissenschaften (Sachunterricht) für ein Lehramt an Grundschulen zur Prüfungsordnung für die Lehramtsmasterstudiengänge an der Technischen Universität Dortmund vom 18. Juli 2018.* Zugriff am 12.07.2021. Verfügbar unter: https://www.tu-dortmund.de/storages/tu_website/Dezernat_4/Dez._4.4/pruefungsordnungen/faecherspezifische-bestimmungen/2016/master/fsb-natur-und-gesellschaftswissenschaften-ma-gs.pdf.

Universität Dortmund (Hrsg.). (26.09.2019 – vorläufige Fassung). *Lehramt Grundschule – Master – Sachunterricht Modulhandbuch (für LABG 2009, Änderungsordnung 2016) – gültig ab WiSe 2019/20.* Zugriff am 12.07.2021. Verfügbar unter: http://www.sachunterricht.tu-dortmund.de/cms/Medienpool/Studieninformation/Modulbeschreibungen/2019-09-26-MHB-Sachunterricht-G-Master.pdf.

Universität Duisburg-Essen (Hrsg.). (28.10.2016). *Fachprüfungsordnung für den Lernbereich Natur- und Gesellschaftswissenschaften (Sachunterricht) im Bachelor-Studiengang mit der Lehramtsoption Grundschulen an der Universität Duisburg-Essen vom 08. März 2012 zuletzt geändert durch zweite Änderungsordnung vom 28. Oktober 2016.* Zugriff am 12.07.2021. Verfügbar unter: https://www.uni-due.de/imperia/md/content/isu/fpo_ba_su_ab16.pdf.

Universität Duisburg-Essen (Hrsg.). (o.D.). *Modulhandbuch für den Lernbereich Natur- und Gesellschaftswissenschaften (Sachunterricht) im Bachelor-Studiengang mit Lehramtsoption Grundschulen an der Universität Duisburg-Essen.* Zugriff am 12.07.2021. Verfügbar unter: https://www.uni-due.de/imperia/md/images/isu2/mhb_ba_2018.pdf.

Universität Duisburg-Essen (Hrsg.). (28.10.2016). *Fachprüfungsordnung für den Lernbereich Natur- und Gesellschaftswissenschaften (Sachunterricht) im Master-Studiengang für das Lehramt an Grundschulen an der Universität Duisburg-Essen vom*

24. September 2014 geändert durch erste Änderungsordnung vom 28. Oktober 2016. Zugriff am 12.07.2021. Verfügbar unter: https://www.uni-due.de/imperia/md/content/isu/fpo_ma_su_ab16.pdf.

Universität Duisburg-Essen (Hrsg.). (o.D.). *Modulhandbuch für den Lernbereich Natur- und Gesellschaftswissenschaften (Sachunterricht) im Master-Studiengang mit Lehramtsoption Grundschule an der Universität Duisburg-Essen.* Zugriff am 12.07.2021. Verfügbar unter: https://www.uni-due.de/imperia/md/images/isu2/mhb_ma_2018.pdf.

Universität Köln (Hrsg.). (o.D.). *Bachelor of Arts Lehramt an Grundschulen Lernbereich Natur- und Gesellschaftswissenschaften.* Zugriff am 02.03.2020. Verfügbar unter: https://zfl.uni-koeln.de/sites/zfl/ZfL-Navi/Pruefungsordnungen/Bachelor/2020/G/4_BA_LBNatur-undGesellschaftswissenschaften_G.pdf.

Universität Köln (Hrsg.). (09.08.2018). *Modulhandbuch Bachelor of Arts Lernbereich Natur- und Gesellschaftswissenschaften Studienprofile Lehramt an Grundschulen und Lehramt für sonderpädagogische Förderung.* Zugriff am 12.07.2021. Verfügbar unter: https://zfl.uni-koeln.de/sites/zfl/ZfL-Navi/Modulhandbuecher/Bachelor/2015/MHB_2015_BA_LB-NatGesW_LA_G_SP.pdf.

Universität Köln (Hrsg.). (o.D.). *Master of Education Lehramt an Grundschulen Lernbereich Natur- und Gesellschaftswissenschaften.* Zugriff am 02.03.2020. Verfügbar unter: https://zfl.uni-koeln.de/sites/zfl/ZfL-Navi/Pruefungsordnungen/Master/2020/G/4_MEd_G_LB_Natur_GesellWi.pdf.

Universität Köln (Hrsg.). (09.08.2018). *Master of Education Lernbereich Natur- und Gesellschaftswissenschaften Studienprofile Lehramt an Grundschulen und Lehramt für sonderpädagogische Förderung.* Zugriff am 12.07.2021. Verfügbar unter: https://zfl.uni-koeln.de/sites/zfl/ZfL-Navi/Modulhandbuecher/Master/2014/MHB-M_LB_Natur-_und_Gesellschaftswissenschaften_G_SP.pdf.

Universität Münster (Hrsg.). (05.06.2018). *Prüfungsordnung für den Lernbereich Natur- und Gesellschaftswissenschaften zur Rahmenordnung für die Bachelorprüfungen innerhalb des Studiums für das Lehramt an Grundschulen an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster vom 5. Juni 2018.* 12.07.2021. Verfügbar unter: https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/wwu/ab_uni/ab2018/ausgabe13/beitrag01.pdf.

Universität Münster (Hrsg.). (29.07.2019). *Erste Ordnung zur Änderung der Prüfungsordnung für den Lernbereich Natur- und Gesellschaftswissenschaften zur Rahmenordnung für die Bachelorprüfungen innerhalb des Studiums für das Lehramt an Grundschulen an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster vom 5. Juni 2018 vom 29. Juli 2019.* Zugriff am 12.07.2021. Verfügbar unter: https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/wwu/ab_uni/ausgabe22/beitrag04.pdf.

Universität Münster (Hrsg.). (12.09.2013). *Prüfungsordnung für den Lernbereich Natur- und Gesellschaftswissenschaften innerhalb des Studiums für das Lehramt an Grundschulen mit dem Abschluss Master of Education an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster (Rahmenordnung 2009) vom 12. September 2013.* Zugriff am 12.07.2021. Verfügbar unter: https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/wwu/ab_uni/ab2013/ausgabe33/beitrag02.pdf.

Universität Münster (Hrsg.). (23.05.2014). *Erste Ordnung zur Änderung der Prüfungsordnung für den Lernbereich Natur- und Gesellschaftswissenschaften innerhalb des Studiums für das Lehramt an Grundschulen mit dem Abschluss Master of Education an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster (Rahmenordnung 2009) vom 12. September 2013 vom 23. Mai 2014.* Zugriff am 12.07.2021. Verfügbar unter: https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/wwu/ab_uni/ab2014/ausgabe25/beitrag03.pdf.

Universität Münster (Hrsg.). (18.07.2017). *Zweite Ordnung zur Änderung der Prüfungsordnung für den Lernbereich Natur- und Gesellschaftswissenschaften innerhalb*

des Studiums für das Lehramt an Grundschulen mit dem Abschluss Master of Education an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster (Rahmenordnung 2009) vom 12. September 2013 vom 18. Juli 2017. Zugriff am 12.07.2021. Verfügbar unter: https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/wwu/ab_uni/ab2017/ausgabe21/beitrag01.pdf.

Universität Münster (Hrsg.). (23.07.2018). *Zweite Ordnung für das Praxissemester der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster vom 23.07.2018*. Zugriff am 12.07.2021. Verfügbar unter: https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/lehrerbildung/praxisphasen/ps/ordnung_f__r_das_praxissemester_2018-07-23.pdf.

Universität Paderborn (Hrsg.). (29.07.2016). *Besondere Bestimmungen der Prüfungsordnung für den Bachelorstudiengang Lehramt an Grundschulen mit dem Lernbereich Natur- und Gesellschaftswissenschaften (Sachunterricht) an der Universität Paderborn vom 29. Juli 2016.* Zugriff am 12.07.2021. Verfügbar unter: http://digital.ub.uni-paderborn.de/hs/download/pdf/2105659?originalFilename=true.

Universität Paderborn (Hrsg.). (31.08.2017). *Satzung zur Änderung der besonderen Bestimmungen der Prüfungsordnung für den Bachelorstudiengang Lehramt an Grundschulen mit dem Lernbereich Natur- und Gesellschaftswissenschaften (Sachunterricht) an der Universität Paderborn.* Zugriff am 12.07.2021. Verfügbar unter: http://digital.ub.uni-paderborn.de/hs/download/pdf/2563373?originalFilename=true.

Universität Paderborn (Hrsg.). (29.07.2016). *Besondere Bestimmungen der Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Lehramt an Grundschulen mit dem Lernbereich Natur- und Gesellschaftswissenschaften (Sachunterricht) an der Universität Paderborn vom 29. Juli 2016.* Zugriff am 12.07.2021. Verfügbar unter: http://digital.ub.uni-paderborn.de/hs/download/pdf/2105667?originalFilename=true.

Universität Paderborn (Hrsg.). (31.08.2017). *Satzung zur Änderung der besonderen Bestimmungen der Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Lehramt an Grundschulen mit dem Lernbereich Natur- und Gesellschaftswissenschaften (Sachunterricht) an der Universität Paderborn.* Zugriff am 12.07.2021. Verfügbar unter: http://digital.ub.uni-paderborn.de/hs/download/pdf/2563406?originalFilename=true.

Universität Siegen (Hrsg.). (23.04.2013). *Fachspezifische Bestimmung für das Fach „Sachunterricht und seine Didaktik" im Bachelorstudium für das Lehramt Grundschule der Universität Siegen.* Zugriff am 12.07.2021. Verfügbar unter: http://www.uni-siegen.de/start/news/amtliche_mitteilungen/jahrgang_2013/29_2013_fsb_sachunterricht_la_grundschule.pdf.

Universität Siegen (Hrsg.). (15.04.2013). *Modulhandbuch Lehramt Sachunterricht und seine Didaktik. (Lernbereich Natur- und Gesellschaftswissenschaften). Bachelor. Universität Siegen.* Zugriff am 12.07.2021. Verfügbar unter: https://www.uni-siegen.de/zlb/formulareunddownloads/ordnungen-mhb-fsb/mhb/gs/mhb_sachunterricht-ba.pdf.

Universität Siegen (Hrsg.). (22.05.2013). *Fachspezifische Bestimmung für das Fach Sachunterricht im Masterstudium für das Lehramt an Grundschule der Universität.* Zugriff am 12.07.2021. Verfügbar unter: http://www.uni-siegen.de/start/news/amtliche_mitteilungen/jahrgang_2013/46_2013_fsb_sachunt_ma_la_grunds.pdf.

Universität Siegen (Hrsg.). (25.08.2016). *Ordnung zur Änderung der Fachspezifischen Bestimmung für das Fach Sachunterricht im Masterstudium für das Lehramt an Grundschulen der Universität Siegen.* Zugriff am 12.07.2021. Verfügbar unter: https://www.uni-siegen.de/start/news/amtliche_mitteilungen/jahrgang2016/149_2016_aeo_fb_ma_lehramt_g_sachunterricht.pdf.

Universität Siegen (Hrsg.). (19.12.2017). *Zweite Ordnung zur Änderung der Fachspezifischen Bestimmung für das Fach Sachunterricht im Masterstudium für das Lehramt an Grundschulen der Universität Siegen.* Zugriff am 12.07.2021. Verfügbar unter: https://www.uni-siegen.de/start/news/amtliche_mitteilungen/jahrgang_2017/129_2017_2._aeo_fsb_sachunterricht_ma_g.pdf.

Universität Siegen (Hrsg.). (15.04.2013). *Modulhandbuch MA Sachunterricht und seine Didaktik (Lernbereich Natur- und Gesellschaftswissenschaften).* Zugriff am 12.07. 2021. Verfügbar unter: https://www.uni-siegen.de/zlb/formulareunddownloads/ordnungen-mhb-fsb/mhb/gs/mhb_sachunterricht-ma.pdf.

Universität Siegen (Hrsg.). (o.D.). *Modulhandbuch (Master), gültig für Studierende, die sich ab Nov. 2017 für das Praxissemester angemeldet haben.* Zugriff am 12.07. 2021. Verfügbar unter: https://www.uni-siegen.de/zlb/formulareunddownloads/ordnungen-mhb-fsb/mhb/gs/mhb_sachunterricht-ma-ab2017.pdf.

Universität Wuppertal (Hrsg.). (18.11.2014). *Prüfungsordnung (Fachspezifische Bestimmungen) für den Teilstudiengang Grundlagen der Naturwissenschaften und der Technik im Kombinatorischen Studiengang Bachelor of Arts an der Bergischen Universität Wuppertal vom 18.11.2014.* Zugriff am 13.07.2021. Verfügbar unter: https://bscw.uni-wuppertal.de/pub/bscw.cgi/d9735516/am14113.pdf.

Universität Wuppertal (Hrsg.). (06.10.2016). *Änderung der Prüfungsordnung (Fachspezifische Bestimmungen) für den Teilstudiengang Grundlagen der Naturwissenschaften und der Technik im Kombinatorischen Studiengang Bachelor of Arts an der Bergischen Universität Wuppertal vom 06.10.2016.* Zugriff am 13.07.2021. Verfügbar unter: https://bscw.uni-wuppertal.de/pub/bscw.cgi/d10283578/am16087.pdf.

Universität Wuppertal (Hrsg.). (22.09.2016). *Module des Studienganges Grundlagen der Naturwissenschaften und der Technik im Kombinatorischen Studiengang Bachelor of Arts (2016).* Zugriff am 13.07.2021. Verfügbar unter: https://bscw.uni-wuppertal.de/pub/bscw.cgi/d10321219/GNT_KBA_2016.pdf.

Universität Wuppertal (Hrsg.). (27.02.2018). *Prüfungsordnung (Fachspezifische Bestimmungen) für den Teilstudiengang Geographie im Kombinatorischen Studiengang Bachelor of Arts an der Bergischen Universität Wuppertal vom 27.02.2018.* Zugriff am 13.07.2021. Verfügbar unter: https://bscw.uni-wuppertal.de/pub/bscw.cgi/d10809589/am18017.pdf.

Universität Wuppertal (Hrsg.). (05.03.2018). *Modulhandbuch des Studiengangs Geographie im Kombinatorischen Bachelor of Arts (2018).* Zugriff am 13.07.2021. Verfügbar unter: https://bscw.uni-wuppertal.de/pub/bscw.cgi/d10812790/20180305_geographie_im_kombinatorischen_studiengang_bachelor_of_arts_2018.pdf.

Universität Wuppertal (Hrsg.). (17.11.2014). *Prüfungsordnung (Fachspezifische Bestimmungen) für den Teilstudiengang Geschichte im Kombinatorischen Studiengang Bachelor of Arts an der Bergischen Universität Wuppertal vom 17.11.2014.* Zugriff am 13.07.2021. Verfügbar unter: https://bscw.uni-wuppertal.de/pub/bscw.cgi/d9734823/am14103.pdf.

Universität Wuppertal (Hrsg.). (26.02.2015). *Änderung der Prüfungsordnung (Fachspezifische Bestimmungen) für den Teilstudiengang Geschichte im Kombinatorischen Studiengang Bachelor of Arts an der Bergischen Universität Wuppertal vom 26.02. 2015.* Zugriff am 13.07.2021. Verfügbar unter: https://bscw.uni-wuppertal.de/pub/bscw.cgi/d9778498/am15025.pdf.

Universität Wuppertal (Hrsg.). (06.10.2016). *Änderung der Prüfungsordnung (Fachspezifische Bestimmungen) für den Teilstudiengang Geschichte im Kombinatorischen Studiengang Bachelor of Arts an der Bergischen Universität Wuppertal vom 06.10.2016.* Zugriff am 13.07.2021. Verfügbar unter: https://bscw.uni-wuppertal.de/pub/bscw.cgi/d10283569/am16086.pdf.

Universität Wuppertal (Hrsg.). (28.09.2016). *Module des Studienganges Geschichte im Kombinatorischen Studiengang Bachelor of Arts (2016).* Zugriff am 13.07.2021. Verfügbar unter: https://bscw.uni-wuppertal.de/pub/bscw.cgi/d10321367/Geschichte_KBA_2016.pdf.

Universität Wuppertal (Hrsg.). (05.03.2015). *Prüfungsordnung (Fachspezifische Bestimmungen) für den Teilstudiengang Sozialwissenschaften im Kombinatorischen*

Studiengang Bachelor of Arts an der Bergischen Universität Wuppertal vom 05.03.2015. Zugriff am 13.07.2021. Verfügbar unter: https://bscw.uni-wuppertal.de/pub/bscw.cgi/d9781346/am15028.pdf.

Universität Wuppertal (Hrsg.). (13.05.2019). *Änderung der Prüfungsordnung (Fachspezifische Bestimmungen) für den Teilstudiengang Sozialwissenschaften im Kombinatorischen Studiengang Bachelor of Arts an der Bergischen Universität Wuppertal vom 13.05.2019.* Zugriff am 13.07.2021. Verfügbar unter: https://bscw.uni-wuppertal.de/pub/bscw.cgi/d11417067/am19022.pdf.

Universität Wuppertal (Hrsg.). (28.01.2020). *Prüfungsordnung (Fachspezifische Bestimmungen) für den Teilstudiengang Natur- und Gesellschaftswissenschaften (Sachunterricht) im Kombinationsstudiengang Lehramt an Grundschulen mit dem Abschluss Master of Education an der Bergischen Universität Wuppertal.* Zugriff am 13.07.2021. Verfügbar unter: https://bscw.uni-wuppertal.de/pub/bscw.cgi/d11712118/am20023.pdf.

A8: Verzeichnis der im Anhang verwendeten Literatur und Internetquellen

Blanck, B. (2019). Erwägungsorientiert-deliberative Pädagogik und Didaktik als Grundlage für intra-, inter- und transdisziplinäre Bildung. *inter- und transdisziplinäre Bildung, 1* (1), 32–44.

GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts). (2019). *Qualitätsrahmen Lehrerbildung Sachunterricht und seine Didaktik.* Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

KMK (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland). (2019). *Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften.* Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004 i.d.F. vom 16.05.2019. Zugriff am 19.07.2021. Verfügbar unter: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Standards-Lehrerbildung-Bildungswissenschaften.pdf.

MSW NRW (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen). (2016). *Verordnung über den Zugang zum nordrhein-westfälischen Vorbereitungsdienst für Lehrämter an Schulen und Voraussetzungen bundesweiter Mobilität (Lehramtszugangsverordnung – LZV).* Zugriff am 13.07.2021. Verfügbar unter: https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_vbl_detail_text?anw_nr=6&vd_id=15620&vd_back=N.

XI.9 Online-Supplement zu Manuskript 2

PFLB
PraxisForschungLehrer*innenBildung
Zeitschrift für Schul- und Professionsentwicklung

Online-Supplement

Wasser, Wald & Wuppertal

Kohärenzerleben von Sachunterrichtsstudierenden bei der Planung, Durchführung und Nachbereitung einer Exkursion

Online-Supplement: Anhänge zum Beitrag

Melanie Beudels[1,2,*], Ina Jeske[2] & Angelika Preisfeld[1]

[1] *Bergische Universität Wuppertal, Lehrstuhl für Zoologie und Didaktik der Biologie*
[2] *Bergische Universität Wuppertal, Institut für Geographie und Sachunterricht*
[*] *Kontakt: Bergische Universität Wuppertal, Gaußstraße 20, 42119 Wuppertal*
melanie.beudels@uni-wuppertal.de

Zitationshinweis:
Beudels, M., Jeske, I., & Preisfeld, A. (2021). Wasser, Wald & Wuppertal. Kohärenzerleben von Sachunterrichtsstudierenden bei der Planung, Durchführung und Nachbereitung einer Exkursion [Online-Supplement: Anhänge zum Beitrag]. *PFLB – PraxisForschungLehrer*innenBildung, 3* (1), 71–103. https://doi.org/10.11576/pflb-4455

Online verfügbar: 04.06.2021

ISSN: 2629-5628

© Die Autor*innen 2021. Dieser Artikel ist freigegeben unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung, Weitergabe unter gleichen Bedingungen, Version 4.0 International (CC BY-SA 4.0).
URL: https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/de/legalcode

Verzeichnis der Anhänge

Anhang A1: Beschreibung des Ablaufs der ersten Seminarvariante im WiSe 2017/2018 3
Anhang A2: Beispiele von erarbeiteten Forschungsaufträgen für die Exkursion 6
Anhang A3: Arbeitsergebnisse der ersten Seminarphase (SoSe 2018) 7
Anhang A4: Bewertungsbogen für die Prüfungsleistung 8
Anhang A5: Explorative Faktorenanalyse 9
Anhang A6: Übersicht der Fragen zu Erfahrungen, Erwartungen und Studierendenreaktionen 10
Anhang A7: Kategoriensysteme – Beispiele 11
Anhang A8: Tabellarische Darstellung der Ergebnisse – Lernvoraussetzungen / Erfahrungen 17
Anhang A9: Tabellarische Darstellung der Ergebnisse – Selbstwirksamkeitserwartungen 18
Anhang A10: Tabellarische Darstellung der Ergebnisse – Situationales Interesse 19
Anhang A11: Literaturverzeichnis des Anhangs 20

Anhang A1: Beschreibung des Ablaufs der ersten Seminarvariante im WiSe 2017/2018

In der ersten Kursvariante (WiSe 2017/2018) fand die Exkursion in das Gelpetal aus zwei Gründen direkt nach einer Einstiegssitzung in das Seminar statt. Sie sollte als motivationaler Einstieg in das Seminar dienen, eine erste Auseinandersetzung mit den Lerngegenständen ermöglichen sowie durch das Sammeln von Erfahrungen weitergehende Fragestellungen anregen (vgl. Baar & Schönknecht, 2018, S. 89f.; Dühlmeier, 2010, S. 33; Meyer, 2011, S. 122f.). Aufgrund der Verortung des Seminars im Wintersemester und der damit einhergehenden jahreszeitlichen Tageslängen und Temperaturen fiel außerdem die Entscheidung darauf, die Exkursion noch Ende Oktober durchzuführen. Ein Überblick über den Ablauf der ersten Seminarvariante ist in Abb. A1 dargestellt. Zentrales Element war die vierstündige Exkursion, welche durch eine 90-minütige Sitzung vorbereitet wurde. Nach der Exkursion fanden neun Reflexions- und Nachbereitungstermine sowie eine den Kurs abschließende Sitzung statt. Umrahmt wurden die zwölf Sitzungen von einer Prä- und Post-Studierendenbefragung.

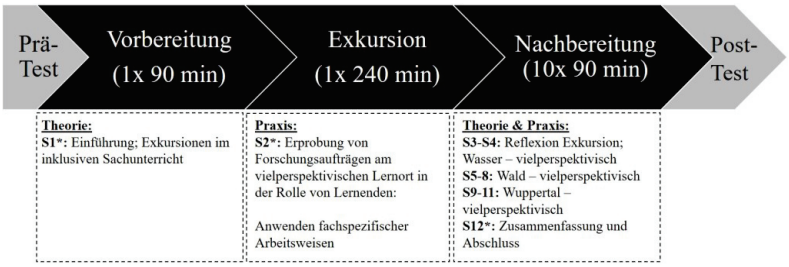


Abbildung A1: Ablauf und Inhalte des Seminares im WiSe 2017/2018. In den mit Sternchen (*) markierten Sitzungen waren beide Dozierenden anwesend. (eigene Darstellung)

Phase 1: Vorbereitung Exkursion (1x 90min)

Um Transparenz zu schaffen, wurden auch hier nach einer Vorstellungsrunde des Teams die Inhalte, die Ziele, die Seminarstruktur und die summative Prüfungsleistung kurz vorgestellt. Die in der nachfolgenden Woche stattfindende Exkursion wurde vorbereitet, indem Organisatorisches (Treffpunkt, mitzubringende Materialien/Ausstattung etc.) besprochen wurde. Die Studierenden sollten sich im Anschluss zu Kleingruppen zusammenschließen, damit von den Dozent*innen vorbereitete Forschungsaufträge – auf Arbeitsblättern festgehalten – für die Exkursion auf- und ausgeteilt werden konnten (insgesamt acht Forschungsaufträge, u.a. „Die Geschichte des Gelpetals erforschen“, „Den Wald mir allen Sinnen erleben“; je Gruppe zwei bis drei Student*innen).

Im zweiten Teil der ersten Seminarsitzung erhielten die Studierenden durch einen Vortrag der beiden Dozierenden – gemeinsam mit der Expertin für inklusive Lerngruppen im Sachunterricht vorbereitet – Einblicke in die Methode der Exkursion im Sachunterricht, mit Schwerpunkt auf Aspekten, die bei der Planung, Durchführung und Nachbereitung im Hinblick auf inklusive Lerngruppen zu beachten sind (Henrichwark, 2017).

Zur Vorbereitung auf die Exkursion bekamen die Studierenden die Aufgabe, die Arbeitsblätter zu sichten und darauf befindliche Vorbereitungsaufgaben zu bearbeiten. Nachfolgend ist ein Beispiel dazu angeführt:

*„Überlegen Sie sich, welche Forschungsfragen Sie und Grundschüler*innen zu dem Thema ‚Die Geschichte des Gelpetals‘ haben (könnten). Notieren Sie diese.“*

Phase 2: Durchführung Exkursion (1x 240min)

Auch hier wurde eine Kombination aus einer „problemorientierten Überblicksexkursion“ und einer „handlungsorientierten“ bzw. in Teilen „konstruktivistischen Arbeitsexkursion“ (vgl. Stolz & Feiler, 2018, S. 25ff.) gewählt. Für die Bearbeitung der Forschungsaufträge noch benötigte Materialien wurden verteilt, und im Anschluss wurde zu einem auf der Vorexkursion festgelegten Standort an der Gelpe gewandert. Dort konnten die Kleingruppen mit der Bearbeitung der ersten Forschungsaufträge beginnen. Während eine Gruppe z.B. umherstreifte, um im Wald und an der Gelpe für spätere Steckbrieferstellungen Informationen über die „Bewohner des Gelpetals“ zu sammeln (mithilfe der Arbeitsweisen Betrachten, Beobachten, Untersuchen, Bestimmen, Fotografieren, Sachzeichnen, Lesen von Informationsschildern), erkundete eine andere Gruppe den Lernort mit allen Sinnen, indem u.a. festgehalten wurde, was man riechen und hören konnte. Im weiteren Streckenverlauf konnten einige der Aufgaben (z.B. die beiden gerade genannten oder die Erfassung der Topografie des Geländes mittels GPS-Empfänger) weitergeführt werden. An auffälligen Stellen, z.B. einer natürlichen Abbruchkante oder historischen Wirtschaftsgebäuden am Wegesrand, stoppte die Gruppe, und die jeweilige Expertin verwies in kurzen Input-Vorträgen auf Details und/oder die Relevanz dieser Stellen für die Bearbeitung der Forschungsaufträge. An einer weiteren, auf der Vorexkursion ausgewählten Stelle wurde genug Zeit zur Verfügung gestellt, um die Bearbeitung der Forschungsaufträge fertigzustellen.

Die Arbeitsblätter enthielten am Ende weiterführende Fragen, welche als Vorbereitung auf die nachfolgenden Sitzungen bearbeitet werden sollten. Nachfolgend sind drei Beispiele dafür aufgeführt:

„Welche Probleme / Schwierigkeiten könnten bei einer Exkursion während der Bearbeitung der Aufgaben auftreten, und wie würden Sie als Lehrkraft damit umgehen?“

„Sie wollen diese Aufgabe nun im Sachunterricht durchführen. Welche der obigen Schritte sollten vor der Exkursion geschehen? Welche während, welche nach der Exkursion? Warum?“

„Die hier angewandte Arbeitsweise ist: ‚Steckbrief‘ erstellen“. Welche Kompetenzen der SuS fördert sie? Denken Sie dabei auch an inklusive Lerngruppen. Mit welchen anderen Arbeitsweisen, die im Sachunterricht zur Anwendung kommen, könnte sie verknüpft werden?“

Phase 3: Nachbereitung Exkursion (10x 90 min)

Ziele der Sitzungen im Anschluss an die Exkursion waren die intensive Nach- und Aufbereitung der auf der Exkursion bearbeiteten Forschungsaufträge sowie die Reflexion des Erlebten im Hinblick auf die eigene Professionalisierung (vgl. Böing & Sachs, 2007, S. 40). Wie in Abbildung A1 (auf S. 3) zu erkennen, wurden in den Sitzungen drei bis elf die Kontexte Wasser, Wald und Wuppertal separat betrachtet. Je nach Schwerpunkt der Sitzung (naturwissenschaftliche und technische Perspektive oder gesellschaftswissenschaftliche Perspektiven) wurden sie entweder von der Dozierenden mit Expertise für Naturwissenschaften und Technik oder der Dozierenden mit Expertise für die gesellschaftswissenschaftlichen Perspektiven geleitet.

Nach einer kurzen Input-Einheit der Lehrenden zum vielperspektivischen, inklusiven Sachunterricht wurde in der ersten Sitzung nach der Exkursion im Plenum zunächst darüber reflektiert und diskutiert, welche der Erlebnisse auf der Exkursion Aspekte, die in der Einstiegssitzung des Seminars zu Exkursionen mit inklusiven Lerngruppen vorgestellt wurden, tangiert hatten und welche Handlungsmöglichkeiten je Situation bestanden.

Im Anschluss und in den nachfolgenden Sitzungen wurden die Forschungsaufträge besprochen, indem die jeweiligen Studierendenteams den anderen Teilnehmer*innen zunächst die Aufgabe, ihr Vorgehen, ihre Ergebnisse (gewonnenes Fachwissen) und z.B. aufgetretene Schwierigkeiten vorstellten. Außerdem sollte gemeinsam überlegt werden, welche Differenzierungsmöglichkeiten es je Forschungsauftrag gibt und welche Kompetenzen durch die verschiedenen fachspezifischen Arbeitsweisen gefördert werden können. So wurde z.B. in der Sitzung zum Kontext Wasser mit Schwerpunkt auf der naturwissenschaftlichen und der technischen Perspektive diskutiert, welche Daten über die Eigenschaften der Gelpe wie gewonnen werden können (z.B. Wassertemperaturmessung mithilfe eines Thermometers), welche Probleme auftauchen können (z.B. Kind fällt in das Wasser → Gewässer wählen, das flach ist und geringe Fließgeschwindigkeit hat, Wechselkleidung mitbringen) und wie *alle* Kinder unter Einbezug ihrer unterschiedlichen Fähigkeiten einbezogen werden können (z.B. Messung Fließgeschwindigkeit: zwei Kinder messen die Strecke aus, ein Kind bedient die Stoppuhr, eines wirft ein Holzstück in das Wasser und ruft „Start“, ein weiteres fängt es mit einem Kescher wieder ein und ruft „Stopp“).

Zudem gab es in allen Sitzungen wiederum Vorträge der Dozierenden zu fachwissenschaftlichen (Kontexte Wasser, Wald, Wuppertal aus den verschiedenen Perspektiven und Vernetzung dieser) und fachdidaktischen Inhalten (Erhebung von und Umgang mit Präkonzepten; fachspezifische Vermittlungsmethoden). Dabei wurden auch Möglichkeiten der Differenzierung und Individualisierung vorgestellt (z.B. beim Erstellen von Steckbriefen; Begabtenförderung).

Die letzte Sitzung diente primär der Zusammenfassung des im Seminar Gelernten im Hinblick auf die anfangs vorgestellten Kursziele. Moderiert durch das Dozierendenteam und unterstützt durch Präsentationsfolien waren die Studierenden aufgefordert, behandelte fachwissenschaftliche Inhalte, eingesetzte fachspezifische Arbeitsweisen und Vermittlungsmethoden (beides in Bezug auf die Vielperspektivität des Sachunterrichts) sowie Aspekte, die es bei der Vor- und Nachbereitung sowie Durchführung von Exkursionen mit inklusiven Lerngruppen zu beachten gilt, zu wiederholen und mit den Erlebnissen und Erkenntnissen durch die Exkursion zu verknüpfen. Anschließend wurde die Prüfungsleistung (vgl. Kap. 4.5 im Beitrag) im Detail besprochen und auf die Post-Fragebogenerhebung verwiesen.

Anhang A2: Beispiele von erarbeiteten Forschungsaufträgen für die Exkursion

Tabelle A2: Auszug aus den von den Studierenden erarbeiteten und auf der Exkursion erprobten Forschungsaufträgen, denen jeweils Bezüge zu den Sachunterrichtsperspektiven, abgedeckte fachwissenschaftliche Inhalte und fachspezifische Arbeitsweisen zugeordnet sind (eigene Darstellung)

Forschungsauftrag	Sachunterrichts-Perspektiven	Fachwissen	Fachspezifische Arbeitsweise(n)
Bauen und Erproben eines einfachen Wasserrads aus Alltagsmaterialien	Technik, Naturwissenschaften, Geschichte*	Typen und Funktionsweisen von Wasserrädern	Sachzeichnen*, Herstellen und Bauen von Produkten, dann Ausprobieren, Beobachten
Erhebung von Daten zur Gelpe und zum Gelpetal und zu Eigenschaften der Gelpe und des Gelpetals	Naturwissenschaften, Geographie, Mathematik**	Eigenschaften von Fließgewässern, z.B. Strömungsgeschwindigkeit, Temperatur des Wassers, Geologische Entwicklung, Boden(-entstehung), Klima, Relief	Beobachten, Messen, Erfassung und Auswertung von Daten, Protokollieren, Orientierung mithilfe von Karten, Kompass und GPS, Bestimmen (Gestein und Boden)
Bestimmen und Erkunden von Lebewesen im Gelpetal mit allen Sinnen	Naturwissenschaften, Geographie	Tiere, Pflanzen und Pilze in ihren Lebensräumen, Morphologie und Verhalten von Lebewesen	Untersuchen, Vergrößern, Bestimmen, Beobachten, Vergleichen, Fotografieren, Erstellen von Steckbriefen/ Infokarten*, Anlegen eines Herbariums*
Erkundung der geographischen Voraussetzungen für die wirtschaftliche Entwicklung und historische Bedeutsamkeit des Gelpetals	Geographie, Geschichte, Sozialwissenschaften, Naturwissenschaften, Technik	Wirtschaftsgebäude (Hämmer und Schleifkotten), Energieumwandlung am Beispiel Wasserkraft, Bauweisen Wohnhäuser, Berufe und das Leben früher und heute	Arbeit mit Quellen, Spurensuche im Gelände, Betrachten, Beobachten, Fotografieren, Erstellen eines Zeitstrahls*, Recherchieren*, Interview*

Anmerkungen: * Während der Vor- und/oder Nachbereitung der Exkursion. ** Bei vielen Themen des Sachunterrichts bietet es sich auch an, fächerübergreifend zu arbeiten (vgl. Köhnlein, 2012, S. 155). In diesem Beispiel ist es u.a. sinnvoll, das Erheben und Auswerten von Messdaten im Mathematikunterricht vor- und nachzubereiten.

Anhang A3: Arbeitsergebnisse der ersten Seminarphase (SoSe 2018)

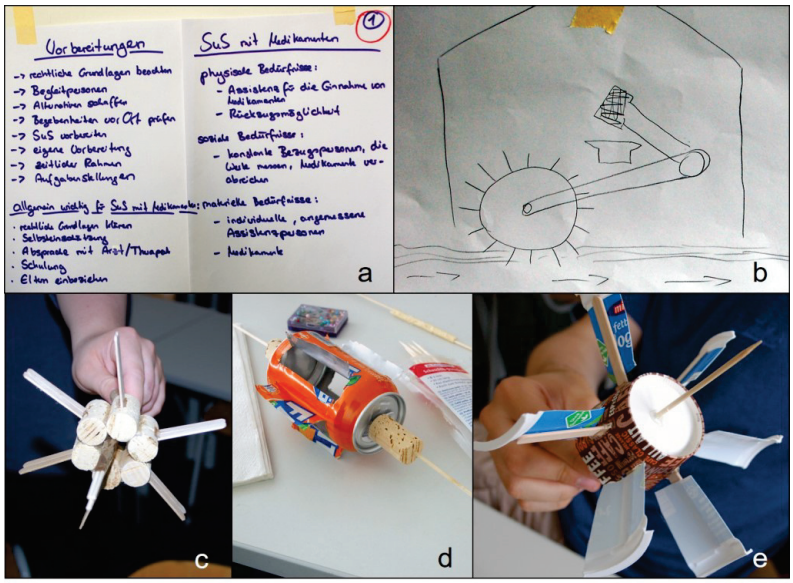


Abbildung A3: Arbeitsergebnisse aus Seminarphase 1:

a: Plakat einer Studierendengruppe zum Thema „Vorbereitung/Planung von Exkursionen im inklusiven Sachunterricht“

b: Zeichnungen zu Vorstellungen zum Bau und zu der Funktion von Wasserrädern

c–e: Aus Abfall und ergänzenden Materialien gebaute Wasserräder, die in Phase 2 getestet werden.

Bildquellen: Melanie Beudels

Anhang A4: Bewertungsbogen für die Prüfungsleistung

Tabelle A4: Bewertungsbogen der summativen Prüfungsleistung (schriftliche Ausarbeitung). In einer dritten Spalte (rechts; hier aus Platzgründen nicht dargestellt) können zudem Kommentare und Notizen festgehalten werden.

	Kriterium	erzielte Punkte
1.	**Form**: Schriftgröße, Schriftart, Ränder, Zeilenabstand, Seitenzahlen, Umfang, Deckblatt, Inhaltsverzeichnis, Absätze, Kapitel (10 Items)	/5
2.	**Zitate (in Text eingebunden):** Kenntlichmachen von Autor*innenverweis (Sachanalyse, Inklusionsverfahren, Begründungen, auch im Anhang → nicht selbst erstellte Arbeitsblätter, Fotos etc.), Einbinden der Zitate (Autor, Erscheinungsdatum), indirekte Zitierweise (Harvard-Methode) (3 Items)	/3
3.	**Literaturverzeichnis**: alphabetisch (Autor*innen), Einheitlichkeit, Nennung didaktisch-methodischer, (sonder-)pädagogischer & fachwissenschaftlicher Literatur, Aufführen von Richtlinien, Benutzung zitierwürdiger Quellen (5 Items)	/2,5
4.	**Vollständigkeit Anhang:** Forschungs- bzw. Arbeitsauftrag/Arbeitsblatt, z.B. Abbildungen/Fotos vom Lernort, des Forschungsauftrages, Regelplakat etc.	/5
5.	**Grafiken und Tabellen:** Korrekte Beschriftung (Unter- oder Überschrift) (2 Items)	/2
6.	**Inhalt** **6.1 Informationen zum Forschungs-/Arbeitsauftrag (11P)** • *Thema/Titel* des Forschungs-/Arbeitsauftrags (1P) • *Inhaltlicher Schwerpunkt:* Wald, Wasser oder Wuppertal (oder verknüpft?) (1P) • *Förderschwerpunkt,* der hier berücksichtigt wird; wie wird der Förderschwerpunkt berücksichtigt? (2P) • Welche *Perspektiven des Sachunterrichts* werden beim Forschungsauftrag/in der Aufgabe berücksichtigt? (1P) • *Stichpunktartige Sachanalyse* (Stichpunkte genügen): Was sind die behandelten fachwissenschaftlichen Inhalte? (2P) • *Lernziel(e)* des Forschungsauftrags, der hier beschrieben wird → welche Dimensionen (kognitiv, affektiv, psychomotorisch)? (2P) • *Rahmenbedingungen* des Forschungsauftrags: Exkursion … ▪ wohin genau? (0,5P) ▪ wie lange (eine Doppelstunde/ein Vormittag/eine mehrtägige Exkursion)?; in welchem Zeitraum (z.B. Jahreszeit)?; in welchem Kontext einer Unterrichtsreihe? (1P) ▪ welche Klassenstufe (oder Klassen-übergreifend)? (0,5P) **6.2 Verlaufsplan (tabellarisch) (8P)** je Zeile genannt: • Zeit (min) • Inhalt/Sachaspekte • Sozialform + Methode(n) • Medien/Materialien → sinnhafte & präzise Nennung wesentlicher Aspekte? **6.3 Didaktisch-methodische Überlegungen (28P)** • Hinweis: Keine Nacherzählung des Arbeitsauftrages, sondern Begründungen anhand von Literatur • Einbindung von Lernzielen und Bildungsplänen sowie Zielen des inklusiven Sachunterrichts (3 P) • Reflexion der didaktischen Akzentuierung/Reduktion (4P) • Reflexion des Inklusionsverfahrens (5P) • Reflexion zur Phasierung inkl. Ergebnissicherung (4P) • exemplarische Reflexion zur methodischen Schwerpunktlegung bspw. der Unterrichtsformen, Methoden bzw. Medien (6 P) • Reflexion zu (Umgang mit) Planabweichungen und Lernschwierigkeiten (4 P) • Sonstiges (z.B. Erläuterung von Regeln, organisatorischen Aspekten etc.) (2 P)	/11 /8 /28
7.	**Sonstiges** (sprachlich-grammatikalische Ausführung, besonders kreative Umsetzung des Forschungsauftrags, etc.)	/5
8.	**Gesamtpunktzahl**	**/69,5**

Anhang A5: Explorative Faktorenanalyse

Um die Konstruktvalidität der SWE-Skalen zu überprüfen, wurde in SPSS 27 eine explorative Faktorenanalyse durchgeführt.

Die Prüfung der Eignung der Variablen (es wurden hier die Items des Prä-Tests getestet) für die Faktorenanalyse erfolgte mittels des Kaiser-Meyer-Olkin-Prüfverfahrens. Der KMO-Wert von .800 verweist auf eine Eignung der Daten für die nachfolgenden Analyseschritte (Bühner, 2011).

Zur Bestimmung der Anzahl an Faktoren wurde eine Hauptachsen-Faktorenanalyse mit Varimax-Rotation durchgeführt. Unter Hinzuziehung der erklärten Gesamtvarianzen wurde sich für eine Drei-Faktor-Lösung entschieden, die 73.85 Prozent der kumulierten Varianz aller betrachteten Variablen erklärt.

Anschließend wurden die einzelnen Variablen jeweils dem Faktor zugeordnet, auf dem sie am höchsten laden. Faktorladungswerte unter $\lambda < .50$ wurden dabei nicht berücksichtigt (Bühner, 2011). Nachfolgend sind die Ergebnisse der Zuordnung tabellarisch dargestellt.

Tabelle A5: Zuordnung der SWE-Items zu den Faktoren (Rotierte Faktorenmatrix). Hellgrau hinterlegt sind jene Ladungen, die zur Zuordnung der Items zu den Faktoren und Konstrukten geführt haben.

Konstrukt	Item / Variable	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3
SWE Durchführung Exkursion Sachunterricht	SE24_03	.700	.459	.266
	SE24_12	.733	.246	.182
	SE24_15	.802	.145	.472
SWE Durchführung Exkursion Sachunterricht Inklusion	SE24_01	.132	.776	.247
	SE24_07	.589	.753	.157
	SE24_10	.484	.620	.225
SWE Vielperspektivisches Unterrichten	SE24_05	.265	.308	.631
	SE24_08	.279	.434	.653
	SE24_14	.197	.083	.889

Anhang A6: Übersicht der Fragen zu Erfahrungen, Erwartungen und Studierendenreaktionen

Tabelle A6: Übersicht über eingesetzte offene und geschlossene Fragen zu bisherigen Erfahrungen bezüglich der Seminarschwerpunkte, Erwartungen an das Seminar und Studierendenreaktionen nach dem Kurs

Konstrukt	Zeitpunkt	Fragentyp	Anzahl Items	Beispielitem
Erfahrungen bzgl. Seminarschwerpunkten	Prä	geschlossen (ja/nein) + optionale offene Angaben	8+5	Haben Sie im Laufe Ihres Studiums eine Veranstaltung besucht, in der das Planen und Durchführen von Exkursionen im Sachunterricht intensiv behandelt wurde? […] Falls ja, wie hieß die Veranstaltung?
Erwartungen, Wünsche, Lernziele	Prä	offen	3	Bitte formulieren Sie ein ganz persönliches Lernziel für dieses Seminar!
Spontane Assoziationen; Erfüllung Erwartungen, Wünsche, Lernziele; Änderungsempfehlungen; Weiterempfehlungsgründe	Post	offen	4	Welche Ihrer Lernziele, Erwartungen und Wünsche an das Seminar wurden nicht erfüllt?
Ergänzende Fragen zu den geschlossenen Selbstwirksamkeits-Skalen	Post	offen	2	Erläutern Sie, ob Sie nun nach Teilnahme am Seminar in der Lage sind, die Themen Wasser, Wald und Wuppertal multiperspektivisch […] im Sachunterricht umzusetzen.

Anhang A7: Kategoriensysteme – Beispiele

Je offener Frage wurde ein individuelles, induktiv am Material erarbeitetes Kategoriensystem zum Codieren verwendet (vgl. Kap. 5.2 im Artikel). Nachfolgend sind vier – aufgrund der Fragestellung sehr unterschiedliche – Kategoriensysteme beispielhaft dargestellt.

Tabelle A7.1: Kategoriensystem zu der Frage „Falls ja, welches Thema war es?“ (geschlossene Frage vorweg: „Haben Sie schon einmal (z.B. im Rahmen eines Praktikums) ein Thema im Sachunterricht multiperspektivisch (z.B. aus biologischer und geographischer Sicht) unterrichtet?“)

Kategorie	Definition	Ankerbeispiel mit Fallnummer	Fallnummern	Anzahl Codings	Prozentualer Anteil (in %)
Keine Nennung	Keine Nennung eines Themas, das aus mehreren Perspektiven des Sachunterrichts durch die Seminarteilnehmer*innen unterrichtet wurde.	–	1, 2, 3, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 34, 35	28	77.78
Fahrrad	Das Thema Fahrrad wird genannt.	„Fahrrad“, S28	28	1	2.78
Gleichgewicht	Das Thema Gleichgewicht wird genannt.	„Gleichgewicht“, S33	33	1	2.78
Klima	Das Thema Klima wird genannt.	„Klima“, S9	9	1	2.78
Pflanzen	Das Thema Pflanzen wird genannt.	„Pflanzen“, S18	18	1	2.78
Römer	Das Thema Römer wird genannt.	„Römer“, S36	36	1	2.78
Steinzeit	Das Thema Steinzeit wird genannt.	„Steinzeit“, S4	4	1	2.78
Wald	Das Thema Wald wird genannt.	„Der Wald“, S7	7	1	2.78
Zucker	Das Thema Zucker wird genannt.	„Zucker“, S23	23	1	2.78
SUMME				36	100.02*

Anmerkung: * Durch Auf- und Abrunden bedingt.

Tabelle A7.2: Kategoriensystem zu der Frage „Welche Erwartungen verknüpfen Sie mit der Teilnahme am Seminar ‚Multiperspektivität im Sachunterricht'?"

Oberkategorie	Unterkategorie	Definition	Ankerbeispiel mit Fallnummer	Fallnummern	Anzahl Codings	Prozentualer Anteil in %
Vielperspektivität	Einbezug der verschiedenen Perspektiven des Sachunterrichts	Es werden Themen (des Sachunterrichts) aus verschiedenen Perspektiven/Blickwinkeln betrachtet. Es werden Einblicke in die verschiedenen Perspektiven des Faches ermöglicht.	„Die Betrachtung eines Themas aus verschiedenen Perspektiven", S2 „Ich erwarte, etwas über die verschiedenen Perspektiven des Sachunterrichts zu lernen", S15	2, 7, 8, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 21, 22, 30, 31, 32, 33, 34	16	30.18
	Vernetzung der verschiedenen Perspektiven/ Bezugsfächer des Sachunterrichts	Die verschiedenen Perspektiven und/ oder Bezugsfächer des Sachunterrichts werden vernetzt betrachtet/miteinander verknüpft.	„Fächer, die bisher überwiegend isoliert gelehrt und von uns studiert wurden, werden verknüpft", S27 „Perspektivenvernetzende Betrachtungen", S28	1, 4, 6, 9, 21, 27, 28, 36	8	15.09
	Holistischer Blick auf Themen des Sachunterrichts/ auf das Fach	Themen/Inhalte des Sachunterrichts und/oder des Faches selbst werden ganzheitlich und nicht nur aus einem oder wenigen Blickwinkeln betrachtet.	„ganzheitlichen […] Blick auf Themenbereiche", S4	4, 35, 36		5.66
	Breites Fachwissen	Erwerb von Fachwissen, das die verschiedenen Perspektiven des Faches abdeckt.	„Breitgefächertes Fachwissen für den Sachunterricht", S26	26	1	1.89
	Vielfältigkeit des Sachunterrichts und seiner Didaktik	Die Vielfalt des Sachunterrichts und seiner Didaktik werden kennengelernt/ thematisiert.	„Vielfalt des Sachunterrichts entdecken", S3	3, 5	2	3.77
Vielperspektivität und Inklusion	Offener Sachunterricht	Die Gestaltung offenen Sachunterrichts wird thematisiert.	„Sachunterricht offener zu gestalten", S30	30	1	1.89
	Inklusionsdidaktische Netze	Es werden inklusionsdidaktische Netze erstellt.	„Inklusionsdidaktische Netze zu erstellen", S21	21	1	1.89
Inklusion	Differenzierungen für Förderschwerpunkt „Lernen"	Es wird thematisiert, wie Inhalte für SuS mit dem Förderschwerpunkt „Lernen" aufbereitet werden können.	„Zudem Hinweise, wie die Themen für die Förderschwerpunkt-Lernen-SuS besser ‚runtergebrochen' werden können", S7	7	1	1.89
	Differenzierungen für Förderschwerpunkt „Emotionale und soziale Entwicklung"	Es wird thematisiert, wie SuS mit dem Förderschwerpunkt „Emotionale und soziale Entwicklung" aktiviert werden können.	„und wie die FSP-ESE-SuS besser aktiviert und motiviert werden können", S7	7	1	1.89

	Gesellschafts-wissenschaftliche Zugänge in Förderschulen	Es wird vermittelt, welche Zugänge zu den gesellschafts-wissenschaftlichen Perspektiven des Sachunterrichts an Förderschulen umgesetzt werden können.	„Weitere gesellschaftswissenschaftliche Zugänge für den Sachunterricht speziell für das Arbeiten in einer Förderschule erhalten“, S29	29	1	1.89
Vernetzung Professionswissensbereiche	Vernetzung von Fachwissen und fachdidaktischem Wissen	Es findet eine Verknüpfung/Vernetzung von Fachwissen und fachdidaktischem Wissen statt.	„Theoretische gelernte Inhalte (Fachwissen) didaktisch aufbereiten und verknüpfen“, S10	10, 25, 31	3	5.66
	Vernetzung von Fachwissen, fachdidaktischem und inklusionspädagogischem Wissen	Es findet eine Verknüpfung/Vernetzung von Fachwissen, fachdidaktischem Wissen und inklusionspädagogischem Wissen statt.	„Fachliche und didaktische Untermauerung bezüglich Didaktik im inklusiven Bereich“, S19	19	1	1.89
Fachspezifische Arbeitsweisen/ Fachmethodisches Wissen	–	Einbezug fachspezifischer Arbeitsweisen/Erwerb von fachmethodischem Wissen.	„Experimente“, S33	33	1	1.89
Unterrichtsideen/Inspirationen für Sachunterricht	–	Es werden Ideen bzw. Inspirationen für die spätere Berufspraxis im Sachunterricht generiert.	„sowie Ideen für weitere Umsetzungen“, S24	23, 24	2	3.77
Handlungskompetenzen für spätere Berufspraxis im (inklusiven) Sachunterricht	–	Es wird vermittelt und erlernt, wie Inhalte/Aspekte des Seminars konkret im (inklusiven) Sachunterricht umgesetzt werden können.	„praktisch anwenden lernen“, S1 „und deren Vermittlung im Rahmen des Unterrichtsfaches Sachunterricht“, S13	1, 9, 13, 18, 24, 27, 28, 32	8	15.09
Möglichkeiten und Grenzen des Sachunterrichts	–	Es werden Möglichkeiten und Grenzen des Faches Sachunterricht erarbeitet.	„die Möglichkeiten und Grenzen, die im Fach Sachunterricht möglich sind, gemeinsam erarbeiten“, S25	25	1	1.89
Keine Erwartung/ keine Nennung	–	Keine Nennung von Erwartungen.	„Keine“, S12	11, 12	2	3.77
SUMME					53	100.00

Tabelle A7.3: Kategoriensystem 1 zu der Frage „Fühlen Sie sich nun nach Teilnahme am Seminar besser darauf vorbereitet, eine Exkursion im Sachunterricht unter sonderpädagogischen Aspekten zu planen und durchzuführen? Erläutern Sie!“

Kategorie	Definition	Ankerbeispiel mit Fallnummer	Fallnummern WiSe17/18	Fallnummern SoSe18	Anzahl Codings WiSe 17/18	Anzahl Codings SoSe18
Zustimmung ohne Einschränkungen	Die Frage wird, ohne Einschränkungen zu nennen, bejaht.	„Ja“, S8 „Ja, auf jeden Fall“, S23	1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 18	19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 36	14	16
Zustimmung mit Einschränkungen	Die Frage wird mit Einschränkungen bejaht.	„Exkursion im Sachunterricht ja, obwohl ich diese mit Kindern, die einen sonderpädagogischen Förderhintergrund haben, immer noch für sehr anspruchsvoll halte. Vielleicht würde ich erst eine mit einem erfahrenen Kollegen zusammen planen, bevor ich sie ‚alleine‘ durchführe“, S13	6, 12, 13	–	3	0
Keine Zustimmung	Die Frage wird begründet verneint.	„Nein, leider war die sonderpädagogische Perspektive für mich nicht immer klar erkennbar“, S35	–	35	0	1
Keine Aussage	Es wird keine Angabe gemacht. Das Feld ist leer.	–	–	34	0	1
Unklare Aussage	Es wird eine Aussage getätigt, die die Frage nicht beantwortet.	„Es war sicherlich sinnvoll, eine Exkursion sowohl von Schüler- als auch von Lehrerseite zu betrachten; dies stellt eine gute Vorbereitung für die spätere Arbeit dar“, S2	2	–	1	0
SUMME					18	18

Tabelle A7.4: Kategoriensystem 2 zu der Frage „Fühlen Sie sich nun nach Teilnahme am *Seminar* besser darauf vorbereitet, eine Exkursion im Sachunterricht unter sonderpädagogischen Aspekten zu planen und durchzuführen? Erläutern Sie!“

Kategorie	Definition	Ankerbeispiel mit Fallnummer	Fallnummern WiSe 17/18	Fallnummern SoSe18	Anzahl Codings WiSe 17/18	Anzahl Codings SoSe 18	Prozentualer Anteil in % WiSe 17/18	Prozentualer Anteil in % SoSe 18
Zu beachtende Aspekte/ Grundlagen im Kontext inklusiver Exkursionen	Die Thematisierung von Aspekten, die bei der Planung, Durchführung und Nachbereitung von inklusiven Exkursionen beachtet werden sollten, wird genannt.	„Außerdem weiß ich, worauf man allgemein achten muss und wie man eine Exkursion im Unterricht vor- und nachbereiten kann“, S15	4, 7, 9, 14, 15, 16, 17, 18	21, 25, 26, 27, 31, 33, 36	8	7	47.06	33.33
Eigene Planungsaktivitäten für Exkursion	Eigene Aktivitäten im Hinblick auf die Planung von Exkursionen werden erwähnt.	„Auch das praktische Erarbeiten eines spezifischen Arbeitsauftrags hat zur Festigung beigetragen“, S36	10	19, 27, 36	1	3	5.88	14.29
Schwerpunkt „Exkursion und Inklusion“	Der Schwerpunkt „inklusive Exkursionen“ wird ohne weitere Konkretisierungen genannt.	„Im Seminar wurde immer wieder der Schwerpunkt auf das Thema ‚Exkursion unter sonderpädagogischen Aspekten‘ gelegt“, S17	17	19, 20, 28	1	3	5.88	14.29
Thematisierung Exkursionen im Allgemeinen	Es wird betont, dass es hilfreich war, allein schon etwas über Exkursionen im Allgemeinen zu erfahren und/oder eine Exkursion durchzuführen.	„da man alleine viel über Exkursionen an sich gelernt hat“, S23	8, 9	23, 27	2	2	11.76	9.52
Maßnahmen zur Differenzierung für unterschiedliche För-	Differenzierungsmaßnahmen bzw. ihre Notwendigkeit werden erwähnt.	„Im Seminar wurde die Notwendigkeit zur Differenzierung des Arbeitsmaterials gefordert. Die Kompetenz	15	32, 35	1	2	5.88	9.52

der-schwer-punkte		der Aufga-bendifferen-zierung im Kontext einer Exkursion wurde deswe-gen geför-dert“, S32						
Check-listen	Bereitstellung von Checklis-ten für inklu-sive Exkursio-nen im Sach-unterricht.	„Die Check-listen waren auch sehr hilfreich“, S33	1	28, 33	1	2	5.88	9.52
Poten-zielle Schwie-rigkeiten	Thematisie-rung/Bespre-chung/Erläute-rung von po-tenziellen Schwierigkei-ten/Problemen im Kontext in-klusiver Ex-kursionen.	„denn es wur-den ver-schiedenste mögliche Hindernisse und Probleme besprochen und erläu-tert“, S19	9	19	1	1	5.88	4.76
Einnah-men ver-schiede-ner Sicht-weisen	Es konnten verschiedene Sichtweisen (Rolle von Lehrenden und von Ler-nenden) ein-genommen werden.	„Es war si-cherlich sinn-voll eine Ex-kursion so-wohl von Schüler- als auch von Lehrerseite zu betrachten“, S2	2	–	1	0	5.88	0.00
Diskus-sionen, Aufar-beitun-gen	Diskussionen und Aufarbei-tungen werden ohne nähere Spezifizieru-ngen genannt.	„Durch die Aufarbeitung und Diskussi-onen sind viele Punkte wieder be-kannt gewor-den“, S3	3	–	1	0	5.88	0.00
Interes-sante, praxis-taugliche Themen	Das Aufgrei-fen interessan-ter, praxis-tauglicher Themen wird ohne weitere Spezifizieru-ngen erwähnt.	„da interes-sante Themen aufgegriffen wurden die man eins zu eins übernah-men kann“, S24	–	24	0	1	0.00	4.76
SUMME					17	21	99.98*	99.99*

Anmerkung: * Durch Auf- und Abrunden bedingt.

Anhang A8: Tabellarische Darstellung der Ergebnisse – Lernvoraussetzungen/Erfahrungen

Tabelle A8: Erfahrungen der Kursteilnehmer*innen bezüglich der Seminarschwerpunkte in absoluten (N) und relativen Häufigkeiten (in %)

Erfahrung	N_{ja}	N_{nein}	$N_{unsicher}$	$N_{k.A.}$	N_{Ges}	$\%_{ja}$	$\%_{nein}$	$\%_{unsicher}$	$\%_{k.A.}$	$\%_{Ges}$
Begleitung Exkursion SU [1]	13	23	–	0	36	36.1	63.9	–	0.0	100.0
Begleitung Exkursion inklusiver SU [2]	13	12	–	11	36	36.1	33.3	–	30.6	100.0
Arbeit mit SuS mit sopäd. FB [3]	35	1	–	0	36	97.2	2.8		0.0	100.0
Unterrichten vielperspektivischer SU [4]	8	28	–	0	36	22.2	77.8	–	0.0	100.0
Studium Seminarkontexte [5]	5	24	7	0	36	13.9	66.7	19.4	0.0	100.0
Studium Seminarkontexte vielperspektivisch [6]	0	32	4	0	36	0.0	88.9	11.1	0.0	100.0
Studium Exkursion im SU [7]	5	29	2	0	36	13.9	80.6	5.6	0.0	100.0
Studium Exkursion im inklusiven SU [8]	3	33	0	0	36	8.3	91.7	0.0	0.0	100.0

Anmerkungen: sopäd. FB = sonderpädagogischer Förderbedarf; k.A. = keine Angabe; SU = Sachunterricht; Ges = gesamt.

Geschlossene Fragen:

[1]: Haben Sie schon einmal (z.B. im Rahmen eines Praktikums) eine Exkursion einer Grundschulklasse zu einem Thema des Sachunterrichts begleitet?

[2]: Falls ja, waren Schülerinnen und Schüler dabei, die einen sonderpädagogischen Förderbedarf hatten? (Optional!)

[3]: Haben Sie schon einmal (z.B. im Rahmen eines Praktikums) mit Schülerinnen und Schülern gearbeitet, die einen sonderpädagogischen Förderbedarf hatten?

[4]: Haben Sie schon einmal (z.B. im Rahmen eines Praktikums) ein Thema im Sachunterricht multiperspektivisch (z.B. aus biologischer und geographischer Sicht) unterrichtet?

[5]: Haben Sie im Laufe Ihres Studiums eine Veranstaltung besucht, in der die Themen Wasser, Wald oder Wuppertal intensiv behandelt wurden?

[6]: Haben Sie im Laufe Ihres Studiums eine Veranstaltung besucht, in der die Themen Wasser, Wald oder Wuppertal intensiv multiperspektivisch behandelt wurden?

[7]: Haben Sie im Laufe Ihres Studiums eine Veranstaltung besucht, in der das Planen und Durchführen von Exkursionen im Sachunterricht intensiv behandelt wurde?

[8]: Haben Sie im Laufe Ihres Studiums eine Veranstaltung besucht, in der das Planen und Durchführen von Exkursionen im Sachunterricht unter Aspekten der sonderpädagogischen Förderung intensiv behandelt wurde?

Anhang A9: Tabellarische Darstellung der Ergebnisse – Selbstwirksamkeitserwartungen

Tabelle A9: Selbstwirksamkeitserwartungen (SWE) der Kursteilnehmer*innen bezüglich der Durchführung von (inklusiven) Exkursionen und vielperspektivischem Unterrichten im Sachunterricht im Semester- (erste Kursvariante im WiSe 2017/2018 und weiterentwickelte Kursvariante im SoSe 2018) und im Prä-Post-Vergleich. Dargestellt sind die Perzentile 25, 50 (Median) und 75 sowie der Interquartilsabstand. Signifikanzniveaus (p) und Effektstärken (r) beziehen sich auf die Prä-Post-Vergleiche je Variante.

Konstrukt	Kursvariante	Test-zeit-punkt	Perzentil 25	Perzentil 50 (Median)	Perzentil 75	IQR	p	r
SWE Durchführung Exkursion Sachunterricht	WiSe 2017/2018	Prä	3.17	4.00	4.75	1.58	.010**	.59
		Post	4.00	4.67	5.00	1.00		
	SoSe 2018	Prä	3.67	4.00	4.67	1.00	.009**	.61
		Post	4.00	4.67	5.00	1.00		
SWE Durchführung Exkursion Sachunterricht Inklusion	WiSe 2017/2018	Prä	2.92	4.33	5.00	2.08	.040*	.49
		Post	3.92	4.67	5.00	1.08		
	SoSe 2018	Prä	3.33	4.00	4.67	1.34	.047*	.47
		Post	3.67	4.33	5.00	1.33		
SWE Vielperspektivisches Unterrichten	WiSe 2017/2018	Prä	3.25	4.17	4.75	1.50	.004**	.64
		Post	4.33	4.67	5.00	.67		
	SoSe 2018	Prä	3.33	3.83	4.33	1.00	.000***	.84
		Post	4.33	4.67	5.00	0.67		

Anmerkungen: IQR = Interquartilsabstand; Signifikanzniveaus: $p \leq .05$ signifikant (*), $p \leq .01$ sehr signifikant (**) und $p \leq .001$ höchst signifikant (***) (vgl. Bühl, 2019, S. 171); Effektstärke: $r \geq .10$ kleiner Effekt, $r \geq .30$ mittlerer Effekt und $r \geq .50$ großer Effekt (vgl. Cohen, 1988, S. 82).

Anhang A10: Tabellarische Darstellung der Ergebnisse – Situationales Interesse

Tabelle A10: Situationales Interesse der Studierenden an den Seminarinhalten (Post-Test) in den Subskalen emotional, epistemisch und wertbezogen im Vergleich der ersten (WiSe 2017/2018) und der weiterentwickelten Kursvariante (SoSe 2018). Dargestellt sind die Perzentile 25, 50 (Median) und 75, der Interquartilsabstand sowie Signifikanzniveaus (p) und Effektstärken (r).

Konstrukt	Kursvariante	Perzentil 25	Perzentil 50 (Median)	Perzentil 75	IQR	p	r
Situationales Interesse – emotional	WiSe 2017/2018	2.88	3.63	4.00	1.12	.041*	.34
	SoSe 2018	3.44	4.00	4.25	.81		
Situationales Interesse – epistemisch	WiSe 2017/2018	2.44	3.63	4.31	1.87	.278	.18
	SoSe 2018	3.50	3.88	4.25	.75		
Situationales Interesse – wertbezogen	WiSe 2017/2018	3.25	3.75	4.56	1.31	.012*	.42
	SoSe 2018	4.25	4.50	4.75	.50		

Anmerkungen: IQR = Interquartilsabstand; Signifikanzniveaus: $p \leq .05$ signifikant (*), $p \leq .01$ sehr signifikant (**) und $p \leq .001$ höchst signifikant (***) (vgl. Bühl, 2019, S. 171); Effektstärke: $r \geq .10$ kleiner Effekt, $r \geq .30$ mittlerer Effekt und $r \geq .50$ großer Effekt (vgl. Cohen, 1988, S. 82).

Anhang A11: Literaturverzeichnis des Anhangs

Baar, R., & Schönknecht, G. (2018). *Außerschulische Lernorte: didaktische und methodische Grundlagen*. Weinheim: Beltz.

Böing, M., & Sachs, U. (2007). Fachdidaktische Exkursionen. Ein Baustein zur Förderung exkursionsdidaktischer Kompetenzen in der Lehrerbildung. *Geographie und Schule, 29* (169), 39–46.

Bühl, A. (2019). *Einführung in die moderne Datenanalyse ab SPSS 25* (16., aktual. Aufl.). Hallbergmoos: Pearson.

Bühner, M. (2011). *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion* (3., aktual. und erw. Aufl.). München: Pearson Studium.

Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2. Aufl.). New York, NY: Erlbaum.

Dühlmeier, B. (2010). Grundlagen außerschulischen Lernens. In B. Dühlmeier (Hrsg.), *Mehr außerschulische Lernorte in der Grundschule. Neun Beispiele für den fächerübergreifenden Sachunterricht* (2., erw. und überarb. Aufl.) (S. 6–50). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Henrichwark, C. (2017). „Wir sind dann mal weg!“ – Außerschulische Lernorte mit inklusiven Lerngruppen besuchen. In *Auf dem Weg zur inklusiven Grundschule – Ideen und Materialien für Lehrkräfte. Ausgabe 19. C.36* (S. 1–22). Stuttgart: Dr. Josef Raabe.

Köhnlein, W. (2012). *Sachunterricht und Bildung*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Meyer, H. (2011). *Unterrichtsmethoden II: Praxisband* (14. Aufl.). Berlin: Cornelsen.

Stolz, C., & Feiler, B. (2018). *Exkursionsdidaktik. Ein fächerübergreifender Praxisratgeber*. Stuttgart: Eugen Ulmer.

XI.10 Online-Supplement zu Manuskript 3

Beitrag
Online-Supplement

Mit Experimenten zu Wasserläufer & Co Kohärenz erleben

Potenziale eines interdisziplinären, experimentellen Kurses zur Professionalisierung angehender Sachunterrichtslehrkräfte

Online-Supplement:

Melanie Beudels[1, 2, *], Yannick Schilling[2] & Angelika Preisfeld[1]

[1]Lehrstuhl für Zoologie & Didaktik der Biologie, Bergische Universität Wuppertal
[2]Institut für Geographie und Sachunterricht, Bergische Universität Wuppertal
** Kontakt: melanie.beudels@uni-wuppertal.de*

Verzeichnis der Anhänge

Anhang 1: Beispiele – Feinlernziele der Kurseinheiten 5 und 7 3

Anhang 2: Detaillierte Übersicht über die Inhalte und den Ablauf der Kurseinheiten 4

Anhang 3: Beispiel eines Stations-Arbeitsblattes – Kurseinheit 5 9

Anhang 4: Beispiel einer Stations-Sachanalyse – Kurseinheit 6 11

Anhang 5: Bewertungsbogen für die summative Prüfungsleistung 13

Anhang 6: Übersicht offener und damit kombinierter geschlossener Fragen im *Pre-* und *Posttest* 14

Anhang 7: Übersicht der geschlossenen Konstrukte im *Pretest* 15

Anhang 8: Explorative Faktorenanalysen 16

Anhang 9: Ausgewählte Beispiele für Kategoriensysteme der qualitativen Inhaltsanalyse 18

Anhang 10: Tabellarische Darstellung der Ergebnisse – Beliebteste und unbeliebteste Kurseinheiten 26

Anhang 11: Literaturverzeichnis der Anhänge 27

Anhang 1: Beispiele – Feinlernziele der Kurseinheiten 5 und 7

A1.1: Feinlernziele der Kurseinheit 5 (Themenblock I)

Die Studierenden sind in der Lage, …

- eine eigene Forschungsfrage zu *formulieren* und diese zu *beantworten*, indem sie ein geeignetes Experimentiersetting *planen* und während der Durchführung des Experiments die Variablenkontrollstrategie *anwenden*.
- aus den Ergebnissen ihres (teils explorativen) experimentellen Vorgehens *abzuleiten*, wie Oberflächen beschaffen sein müssen, um einen Lotuseffekt aufzuweisen, und welche Faktoren zur Beeinflussung des Effektes führen. Sie können Beispiele für Objekte mit einem Lotuseffekt aus der belebten und unbelebten Natur *nennen* sowie *beschreiben*, welche Vorteile sich durch dieses Charakteristikum (z.B. für Pflanzen) ergeben.
- zu *erläutern*, welche Darstellungsmöglichkeiten es für den Sachunterricht mithilfe von Modellen gibt, um die Mikronoppung von Oberflächen und die daraus resultierende geringe Kontaktfläche mit Wasser, etc. zu veranschaulichen.
- die fachspezifischen Arbeitsweisen ‚Experimentieren', ‚Betrachten' und ‚Beobachten' *anzuwenden* und mithilfe der *Ergebnisinterpretation herzuleiten*, welche Faktoren bei der Wasserleitung in Pflanzen eine Rolle spielen. Sie können die Begriffe Kohäsion, Adhäsion und Kapillareffekt *erläutern* und dabei Beispiele aus der Lebenswelt der Kinder *nennen*.
- basierend auf den durchgeführten Experimenten die Vielperspektivität der Themen „Lotuseffekt" und „Wasserleitung in Pflanzen" *abzuleiten* und zu *analysieren*, zu welchen Herausforderungen es bei einer experimentellen Umsetzung im Sachunterricht kommen könnte.

A1.2: Feinlernziele der Kurseinheit 7 (Themenblock II)

Die Studierenden sind in der Lage, …

- Schüler*innenexperimente zum menschlichen Seh-, Geschmacks- und Geruchssinn sowie zu Lichtspektren *durchzuführen*, die Ergebnisse zu *protokollieren* und *auszuwerten*.
- anhand der Experimente *abzuleiten*, dass eine Kombination der Sinneseindrücke unterschiedlicher Sinnesorgane die Interpretation erleichtert (hier u.a. „Ausschalten" des Sehsinns beim Riechen verschiedener Stoffe).
- zu *benennen*, welche Geschmacksqualitäten (salzig, süß, etc.) auf welche Weise vom Menschen (wo im Mund?) wahrgenommen werden.
- zu *erläutern*, warum die Rot-Grün-Sehschwäche bei Männern signifikant öfter vorkommt als bei Frauen.
- zu *erklären*, was der Unterschied zwischen einem diskreten und einem indiskreten Farbspektrum ist und wie diese Spektren jeweils entstehen können.
- anhand eines Farbspektrums einer Lichtquelle *abzuleiten/zu ermitteln*, ob es sich um einen thermischen oder nicht-thermischen Strahler handelt.
- auf Basis der durchgeführten Experimente die Vielperspektivität des Themas „Sinne" zu *erkennen* und *abzuleiten*, zu welchen Herausforderungen es bei einer experimentellen Umsetzung im Sachunterricht kommen könnte und Gründe *wiederzugeben*, warum das Thema „Sinne" im Sachunterricht behandelt werden sollte.

Anhang 2: Detaillierte Übersicht über die Inhalte und den Ablauf der Kurseinheiten

Tabelle A2: Detailübersicht des Themas, groben Ablaufs, der eingesetzten Lehr-/Sozialformen und Methoden sowie der fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Inhalte

Kurseinheit (Themenblock)	*Thema*	*Ablauf und Zeitangaben*	*Lehr-/Sozialformen, Methoden*	*Fachwissenschaftliche Inhalte*	*Fachdidaktische Inhalte*
KE1 (I, II)	Einstieg und Einführung	• Einstieg und Organisatorisches: Kennenlernen, Übersicht über Lernziele und Ablauf des Kurses (20 min) • Arbeitsphase 1: Partnerarbeit: Erstellung Mind-Maps zu beiden Themenblöcken (32 min) • Kurze Begutachtung der Mind-Maps (an Wänden aufgehangen) (10 min) • Besprechung der Erkenntnisse aus Phase 1 (5 min) • Arbeitsphase 2: Austeilen des Lehrplans SU NRW (MSW, 2008); Bereiche, Schwerpunkte, Kompetenzerwartungen kennzeichnen, die Bezüge zu den Kursthemen aufweisen (22 min) • Besprechung der Erkenntnisse aus Phase 2 (10 min) • Ausblick auf KE2 (1 min)	• Präsentation und Gespräch im Plenum • Mind-Mapping in Partner-/Kleingruppenarbeit • Recherchieren in Partner-/Kleingruppenarbeit	• Überblick über die fachwissenschaftlichen Inhalte des Kurses (Themenblock I und II) • I: Der Teich und seine Umgebung • II: Der menschliche Körper und seine Leistungsfähigkeit	• Ziele des SU (u.a. naturwissenschaftlich-technische Grundbildung) • Charakteristika des SU (u.a. Vielperspektivität, Handlungsorientierung) • Methode des Mind-Mappings • Bezüge der Kursinhalte zu Richtlinien/Empfehlungen: Lehrplan SU NRW (MSW, 2008)
KE2 (I)	Teil 1, Phase 1: Eigenschaften des Wassers – ins eigenständige Experimentieren hineinfinden und sich ausprobieren	• Einstieg: Vorstellung des Themas; Besprechung potenzieller Kinderfragen zu den Fachinhalten (5 min) • Gelenkphase: Vorbesprechung des Ablaufs der folgenden Arbeitsphase und der Kurseinheit 3 (5 min) • Arbeitsphase: Experimentieren an 3 Stationen mit mehreren, kleinen Teilaufgaben (90 min)	• Präsentation und Gespräch im Plenum • Experimentieren an Stationen in Partner-/Kleingruppenarbeit	• Station 1: Schwimmen und Sinken (archimedisches Prinzip, (mittlere) Dichte, Auftriebs- und Gewichtskraft) • Station 2: Aggregatzustände des Wassers; Phasenübergänge; Gefrierpunktserniedrigung • Station 3: Anomalie des Wassers	• Kinderfragen im SU • Experimentieren als Medium, fachspezifische Arbeitsweise und Erkenntnismethode im SU
KE3 (I)	Teil 1, Phase 2: Als angehende Lehrkraft ein Experiment für den SU planen	• Einstieg: Nachbesprechung KE2 und theoretischer Input (s. Spalten Fachwissenschaft und Fachdidaktik) (30 min) • Gelenkphase: Besprechung des Arbeitsauftrages und des Ablaufs der folgenden Arbeitsphase (10 min) • Arbeitsphase: Planung eines Experiments zum Thema Schwimmen und Sinken inkl. Erstellen eines Arbeitsblattes und Posters mit didaktisch-methodischen Informationen (s. Spalte Fachdidaktik); Hilfsmittel wie Handreichungen werden bereitgestellt (60 min)	• Präsentation und Gespräch im Plenum • Planungen in Partner-/Kleingruppenarbeit	• Schwimmen und Sinken (archimedisches Prinzip, (mittlere) Dichte, Auftriebs- und Gewichtskraft) • Aggregatzustände des Wassers; Phasenübergänge; Gefrierpunktserniedrigung • Anomalie des Wassers	• der naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg im SU; Phasen des Experimentierens • (Umgang mit) Gefahren beim Experimentieren im SU • Planung eines Experiments für den SU: didaktische Gegenstandsanalyse (Formulierung von Lernzielen, Sachanalyse); Voraussetzungen von Lerner*innen,

					Lehrenden und Umfeld (u.a. räumliche Gegebenheiten); Unterrichtsorganisation (u.a. Methode und Sozialform)
KE4 (I)	Teil 1, Phase 2: Als angehende Lehrkraft ein Experiment für den SU planen	• Einstieg: Wiederholung des Arbeitsauftrages aus KE3 (3 min) • Arbeitsphase: Fertigstellung der Planung des Experiments zum Thema Schwimmen und Sinken (55 min) • *Dozierende gibt Feedback zu allen Planungsprodukten; dieses wird anonymisiert im *moodle*-Kurs hochgeladen • Nachbesprechung der Erkenntnisse und aufgetretenen Schwierigkeiten etc. in Teil 1, Phase 2 (20 min)	• Planungen in Partner-/Kleingruppenarbeit • Präsentation und Gespräch im Plenum	• Fachbegriffe im Kontext Schwimmen und Sinken: Volumen, Masse, Dichte, Gewichts- und Auftriebskraft	• Planung eines Experiments für den SU: didaktische Gegenstandsanalyse (Formulierung von Lernzielen, Sachanalyse); Voraussetzungen von Lerner*innen, Lehrenden und Umfeld (u.a. räumliche Gegebenheiten; Unterrichtsorganisation (u.a. Methode und Sozialform) • Richtlinienbezüge des Themas: Lehrplan SU NRW (MSW, 2008)
	Teil 2: Einführung in die Bionik	• Einführung in Teil 2: Theoretischer Input: Experimentieren im SU; Thema Bionik im SU (s. Spalten Fachwissenschaft und Fachdidaktik) (22 min)		• Definitionen: Bionik, *Bottom up*- und *Top-down*-Prozess • Beispiele: Klette/Klettverschluss, Fliegen, Wärmedämmung	• Definition: Experiment • Variablenkontrolle bei Experimenten • Protokollieren von Experimenten im SU • Typen des Experimentierens im SU: u.a. Laborieren – Versuch – Experiment – Explorieren (Grygier & Hartinger, 2012) • Potenzielle (Forschungs-)fragen von Kindern zu den Inhalten aus KE5
KE5 (I)	Teil 2: Lotuseffekt und Wassertransport in Pflanzen	• Einstieg: Vorstellung des Themas (2 min) • Gelenkphase: Vorbesprechung des Ablaufs der folgenden Arbeitsphase (2 min) • Arbeitsphase: Experimentieren an 2 Stationen (mit jeweils mehreren, kleinen Teilaufgaben) (76 min) • Nachbesprechung der Erkenntnisse der Erarbeitungsphase (s. Spalten Fachwissenschaft und Fachdidaktik) (20 min)	• Präsentation und Gespräch im Plenum • Experimentieren an Stationen in Partner-/Kleingruppenarbeit	• Station 1: Lotuseffekt – Definition; Charakteristika von Oberflächen mit Lotuseffekt; Beispiele aus dem Alltag; Faktoren, die zur Beeinflussung/Zerstörung des Lotuseffekt führen • Station 2: Wasserleitung in Pflanzen; Kohäsion; Adhäsion; Kapillareffekt; Transpiration	• Typen des Experimentierens im SU: Laborieren – Versuch – Experiment – Explorieren (Grygier & Hartinger, 2012); hier Schwerpunkt Explorieren • Einsatz von Modellen im SU

KE6 (I)	Teil 3: Der Wasserläufer und das Wasser; Hektor, der Laufroboter	• Einstieg: Wiederholung: Charakteristika von Wasser, die bisher im Kurs kennengelernt wurden; Vorstellung des Themas (5 min) • Gelenkphase: Besprechung des Ablaufs der folgenden Arbeitsphase (2 min) • Arbeitsphase: Experimentieren an 2 Stationen mit jeweils mehreren, kleinen Teilaufgaben (63 min) • Nachbesprechung der Erkenntnisse der Erarbeitungsphase inkl. Abschluss des Themenblocks I (s. Spalten Fachwissenschaft und Fachdidaktik) (30 min)	• Präsentation und Gespräch im Plenum • Experimentieren an Stationen in Partner-/Kleingruppenarbeit	• Charakteristika von Wasser • Station 1: Oberflächenspannung des Wassers (Wasserstoffbrücken; Entstehung; Beeinflussungsfaktoren); Wasserläufer (Körperbau Insekten) • Station 2: Bionik (hier: Robotik) am Beispiel Stabschrecken (Körperbau Insekten) als Vorbild für Roboter	• Experimentieren und Arbeiten mit lebenden Tieren im SU; Regeln zum Umgang mit Tieren • Sachzeichnen im SU • Recherchieren und Steckbriefe anlegen im SU (inkl. Formen der Binnendifferenzierung) • Exkurs: Weitere Ideen für handlungsorientierten SU zum Thema Teich • Vielperspektivität im SU anhand des Themenblocks I • Lerner*innenvoraussetzungen zum Thema Wasser
KE7 (II)	Einführung Teil 1: Sinne des Menschen	• Einstieg: Einführung in den Themenblock II; Vorstellung des Themas; kurze Wiederholung Typen von Unterrichtsexperimenten (5 min) • Gelenkphase: Besprechung des Ablaufs der folgenden Arbeitsphase (2 min) • Arbeitsphase: Experimentieren an 2 Stationen mit jeweils mehreren, kleinen Teilaufgaben (70 min) • Nachbesprechung der Erkenntnisse der Erarbeitungsphase und theoretischer Input (s. Spalten Fachwissenschaft und Fachdidaktik) (23 min)	• Präsentation und Gespräch im Plenum • Experimentieren an Stationen in Partner-/Kleingruppenarbeit	• Station 1: Geschmacks- und Geruchssinn des Menschen • Station 2: Farbsehen beim Menschen (inkl. Rot-Grün-Sehschwäche); Lichtbrechung und -beugung; Aufspaltung von Licht unterschiedlicher Lichtquellen in seine Spektralfarben (mithilfe eines gebastelten CD-Spektrometers)	• Typen von Unterrichtsexperimenten (Meyer, 2011) • Lerner*innenvoraussetzungen zum Thema Sinne • Potenzial des Themas Sinne im SU • Exkurs: weitere Ideen für handlungsorientierten SU zum Thema Sinne; Perspektivenbezüge
KE8 (II)	Teil 2: Energie und Kraft – Gelenke und Hebel	• 5 Tage vor Einheit: Info via *moodle*: Rechercheaufgabe → Unterrichtsmaterial zum Thema Gelenke und Hebel für den SU suchen und zusammenstellen • Einstieg: Rückbezug auf KE7: Richtlinienbezüge der Themen Sinne und Energie (5-7 min) • Besprechung des Recherche-Auftrags (10 min); *Zusammengestelltes Unterrichtsmaterial wird in den *moodle*-Kurs hochgeladen • Gelenkphase: Besprechung des Ablaufs der folgenden Arbeitsphase und Austeilen eines Beispiel-Reflexionsbogens für den SU, der ausgefüllt werden soll (3 min) • Arbeitsphase: Experimentieren/Arbeiten mit Modellen an 2 Stationen mit jeweils mehreren, kleinen Teilaufgaben (65 min)	• Recherche in Einzelarbeit • Präsentation und Gespräch im Plenum • Experimentieren an Stationen in Partner-/Kleingruppenarbeit	• Formen der Energie • Station 1: Gelenk-Typen beim Menschen und in der Technik (u.a. Kugel- und Scharniergelenk); Beispiele für Alltagsgegenstände, die ein Gelenk besitzen • Station 2: einseitige und zweiseitige Hebel; Hebelgesetz; Beispiele für einseitige und zweiseitige Hebel im Alltag	• Richtlinienbezüge (hier: Lehrplan SU NRW (MSW, 2008)) • Einsatz von Reflexionsbögen im SU • Herstellen und Einsatz von Modellen im SU • Möglichkeiten der Einbettung der durchgeführten Stationen in SU-Reihen • Schüler*innenfragen und Präkonzepte (zum Thema Hebel)

		• Nachbesprechung der Erkenntnisse der Arbeitsphase und theoretischer Input (s. Spalten Fachwissenschaft und Fachdidaktik) (15 min)			
KE9 (II)	Teil 3: Energie – Verdauung des Menschen	• Einstieg: theoretischer Input mit Bezug zu KE8 (s. Punkt 1 in Spalte Fachdidaktik); Vorstellung des Themas und Besprechung wichtiger Fachbegriffe für KE9 (10 min) • Gelenkphase: Besprechung des Ablaufs der folgenden Arbeitsphase (3 min) • Arbeitsphase: Experimentieren/Arbeiten mit Modellen an 4 Stationen: Es wird dabei die Reise des Frühstücks durch den Körper nachvollzogen (67 min) • Nachbesprechung der Erkenntnisse der Arbeitsphase und theoretischer Input (s. Spalten Fachwissenschaft und Fachdidaktik) (20 min)	• Präsentation und Gespräch im Plenum • Experimentieren an Stationen in Partner-/Kleingruppenarbeit	• Formen der Energie (Schwerpunkt: Chemische Energie) • Kohlenhydrate, Proteine und Lipide als Hauptbestandteile der Nahrung • Verdauungsapparat des Menschen (Organe, ihre Morphologie und Funktionen) o Station 1: Mund (u.a. Enzyme) o Station 2: Speiseröhre (Transportvorgang der Nahrung) o Station 3: Magen (Enzyme, Säure, Denaturierung) o Station 4: Dünn- und Dickdarm (Oberflächenvergrößerung, Enzyme)	• Umgang mit Präkonzepten der Schüler*innen; *Conceptual change* • Einsatz von Modellen im SU • Kriteriengerechtes Vergleichen bei Experimenten (inkl. Variablenkontrolle) • Exkurs: weitere Ideen für handlungsorientierten SU zum Thema Nahrung/Verdauung • Vielperspektivität des Themas Ernährung
KE10 (II)	Teil 4: Energie – Herz-Kreislauf- und Atmungssystem des Menschen: Als angehende Lehrkraft ein Experiment für den SU planen	• Einstieg: kurze Wiederholung KE9; theoretischer Input (s. Spalte Fachdidaktik) (10 min) • Gelenkphase: Besprechung des Ablaufs der folgenden Arbeitsphase (5 min) • Arbeitsphase: Planung eines Experiments für den SU zum Thema A oder B (s. Spalte Fachwissenschaft) o Phase 1: Gespräche in Kleingruppen: Leitfrage: „Welches Wissen über das Potenzial des Inhaltes/Bildungsziele und Schüler*innenvorstellungen bezüglich der Themen A und B habe ich?“ (15 min) o Phase 2: Gespräche in Kleingruppen (ohne z.B. im Internet zu recherchieren): Leitfragen: „Was für ein Fachwissen habe ich zu Thema A oder B? Was weiß ich über fachspezifische Vermittlungsstrategien für den SU zum Thema A oder B?“ (20 min)	• Präsentation und Gespräch im Plenum • Gespräche und Planungen in Partner-/Kleingruppenarbeit	• Gruppe A: Herz und Blutkreislauf des Menschen (Aufbau und Funktionen) • Gruppe B: Eigenschaften der Luft; Lunge und Atmungssystem des Menschen (Aufbau und Funktionen)	• Professionswissen von Lehrkräften (mit den Schwerpunkten Fachwissen und fachdidaktisches Wissen) • der naturwissenschaftliche Erkenntnisweg im SU; Schritte bzw. Phasen eines Experiments: Planung, Durchführung und Auswertung • Planung eines Experiments für den SU: didaktische Gegenstandsanalyse (Formulierung von Lernzielen, Sachanalyse); Voraussetzungen von Lerner*innen, Lehrenden und Umfeld (u.a. räumliche Gegebenheiten); Unterrichtsorganisation (u.a. Methode und Sozialform)

		○ Phase 3: Planung eines Experiments zum Thema A oder B inkl. Erstellen eines Arbeitsblattes und Posters mit didaktisch-methodischen Informationen (s. Spalte Fachdidaktik) (50 min)			
KE11 (II)	Teil 4: Energie – Herz-Kreislauf- und Atmungssystem des Menschen: Als angehende Lehrkraft ein Experiment für den SU planen, durchführen und auswerten	• Fortführung Phase 3: Fertigstellung der in KE10 begonnenen Planungen und Aufbau aller benötigten Experimentiermaterialien auf Tisch (60 min) • Phase 4: Durchführung Experiment einer anderen Kleingruppe (A tauscht mit B und umgekehrt; ein Zettel mit kurzen Hinweisen zum Vorgehen und Feedbackgeben werden durch Hilfskraft vor Beginn ausgeteilt) (20 min) • Phase 5: schriftliche Rückmeldung/Feedback zum Experiment der anderen Gruppe (10 min) • Phase 6: Lesen des Feedbacks durch die Teams, Austausch bei Rückfragen zum Feedback (10 min) • *Dozierende gibt Feedback zu allen Planungsprodukten; dieses wird anonymisiert im *moodle*-Kurs hochgeladen	• Planungen in Partner-/Kleingruppenarbeit • Experimentieren + Feedbackgeben in Partner-/Kleingruppenarbeit	• Gruppe A: Herz und Blutkreislauf des Menschen (Aufbau und Funktionen) • Gruppe B: Eigenschaften der Luft; Lunge und Atmungssystem des Menschen (Aufbau und Funktionen)	• Kompetenzen zur Planung eines Experiments für den SU/Was gilt es bei der Planung zu beachten? (s. KE10) • der naturwissenschaftliche Erkenntnisweg im SU; Schritte bzw. Phasen eines Experiments: Planung, Durchführung und Auswertung
KE12 (I, II)	Abschluss: Nachbesprechung und Reflexion	• Nachbesprechung und Reflexion der Erkenntnisse aus Teil 4 in KE10 und 11 (s. Spalten Fachwissenschaft und Fachdidaktik) (25 min) • Reflexion und Zusammenfassung: Rückblick auf die letzten elf Einheiten (Fachwissenschaftliche und fachdidaktische Inhalte) (35 min) • Standardisierte Lehrveranstaltungsbewertung durch Studierende (*Paper and Pencil*) (10 min) • Besprechung des weiteren Vorgehens (10-30 min) ○ Teilnahme an Online-Tests ○ Ausstellung der Teilnahmezertifikate für freiwillige Teilnehmer*innen ○ detaillierte Besprechung zur summativen Prüfungsleistung bei Pflichtteilnahme (freiwillige Teilnehmer*innen werden vorher verabschiedet)	• Präsentation und Gespräch im Plenum	• Herz und Blutkreislauf des Menschen (Aufbau und Funktionen) • Eigenschaften der Luft • Lunge und Atmungssystem des Menschen (Aufbau und Funktionen) • Zentrale fachwissenschaftliche Inhalte aus allen Kurseinheiten	• Experimentieren und Einsatz von Modellen im SU • Vielperspektivität des Themas Gesundheit • Professionswissen von Lehrkräften (mit den Schwerpunkten Fachwissen und fachdidaktisches Wissen) • Naturwissenschaftliche Grundbildung/S*cientific Literacy* • Alle im Kurs angewandten fachspezifischen Arbeitsweisen/Methoden (Schwerpunkt Experimentieren)

Anmerkungen und Abkürzungen: Die Liste der je Einheit verwendeten Medien – inkl. Experimentiermaterialien – kann bei Interesse angefragt werden. KE: Kurseinheit; SU: Sachunterricht; Markierung mit Sternchen (*): Zeitraum nach der betreffenden Kurseinheit bis zur nächsten Sitzung

Anhang 3: Beispiel eines Stations-Arbeitsblattes – Kurseinheit 5

Kurseinheit 5

Aufgabenblatt: Station 1)
WAS IST DER LOTUSEFFEKT UND WIE FUNKTIONIERT ER?

Sie haben sicherlich schon einmal von dem Lotuseffekt gehört. Aber wie genau funktioniert er und wo kann man ihn noch finden, außer bei der exotischen Lotuspflanze oder beim Schilfrohr am Teich? Damit beschäftigen Sie sich an dieser Station.

Vermutung: Wie, glauben Sie, muss eine Oberfläche beschaffen sein, damit sie den Lotuseffekt aufweist?

.....
.....

Aufgabe 1: Den Lotuseffekt kennenlernen und erleben

Vor sich finden Sie Materialien, mithilfe derer Sie herausfinden sollen, worum es sich bei dem Lotuseffekt genau handelt (was kann man dann beobachten?) und bei welchen Pflanzen er auftritt.

Materialien, die zur Verfügung stehen:

- Reines Wasser
- Honig, der etwas mit Wasser gemischt wurde
- Flüssiger Klebstoff
- Plastikpipetten
- Kreidepulver
- Erde
- Pfeffer
- Verschiedene Blätter von Pflanzen (z.B. Kohlrabi, Kapuzinerkresse, Efeu, Kirschlorbeer)

Unsere 2 Forschungsfragen sind:

.....
.....
.....

Planung & Durchführung: Wie gehen Sie vor, um die Forschungsfragen zu beantworten?

Tipps dafür:

- Fertigen Sie eine *Tabelle* an, in der die unterschiedlichen Variablen, die sich aus den zur Verfügung gestellten Materialien ergeben, eine Rolle spielen.
- Denken Sie daran, immer nur *eine Variable* zu variieren (z.B. immer den gleichen Winkel beim Halten der Pflanzenblätter einhalten; gleiche Menge an Flüssigkeiten verwenden, …).
- Bitte die verschiedenen Pflanzenteile *so wenig wie möglich anfassen*, weil sonst die Oberflächen beschädigt werden können und der Effekt nicht mehr zu sehen ist!
- Zur Beobachtung: Achten Sie u.a. auf die Form der Wassertopfen und die Benetzbarkeit der Pflanzenoberflächen mit Flüssigkeiten!
- Bitte Papiertücher bereithalten, um die Flüssigkeiten nachher wieder wegzuwischen; auch Auffangwannen stehen Ihnen zur Verfügung.

Auswertung: Was können Sie aus den Ergebnissen im Hinblick auf Ihre Forschungsfragen schließen?

Abbildung A3.1: Arbeitsblatt Lotuseffekt – Seite 1 (eigene Darstellung)

Aufgabe 2: Den Lotuseffekt nachahmen

Sie sollen nun versuchen, mithilfe der Erfahrungen aus Aufgabe 1 die folgende **Forschungsfrage** zu beantworten:
„Wie kann man eine Oberfläche, die den Lotuseffekt aufweist, mithilfe einfacher Materialien selbst herstellen?"

Für dieses Experiment stehen Ihnen folgende **Materialien** zur Verfügung:

- Flüssigkeiten und Plastikpipetten aus Aufgabe 1
- Objektträger aus Glas
- Glas-Objektträger mit einer Rußschicht (Glas wurde nah über brennende Kerze gehalten)
- Glas-Objektträger mit einer Wachsschicht (flüssiges Wachs aus brennender Kerze auf Objektträger geschüttet und abkühlen lassen)
- Wachsmalstifte
- Papierzettel

Durchführung: Wie gehen Sie vor?

.....
.....
.....

Ergebnisse: Ergänzen Sie die in Aufgabe 1 angefertigte Tabelle um weitere Zeilen, in die Sie die Beobachtungen dieser Aufgabe eintragen!

Aufgabe 3: Den Lotuseffekt zerstören

Versuchen Sie mithilfe folgender Methoden, den Lotuseffekt bei den ausgelegten Blättern zu zerstören (bitte nur kleine Pflanzenoberfläche verwenden! Nur reines Wasser nach Anwenden der „Zerstörungs"-Methode auftropfen):

- Starkes Reiben über die Oberfläche (mit einem Finger oder/und Wattestäbchen)
- Seife mithilfe eines Wattstäbchens auf Blattoberfläche auftragen
- Kälte (Pflanzen-Stück aus dem Gefrierschrank holen)

Auswertung:

1) Was schließen Sie aus den Beobachtungen?

2) Wie funktioniert der Lotuseffekt auf Mikroebene? (Eine Skizze kann hier auch sinnvoll sein; der Infotext liefert weiterführende Informationen)

3) Welche Vorteile haben wohl Pflanzen, deren Blätter den Lotuseffekt aufweisen?

4) Wie kann der Effekt im Alltag von Menschen verwendet werden? Nennen Sie zwei Beispiele!

Abbildung A3.2: Arbeitsblatt Lotuseffekt – Seite 2 (eigene Darstellung)

Anhang 4: Beispiel einer Stations-Sachanalyse – Kurseinheit 6

Kurseinheit 6
Textmaterial zu Station 1:
DER WASSERLÄUFER UND DAS WASSER

Wichtige Stichworte: Oberflächenspannung, Wasserstoffbrückenbindung, Tenside/Detergenzien

Wassermoleküle sind Dipole: Jedes Wassermolekül (H_2O) wird von zwei Wasserstoffatomen (H), die mit einem Sauerstoffmolekül (O) durch je ein gemeinsames Elektronenpaar verbunden sind, gebildet. Da das Sauerstoffatom eine größere Elektronegativität (Fähigkeit eines Atoms, Bindungselektronen anzuziehen) besitzt als die Wasserstoffatome, werden die gemeinsamen Elektronen stärker vom Sauerstoff angezogen. Dadurch ist das Sauerstoffatom teilweise elektrisch negativ und die beiden Wasserstoffatome sind teilweise elektrisch positiv geladen. Moleküle, die wie das Wassermolekül einen negativen und einen positiven Ladungsschwerpunkt besitzen, nennt man Dipole. Das Wassermolekül ist somit polar (ähnlich wie ein Magnet).

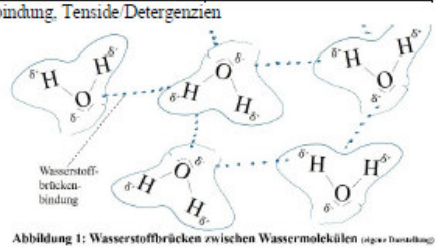


Abbildung 1: Wasserstoffbrücken zwischen Wassermolekülen (eigene Darstellung)

Diese Polarität des Wassermoleküls bewirkt, dass sich Wassermoleküle zu Aggregaten zusammenlagern (ungleichnamige Pole ziehen sich an). Es wirken elektrostatische Anziehungskräfte zwischen den positiven und negativen Teilladungen verschiedener Wassermoleküle. Diese "Wasserstoffbrücken" (s. Abb. 1) bewirken den Zusammenhalt der Wassermoleküle. Die Aggregatbildung ist temperaturabhängig. Nahe 0°C assoziieren etwa 65 Wassermoleküle, nahe 100°C nur etwa 12. Wasserstoffbrücken können ständig wieder gelöst und mit anderen verknüpft werden.

Oberflächenspannung an Grenzflächen: Betrachten Sie nun die rechtsstehende Abbildung. *Innerhalb* der Flüssigkeit (in Abb. 2 Teil A) hat ein Wassermolekül in alle Richtungen Nachbarmoleküle. Die Anziehungskräfte zwischen den Wassermolekülen wirken gleichmäßig nach allen Seiten und heben sich daher in ihrer Wirkung gegenseitig auf. Das Molekül ist kräftefrei.

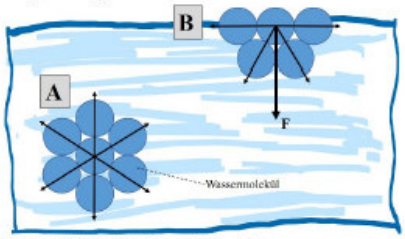


Abbildung 2: Modell Entstehung der Oberflächenspannung (eigene Darstellung)

An der Oberfläche des Wassers, also an der Grenzfläche zwischen Wasser und Luft (B) fehlen nach oben hin die Wassermoleküle und damit auch die entsprechenden Anziehungskräfte. Nach unten sind jedoch Wassermoleküle vorhanden, welche die an der Wasseroberfläche befindlichen Wassermoleküle anziehen. Deshalb wirkt auf ein Wasser-Oberflächenmolekül eine Kraft (F), die ins Innere der Flüssigkeit gerichtet ist (s. Pfeil nach unten). Bedingt durch diese Kraft nimmt eine Flüssigkeit diejenige Form an, bei der am wenigsten Moleküle an der Oberfläche liegen und die Oberfläche – bezogen auf das Volumen – am kleinsten ist (z.B. kugelige Gestalt bei Wassertropfen; die „potenzielle Energie" ist so am kleinsten). Die Summe dieser Kräfte tritt als **Oberflächenspannung** in Erscheinung. Dadurch wirkt die Oberfläche zwischen Wasser und Luft wie eine angespannte, elastische Haut. Die Oberflächenspannung beruht auf **Wasserstoffbrückenbindungen** und ist Material- sowie temperaturabhängig. Je wärmer das Wasser, desto geringer die Oberflächenspannung (stärkere Molekularbewegung stört die Ausbildung von Wasserstoffbrücken).

Die Wirkung der Oberflächenspannung kann man gut beim **Wasserläufer** beobachten. Die Beine des Tieres sind durch wasserabweisende Behaarung (und Luft zwischen den Härchen) nicht benetzbar, sein Gewicht wird durch den großen Abstand seiner Beine gut auf die Wasseroberfläche verteilt und so kann er sich, dank der Oberflächenspannung, auf dem Wasser fortbewegen. Die Wasseroberfläche darf ***möglichst nicht durchstoßen*** werden.

Oberflächenspannungen sind äußerst empfindlich gegen *Verunreinigungen* in der Flüssigkeitsoberfläche. Bei Waschvorgängen ist Oberflächenspannung hinderlich. Durch die **Verringerung der Oberflächenspannung** des Wassers erleichtern **Waschmittel bzw. Tenside** das Eindringen der Waschlauge ins Gewebe und die Benetzung der Fasern (s. Abb. 3). Tensidmoleküle sind bifunktionelle Verbindungen, d.h. sie bestehen aus einem lipophilen (Fett liebenden) und einem hydrophilen (Wasser liebenden) Teil. Der lipophile Teil lagert sich an fettige Verunreinigungen und unpolare Fasern an und vermindert so die Schmutzhaftung am Gewebe. Da der hydrophile Anteil der Tenside in die Wasserphase ragt, befinden sich außen an den Schmutzpartikeln hydrophile Tensidanteile, die sich gegenseitig abstoßen. Dadurch wird das Zusammenfließen fettiger Verunreinigungen zurückgedrängt und der Schmutz in kleinere Partikel zerlegt.

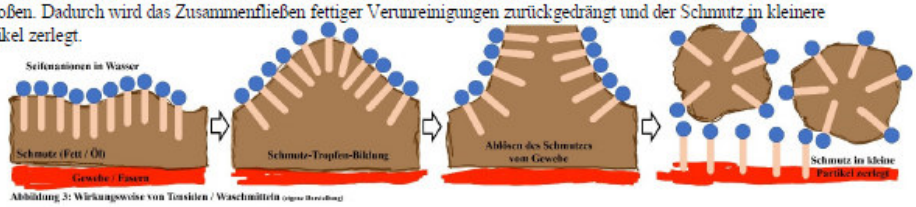


Abbildung 3: Wirkungsweise von Tensiden / Waschmitteln (eigene Darstellung)

Abbildung A4.1: Sachanalyse/Informationstext zum fachwissenschaftlichen Hintergrund der Station ‚Der Wasserläufer und das Wasser' – Seite 1 (eigene Darstellung)

Literaturangaben:

Bannwarth, Horst; Kremer, Bruno P.; Schulz, Andreas (2013): Basiswissen Physik, Chemie und Biochemie. Vom Atom bis zur Atmung - für Biologen, Mediziner und Pharmazeuten (3., erw. und aktual. Aufl.). Berlin / Heidelberg: Springer Spektrum.

Bergstedt, Christel (2001): Naturwissenschaften Biologie - Chemie - Physik: Wasser (1. Aufl.). Berlin: Volk-und-Wissen-Verl.

Fischedick, Arno; Grubert, Lutz; Hartmann, Annett; Hennig, Horst; Kaiser, Bernd; Kauschka, Günter et al. (2004): Duden Abiturwissen Chemie. Alle wichtigen Prüfungsinhalte für Grund-und Leistungskurs - kompakt und übersichtlich. Berlin: PAETEC.

Ganz, Günther; Pietrzyk, Uwe; Schneider, Karin; Willmer-Klumpp, Charlotte (2007): Naturwissenschaften kompakt Gymnasium Sek. I (1. Aufl.). Stuttgart: Ernst Klett.

Kurzweil, Peter (2015): Chemie. Grundlagen, Aufbauwissen, Anwendungen und Experimente (10., überarb. Aufl.). Wiesbaden: Springer Vieweg.

Trautwein, Alfred; Kreibig, Uwe; Hüttermann, Jürgen (2008): Physik für Mediziner, Biologen, Pharmazeuten (7., neu bearb. Aufl.). Berlin: de Gruyter.

Abbildungen vergrößert:

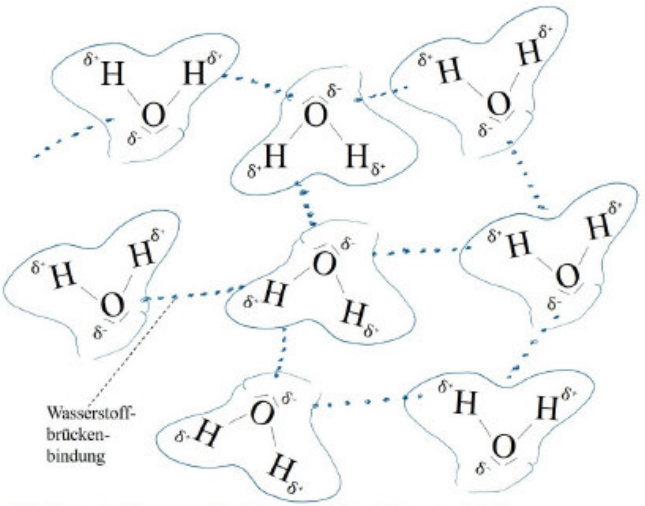


Abbildung 1: Wasserstoffbrücken zwischen Wassermolekülen (eigene Darstellung)

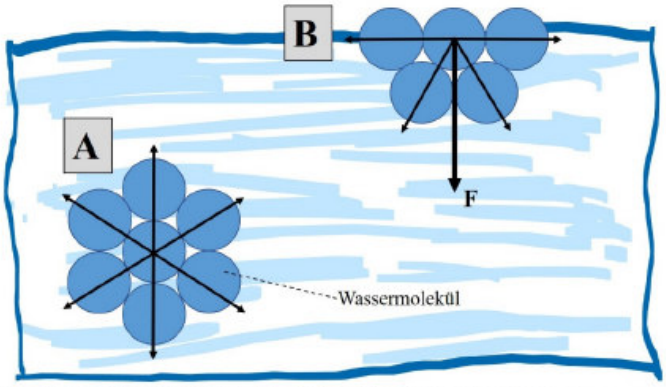


Abbildung 2: Modell Entstehung der Oberflächenspannung (eigene Darstellung)

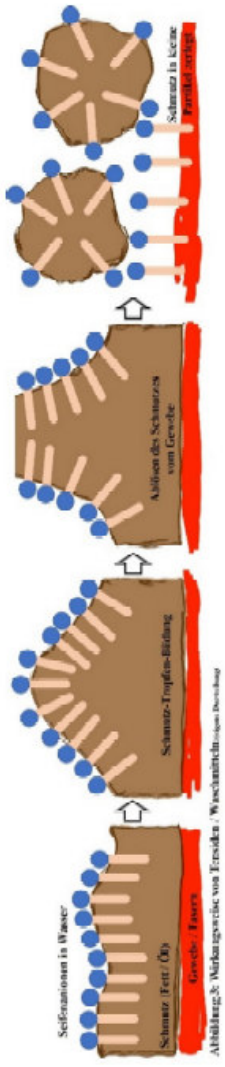


Abbildung A4.2: Sachanalyse/Informationstext zum fachwissenschaftlichen Hintergrund der Station ‚Der Wasserläufer und das Wasser' – Seite 2 (eigene Darstellung)

Anhang 5: Bewertungsbogen für die summative Prüfungsleistung

Tabelle A5: Bewertungsbogen der summativen Prüfungsleistung

Kriterium	*erzielte Punkte*	*Kommentar*
1. **Deckblatt:** vorhanden und alle geforderten Informationen gegeben (Titel Übung, „Entwurf eines…“, Titel des Experiments, Name(n), Matrikelnummer(n), Studiengang, Semester, Datum der Abgabe) (8 Items x 0,25 P)	/2	
2. **Form**: Schriftgröße, Schriftart, Ränder, Zeilenabstand, Seitenzahlen (1. Seite nicht nummeriert; wenn nicht, -0,05 P), Umfang (max. 2 Seiten Arbeitsblätter, max. 2 Seiten Begründungen), Gliederung in Kapitel und Absätze (7 Items x 0,25 P)	/1,75	
3. **Zitate:** ausreichende Einbindung von Quellen, korrekte Nennung der Quellen im Text durch „(Autor Erscheinungsdatum)“, indirekte Zitierweise (Harvard-Methode) (3 Items x 1 P)	/3	
4. **Literaturverzeichnis**: alphabetisch (Autoren), Einheitlichkeit, Nennung didaktisch-methodischer (und ggfs. fachwissenschaftlicher) Literatur, Aufführen von Richtlinien, Benutzung zitierwürdiger Quellen (5 Items x 0,5 P)	/2,5	
5. **Teil: Arbeitsblatt:** Zuordnung zu einem der Kursblöcke gegeben, Handlungsorientierung gegeben (0,5 P + 1 P = 1,5 P) Übersichtlichkeit (auch: nicht zu textlastig, Platz für Notizen/Zeichnungen etc.) und klare Struktur, klare Anweisungen, ansprechende Gestaltung, Abb./Tabellen etc. (6 P), Fachwissenschaftliche Inhalte korrekt, Methodik, Vorgehen logisch und passend (3 P), naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg ersichtlich (2 P)	/12,5	
6. **Rahmenbedingungen und Infos zum Experiment (Passung zum Arbeitsblatt gegeben?):** • Oberthema genannt (0,5 P) • Thema/Titel der Reihe (1 P) • Titel des Experiments (1 P) • Perspektiven des SU (1 P) • Zeitaspekt (0,5 P) • Klassenstufe (0,5 P) • Materialliste (1 P) • Vorbereitung Material (0,5 P) • Räumliche Gegebenheiten (0,5 P) • Sozialform (0,5 P)	/7	
7. **Feinlernziele:** Operatoren wurden verwendet, Dimensionen wurden angegeben (2 Items x 0,5 P) Feinlernziele passend zum Experiment und konkret genug (Inhalts- und Verhaltenskomponente) (je FLZ 1 P, max. 3 P)	/4	
8. **Didaktisch-methodische Überlegungen:** • Bezug Bildungspläne, Ziele Sachunterricht (2 P) • Legitimation des Experiments (auch: Gegenwarts-/Zukunftsbezug) (2 P) • Einbettung in Reihe mit Begründung (2 P) • Begründung Sozialform (2 P) • Begründung Methode und Vorgehen, welche Kompetenzen gefördert? (2 P + 3 P + 2 P = 7 P) • Welche Schwierigkeiten/Probleme? Umgang damit? (3 P)	/18	
9. **Anhang:** Bilder der Experiment-Durchführung und alle Schritte vorhanden (0-3 P); korrekte Beschriftung der Abbildung (= Abbildungsunterschrift; 1 P)	/4	
10. **Sonstiges:** wissenschaftliche Sprache, Rechtschreibung und Grammatik, Interpunktion (3 Items x 1P)	/3	
11. ***Sonstiges****: Extrapunkte, z.B. wegen Zusatzmaterial wie Infotext, Musterlösung, etc. im Anhang; Kreativität (wird nicht in Gesamtpunktzahl aufgenommen)*	/2	
12. **Gesamtpunktzahl**	/57,75	

Anhang 6: Übersicht offener und damit kombinierter geschlossener Fragen im *Pre-* und *Posttest*

Tabelle A6: Übersicht über eingesetzte offene und damit kombinierte geschlossene Fragen im *Pre-* sowie *Posttest*

Konstrukt	*Zeitpunkt*	*Fragentyp*	*Formulierung Fragestellung*
Erwartungen	*Pre*	offen	Welche Erwartungen verknüpfen Sie mit der Teilnahme am „Interdisziplinären, experimentellen Tutorium Sachunterricht?“
Wünsche	*Pre*	offen	Können Sie hier kurz Ihre diesbezüglichen Wünsche spezifisch benennen?
Lernziele	*Pre*	offen	Bitte formulieren Sie ein ganz persönliches Lernziel für das Tutorium!
spontane Assoziationen	*Post*	offen	Wenn Sie sich heute an das gesamte Tutorium zurückerinnern, was (Inhalte, Erfahrungen, etc.) kommt Ihnen spontan in den Sinn?
Nicht-Erfüllung Erwartungen, Wünsche, Lernziele	*Post*	offen	*Welche Ihrer Lernziele, Erwartungen und Wünsche an das Seminar wurden nicht erfüllt?
Änderungsvorschläge/ -empfehlungen	*Post*	offen	*Was würden Sie am Tutorium ändern, wenn Sie es selbst durchführen müssten?
Weiterempfehlung Kurs I	*Post*	geschlossen (Dreifachauswahl)	Würden Sie das Tutorium anderen Grundschullehramts-/Sachunterrichtsstudierenden weiterempfehlen?
Weiterempfehlung Kurs II	*Post*	geschlossen (Vierfachauswahl)	Würden Sie einen weiteren Kurs, der fachwissenschaftliche und fachdidaktische Inhalte der Naturwissenschaften und der Technik vertieft, freiwillig besuchen?
Weiterempfehlungsgründe	*Post*	offen	Aus welchen Gründen würden Sie das Tutorium anderen Grundschullehramts-/Sachunterrichtsstudierenden weiterempfehlen?
beliebteste Kurseinheiten/Lieblingskurseinheiten	*Post*	geschlossen (dichotom)	Welche 2 Kurseinheiten haben Ihnen am besten gefallen?
Gründe für Auswahl der Lieblingskurseinheiten	*Post*	offen	*Warum haben Ihnen diese Kurseinheiten am besten gefallen?
unbeliebteste Kurseinheiten	*Post*	geschlossen (dichotom)	Welche 2 Kurseinheiten haben Ihnen am wenigsten gefallen?
Gründe für Auswahl der unbeliebtesten Kurseinheiten	*Post*	offen	Warum haben Ihnen diese Kurseinheiten am wenigsten gefallen?
weitere Anmerkungen	*Post*	offen	*Falls Sie mir noch etwas zum Tutorium mitteilen wollen (Anregungen, Anmerkungen), können Sie dies hier tun:

Anmerkung: Bei den mit einem Sternchen (*) versehenen offenen Fragen wurden im Zuge der qualitativen Inhaltsanalyse die Antworten aller 168 Teilnehmer*innen ausgewertet, bei den anderen offenen Fragen wurde aus ökonomischen Erwägungen nur die Hälfte aller Antworten – nach einer Kombination aus Quoten- und Zufallsauswahl (s. Kap. 5.2) – analysiert

Anhang 7: Übersicht der geschlossenen Konstrukte im *Pretest*

Tabelle A7: Konstrukte des quantitativen Erhebungsteils (*Pretest*; Angaben zur persönlichen Relevanz gewisser Kursinhalte), Anzahl und Kürzel der dazugehörigen Items, je ein Beispielitem und Angaben zur internen Konsistenz

Konstrukt	*Anzahl Items*	*Kürzel Items*	*Beispielitem*	*Reliabilität (Cronbachs α)*
Relevanz fachwissenschaftlicher Inhalte	1	TU21_01	fachwissenschaftliche Inhalte	-
Relevanz fachdidaktischer Inhalte	1	TU21_02	fachdidaktische Inhalte	-
Relevanz pädagogischer Inhalte	1	TU21_03	pädagogische Inhalte	-
Relevanz biologische Perspektive	1	TU22_01	Biologische Perspektive	-
Relevanz chemische Perspektive	1	TU22_02	Chemische Perspektive	-
Relevanz physikalische Perspektive	1	TU22_03	Physikalische Perspektive	-
Relevanz technische Perspektive	1	TU22_04	Technische Perspektive	
Relevanz Handlungsorientierung	2	TU23_01, TU23_06	eigenständiges Ausprobieren von Sachunterrichtsexperimenten	.609
Relevanz Praxisnähe/Grundschulbezug	2	TU23_02, TU23_10	die Anwendbarkeit der Inhalte in der Grundschule	.728
Relevanz Fachwissenschaft – Experimente	2	TU23_03, TU23_07	den fachwissenschaftlichen Hintergrund der Experimente verstehen lernen	.771
Relevanz Fachdidaktik – Experimente	2	TU23_04, TU23_08	fachdidaktische Informationen zu Sachunterrichtsexperimenten zu erhalten	.716
Relevanz Perspektivenvernetzung	2	TU23_05, TU23_09	die Vernetzung der verschiedenen Perspektiven des Sachunterrichts	.729

Anmerkungen: Fragestellung der TU21-Items: „Wie wichtig sind Ihnen fachwissenschaftliche, fachdidaktische und pädagogische Inhalte im „Interdisziplinären, experimentellen Tutorium Sachunterricht“?“; Fragestellung der TU22-Items: „Wie wichtig ist Ihnen das Behandeln der biologischen, chemischen, physikalischen und technischen Perspektiven des Sachunterrichts im „Interdisziplinären, experimentellen Tutorium Sachunterricht“?“; Fragestellung der TU23-Items: „Wie wichtig sind Ihnen die folgenden Aspekte im „Interdisziplinären, experimentellen Tutorium Sachunterricht“?“

Anhang 8: Explorative Faktorenanalysen

In SPSS 27 wurden zur Überprüfung der Konstruktvaliditäten der in den nachfolgenden Tabellen dargestellten Konstrukte zwei explorative Faktorenanalysen (vgl. Bühner, 2021, S. 378ff.) durchgeführt, nachdem die Variablen mithilfe des Kaiser-Meyer-Olkin-Prüfverfahrens auf ihre Eignung für die Faktorenanalyse untersucht wurden. Die Analyse kann mit KMO-Werten von .717 („mittelprächtig“, Janssen & Laatz, 2017, S. 604) für die Daten in Tab. A8.1 und .895 („recht gut“, Janssen & Laatz, 2017, S. 604) der Daten aus Tab. A8.2 fortgesetzt werden. (vgl. Bühner, 2021, S. 420f.).

Es wurde jeweils eine Hauptachsen-Faktorenanalyse mit Varimax-Rotation durchgeführt und unter Berücksichtigung der theoretischen Vorannahmen (vgl. Bühner, 2021, S. 409) sowie der Anteile der Gesamtvarianzen (vgl. Janssen & Laatz, 2017, S. 586) die Anzahl an Faktoren bestimmt. Für die Variablen aus Tab. A8.1 wurde sich für eine Fünf-Faktor-Lösung entschieden, die 61.59 Prozent der kumulierten Varianz aufklärt, für die Variablen der Tab. A8.2 wurde eine Vier-Faktor-Lösung gewählt, welche 61.31 Prozent der Varianz erklärt.

Im Anschluss erfolgte die Zuordnung der Variablen zu dem Faktor, auf dem sie am höchsten laden. Dabei sollten Faktorenladungen von $\lambda < .50$ bestenfalls nicht berücksichtigt werden (vgl. Backhaus, Erichson, Plinke & Weiber 2018, S. 399). Die Variable TU23_08 lädt mit .559 stärker auf Faktor 5, wurde aber aufgrund inhaltlicher Überlegungen und der Tatsache, dass der Ladungswert von .470 auf Faktor 4 nahe .50 liegt, einem anderen Konstrukt zugeordnet. In Tab. A8.1 und A8.2 sind die Ergebnisse der Zuordnungen dargestellt.

Tabelle A8.1: Zuordnung der Items/Variablen zu den Faktoren (Rotierte Faktorenmatrix). Hellgrau hinterlegt sind jene Ladungen, die zur Zuordnung der Items zu den Faktoren und Konstrukten geführt haben

Konstrukt	*Item/Variable*	*Faktor 1*	*Faktor 2*	*Faktor 3*	*Faktor 4*	*Faktor 5*
Relevanz Handlungsorientierung	TU23_01	.716	-.018	.087	.035	-.038
	TU23_06	.633*	-.022	.077	-.012	.529*
Relevanz Praxisnähe/Grundschulbezug	TU23_02	.012	.878	.038	.112	.056
	TU23_10	-.041	.646	-.074	.062	.143
Relevanz Fachwissenschaft – Experimente	TU23_03	.041	-.031	.724	.350	.203
	TU23_07	.146	-.038	.789	-.010	.264
Relevanz Fachdidaktik – Experimente	TU23_04	.045	.189	.170	.576	.374
	TU23_08	.000	.189	.230	.470*	.559*
Relevanz Perspektivenvernetzung	TU23_05	.021	.051	.230	.175	.632
	TU23_09	.113	.222	.217	.200	.715

Anmerkung: Markierung mit Sternchen (*): Querladung; stärkere Ladung auf Faktor 5, allerdings aus inhaltlichen Überlegungen einem anderen Konstrukt zugeordnet

Tabelle A8.2: Zuordnung der Items/Variablen zu den Faktoren (Rotierte Faktorenmatrix). Hellgrau hinterlegt sind jene Ladungen, die zur Zuordnung der Items zu den Faktoren und Konstrukten geführt haben

Konstrukt	*Item/Variable*	*Faktor 1*	*Faktor 2*	*Faktor 3*	*Faktor 4*
Situationales Interesse: Emotionale Komponente	NT12_01	.578	.241	.237	.086
	NT12_10	.757	.227	.185	.233
	NT12_16	.713	.306	.262	.201
	NT12_19	.549	.326	.346	.415
Situationales Interesse: Epistemische Komponente	NT12_02	.287	.663	.176	.183
	NT12_07	.259	.526	.218	.265
	NT12_11	.214	.673	.141	.168
	NT12_22	.119	.727	.114	.253
Situationales Interesse: Wertbezogene Komponente	NT12_06	.283	.141	.692	.263
	NT12_15	.326	.229	.734	.157
	NT12_20*	.290	.471	.179	.229
	NT12_26	.178	.228	.723	.341
Förderung Verständnis von Interdisziplinarität der Naturwissenschaften und Technik	NT12_09	.152	.250	.364	.602
	NT12_17	.154	.156	.229	.736
	NT12_21	.142	.287	.162	.678
	NT12_24	.245	.277	.143	.751

Anmerkung: Markierung mit Sternchen (*): Item nach explorativer Faktorenanalyse und Reliabilitätsprüfung entfernt

Anhang 9: Ausgewählte Beispiele für Kategoriensysteme der qualitativen Inhaltsanalyse

Nachfolgend sind beispielhaft für die Auswertung der Studierendenantworten auf drei offene Fragen die induktiv am Material gebildeten Kategoriensysteme (vgl. auch Kap. 5.2 im Artikel) dargestellt.

Tabelle A9.1: Kategoriensystem zu der Frage „Bitte formulieren Sie ein ganz persönliches Lernziel für das Tutorium!“. Je Ober- und Unterkategorien sind die Definition, Ankerbeispiele mit Fallnummer sowie absolute und relative Häufigkeiten dargestellt.

Kategorie	*Definition*	*Ankerbeispiele mit Fallnummer*	*Absolute Häufigkeit*	*Relative Häufigkeit (%)*
1. Professionelle Kompetenz	Alle Lernziele/Aussagen, die die professionelle Kompetenz der angehenden Lehrkräfte betreffen.	„Lehrkompetenzen erlangen“, S156	152* (6)	81.28* (3.21)
1.1 Prof. Kompetenz – Fokus Vielperspektivität	Lernziele bezüglich professioneller Kompetenz mit Bezügen zur Vielperspektivität des Sachunterrichts/Vernetzung der Bezugsfächer.	„Erweiterung der multiperspektivischen Sicht des Sachunterrichts“, S36; „Biologie, Chemie, Physik und Technik“, S35	9	4.81
1.2 Prof. Kompetenz – Fokus Naturwissenschaften	Lernziele bezüglich professioneller Kompetenz mit Betonung der naturwissenschaftlichen Perspektive.	„besonders die naturwissenschaftliche Seite“, S11	6	3.21
1.3 Prof. Kompetenz – Fokus Bilingualer Sachunterricht	Lernziele bezüglich professioneller Kompetenz mit Betonung von Bezügen zum bilingualen Sachunterricht.	„Grundbildung für den bilingualen Sachunterricht“, S71	2	1.07
1.4 Fachdidaktische(s) Wissen/Kompetenzen	Alle Lernziele, die primär das fachdidaktische Wissen bzw. fachdidaktische Kompetenzen betreffen.	„und außerdem nötiges Hintergrundwissen dazu aneignen“, S72	97* (1)	51.87* (0.53)
1.4.1 SU: Wissen/Kompetenz Gestaltung Unterricht/Lernprozesse	Als Lernziel wird der Erwerb von Wissen/Kompetenzen zur Gestaltung/Durchführung von Sachunterricht/sachunterrichtlichen Lernprozessen/Lehrmethoden des Faches (exklusive der fachspezifischen Arbeitsweise Experimentieren!) angegeben.	„Viele verschiedene Unterrichtsideen kennen lernen und umsetzten können“, S14	21	11.23
1.4.2 Exp-SU: Wissen/Kompetenz Gestaltung Lernprozess	Als Lernziel wird der Erwerb von Wissen/Kompetenzen zur Gestaltung/Durchführung von Experimenten im Sachunterricht/experimentellen Lernprozessen/der fachspezifischen Arbeitsweise Experimentieren angegeben.	„Wie man am besten im SU mit den Kindern zusammen Experimente durchführt“, S137	41* (23)	21.93* (12.30)
1.4.2.1 Kennenlernen/Ideen Experimente	Als Lernziel wird das Kennenlernen von Experimenten/Erhalten von Ideen für Experimente angegeben.	„Ich hoffe, dass ich Experimente kennenlerne“, S46	18	9.63
1.4.3 Wissen über (Umgang mit) Herausforderungen	Das Lernziel ist, Wissen über (Umgang mit) Herausforderungen wie (Lern-) Schwierigkeiten/unterrichtlichen Problemen/Umsetzungsschwierigkeiten (z.B. von Experimenten) zu erlangen.	„auch mit großen Klassen experimentieren“, S3; „und vielleicht auch dadurch die Probleme zu sehen“, S97	4	2.14
1.4.4 Planungskompetenz	Als Lernziel wird das Erlernen/die Erweiterung/Steigerung der Planungskompetenz (Sachunterricht planen/experimentelle Sachunterrichtsstunden/-sequenzen) genannt.	„Unterrichtseinheiten für den Sachunterricht kompetent planen lernen“, S121;	13	6.95

		„Nach dem Tutorium soll es mir leichter fallen, eine Unterrichtsstunde/-reihe mit experimentellem Inhalt zu planen“, S88		
1.4.5 Erklärungswissen	Als Lernziel wird die Aneignung/Erweiterung von Erklärungswissen angegeben.	„Ich möchte lernen, wie ich im Unterricht […] und sie erkläre.“, S65	2	1.07
1.4.6 Wissen über SuS-Motivierung	Aussagen, die darauf hindeuten, dass die Studierenden Wissen über die Motivierung von Schüler*innen im Unterricht gewinnen möchten.	„Weitere Möglichkeiten finden, Kinder für verschiedene Themen zu begeistern.“, S148	9	4.81
1.4.7 Wissen über das Fach Sachunterricht (Bildungsziele etc.)	Als Lernziel wird angestrebt, Wissen über das Fach Sachunterricht (Bildungsziele, Inhalte, etc.) zu erlangen.	„groben Einblick in das Fach Sachunterricht“, S141	4	2.14
1.4.8 Wissen Umgang mit curricularen Vorgaben/Richtlinien/Empfehlungen	Das Lernziel ist, Wissen über curriculare Vorgaben/Richtlinien/Empfehlungen (z.B. Lehrplan Sachunterricht) zu erlangen/den Umgang damit zu erlernen bzw. diese Vorgaben/Empfehlungen zu berücksichtigen.	„Umgang mit dem Lehrplan“, S2	2	1.07
1.5 Fachwissen	Lernziele, die den Erwerb/die Vertiefung von Fachwissen beinhalten bzw. die Formulierung darauf hindeutet.	„Ich hoffe darauf, dass ich mein Schulwissen über Biologie, Chemie, Physik auffrischen kann und gleichzeitig etwas Neues hinzulerne.“, S46	8	4.28
1.6 Experimentelle Kompetenz	Aussagen, die auf den Erwerb von/die Weiterentwicklung experimenteller Kompetenz angeben / andeuten.	„Ich möchte durch das Tutorium kompetenter mit Experimenten und Forschungsfragen umgehen können“, S15	10	5.35
1.7 affektive Lernziele	Aussagen, die auf affektive Lernziele hindeuten, z.B. Steigerung unterrichtsbezogener Selbstwirksamkeitserwartungen, experimentbezogene Fähigkeitsselbstkonzepte etc.	„Ich möchte einen sichereren Umgang mit Experimenten lernen, sodass ich es mir zutraue, diese mit einer Grundschulklasse durchzuführen“, S3	14	7.49
2. Praxisorientierung/Anwendbarkeit in Sachunterricht	Alle Aussagen zu Lernzielen, die die Anwendbarkeit der Kursinhalte in der Berufspraxis/die Praxisorientierung betonen.	„die man später auch in der Grundschule anwenden kann.“, S75	19	10.16
3. Praxiserfahrungen	Als Lernziel wird das Sammeln/Machen von Praxiserfahrungen/praktischen Erfahrungen genannt.	„praktisch viel zu lernen“, S43; „Praxiserfahrung sammeln“, S156	10	5.35
4. kein Lernziel	Es wird kein Lernziel genannt oder angegeben, dass keines besteht/genannt werden kann/möchte.	„-“, S42	6	3.21
SUMME			187	100.00

Anmerkungen: Mit einem Sternchen (*) markiert = aus allen zugehörigen Unterkategorien aufsummierte Gesamthäufigkeiten; Häufigkeiten in runden Klammern = Häufigkeiten der Aussagen, die der dargestellten Kategorie – ohne Zuordnung zu einer Unterkategorie – direkt zugeordnet wurden; Flüchtigkeits-/Rechtschreib-/Grammatik-/Interpunktionsfehler bei den zitierten schriftlichen Studierendenaussagen wurden zur besseren Lesbarkeit korrigiert; S = Student*in Nummer; SU = Sachunterricht; SuS = Schüler*innen

Tabelle A9.2: Kategoriensystem zu der Frage „Wenn Sie sich heute an das gesamte Tutorium zurückerinnern, was (Inhalte, Erfahrungen, etc.) kommt Ihnen spontan in den Sinn?“. Je Ober- und Unterkategorien sind die Definition, Ankerbeispiele mit Fallnummer sowie absolute und relative Häufigkeiten dargestellt

Kategorie	*Definition*	*Ankerbeispiele mit Fallnummer*	*Absolute Häufigkeit*	*Relative Häufigkeit (%)*
1. Inhalte Themenblock I	Alle Aussagen, die Inhalte des Themenblocks 1 (Teich und seine Umgebung) beinhalten.	„Der Teich und seine Umgebung“, S167	77* (17)	27.70* (6.12)
1.1 Tiere	Bestimmte Tiere oder lebende Tiere im Allgemeinen werden genannt.	„Wasserläufer“, S53; „Stabheuschrecken“, S3	14	5.04
1.2 Bionik	Alle Aussagen und Inhalte, die dem Bereich Bionik zugeordnet werden können.	„Lotus-Effekt“, S182; „Hektor“, S53	13	4.68
1.3 Schwimmen und Sinken	Begrifflichkeiten/Aussagen, die primär das Themengebiet Schwimmen, Sinken, Steigen, Schweben (Archimedisches Prinzip) abdecken (inkl. Dichte von Stoffen).	„Sinken und Steigen“, S109, „Auftriebs-/Gewichtskraft“, S25	12	4.32
1.4 Oberflächenspannung des Wassers	Aussagen/Begrifflichkeiten, die primär die Oberflächenspannung von Wasser thematisieren.	„Oberflächenspannung“, S103	7	2.52
1.5 Wasser allgemein	Thema Wasser/Eigenschaften von Wasser wird ohne weitere Ausführungen genannt.	„Thema Wasser“, S46	4	1.44
1.6 Anomalie des Wassers	Aussagen/Begrifflichkeiten, die die Anomalie des Wassers thematisieren.	„Anomalie des Wassers“, S25	4	1.44
1.7 Aggregatzustände	Begriffe/Aussagen, die primär die Aggregatzustände von Stoffen thematisieren.	„Aggregatzustände“, S20; „Sublimieren“, S136	3	1.08
1.8 Kohäsion, Adhäsion, Kapillareffekt	Alle Aussagen, die Kohäsion, Adhäsion und den Kapillareffekt betreffen.	„Kohäsion und Adhäsion“, S35	2	0.72
1.9 Pflanzen	Das Wort "Pflanzen" wird ohne nähere Erläuterungen genannt.	„Pflanzen“, S153	1	0.36
2. Inhalte Themenblock II	Alle Aussagen, die Inhalte des Themenblocks 2 (Mensch und seine Leistungsfähigkeit) beinhalten.	„der menschliche Körper“, S92	74* (19)	26.62* (6.83)
2.1 Menschliche Sinne und Licht	Aussagen/Begrifflichkeiten, die den Kontext Sinne des Menschen und Licht (-Spektren) thematisieren.	„Sinne“, S7; „Farbspektren“, S78	14	5.04
2.2 Herz-Blutkreislaufsystem	Begrifflichkeiten/Aussagen, die den Themenkontext menschlicher Blutkreislauf/Herz behandeln.	„systolischer und diastolischer Blutdruck“, S3; „Blutkreislauf“, S145	13	4.68
2.3 Atmungssystem, Lunge, Luft	Aussagen/Begrifflichkeiten, die die Atmung des Menschen/den Atmungsapparat thematisieren.	„die Lunge“, S25; „Atmungsapparat“, S167	11	3.96
2.4 Ernährung und Verdauung	Aussagen/Begrifflichkeiten, die mit der Ernährung/Nährstoffen/einem Nährstoffnachweis/der Verdauung/den Verdauungsorganen des Menschen zu tun haben.	„Reise des Frühstücks“, S20; „Lugol‘sche Lösung, Peptidbindungen“, S78	9	3.24
2.5 Gelenke und Knochen	Aussagen/Begriffe, die das Thema Knochen und Gelenke abdecken.	„Gelenke“, S153	5	1.80
2.6 Organe	Die Begrifflichkeit "Organe" wird ohne nähere/weitere Ausführungen genannt.	„seine Organe“, S189	2	0.72

2.7 Hebel	Das Thema "Hebel" wird genannt.	„Hebel“, S103	1	0.36
3. Experimentieren	Alle Aussagen/Begrifflichkeiten, die den Schwerpunkt "Experimentieren"/"Experimente" haben.	-	65*	23.38*
3.1 Experimente/Durchführung Experimente	Aussagen, die Experiment(e)/Experimentieren, das "Durchführen/Durchführung von Experimenten" (inklusive Auswertung) /die zahlreichen Experimente/experimentelles Lernen thematisieren. Abgrenzung: Die Planung von Experimenten und handlungsorientiertes Arbeiten (ohne Nennung der/Bezug zur Arbeitsweise Experimentieren) werden separat betrachtet.	„Experimente“ S130; „Kennenlernen von Experimenten“, S75	48	17.27
3.2 Planung Experimente/experimentelle Unterrichtsstunde	Aussagen, die die Planung von Experimenten/einer experimentellen Unterrichtstunde/das Erstellen von Arbeitsaufträgen für Experimente thematisieren.	„die Erstellung der Arbeitsblätter“, S78; „eigene Unterrichtsstunde mit Experiment planen.“, S87	9	3.24
3.3 Umgang mit/Prävention von Gefahrenquellen	Der Umgang mit/die Prävention von Gefahrenquellen wird erwähnt.	„Gefahren von Experimenten erkennen“, S169	2	0.72
3.4 Naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg	Die Begrifflichkeit "Naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg" wird ohne weitere Erläuterungen genannt.	„naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg“, S78	1	0.36
3.5 Anschaulichkeit	Die Experimente werden als anschaulich bezeichnet.	„anschauliche“, S85	1	0.36
3.6 Relation Aufwendigkeit – Motivation, Interesse	Aussagen dazu, dass Experimente nicht aufwendig sein müssen, um situationales Interesse zu wecken/zu motivieren.	„Experimente müssen gar nicht so aufwendig sein, um Spaß zu machen“, S154	1	0.36
3.7 Überprüfung Experimente vor Unterricht	Die Notwendigkeit, Experimente vor Einsatz im Unterricht auszuprobieren/zu überprüfen, wird genannt.	„die Notwendigkeit, Experimente etc. vorher selbst auszuprobieren“, S16	1	0.36
3.8 Höherer Zeitbedarf	Negativ: Es wird gesagt, dass für das Experimentieren und das Erschließen der Fachinhalte mehr Zeit benötigt wird.	„aber ich hätte beim Experimentieren mehr Zeit gebraucht, um die fachwissenschaftlichen Texte intensiver lesen zu können, um alle Zusammenhänge genau zu verstehen, kann ich aber ja auch jetzt in der Nachbereitung“, S117	1	0.36
3.9 Einbettung in Unterricht	Negativ: Zu wenig darüber gesprochen, wie Experimente in den Unterricht eingebettet werden können.	„wenig Verknüpfung der Experimente mit der didaktischen Vermittlung, wie Vorbereiten und Nachbesprechen“, S40	1	0.36
4. Praktisches/handlungsorientiertes Arbeiten	Aussagen/Begrifflichkeiten, die die Handlungsorientierung des Kurses/selbstständiges Arbeiten der Studierenden hervorheben (exklusive Experimentieren!).	„Die praktischen Erfahrungen“, S131; „das handlungsorientierte Arbeiten zu verschiedenen Themen“, S162	14	5.04
5. Interesse/Motivation	Aussagen/Wörter, die darauf hindeuten, dass hohes situationales Interesse vorhanden war bzw. die (intrinsische) Motivation hoch war.	„hat besonders Spaß gemacht.“, S42 „spannend“, S117	16	5.76
6. Praxisnähe/Grundschulbezug	Alle Aussagen/Begriffe, die auf eine Nähe der Kursinhalte zur Berufspraxis in der Grundschule verweisen.	„grundschulorientierte“, S114; „praxisnahe Inhalte“, S163	12	4.32
7. Professionswissen	Alle Aussagen, die Fachwissen und fachdidaktisches Wissen betreffen.	„Hintergrundwissen“, S82	12* (1)	4.32* (0.36)
7.1 Neues lernen	Es wird darauf verwiesen, dass neues Wissen/neue Inhalte etc. kennengelernt/erlernt wurden.	„Ich habe vieles Neues dazugelernt“, S42	2	0.72
7.2 Bezüge zu Fachwissenschaften	Es wird – ganz allgemein – auf Bezüge zu fachwissenschaftlichen Inhalten verwiesen.	„mit fachwissenschaftlichen […] Hintergrund kennengelernt habe“, S107	2	0.72

7.3 (Fach-)Didaktik	Aussagen, die – sehr allgemein – (fach-)didaktische Wissensbereiche betreffen.	„und fachdidaktischem Hintergrund kennengelernt habe.“, S107	7* (2)	2.52* (0.72)
7.3.1 Didaktische Reduktion/Adressatengerechte Aufbereitung	Es wird eine adressatengerechte Aufbereitung von Inhalten angesprochen.	„didaktische Reduktion“, S23	2	0.72
7.3.2 Fachspezifische Vermittlungsstrategien	Aussagen zu fachspezifischen Vermittlungsstrategien (exklusive Experimentieren) ohne weitere Konkretisierungen.	„verschiedene naturwissenschaftliche Arbeitsweisen“, S78	2	0.72
7.3.3 Präkonzepte, *Conceptual Change*	Die Begrifflichkeiten "Präkonzepte" und "*Conceptual Change*" werden ohne weitere Konkretisierungen genannt.	„Präkonzepte + conceptual change“, S33	1	0.36
8. Vielperspektivität	Die Vielperspektivität des Kurses/der behandelten Inhalte/die Vernetzung der Bezugsfächer/die Bedeutsamkeit von Vielperspektivität wird explizit genannt.	„Verknüpfung von Fächern“, S74; „Vielperspektivität“, S143	3	1.08
9. Feedback zur Umsetzung/Vermittlung	Es wird ein Feedback zur gelungenen Umsetzung des Kurses/Vermittlung von Inhalten bzw. Wissen gegeben.	„sehr gut umgesetzt“, S117	2	0.72
10. Stationenlernen	Das Lernen/Arbeiten an den Stationen wird genannt.	„Stationenarbeit“, S92	1	0.36
11. Technik	Nennung des Wortes/der Perspektive "Technik" ohne weitere Erläuterungen.	„Technik“, S59	1	0.36
12. keine Aussage	Es wird keine Aussage getätigt.	„-“, S99	1	0.36
SUMME			278	100.02^{+}

Anmerkungen: Mit einem Sternchen (*) markiert = aus allen zugehörigen Unterkategorien aufsummierte Gesamthäufigkeiten; Häufigkeiten in runden Klammern = Häufigkeiten der Aussagen, die der dargestellten Kategorie – ohne Zuordnung zu einer Unterkategorie – direkt zugeordnet wurden; Mit Pluszeichen ($^{+}$) markiert = durch Rundung (auf Hauptkategorien bezogen) bedingt; Flüchtigkeits-/Rechtschreib-/Grammatik-/Interpunktionsfehler bei den zitierten schriftlichen Studierendenaussagen wurden zur besseren Lesbarkeit korrigiert; S = Student*in Nummer

Tabelle A9.3: Kategoriensystem zu der Frage „Aus welchen Gründen würden Sie das Tutorium anderen Grundschullehramts-/Sachunterrichtsstudierenden weiterempfehlen?“. Je Ober- und Unterkategorien sind die Definition, Ankerbeispiele mit Fallnummer sowie absolute und relative Häufigkeiten dargestellt.

Kategorie	*Definition*	*Ankerbeispiele mit Fallnummer*	*Absolute Häufigkeit*	*Relative Häufigkeit (%)*
1. Professionswissen	Alle Aussagen, die etwas mit dem Erlangen von (nicht trägem, anwendungsbezogenen) Professionswissen/der Bereitstellung von fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Informationen/Theoriewissen/dem Lerneffekt des Kurses zu tun haben.	„wir haben auch viel Theorie gelernt“, S131	66* (3)	32.67* (1.49)
1.1 Fachdidaktisches Wissen	Alle Aussagen, die primär das fachdidaktische Wissen thematisieren.	„guter didaktischer Wissenszuwachs“, S16	44* (4)	21.78* (1.98)
1.1.1 Wissen über fachspezifische Vermittlungsmethoden/Arbeitsweisen	Aussagen, die die Vermittlung/das Erlangen von Wissen über fachspezifische Vermittlungsmethoden/Vermittlungsstrategien/Arbeitsweisen thematisieren.	„man lernt dieses kindgerecht (auch durch Experimente) zu vermitteln“, S83	20* (8)	9.90* (3.96)
1.1.1.1 Ideen/Anregungen Experimentieren im Sachunterricht	Es wird thematisiert, dass im Kurs viele Ideen/Möglichkeiten/Anregungen/Tipps zu Experimenten/Experimentieren eingebunden sind/präsentiert werden.	„Man erhält Experimentideen, die gut anwendbar sind sowie auch Experimente, die außerhalb des Sachunterrichts mit den Kindern durchgeführt werden können“, S40	12	5.94
1.1.2 Wissen über Gestaltung/Planung Sachunterricht	Aussagen, die das Erlangen/das Vermitteln von Wissen über die Gestaltung (handlungsorientierten) Sachunterrichts thematisieren.	„Man bekommt Wissen vermittelt […] auch in Bezug darauf, wie man einen Unterricht gestalten soll“, S99	16* (4)	7.92* (1.98)
1.1.2.1 Ideen/Anregungen für (Planung/Gestaltung) Sachunterricht	Es wird das Bereitstellen/Kennenlernen von Möglichkeiten/Ideen/Tipps/Anregungen zur Planung und/oder Gestaltung von Sachunterricht angesprochen.	„viele Ideenanregungen für SU“, S20	12	5.94
1.1.3 Wissen über Richtlinien/Empfehlungen	Aussagen, in denen die Arbeit mit/Bezüge zu Lehrplänen/zu dem Perspektivrahmen Sachunterricht/das Wissen über Richtlinien bzw. Empfehlungen thematisiert werden.	„Außerdem lernt man darüber hinaus, wie man die Themen in den Lehrplan einordnen kann“, S78	2	0.99
1.1.4 Wissen über Umgang mit Herausforderungen	Das Wissen über den Umgang mit/die Prävention von Schwierigkeiten/Problemen im (experimentellen) Sachunterricht wird thematisiert.	„wo die Schwierigkeiten für die Lehrperson liegen könnten“, S145	2	0.99
1.2 Fachwissen	Aussagen, die den Erwerb/die Vertiefung/die Vermittlung von Fachwissen thematisieren.	„Fachwissen wird aufgefrischt/neu erworben“, S83	6	2.97
1.3 Anwendungswissen	Aussagen, die auf den Erwerb von nicht trägem/in der Praxis anwendbarem Professionswissen hinweisen.	„lernt, womit man auch etwas anfangen kann. Kein reines Zeitabsitzen und Bulimielernen für eine Klausur, wobei das Wissen anwendungslos wäre“, S114	7	3.47
1.4 Lerneffekt/Wissenserwerb	Es wird thematisiert, dass der Kurs nachhaltiges Lernen/tiefes Lernen ermöglicht/einen hohen Lerneffekt hat/man viel mitnimmt oder Aspekte vertiefen kann.	„und man nimmt viel mehr mit“, S130	6	2.97

2. Motivationale Orientierungen	Alle Aussagen, die motivationalen Orientierungen zugeordnet werden können.	-	46*	22.77*
2.1 Interesse, Motivation	Wörter/Aussagen, die auf situationales Interesse/hohe intrinsische Motivation der Studierenden hinweisen.	„es macht wirklich Spaß“, S119; „interessant“, S53	42* (21)	20.79* (10.40)
2.1.1 Wertbezogene Komponente Interesse	Aussagen/Wörter, die auf situationales wertbezogenes Interesse (Relevanz für spätere Berufstätigkeit) hinweisen.	„Hilfreich für späteren Beruf“, S20; „Man lernt (im Gegensatz zu manchen anderen Kursen) was Sinnvolles für den Beruf als Lehrer“, S136	21	10.40
2.2 Selbstkonzept, Selbstwirksamkeit	Aussagen, die darauf hinweisen, dass sich (Fähigkeits)selbstkonzepte/Selbstwirksamkeitserwartungen/-überzeugungen ändern.	„senkt daher die Hemmschwelle, selber im Unterricht zu experimentieren“, S117	4	1.98
3. Praxisnähe/Grundschulbezug	Aussagen/Wörter, die auf die Nähe der Kursinhalte zur Berufspraxis/Unterrichtspraxis/Anwendbarkeit dieser in der Berufspraxis hinweisen.	„Grundschulbezug und somit eine stetige Parallele zum eigenen Berufsleben“, S25	34	16.83
4. Praktisches Arbeiten/Handlungsorientierung	Aussagen/Begrifflichkeiten, die die Handlungsorientierung/das praktische Arbeiten im Kurs thematisieren.	„Sehr viele praktische Übungen“, S61; „man kann selber ausprobieren“, S145	26* (9)	12.87* (4.46)
4.1 *Learning by doing*/Vernetzung Praxis und Theorie	Aussagen, die auf Lernen durch Handeln (Ausprobieren, Üben, Durchführen, etc.) bzw. auf die Vernetzung von Theorie(wissen) und Praxis hinweisen.	„Da viele Kleinigkeiten erst auffallen, wenn man sie selbst erlebt hat“, S148; „Weil Theoretisches in Praktischem umgesetzt wird“, S109	9	4.46
4.2 Planung Experimente	Die eigenständige Planung von Experimenten/einer experimentellen Stunde wird thematisiert.	„man übt schon einmal, wie man selber Unterricht plant“, S117	3	1.49
4.3 Durchführen Experimente	Das eigenständige Durchführen von Experimenten wird angesprochen.	„Wir haben viele Experimente gemacht“, S131	5	2.48
5. Kursstruktur, -gestaltung, -rahmenbedingungen	Alle Aussagen, die etwas mit den generellen Rahmenbedingungen des Kurses, der Kursstruktur oder der generellen Kursgestaltung zu tun haben.	-	17*	8.42
5.1 Feedback und Austausch	Die Feedbackstrukturen und/oder der Austausch/die Diskussionen im Plenum werden genannt.	„die gemeinsame Diskussion über diese“, S27; „das Feedback hilft“, S88	2	0.99
5.2 Kursgestaltung	Aussagen, die eine anschauliche/ansprechende/abwechslungsreiche Gestaltung des Kurses thematisieren.	„Es ist sehr anschaulich gestaltet“, S67; „ist abwechslungsreich“, S119	9* (6)	4.46* (2.97)
5.2.1 Perspektivenwechsel	Es werden Perspektivenwechsel vorgenommen, indem die Rolle einer Lehrkraft als auch die Rolle von Lernenden eingenommen wird.	„Man kam in die Rolle der Lehrkraft als auch des Schülers/der Schülerin“, S162	1	0.50
5.2.2 Medien/Material	Eine verständliche Aufbereitung der eingesetzten Medien/Materialien wird angesprochen.	„die Folien kurz und verständlich waren, sodass man immer reinschauen kann.“, S131	1	0.50
5.2.3 Aufbereitung der Inhalte	Die Aufbereitung der Inhalte wird angesprochen.	„Aufbereitung der Themen Bionik, Sinnesorgane, Gewässer“, S2	1	0.50
5.3 Dozierende	Positive Eigenschaften der Lehrpersönlichkeit/der Lehrphilosophie der Dozierenden werden thematisiert.	„Auch die Dozentin war sehr engagiert, erfahren und super vorbereitet.“, S25	2	0.99
5.4 Themenvielfalt	Die Themenvielfalt des Kurses wird genannt.	„Wegen der vielfältigen Themen“, S98	1	0.50
5.5 Kursstruktur	Es wird von einer sinnvollen Kursstruktur gesprochen.	„sinnvoll strukturiert“, S153	1	0.50

5.6 keine Klausur	Es wird begrüßt, dass keine Klausur geschrieben wird.	„Vor allem finde ich das toll, dass man keine Klausur schreibt“, S131	1	0.50
5.7 Weiterbildung	Der Begriff "Weiterbildung" wird genannt, ohne weitere Erläuterungen dazu.	„Weiterbildung“, S72	1	0.50
6. Alleinstellungsmerkmale/Besonderheiten	Aussagen, die darauf hinweisen, dass der Kurs im Vergleich zu anderen Kursen im Studium bestimmte Alleinstellungsmerkmale/Besonderheiten aufweist.	„Das Tutorium deckt einen Bereich des Sachunterrichts ab, der so in keiner anderen Veranstaltung aufgegriffen wird.“, S31 „Das war die erste Veranstaltung, in der“, S149	13	6.44
SUMME			202	100.0

Anmerkungen: Mit einem Sternchen (*) markiert = aus allen zugehörigen Unterkategorien aufsummierte Gesamthäufigkeiten; Häufigkeiten in runden Klammern = Häufigkeiten der Aussagen, die der dargestellten Kategorie – ohne Zuordnung zu einer Unterkategorie – direkt zugeordnet wurden; Flüchtigkeits-/Rechtschreib-/Grammatik-/Interpunktionsfehler bei den zitierten schriftlichen Studierendenaussagen wurden zur besseren Lesbarkeit korrigiert; S = Student*in Nummer; SU = Sachunterricht

Anhang 10: Tabellarische Darstellung der Ergebnisse – Beliebteste und unbeliebteste Kurseinheiten

Tabelle A10: Beliebteste sowie unbeliebteste Kurseinheiten (KE). Die Nennungen sind als absolute und relative Häufigkeiten (in %) dargestellt. In Fettdruck markiert sind jeweils die drei beliebtesten und unbeliebtesten Einheiten

	Beliebteste Kurseinheiten		*Unbeliebteste Kurseinheiten*	
	Absolute Häufigkeit	Rel. Häufigkeit (%)	Absolute Häufigkeit	Rel. Häufigkeit (%)
KE 1	0	0.0	14	6.1
KE 2	**58**	**17.3**	5	2.2
KE 3	31	9.3	12	5.2
KE 4	3	0.9	**16**	**7.0**
KE 5	**54**	**16.1**	3	1.3
KE 6	31	9.3	7	3.0
KE 7	**65**	**19.4**	4	1.7
KE 8	15	4.5	13	5.7
KE 9	26	7.8	15	6.5
KE 10	44	13.1	14	6.1
KE 11	5	1.5	3	1.3
KE 12	3	0.9	**33**	**14.3**
keine KE gefallen	0	0.0	**91** (keine KE nicht gefallen)	**39.6**
SUMME	335	100.1*	230	100

Anmerkung: Markierung mit Sternchen (*) = durch Rundung bedingter Wert

Anhang 11: Literaturverzeichnis der Anhänge

Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W., & Weiber, R. (2018). *Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung* (15. vollst. überarb. Aufl.). Berlin/Heidelberg: Springer Gabler. https://doi.org/10.1007/978-3-662-56655-8

Bühner, M. (2021). *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion* (4. korr., erw. Aufl.). München: Pearson.

Grygier, P., & Hartinger, A. (2012). *Gute Aufgaben Sachunterricht. Naturwissenschaftliche Phänomene begreifen*. Berlin: Cornelsen Scriptor Verlag.

Janssen, J., & Laatz, W. (2017). *Statistische Datenanalyse mit SPSS* (9. überarb., erw. Aufl.). Berlin: Springer Gabler. https://doi.org/10.1007/978-3-662-53477-9

Meyer, H. (2011). *Unterrichtsmethoden II: Praxisband* (14. Aufl.). Berlin: Cornelsen.

Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (MSW NRW) (2008). *Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen* (1. Aufl.). Frechen: Ritterbach Verlag.

XI.11 Online-Supplement zu Manuskript 6

PFLB PraxisForschungLehrer*innenBildung Zeitschrift für Schul- und Professionsentwicklung

Online-Supplement

„Ich traue mir zu …“

Effekte einer interdisziplinären Lehrveranstaltung auf motivationale Orientierungen angehender Sachunterrichtslehrkräfte

Online-Supplement: Anhänge zum Beitrag

Melanie Beudels [1,*], Nadine Schroeder [1] & Angelika Preisfeld [1]

[1] *Bergische Universität Wuppertal*
[*] *Kontakt: Bergische Universität Wuppertal,*
Lehrstuhl für Zoologie und Didaktik der Biologie,
Gaußstraße 20, 42119 Wuppertal
melanie.beudels@uni-wuppertal.de

Beudels, M., Schroeder, N., & Preisfeld, A. (2021). „Ich traue mir zu …“. Effekte einer interdisziplinären Lehrveranstaltung auf motivationale Orientierungen angehender Sachunterrichtslehrkräfte [Online-Supplement: Anhänge zum Beitrag]. *PFLB – PraxisForschungLehrer*innenBildung, 3* (1), 188–220. https://doi.org/10.11576/pflb-4845

Online verfügbar: 06.11.2021

ISSN: 2629-5628

© Die Autor*innen 2021. Dieser Artikel ist freigegeben unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung, Weitergabe unter gleichen Bedingungen, Version 4.0 International (CC BY-SA 4.0).
URL: https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/de/legalcode

Beudels, Schroeder & Preisfeld

Verzeichnis der Anhänge

Anhang A1: Fragebogenkonstrukte 3
Anhang A2: Explorative Faktorenanalysen 4
Anhang A3: Einfluss des Kursformates – L-Interesse 6
Anhang A4: Einfluss des Kursformates – L-SWE 7
Anhang A5: Einfluss des Studienschwerpunktes – L-Interesse 8
Anhang A6: Einfluss des Studienschwerpunktes – L-SWE 10
Anhang A7: Korrelationsberechnungen 12
Anhang A8: Literaturverzeichnis des Anhangs 13

Beudels, Schroeder & Preisfeld

Anhang A1: Fragebogenkonstrukte

Tabelle A1: Fragebogenkonstrukte (Selbsteinschätzung), Anzahl der dazugehörigen Items, je ein Beispielitem und Angabe der internen Konsistenzen (Cronbachs α) zu beiden Messzeitpunkten

Konstrukt		Anzahl Items	Beispielitem	Reliabilität (Cronbachs α Pre/Post)
Sachinteresse (vgl. Heran-Dörr, 2006, S. 372; Kauertz et al., 2011, S. 16; Schmidt, 2014, S. 209)	Biologie	2	Mich mit biologischen Inhalten zu beschäftigen, macht mir großen Spaß.	.867/.923
	Chemie	2	Ich eigne mir gerne neues chemisches Wissen an.	.912/.973
	Physik	2	Mich mit physikalischen Inhalten zu beschäftigen, macht mir großen Spaß.	.924/.934
	Technik	2	Ich eigne mir gerne neues technisches Wissen an.	.923/.892
Interesse am Unterrichten naturwissenschaftlich-technischen SU (vgl. Heran-Dörr, 2006, S. 376)		7	Naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht zu unterrichten, macht mir keinen Spaß/wird mir keinen Spaß machen.$^{+}$	.886/.889
L-SWE (vgl. Heran-Dörr, 2006, S. 377; Schmidt, 2014, S. 211)	Biologie	2	Ich traue mir zu, biologiebezogenen Sachunterricht zu machen, in dem die Kinder biologische Phänomene verstehen können.	.800/.901
	Chemie	2	Ich weiß, dass ich es schaffe, anspruchsvolle chemiebezogene Themen für meinen Sachunterricht aufzubereiten.	.869/.909
	Physik	2	Ich traue mir zu, physikbezogenen Sachunterricht zu machen, in dem die Kinder physikalische Phänomene verstehen können.	.849/.954
	Technik	2	Ich weiß, dass ich es schaffe, anspruchsvolle technische Themen für meinen Sachunterricht aufzubereiten.	.909/.903
	Vielperspektivischer, naturwissenschaftlich-technischer Unterricht	3 (4*)	Ich bin in der Lage, vielperspektivischen naturwissenschaftlich-technischen Unterricht zu machen, in dem die Kinder die Inhalte miteinander vernetzen können.	.803/.794

Anmerkungen: Sternchen (*): ursprünglich vier Items, ein Item aus inhaltlichen Gründen aus der Auswertung entfernt; die mit einem Plus ($^{+}$) markierten Item-Kürzel zeigen invers formulierte Items, die umcodiert wurden.

Beudels, Schroeder & Preisfeld

Anhang A2: Explorative Faktorenanalysen

Wie auch von Hartmann und Reichhart (vgl. 2018, S. 172) vorgeschlagen, wurde vor der Berechnung von internen Konsistenzen und den weiteren in Kapitel 3.4 des Beitrags beschriebenen statistischen Analysen überprüft, ob die Studierenden gedanklich überhaupt zwischen den einzelnen Bezugsfächern Biologie, Chemie, Physik und Technik unterscheiden oder z.B. nur zwischen Naturwissenschaften (Biologie, Chemie, Physik) und Technik. Zur Prüfung der Konstruktvaliditäten wurden in SPSS 27 zwei (1x Sachinteressen-, 1x L-SWE-Items) explorative Faktorenanalysen gerechnet (vgl. Bühner, 2021, S. 378ff.).

Mittels Kaiser-Meyer-Olkin-Prüfverfahren und Bartlett-Test auf Sphärizität (vgl. Bühner, 2021, S. 419f.) wurden die Variablen (Items des Vortests) zuvor auf ihre Eignung für die Durchführung einer Faktorenanalyse getestet. Die KMO (Kaiser-Meyer-Olkin)-Werte von .768 (Items Sachinteresse) und .777 (Items L-SWE) sowie signifikante Bartlett-Tests (p jeweils $\leq .001$) weisen auf die Eignung für eine Faktorenanalyse hin (vgl. Bühner, 2021, S. 419; Janssen & Laatz, 2017, S. 604).

Die Anzahl an Faktoren wurde mittels Hauptachsen-Faktorenanalyse mit Varimax-Rotation und unter Hinzuziehung theoretischer Überlegungen sowie erklärter Gesamtvarianzen bestimmt (vgl. Bühner, 2021, S. 409; Janssen & Laatz, 2017, S. 586; Sachinteresse: 3 Faktor-Lösung, die 75.54 Prozent der kumulierten Varianz erklärt; L-SWE: 4 Faktor-Lösung, die 78.47 Prozent der kumulierten Varianz erklärt). Die Items mit der höchsten Ladung auf einem Faktor wurden zu einer Subskala zusammengefasst, wobei Faktorladungen $\lambda < .50$ für die Zuordnung zu einem Faktor nicht akzeptiert wurden (vgl. Backhaus, Erichson, Plinke & Weiber, 2018, S. 399). Die Ergebnisse sind den Tabellen A.2.1 und A.2.2 zu entnehmen.

Aufgrund der Ergebnisse von Hartmann und Reichhart (2018), die mithilfe einer konfirmatorischen Faktorenanalyse zeigen konnten, dass Grundschullehramtsstudierende sehr wohl zwischen der naturwissenschaftlichen und der technischen Perspektive unterscheiden, wurde sich dafür entschieden, trotz der Ergebnisse in Tab. A2.1, nach denen die Items bezüglich des Sachinteresses an Physik und Technik einem Faktor zugeordnet werden, zwischen dem Sachinteresse an Physik und dem Sachinteresse an Technik zu unterscheiden (s. Anhang A1). Allerdings sollten zukünftige Studien, in denen je (Sub-) Konstrukt mehr Items verwendet werden (s. Diskussion in Kap. 5.3), diese differierenden Befunde beachten und weitergehend untersuchen.

Tabelle A2.1: Zuordnung der Sachinteresse-Items zu den Faktoren (Rotierte Faktorenmatrix). Hellgrau hinterlegt sind jene Ladungen, welche zu der Zuordnung der Items zu den Faktoren bzw. Konstrukten geführt haben.

Konstrukt	Item/Variable	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3
Sachinteresse Biologie	TU26_02	.874	.105	.065
	TU26_12	.847	.100	.180
Sachinteresse Chemie	TU26_03	.133	.911	.208
	TU26_10	.089	.872	.153
Sachinteresse Physik und Technik	TU26_05	.091	.168	.818
	TU26_07	.013	.115	.846
	TU26_08	.143	.145	.795
	TU26_09	.172	.130	.817

Beudels, Schroeder & Preisfeld

Tabelle A2.2: Zuordnung der L-SWE-Items zu den Faktoren (Rotierte Faktorenmatrix). Hellgrau hinterlegt sind jene Ladungen, welche zu der Zuordnung der Items zu den Faktoren bzw. Konstrukten geführt haben.

Konstrukt	Item/Variable	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4
L-SWE Biologie	TU30_02	.755	.256	.160	.136
	TU30_13	.706	.183	.178	.430*
L-SWE Chemie	TU30_06	.231	.946	.188	.107
	TU30_08	.226	.675	.208	.318
L-SWE Physik	TU30_04	.160	.256	.864	.209
	TU30_10	.175	.128	.697	.346
L-SWE Technik	TU30_09	.326	.243	.354	.739
	TU30_12	.219	.193	.301	.811

Anmerkung: Sternchen (*): Querladung.

Anhang A3: Einfluss des Kursformates – Lehrer*inneninteresse

Tabelle A3: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) des Sachinteresses je Bezugsfach sowie des Interesses am Unterrichten naturwissenschaftlich-technischen SU bei Studierenden des wöchentlichen Kursformates (n = 88) und des Blockkursformates (n = 70) zu beiden Testzeitpunkten. *p*-Werte sowie Effektstärken (η_p^2) sind für den Innergruppen- sowie Intergruppen-Vergleich angegeben.

Konstrukt	Gruppe	Testzeit-punkt	M	SD	*p*	η_p^2	$p_{Gruppen}$	$\eta_{p,\ Gruppen}^2$
Sachinteresse Biologie	wöchentlich	Pre	4.02	.92	(.970)/ [.679]	(.000)/ [.002]	(.081)/ [.050*]	(.020)/ [.025]
		Post	4.02	.99				
	Block	Pre	3.99	.92	(.015*)/ [.018*]	(.084)/ [.080]		
		Post	4.19	.77				
Sachinteresse Chemie	wöchentlich	Pre	3.39	.98	(.690)/ [.855]	(.002)/ [.000]	(.048*)/ [.044*]	(.025)/ [.026]
		Post	3.43	1.07				
	Block	Pre	3.41	1.05	(.002**)/ [.002**]	(.133)/ [.128]		
		Post	3.74	.88				
Sachinteresse Physik	wöchentlich	Pre	3.36	.98	(.340)/ [.507]	(.011)/ [.005]	(.041*)/ [.029*]	(.027)/ [.031]
		Post	3.44	1.14				
	Block	Pre	3.26	1.16	(.000***)/ [.000***]	(.174)/ [.177]		
		Post	3.58	.97				
Sachinteresse Technik	wöchentlich	Pre	3.53	.91	(.194)/ [.326]	(.020)/ [.011]	(.204)/ [.158]	(.010)/ [.013]
		Post	3.65	1.04				
	Block	Pre	3.57	1.05	(.004**)/ [.004**]	(.118)/ [.117]		
		Post	3.82	.79				
Interesse am Unterrichten von NaWiTec-SU	wöchentlich	Pre	4.33	.66	(.000***)/ [.000***]	(.175)/ [.208]	(.420)/ [.776]	(.004)/ [001]
		Post	4.57	.50				
	Block	Pre	4.39	.56	(.000***)/ [.000***]	(.303)/ [.293]		
		Post	4.66	.40				

Anmerkungen: Runde Klammern = ANOVA mit Faktor Teilnahmevariante als „Kovariate“ (s. Kap. 3.4); eckige Klammern = ANOVA mit Faktor Studienschwerpunkt als „Kovariate“ (s. Kap. 3.4); Signifikanzniveaus: $p \leq .05$ signifikant (*), $p \leq .01$ sehr signifikant (**), $p \leq .001$ höchst signifikant (***) (vgl. Bühl, 2019, S. 171); Effektstärke: $\eta_p^2 \geq .01$ kleiner Effekt, $\eta_p^2 \geq .06$ mittlerer Effekt, $\eta_p^2 \geq .14$ großer Effekt (vgl. Cohen, 1988, S. 368).

Anhang A4: Einfluss des Kursformates – Lehrer*innenselbstwirksamkeitserwartungen

Tabelle A4: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) der L-SWE je Bezugsfach sowie bezüglich des Unterrichtens vielperspektivischen SU bei Studierenden des wöchentlichen Kursformates (n = 88) und des Blockkursformates (n = 70) zu beiden Testzeitpunkten. *p*-Werte sowie Effektstärken (η_p^2) sind für den Innergruppen- sowie Intergruppen-Vergleich angegeben.

Konstrukt	Gruppe	Testzeitpunkt	M	SD	*p*	η_p^2	$p_{Gruppen}$	$\eta_{p,\ Gruppen}^2$
L-SWE Biologie	wöchentlich	Pre	3.56	.93	(.000***)/ [.000***]	(.399)/[.415]	(.095)/ [.029*]	(.018)/ [.031]
		Post	4.23	.67				
	Block	Pre	3.23	.89	(.000***)/ [.000***]	(.601)/[.590]		
		Post	4.27	.75				
L-SWE Chemie	wöchentlich	Pre	2.95	1.08	(.000***)/ [.000***]	(.447)/[.471]	(.169)/ [.409]	(.012)/ [.004]
		Post	3.81	.91				
	Block	Pre	2.79	1.09	(.000***)/ [.000***]	(.467)/[.465]		
		Post	3.80	.74				
L-SWE Physik	wöchentlich	Pre	2.95	1.05	(.000***)/ [.000***]	(.392)/[.396]	(.070)/ [.195]	(.021)/ [.011]
		Post	3.72	.94				
	Block	Pre	2.81	.93	(.000***)/ [.000***]	(.578)/[.566]		
		Post	3.76	.90				
L-SWE Technik	wöchentlich	Pre	3.12	1.09	(.000***)/ [.000***]	(.355)/[.385]	(.106)/ [.281]	(.017)/ [.008]
		Post	3.93	.83				
	Block	Pre	2.89	1.07	(.000***)/ [.000***]	(.517)/[.518]		
		Post	3.89	.71				
L-SWE vielperspektivischer NaWiTec-SU	wöchentlich	Pre	2.86	.88	(.000***)/ [.000***]	(.613)/[.605]	(.153)/ [.391]	(.013)/ [.005]
		Post	3.95	.67				
	Block	Pre	2.69	.83	(.000***)/ [.000***]	(.635)/[.618]		
		Post	3.92	.67				

Anmerkungen: Runde Klammern = ANOVA mit Faktor Teilnahmevariante als „Kovariate" (s. Kap. 3.4); eckige Klammern = ANOVA mit Faktor Studienschwerpunkt als „Kovariate" (s. Kap. 3.4); Signifikanzniveaus: $p \leq .05$ signifikant (*), $p \leq .01$ sehr signifikant (**), $p \leq .001$ höchst signifikant (***) (vgl. Bühl, 2019, S. 171); Effektstärke: $\eta_p^2 \geq .01$ kleiner Effekt, $\eta_p^2 \geq .06$ mittlerer Effekt, $\eta_p^2 \geq .14$ großer Effekt (vgl. Cohen, 1988, S. 368).

Anhang A5: Einfluss des Studienschwerpunktes – Lehrer*inneninteresse

Tabelle A5: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) des Sachinteresses je Bezugsfach sowie des Interesses am Unterrichten naturwissenschaftlich-technischen SU bei Studierenden des wöchentlichen Kursformates mit NaWiTec-Schwerpunkt (n = 60) und ohne NaWiTec-SP (n = 28) sowie bei Teilnehmenden des Blockkursformates (NaWiTec-SP: n = 45, kein NaWiTec-SP: n = 25) zu beiden Testzeitpunkten. *p*-Werte sowie Effektstärken (η_p^2) sind für den Innergruppen- sowie Intergruppen-Vergleich angegeben.

Konstrukt	Gruppe	Untergruppe	Testzeitpunkt	M	SD	*p*	η_p^2	$p_{Gruppen}$	$\eta_{p,\,Gruppen}^2$
Sachinteresse Biologie	wöchentlich	NaWiTec-SP	Pre	4.00	.95	.503	.008	.257	.015
			Post	4.06	1.00				
		Kein NaWiTec-SP	Pre	4.05	.87	.395	.027		
			Post	3.93	.97				
	Block	NaWiTec-SP	Pre	4.03	.89	.025*	.108	.694	.002
			Post	4.26	.68				
		Kein NaWiTec-SP	Pre	3.90	.98	.200	.067		
			Post	4.06	.91				
Sachinteresse Chemie	wöchentlich	NaWiTec-SP	Pre	3.53	1.00	.538	.006	.608	.003
			Post	3.60	1.00				
		Kein NaWiTec-SP	Pre	3.11	.89	.843	.001		
			Post	3.07	1.14				
	Block	NaWiTec-SP	Pre	3.47	1.01	.005**	.167	.949	.000
			Post	3.80	.91				
		Kein NaWiTec-SP	Pre	3.30	1.14	.200	.104		
			Post	3.62	.82				
Sachinteresse Physik	wöchentlich	NaWiTec-SP	Pre	3.46	.97	.243	.023	.507	.005
			Post	3.58	1.11				
		Kein NaWiTec-SP	Pre	3.14	.99	1.000	.000		
			Post	3.14	1.16				
	Block	NaWiTec-SP	Pre	3.34	1.20	.049*	.085	.191	.025
			Post	3.58	1.08				
		Kein NaWiTec-SP	Pre	3.10	1.09	.002**	.329		
			Post	3.58	.75				

Sachinteresse Technik	wöchentlich	NaWiTec-SP	Pre	3.71	.85	.124	.040	.150	.024
			Post	3.86	.91				
		Kein NaWiTec-SP	Pre	3.16	.92	.847	.001		
			Post	3.20	1.17				
	Block	NaWiTec-SP	Pre	3.84	.92	.104	.059	.326	.014
			Post	4.01	.77				
		Kein NaWiTec-SP	Pre	3.08	1.11	.034*	.174		
			Post	3.48	.71				
Interesse am Unterrichten von NaWiTec-SU	wöchentlich	NaWiTec-SP	Pre	4.50	.46	.005**	.127	.634	.003
			Post	4.66	.42				
		Kein NaWiTec-SP	Pre	3.99	.86	.003**	.279		
			Post	4.38	.61				
	Block	NaWiTec-SP	Pre	4.51	.44	.000***	.340	.717	.002
			Post	4.72	.35				
		Kein NaWiTec-SP	Pre	4.16	.69	.006**	.273		
			Post	4.55	.45				

Anmerkungen: Signifikanzniveaus: $p \leq .05$ signifikant (*), $p \leq .01$ sehr signifikant (**), $p \leq .001$ höchst signifikant (***) (vgl. Bühl, 2019, S. 171); Effektstärke: $\eta_p^2 \geq .01$ kleiner Effekt, $\eta_p^2 \geq .06$ mittlerer Effekt, $\eta_p^2 \geq .14$ großer Effekt (vgl. Cohen, 1988, S. 368).

Anhang A6: Einfluss des Studienschwerpunktes – Lehrer*innenselbstwirksamkeitserwartungen

Tabelle A6: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) der L-SWE je Bezugsfach sowie bezüglich des Unterrichtens vielperspektivischen SU bei Studierenden des wöchentlichen Kursformates mit NaWiTec-Schwerpunkt (n = 60) und ohne NaWiTec-SP (n = 28) sowie bei Teilnehmenden des Blockkursformates (NaWiTec-SP: n = 45, kein NaWiTec-SP: n = 25) zu beiden Testzeitpunkten. *p*-Werte sowie Effektstärken (η_p^2) sind für den Innergruppen- sowie Intergruppen-Vergleich angegeben.

Konstrukt	Gruppe	Untergruppe	Testzeitpunkt	M	SD	*p*	η_p^2	$p_{Gruppen}$	$\eta_{p,\ Gruppen}^2$
L-SWE Biologie	wöchentlich	NaWiTec-SP	Pre	3.83	.75	.000***	.269	.753	.001
			Post	4.31	.70				
		Kein NaWiTec-SP	Pre	2.98	1.03	.000***	.630		
			Post	4.05	.58				
	Block	NaWiTec-SP	Pre	3.40	.86	.000***	.530	.991	.000
			Post	4.33	.60				
		Kein NaWiTec-SP	Pre	2.92	.87	.000***	.680		
			Post	4.16	.97				
L-SWE Chemie	wöchentlich	NaWiTec-SP	Pre	3.33	.92	.000***	.395	.429	.007
			Post	4.02	.77				
		Kein NaWiTec-SP	Pre	2.14	.94	.000***	.543		
			Post	3.38	1.03				
	Block	NaWiTec-SP	Pre	2.98	.98	.000***	.393	.344	.013
			Post	3.77	.65				
		Kein NaWiTec-SP	Pre	2.44	1.20	.000***	.518		
			Post	3.86	.90				
L-SWE Physik	wöchentlich	NaWiTec-SP	Pre	3.26	.90	.000***	.365	.468	.006
			Post	3.90	.85				
		Kein NaWiTec-SP	Pre	2.30	1.08	.000***	.435		
			Post	3.34	1.02				
	Block	NaWiTec-SP	Pre	3.03	.85	.000***	.421	.075	.047
			Post	3.74	.95				
		Kein NaWiTec-SP	Pre	2.42	.94	.000***	.678		
			Post	3.80	.83				

Beudels, Schroeder & Preisfeld

L-SWE Technik	wöchentlich	NaWiTec-SP	Pre	3.48	.96	.000***	.260	.097	.032
			Post	4.11	.75				
		Kein NaWiTec-SP	Pre	2.34	.96	.000***	.540		
			Post	3.54	.87				
	Block	NaWiTec-SP	Pre	3.23	.94	.000***	.392	.896	.000
			Post	3.94	.63				
		Kein NaWiTec-SP	Pre	2.28	1.04	.000***	.597		
			Post	3.78	.83				
L-SWE vielperspektivischer NaWiTec-SU	wöchentlich	NaWiTec-SP	Pre	3.11	.78	.000***	.529	.161	.023
			Post	4.07	.66				
		Kein NaWiTec-SP	Pre	2.33	.86	.000***	.754		
			Post	3.68	.60				
	Block	NaWiTec-SP	Pre	2.87	.76	.000***	.626	.748	.002
			Post	3.96	.62				
		Kein NaWiTec-SP	Pre	2.36	.85	.000***	.618		
			Post	3.85	.77				

Anmerkungen: Signifikanzniveaus: $p \leq .05$ signifikant (*), $p \leq .01$ sehr signifikant (**), $p \leq .001$ höchst signifikant (***) (vgl. Bühl, 2019, S. 171); Effektstärke: $\eta_p^2 \geq .01$ kleiner Effekt, $\eta_p^2 \geq .06$ mittlerer Effekt, $\eta_p^2 \geq .14$ großer Effekt (vgl. Cohen, 1988, S. 368).

Anhang A7: Korrelationsberechnungen

Um den Zusammenhang zwischen zwei Merkmalen, in diesem Fall zwischen den L-Interessens- und L-SWE-Variablen zu berechnen, wurden bivariate Korrelationen (vgl. Döring & Bortz, 2016, S. 826) gerechnet. Als Maß für den linearen Zusammenhang wird der Korrelationskoeffizient *r* nach Pearson angegeben ($|r| \geq .1$: geringe/schwache Korrelation, $|r| \geq .3$: mittlere/moderate Korrelation, $|r| \geq .5$: große/starke Korrelation; vgl. Döring & Bortz, 2016, S. 820, nach Cohen, 1988).

Die Ergebnisse der Berechnungen sind in den Tabellen A7.1 (Pretest) und A7.2 (Posttest) dargestellt.

Tabelle A7.1: Zusammenhang der L-Interessens- und L-SWE-Variablen (Pretest): Pearson-Korrelationskoeffizient *r* (jeweils obere Zeile) und *p*-Wert (jeweils untere Zeile) (n = 202); Fettdruck: signifikante Korrelationen.

	L-SWE Biologie	L-SWE Chemie	L-SWE Physik	L-SWE Technik	L-SWE vielperspektivischer NaWiTec-SU
Sachinteresse Biologie	**.422** **.000**	.028 .692	-.048 .497	.128 .070	.111 .117
Sachinteresse Chemie	.109 .124	**.524** **.000**	.090 .201	.050 .481	.119 .091
Sachinteresse Physik	.062 .382	.114 .105	**.525** **.000**	**.235** **.001**	**.192** **.006**
Sachinteresse Technik	**.192** **.006**	**.188** **.007**	**.431** **.000**	**.464** **.000**	**.301** **.000**
Interesse am Unterrichten NaWiTec-SU	**.213** **.002**	**.265** **.000**	**.325** **.000**	**.316** **.000**	**.259** **.000**

Tabelle A7.2: Zusammenhang der L-Interessens- und L-SWE-Variablen (Posttest): Pearson-Korrelationskoeffizient *r* (jeweils obere Zeile) und *p*-Wert (jeweils untere Zeile) (n = 202); Fettdruck: signifikante Korrelationen.

	L-SWE Biologie	L-SWE Chemie	L-SWE Physik	L-SWE Technik	L-SWE vielperspektivischer NaWiTec-SU
Sachinteresse Biologie	**.595** **.000**	**.265** **.000**	.113 .111	**.145** **.040**	**.253** **.000**
Sachinteresse Chemie	**.397** **.000**	**.740** **.000**	**.488** **.000**	**.429** **.000**	**.455** **.000**
Sachinteresse Physik	**.182** **.010**	**.410** **.000**	**.734** **.000**	**.536** **.000**	**.508** **.000**
Sachinteresse Technik	**.323** **.000**	**.474** **.000**	**.607** **.000**	**.686** **.000**	**.595** **.000**
Interesse am Unterrichten NaWiTec-SU	**.328** **.000**	**.598** **.000**	**.622** **.000**	**.598** **.000**	**.633** **.000**

Anhang A8: Literatur und Internetquellen des Anhangs

Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W., & Weiber, R. (2018). *Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung* (15., vollst. überarb. Aufl.). Berlin & Heidelberg: Springer Gabler. https://doi.org/10.1007/978-3-662-56655-8

Bühl, A. (2019). *Einführung in die moderne Datenanalyse ab SPSS 25* (16., aktual. Aufl.). Hallbergmoos: Pearson.

Bühner, M. (2021). *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion* (4., korr. u. erw. Aufl.). München: Pearson.

Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2. Aufl.). New York, NY: Erlbaum. https://doi.org/10.1002/bs.3830330104

Döring, N., & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften* (5., vollst. überarb. u. akt. Aufl.). Berlin & Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-41089-5

Hartmann, C., & Reichhart, B. (2018). Motivationale Orientierungen von Studierenden im Grundschullehramt bezogen auf die Perspektiven des Sachunterrichts. In U. Franz, H. Giest, A. Hartinger, A. Heinrich-Dönges & B. Reinhoffer (Hrsg.), *Handeln im Sachunterricht* (S. 167–174). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Heran-Dörr, E. (2006). *Entwicklung und Evaluation einer Lehrerfortbildung zur Förderung der physikdidaktischen Kompetenz von Sachunterrichtslehrkräften*. Dissertation. München: Ludwig-Maximilians-Universität München. Zugriff am 15.06.2021. Verfügbar unter: https://edoc.ub.uni-muenchen.de/5878/1/Heran-Doerr_Eva.pdf.

Janssen, J., & Laatz, W. (2017). *Statistische Datenanalyse mit SPSS* (9., überarb. u. erw. Aufl.). Berlin: Springer Gabler. https://doi.org/10.1007/978-3-662-53477-9

Kauertz, A., Kleickmann, T., Ewerhardy, A., Fricke, K., Lange, K., Ohle, A., et al. (2011). *Dokumentation der Erhebungsinstrumente im Projekt PLUS, Forschergruppe und Graduiertenkolleg nwu-essen*. Zugriff am 15.06.2021. Verfügbar unter: https://duepublico2.uni-due.de/servlets/MCRFileNodeServlet/duepublico_derivate_00036697/Dokumentation_der_Erhebungsinstrumente_im_Projekt_PLUS_2013_final2.pdf.

Schmidt, M. (2014). *Professionswissen von Sachunterrichtslehrkräften. Zusammenhangsanalyse zur Wirkung von Ausbildungshintergrund und Unterrichtserfahrung auf das fachspezifische Professionswissen im Unterrichtsinhalt „Verbrennung“*. Dissertation. Duisburg-Essen: Universität Duisburg-Essen. Zugriff am 15.06.2021. Verfügbar unter: https://d-nb.info/1069491187/34.

XI.12 Arbeitsmaterialien zu Manuskript 7

Arbeitsmaterialien

(M1): Insektenexperte: Informationstext

(M2): Insektenexperte: Arbeitsblatt

(M3): Stabschreckenexperte: Arbeitsblatt

(M4): Stabschreckenexperte: Informationstext

(M5a und b): Stabschreckenexperte: Steckbrief

(M6): Bionik-Experte 1: Erfindungen nach dem Vorbild der Natur

(M7): Bionik-Experte 2: Arbeitsblatt

(M7): Bionik-Experte 3: Hector, der Laufroboter

Hinweis: Quelle aller auf den Arbeitsmaterialien verwendeten Bilder: M. Beudels

(M1) Insektenexperte: Informationstext



Aufgabe: **Lies** den Text.

Wie sehen Insekten aus?

Der Körper von Insekten ist immer in **drei Abschnitte** unterteilt, die du an einigen Insekten auch gut erkennen kannst:

Der **Kopf**, den Wissenschaftler auch "Caput" nennen, ist der erste Körperabschnitt. Der zweite Teil ist die **Brust**, die auch "Thorax" heißt. Der dritte Abschnitt wird als **Hinterleib** ("Abdomen") bezeichnet.



Alle Insekten tragen am Kopf besondere Augen: Sie werden **Komplex- oder Facettenaugen** genannt, die aus vielen kleinen Einzelaugen bestehen. Mithilfe dieser zusammengesetzten Augen können sie besonders Bewegungen gut wahrnehmen.

Ein Paar **Antennen,** die auch **Fühler** genannt werden, sind ebenfalls am Kopf aller Insekten zu finden. Mit ihnen tasten die Tiere die Umgebung ab und nehmen auch Gerüche, wie die eines Partners, über weite Entfernungen wahr.

Am Kopf befinden sich außerdem **Mundwerkzeuge**, die unterschiedlich sind, je nachdem, was das Insekt an Nahrung zu sich nimmt. Schmetterlinge haben zum Beispiel einen Saugrüssel zum Trinken von Nektar und Stabschrecken haben Mundwerkzeuge, mit denen sie Pflanzenblätter abbeißen und zerkleinern können.

Die Brust von Insekten ist nochmals in drei weitere Abschnitte untergliedert. An **jedem der drei Abschnitte sitzt ein Beinpaar**. Wenn du genau hinschaust, siehst du, dass jedes Bein aus mehreren Teilen aufgebaut ist. Manche Insekten, aber nicht alle, besitzen auch noch **Flügel** an der Brust.

Eine Lunge wie wir Menschen haben Insekten nicht. Sie atmen über ein verzweigtes Röhrensystem („**Tracheen**"), dessen Öffnungen an der Brust und am Hinterleib manchmal gut zu sehen sind. Im Hinterleib von Insekten befinden sich auch **Verdauungs- und Geschlechtsorgane**.

(M2) Insektenexperte: Arbeitsblatt



Aufgabe 1: Welche Aussagen treffen zu? **Kreuze** nur richtige Aussagen **an**. Findest du falsche Aussagen? **Korrigiere** sie.
Wenn du dir nicht sicher bist, kannst du den Informationstext benutzen.

☐ Insekten haben 10 Beine.

_____

☐ Der Körper von Insekten ist in 4 Abschnitte gegliedert, nämlich in Kopf, Hals, Brust und Hinterleib.

_____

☐ Die Augen von Insekten nennt man auch Linsenaugen.

_____

☐ Den Hinterleib benutzen Insekten zur Fortbewegung.

_____

☐ Insekten benutzen ihre 2 Fühler zum Sehen und Schmecken.

_____

☐ Alle Insekten haben Flügel.

_____

☐ Die Brust von Insekten ist in 3 Abschnitte untergliedert.

_____

Aufgabe 2: **Verbinde** die deutschen und wissenschaftlichen Bezeichnungen **miteinander**.

Kopf	Thorax
Brust	Abdomen
Hinterleib	Caput

Blitz- Aufgabe: **Schreibe auf**. Warum ist eine Spinne kein Insekt?

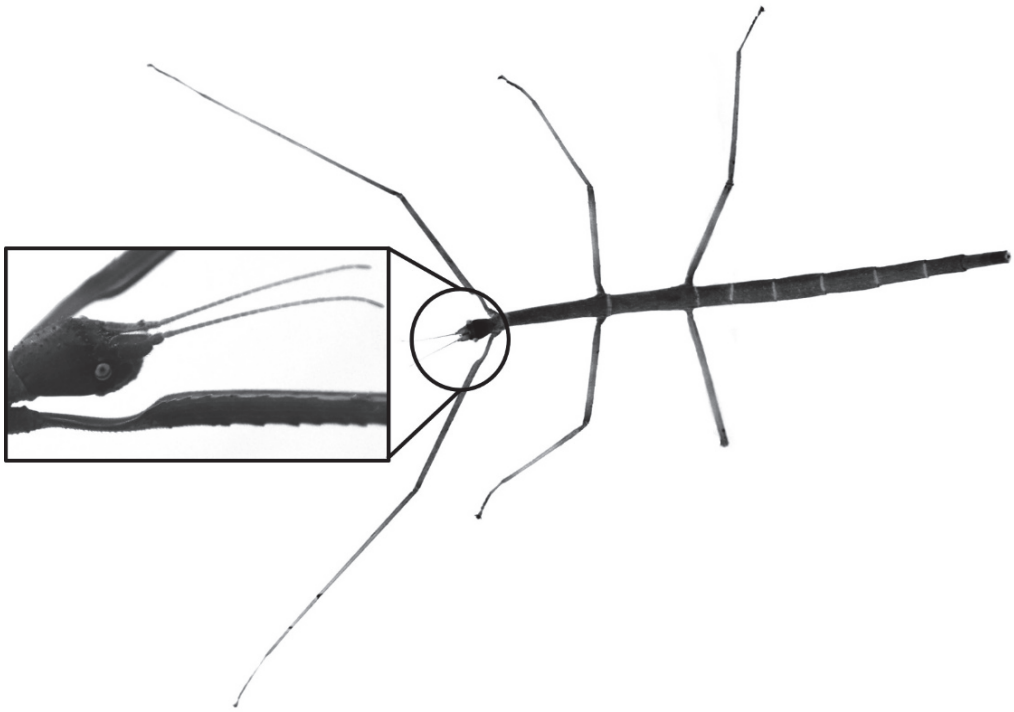
_____

_____

(M3) Stabschreckenexperte: Arbeitsblatt



Aufgabe 1: **Beschrifte** die Abbildung der Stabschrecke. Der Informationstext hilft dir dabei. **Verwende** die untenstehenden Begriffe. **Zeichne** den Teil des Tieres, der fehlt.



3 Beinpaare - Kopf - Fühler - Hinterleib - Facettenaugen - Brust

Aufgabe 2: Fällt dir etwas Besonderes an der Stabschrecke auf? Denke dabei auch an andere Insekten! **Schreibe auf**.

(M4) Stabschreckenexperte: Informationstext



Aufgabe: **Lies** den Text.

Ich bin es - Die Stabschrecke!

Wir Stabschrecken sind eine Teilgruppe der Gespenstschrecken. Zu diesen Gespenstschrecken gehören über 3000 unterschiedliche Arten von Insekten. Die meisten von uns leben in warmen Regionen der Erde, den **Tropen oder Subtropen**. Das sind Regionen auf der Welt, die nahe am Äquator liegen, sodass dort das ganze Jahr viel die Sonne scheint. In tropischen Regionen mit Regenwald finden wir aufgrund von üppigem Pflanzenreichtum besonders viel zu fressen.

Wie wir Stabschrecken sind alle Gespenstschrecken **Pflanzenfresser**. Wir leben meist in Bäumen oder Sträuchern und nur selten am Boden. In der Regel begeben wir uns in der Nacht auf die Suche nach Pflanzen. Das heißt, wir sind **nachtaktiv**. Wenn wir hier in Deutschland gezüchtet werden, kann man uns zum Beispiel mit Blättern von Rosengewächsen, wie Brombeer- oder Himbeerblättern, füttern. Die findet man auch das ganze Jahr. Andere fressen auch Blätter von Buchen oder Eichen.

Was uns auch so besonders macht, ist unsere **Größe**. Viele von uns werden richtig große Insekten, wenn sie ausgewachsen sind! Es gibt Arten unter uns, die um die 35 cm lang werden, miss das mal mit einem Lineal nach!

Wir alle schlüpfen aus **Eiern**. Die Entwicklung in diesen Eiern dauert je nach Art von ein paar Wochen bis zu über einem Jahr. Als Jungtier nehmen wir viel Nahrung auf und wachsen dabei enorm. Während des Wachstums **häuten** wir uns mehrmals: Wir haben – wie alle Insekten – ein Außenskelett aus einem harten Material und streifen dieses ab, wenn wir zu groß geworden sind. Das nennt man **Häutung**. Als **erwachsenes Tier** leben wir zwischen 1 Monat und 2 Jahren.

Wir sind hervorragend **getarnt**: Unsere Körperform und -farbe sieht Pflanzenästen ähnlich und wir verharren oft in einer Ruhehaltung. So werden wir von Feinden nicht gefressen, weil sie uns übersehen. Wenn ein Luftzug kommt, machen wir auch die Schaukelbewegungen der Pflanzenteile nach.

(M5a) Stabschreckenexperte: Steckbrief



Aufgabe: **Erstelle** einen Steckbrief.
Betrachte und beobachte dafür die Tiere und **nutze** den Infotext* und Bücher*.

Name:_____

Größe:_____

Aussehen:_____

_____

Anzahl und Lage der Beine am Körper:_____

Anzahl und Lage der Fühler am Körper:_____

Farbe:_____

Besondere Merkmale:_____

_____

Fortbewegung:_____

_____

Vorkommen*:_____

Nahrung*:_____

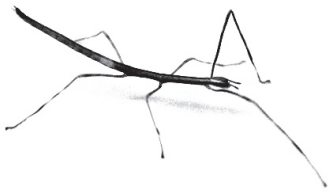
Entwicklung*:_____

_____

Schutz vor Feinden*:_____

_____

(M5b) Stabschreckenexperte: Steckbrief



Aufgabe: **Erstelle** einen Steckbrief.
Betrachte und beobachte dafür die Tiere und **nutze** den Infotext und Bücher.

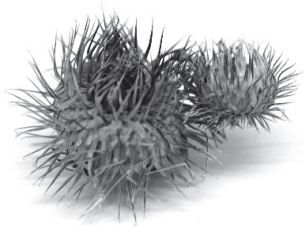
(M6) Bionik-Experte 1: Erfindungen nach dem Vorbild der Natur

Aufgabe 1: **Lies** den Text zum Thema Bionik.

Schon vor langer Zeit haben wir Menschen angefangen, durch die genaue Beobachtung der Natur technische Erfindungen zu machen. Biologen erforschen bestimmte Eigenschaften von Tieren und Pflanzen. Techniker können aus dieser Forschung lernen und bekommen Ideen für ihre Erfindungen oder die Lösung von Problemen.

Das Flugzeug wurde zum Beispiel erfunden, nachdem sich viele Forscher mit dem Körperbau und dem Flug von Vögeln beschäftigt haben.

Oder hast du dir schoneinmal eine Pusteblume genau angeschaut? Haben ihre Samen nicht Ähnlichkeit mit einem Fallschirm?



Wenn du eine Klette mit einer Lupe betrachtest, siehst du, dass sie ganz viele kleine Häkchen besitzt, wodurch diese Frucht an deiner Kleidung hängen bleiben kann. Der Klettverschluss, den du zum Beispiel an Schuhen findest, funktioniert ganz ähnlich. Schau ihn dir doch mal zu Hause ganz in Ruhe an.

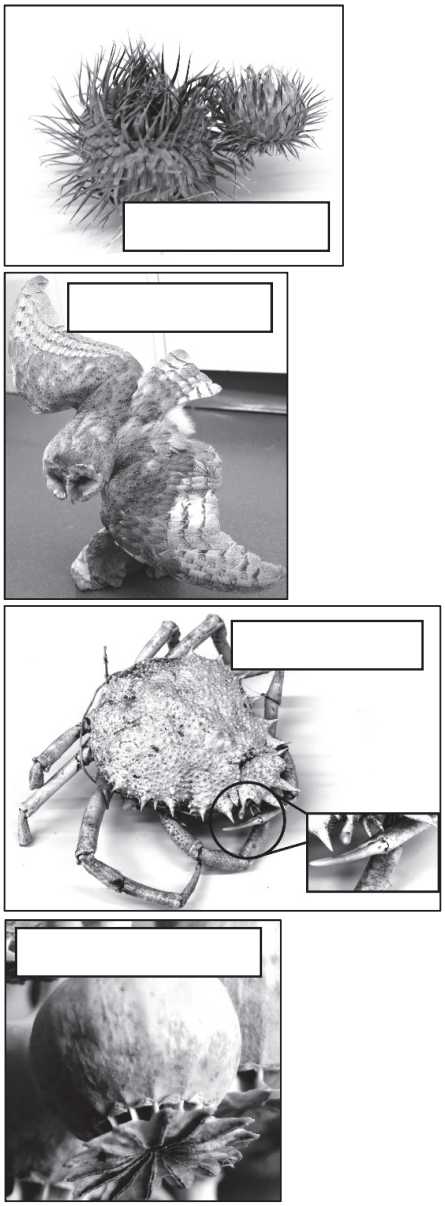
Aufgabe 2: Fallen dir nun noch mehr technische Erfindungen ein, die ein Vorbild aus der Natur haben könnten? Denke auch an die tierischen Besucher im Klassenraum! **Sprich** mit deinem Sitznachbarn/deiner Sitznachbarin und **notiert** gemeinsam eure Ideen.

(M7) Bionik-Experte 2: Arbeitsblatt

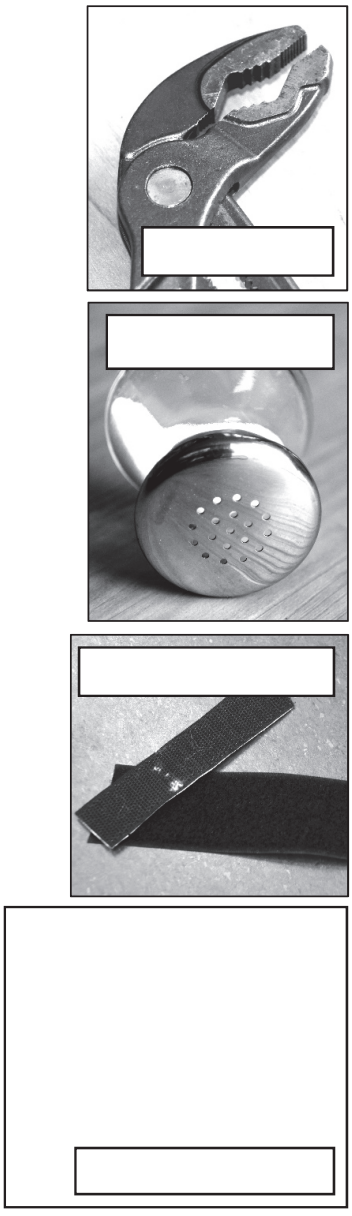
Das Wort „Bionik" ist zusammengesetzt aus den Wörtern **Biologie** und **Technik** und bedeutet: Die Technik lernt von der Biologie.

Aufgabe: **Verbinde** die passenden Paare miteinander.
Notiere passende Begriffe zu den Bildern. Eine Erfindung fehlt. Welche?

Biologie



Technik



(M8) Bionik-Experte 3: Hector, der Laufroboter



Aufgabe 1: **Schaue** dir den Kurzfilm zu Hector **an.**
Notiere: Was hat Hector mit Stabschrecken zu tun? Was kann er alles?

Hier kannst du Hector **zeichnen**:

Aufgabe 2: Du hast nun schon Vieles über Stabschrecken gelernt.
Schau sie dir nochmal an und **vergleiche** sie mit Hector! **Lege** dafür in deinem Heft eine Tabelle **an.**

Das vergleiche ich:	**Stabschrecke**	**Laufroboter Hector**
z.B. Körperform	…	…

TIPP Achte auf: Körperform – Körpergröße - Anzahl der Beine – Bewegung der Beine – Augen und Fühler am Kopf

XI.13 Zusatzmaterialien zu Manuskript 7

Zusatzmaterialien

(Z1): Fantasiereise – Picknick auf der Wiese

(Z2): Plan – Pflegedienst der Stabschrecken

(Z3): Regeln – Umgang mit Tieren

(Z4): Wortkarten Tafel / Smartboard / Smartboard

(Z5): Bildkarten Tafel / Overheadprojektor / Smartboard

(Z1)

Fantasiereise

Auftrag für die Schülerinnen und Schüler:

Legt euren Kopf - mithilfe eurer Arme - gemütlich auf den Tisch vor euch. Schließt die Augen und seid entspannt.

Lauscht den Geräuschen und der Geschichte.

Starten Sie das Hörmedium und stellen Sie die Lautstärke so ein, dass die Fantasiereise davon leise begleitet wird.

Heute ist ein schöner und warmer Sonntagvormittag. Meine Mama hat mir versprochen, ein leckeres Picknick auf meiner Lieblingswiese zu machen. Ich freue mich sehr, denn dort gibt es immer so viel Schönes zu entdecken. Also packen wir gemeinsam den Picknickkorb und gehen los.

Auf der Wiese angekommen, breiten wir die Decke aus. Nachdem wir etwas gegessen und getrunken haben, gehe ich auf Entdeckungsjagd. Ich schnappe mir meine Lupe und suche nach diesen interessanten Krabbeltieren. Hier gibt es immer so Spannendes zu entdecken, nämlich ganz viele unterschiedliche Tierchen. Einige sind sehr klein, andere größer, mal sind sie sie eher länglich, mal bunt und manche können sogar fliegen. Es sind so viele, dass ich mich gar nicht mehr an alle erinnern kann. Kannst du mir helfen?

(Z2)

Pflegedienst der Stabschrecken

Was ist zu tun?

- Die Pflanzenblätter im Terrarium 1x pro Tag mit 2-4 Sprühstößen Wasser besprühen.
- Kontrollieren, ob noch genug Blätter als Futter vorhanden sind. → Wenn nicht, der Lehrkraft Bescheid geben.
- Kontrollieren, ob es den Stabschrecken gut geht und ob Eier gelegt wurden.

Wer hat Dienst?

MONTAG: _____

DIENSTAG: _____

MITTWOCH: _____

DONNERSTAG: _____

FREITAG: _____



Quelle Bilder: M. Beudels

www.bu-praktisch.de

(Z3)

Umgang mit lebenden Tieren



Behandle jedes Lebewesen so, wie du behandelt werden möchtest.

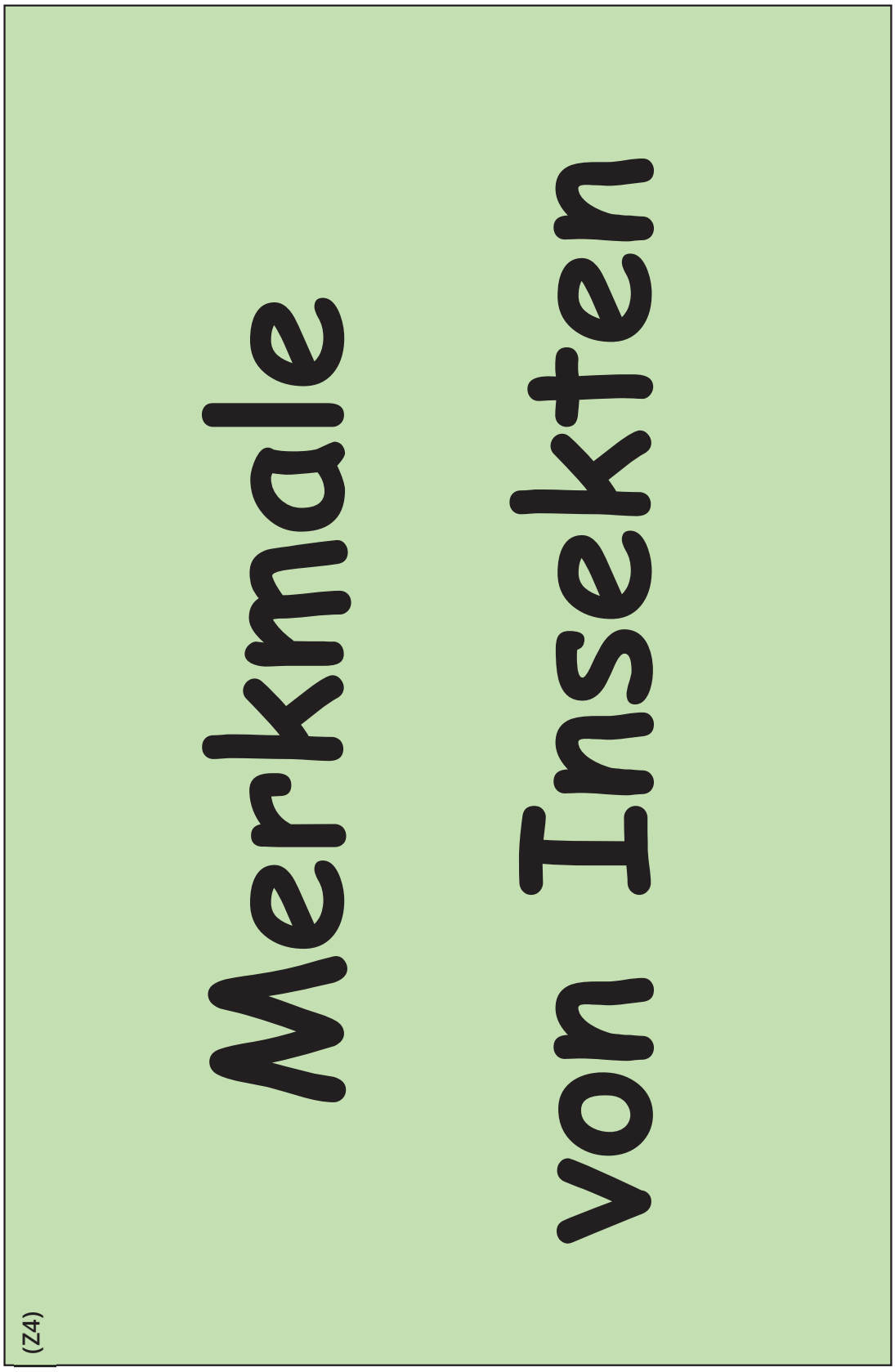
Wie gehe ich mit

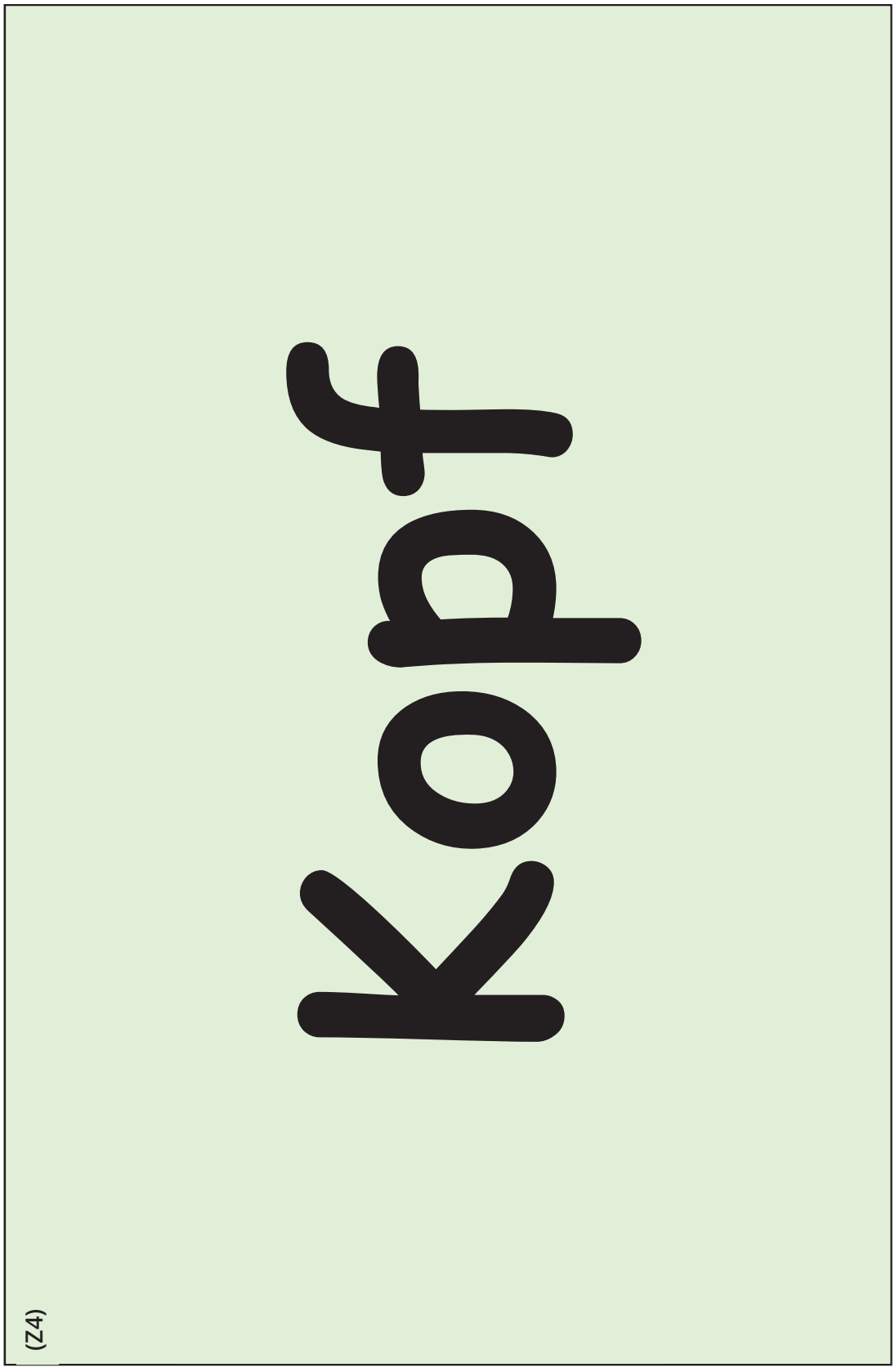
_____ um?

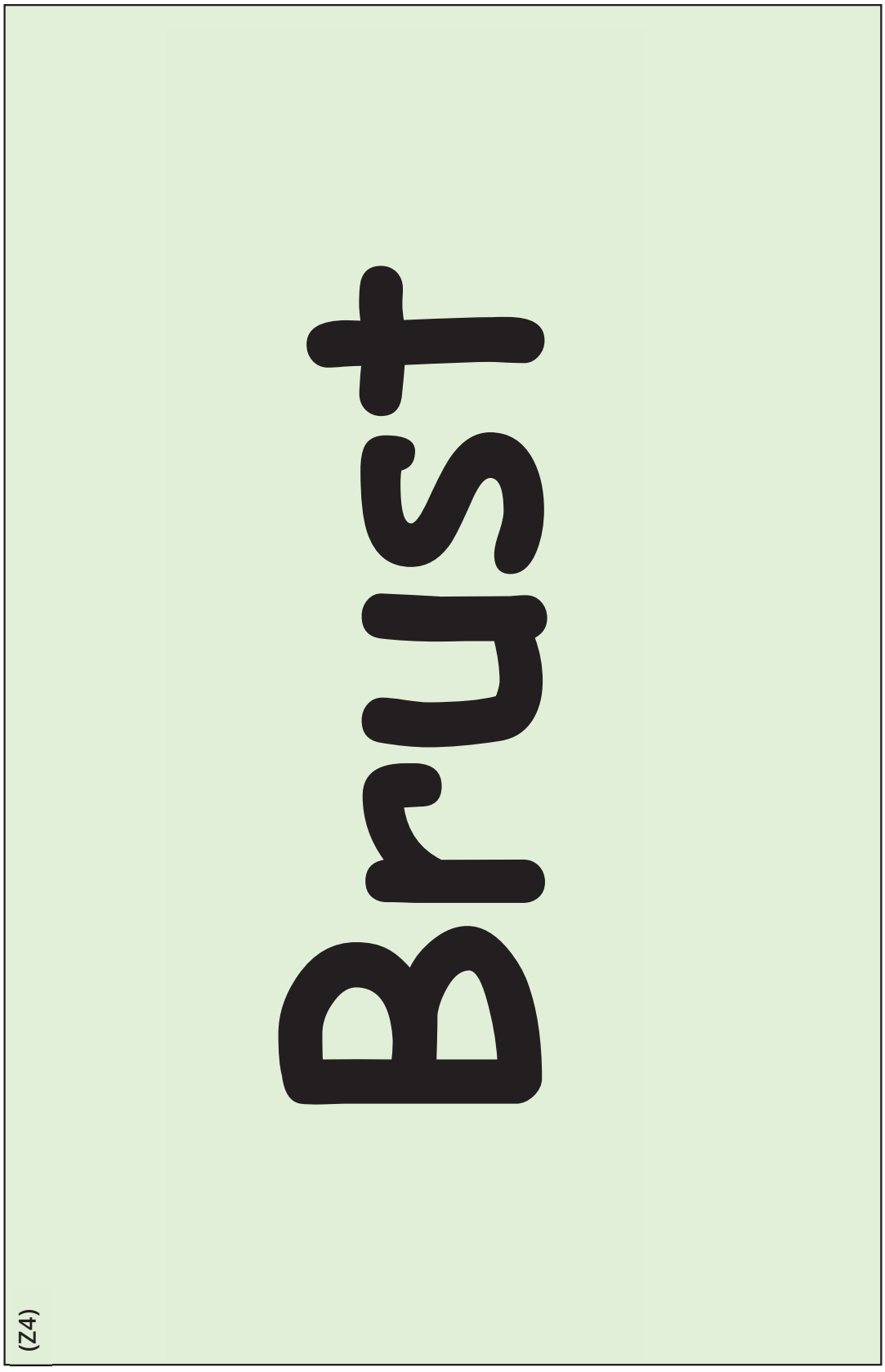
- ➔ Ich verhalte mich **leise** und **ruhig**.
- ➔ Ich achte darauf, dass nur **eine(r)** das Tier berührt.
- ➔ Beim Hochheben fasse ich das Tier **vorsichtig** von unten an und löse es somit langsam vom Untergrund.

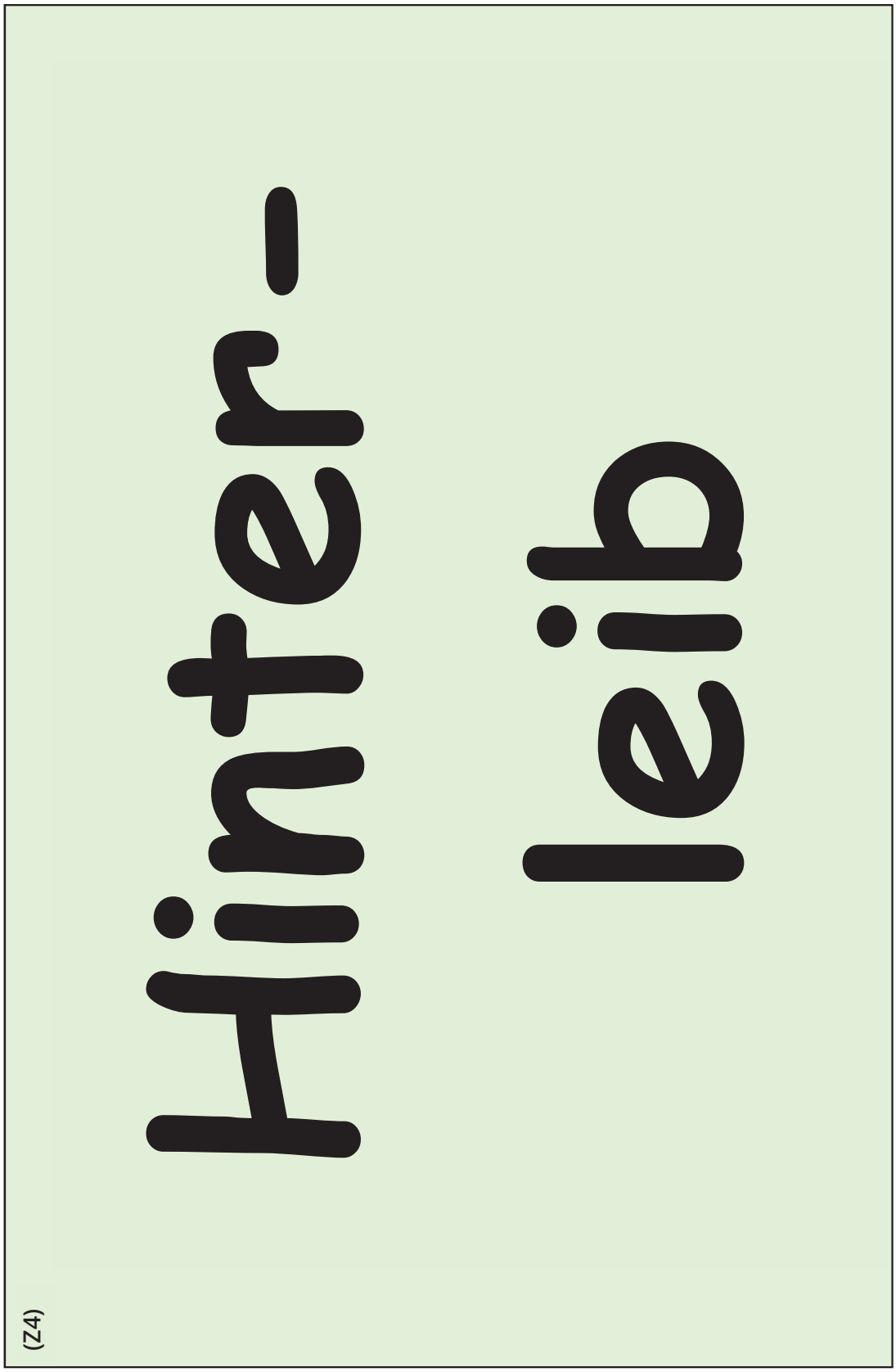


Quelle Bilder: M. Beudels

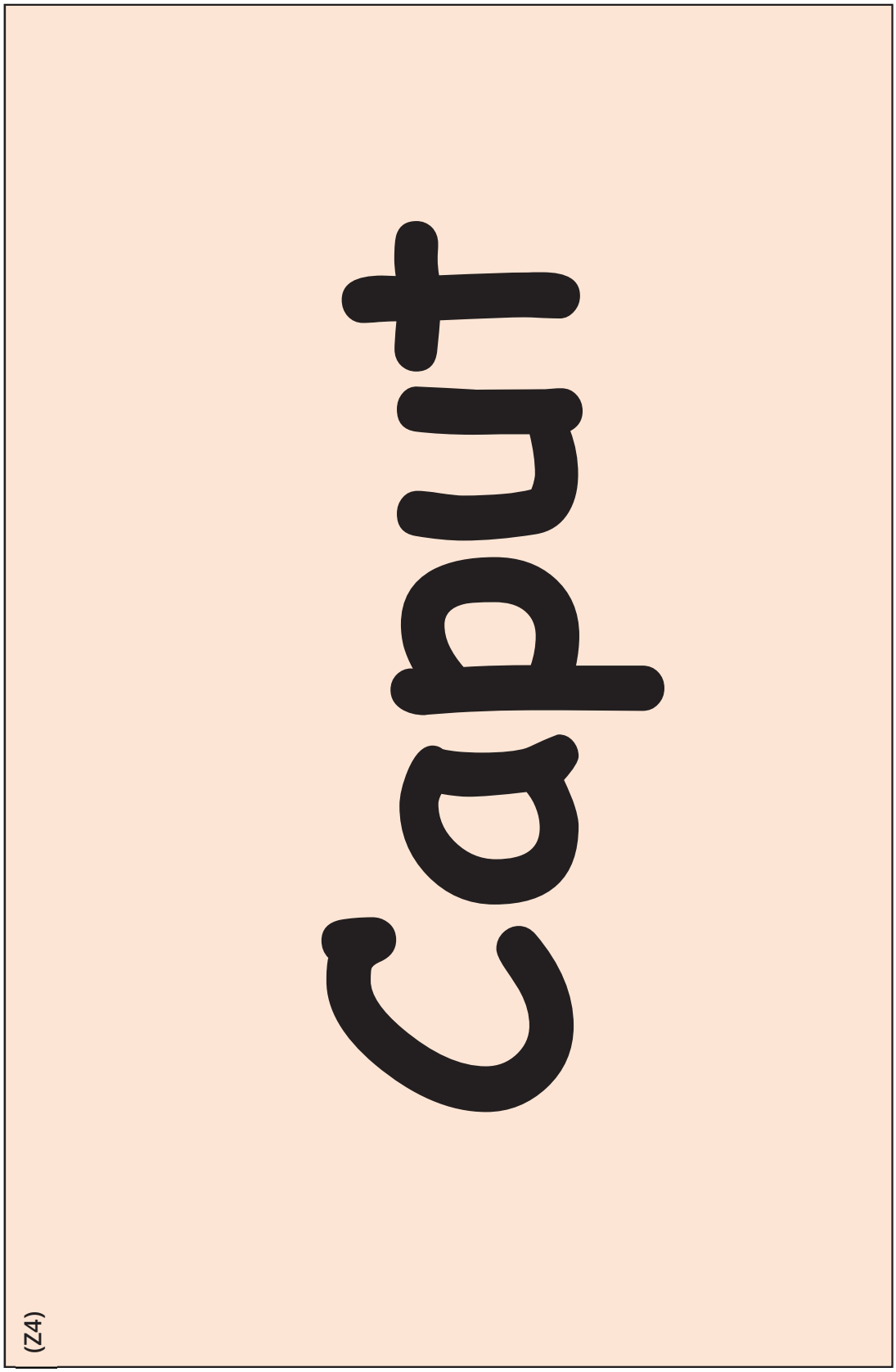

Merkmale
von Insekten
(Z4)

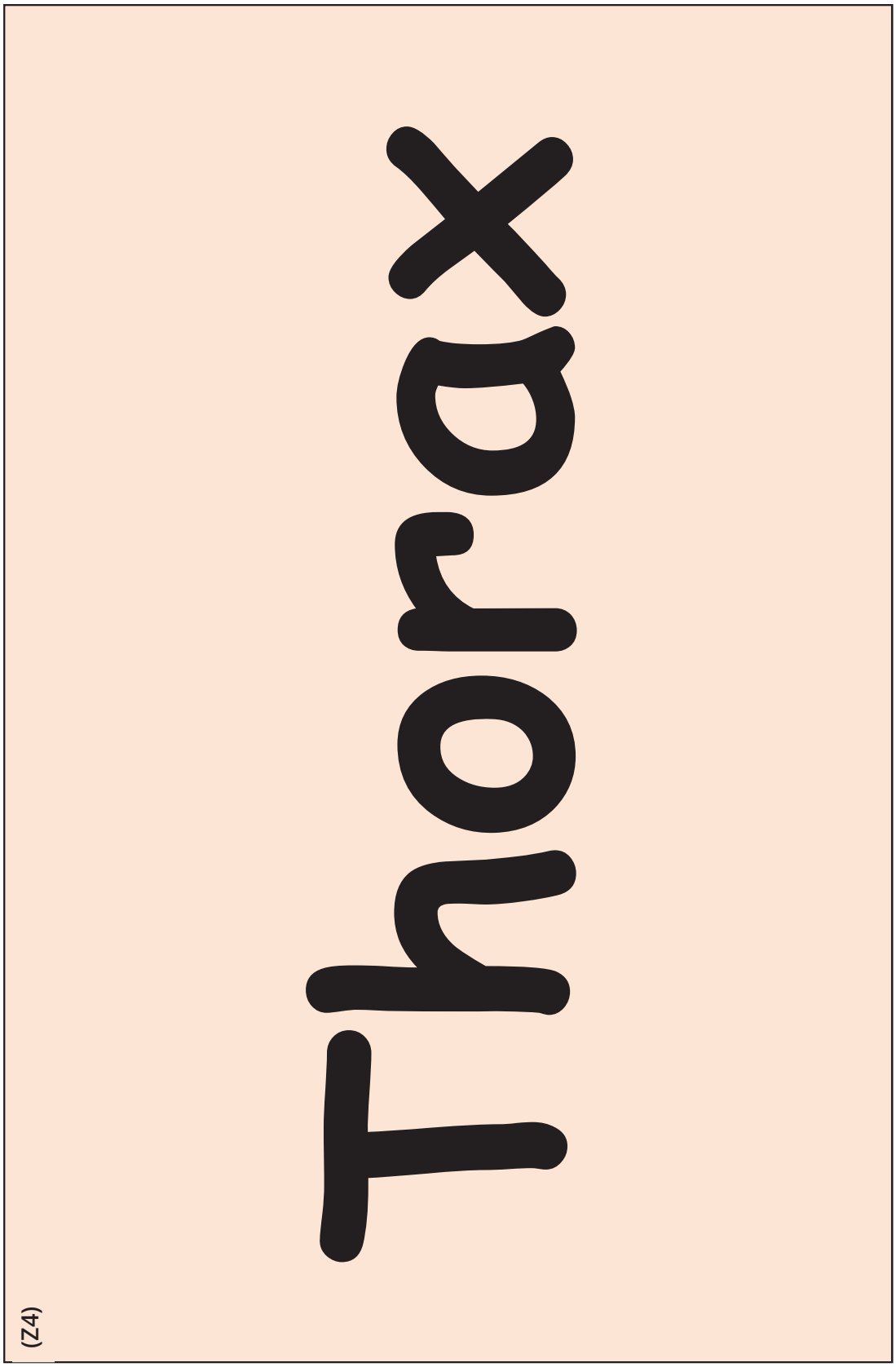

Kopf
(Z4)


Brust
(Z4)

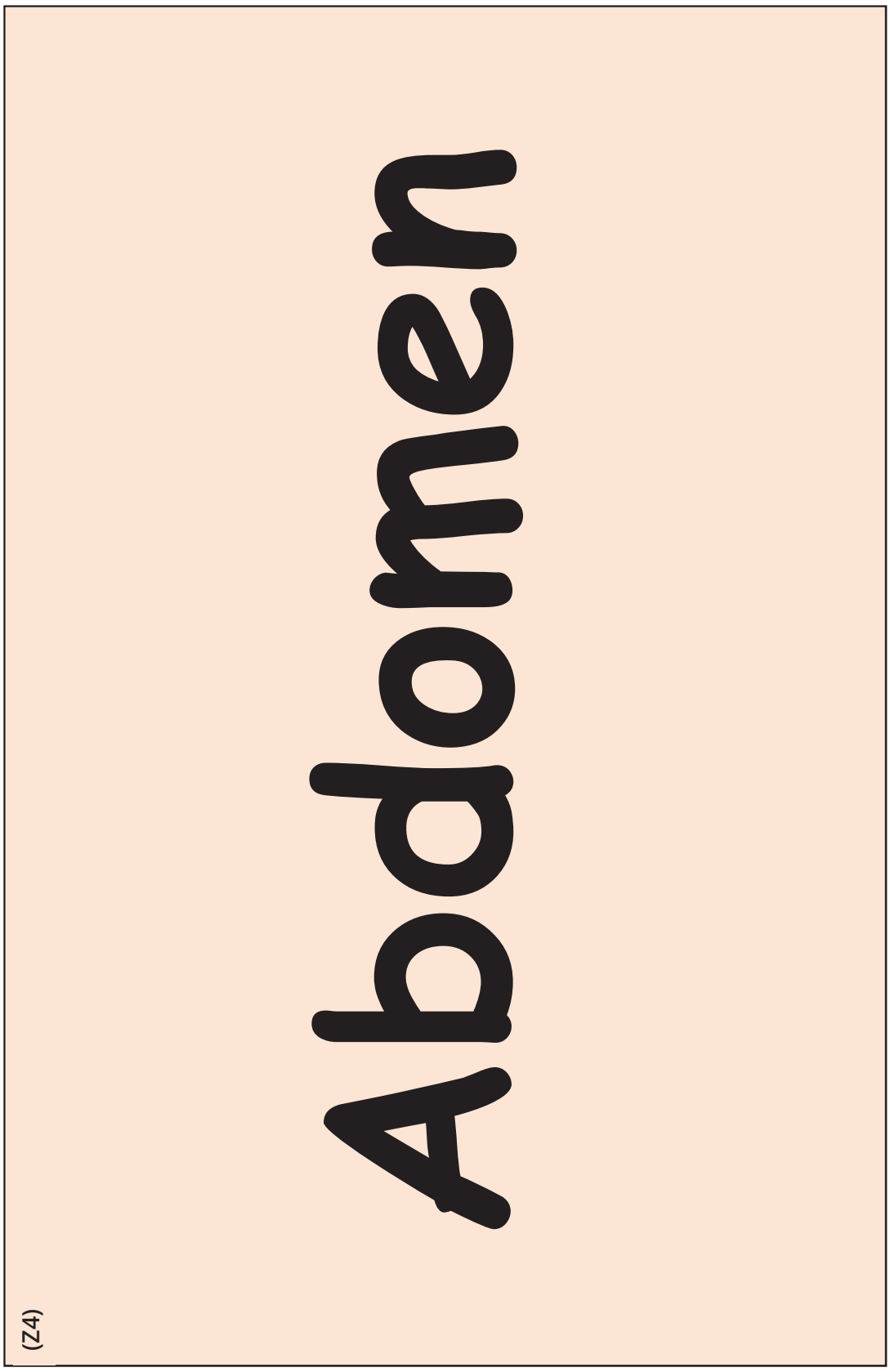

Hinter-
leib
(Z4)

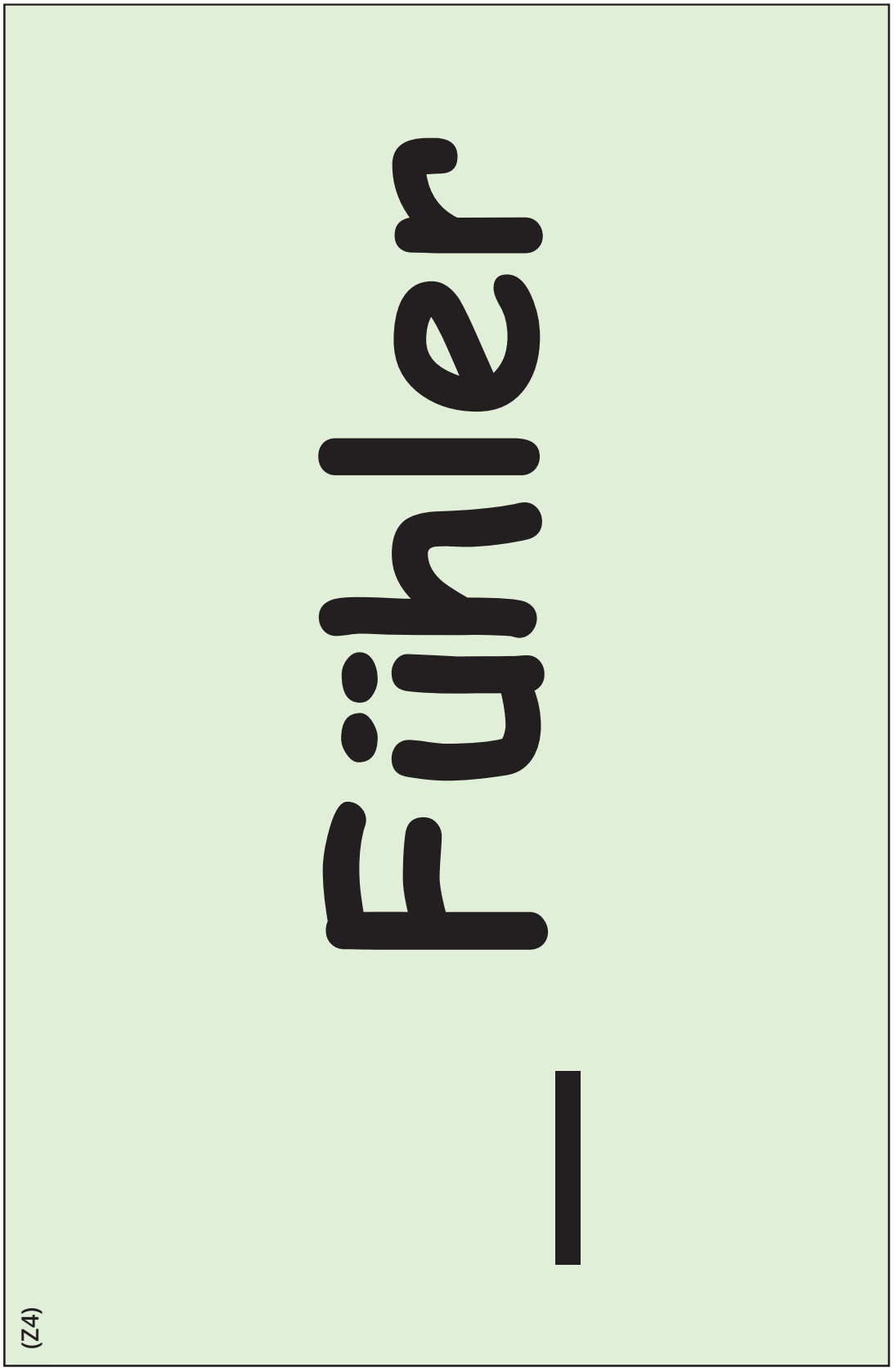
www.bu-praktisch.de



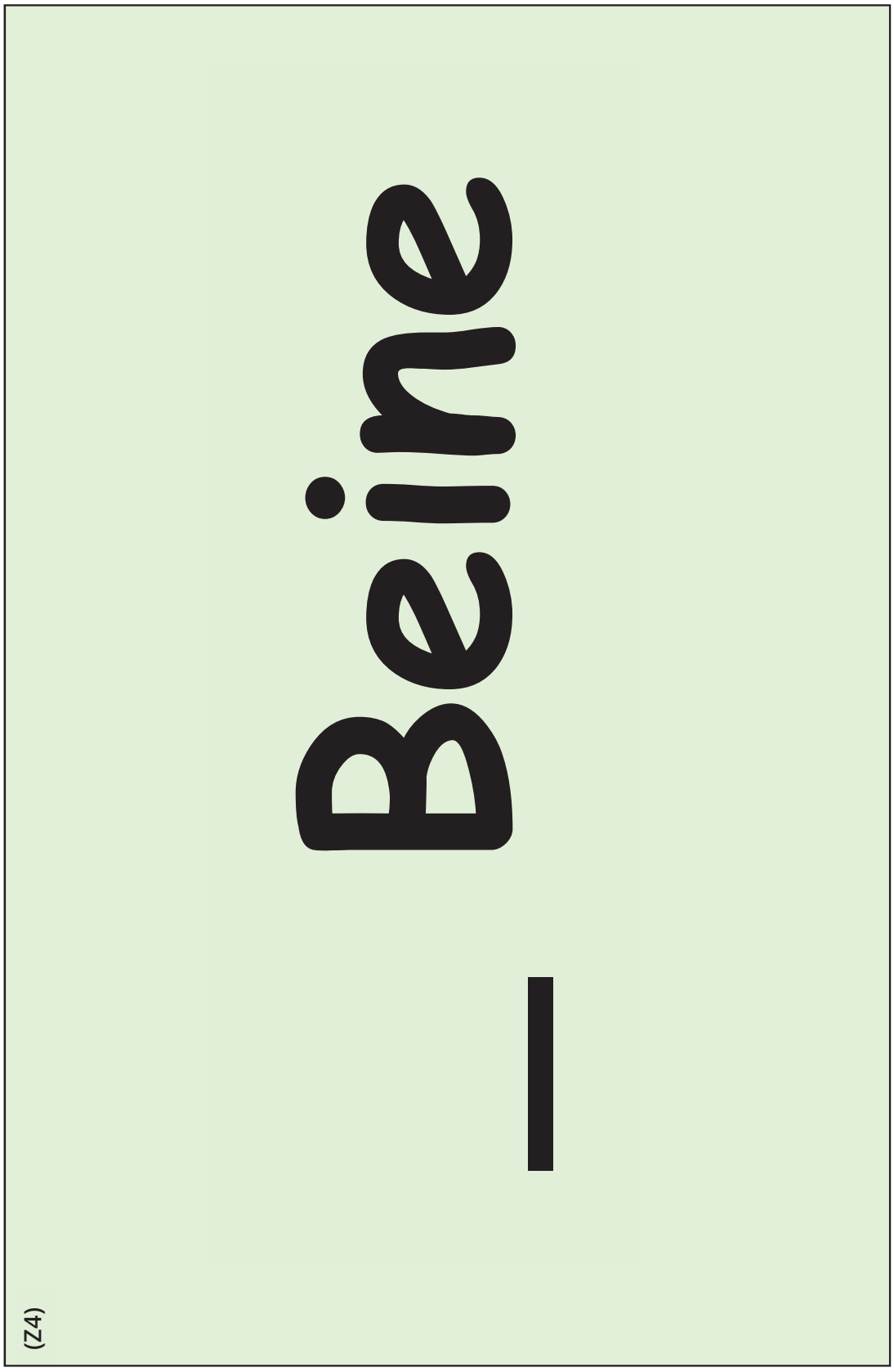

Thorax
(Z4)

www.bu-praktisch.de

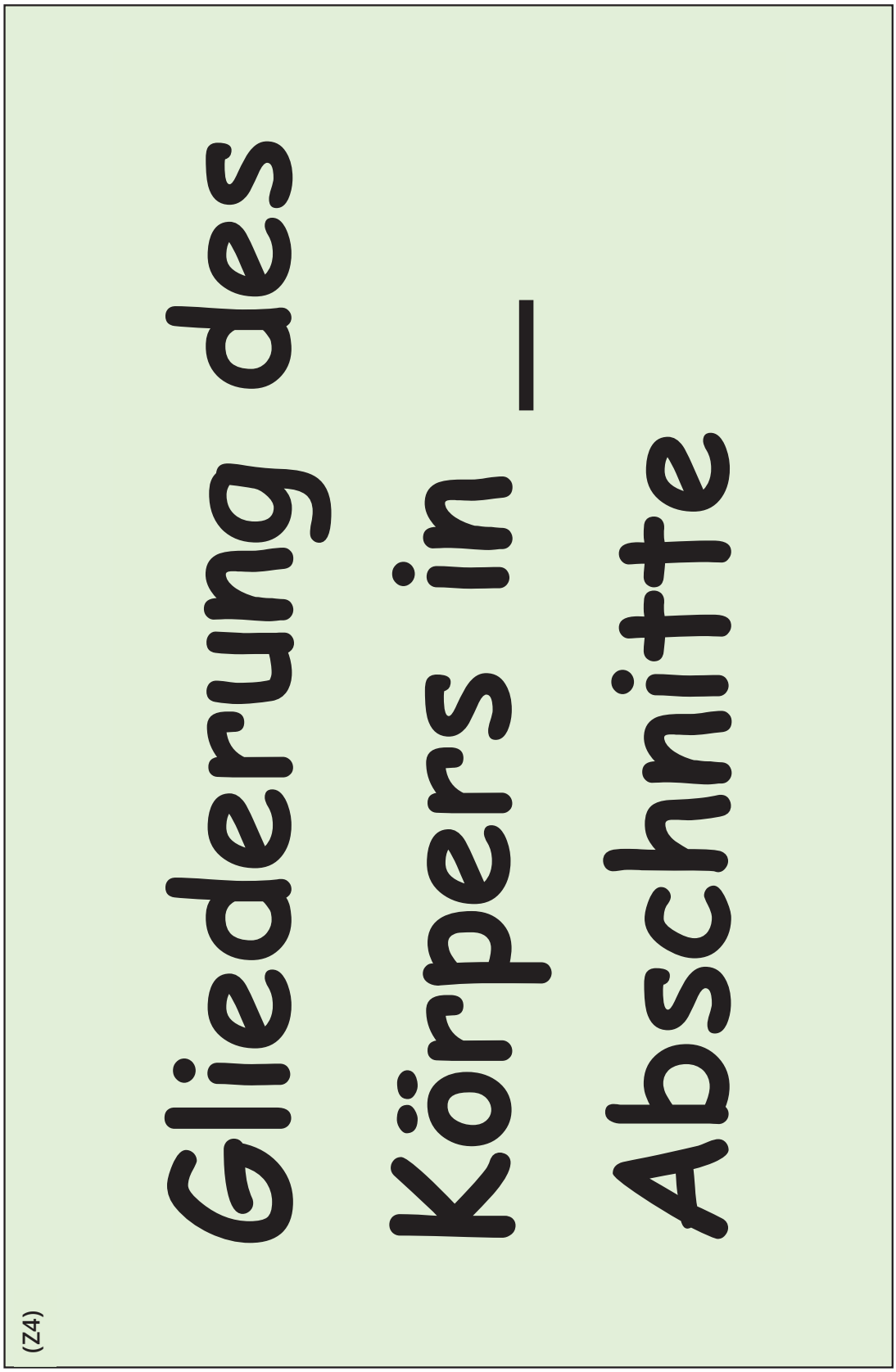



Fühler
(Z4)

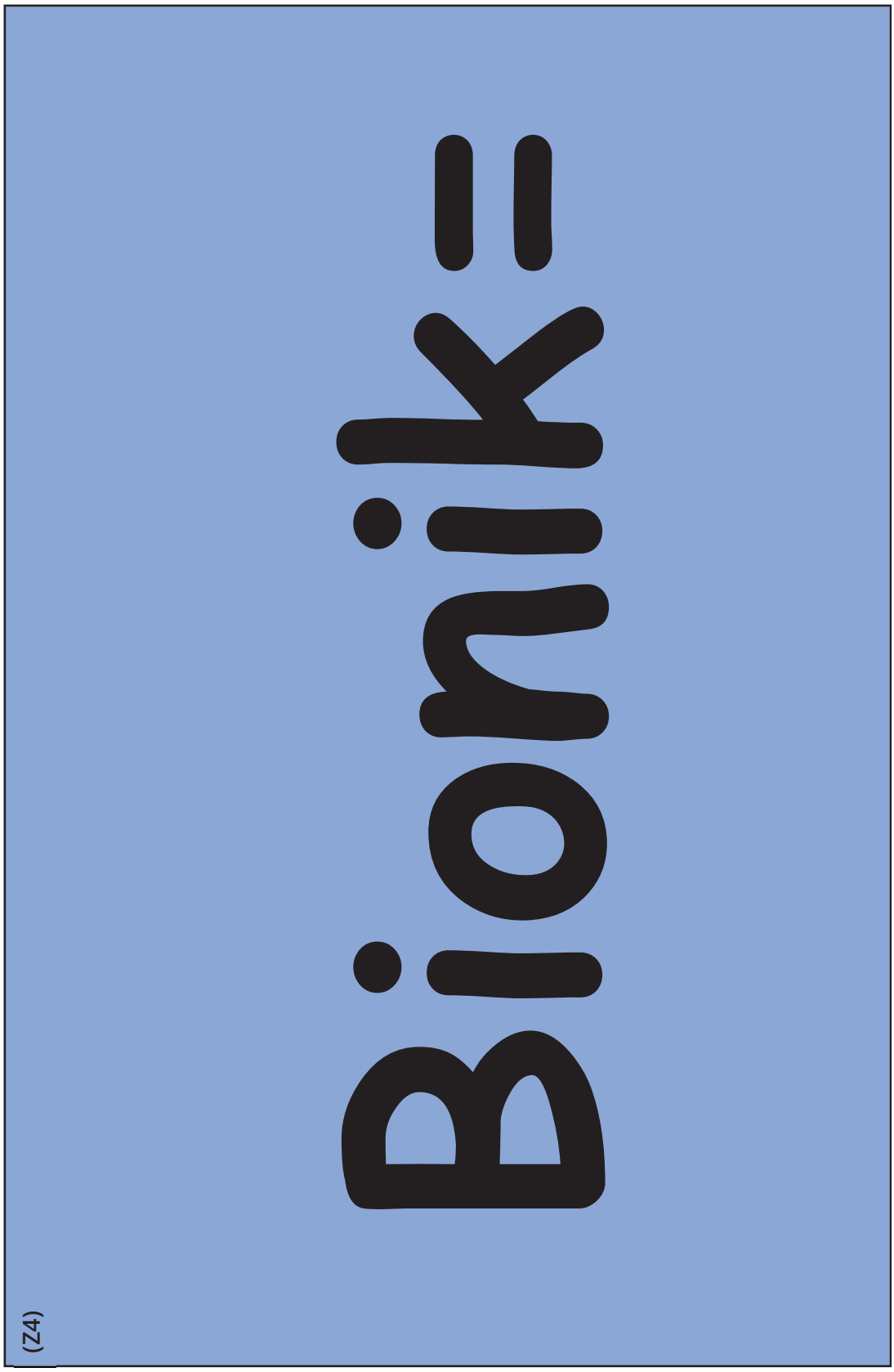
www.bu-praktisch.de




Facetten-
augen
(Z4)


Gliederung des
Körpers in
Abschnitte
(Z4)

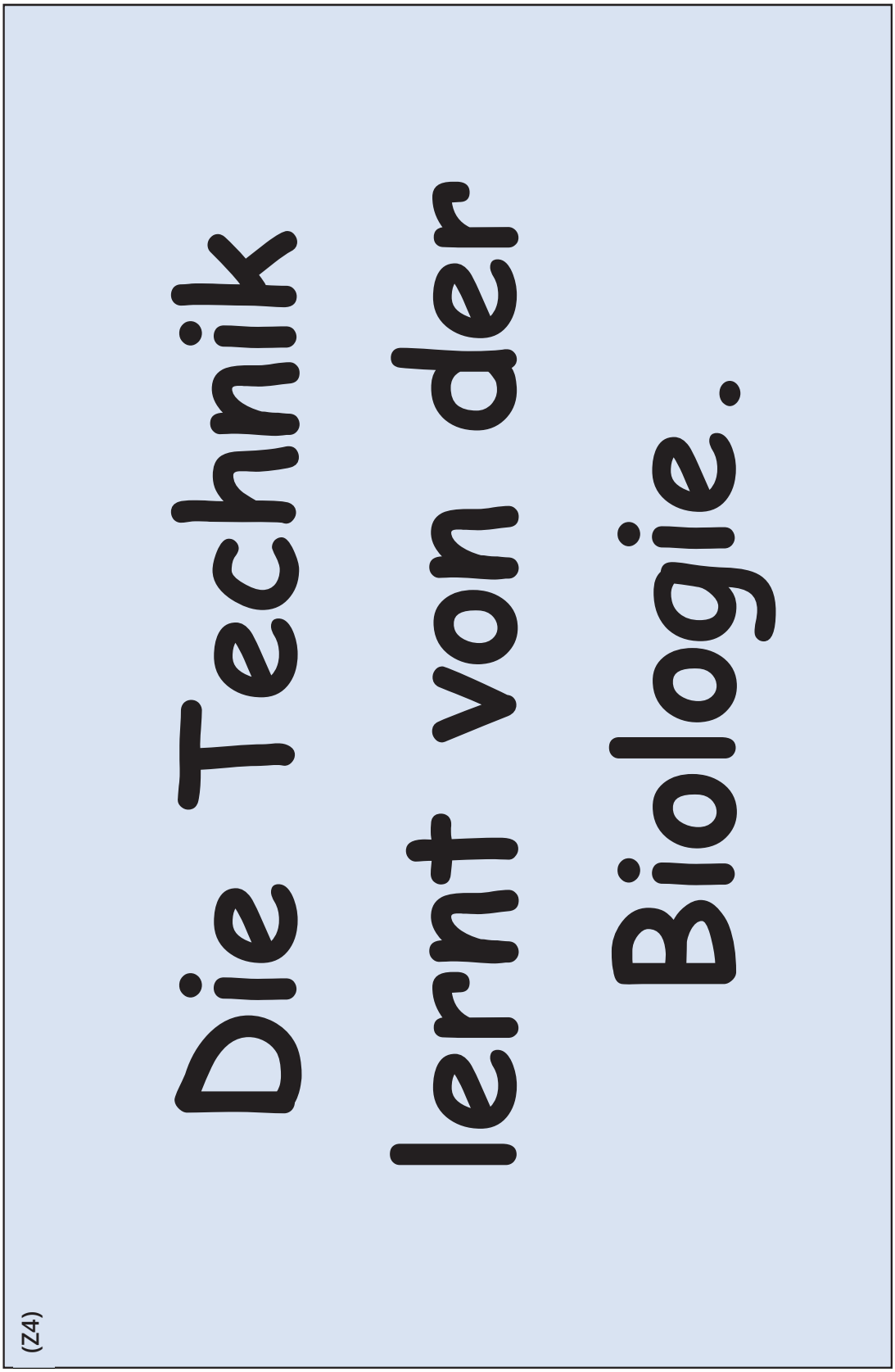
www.bu-praktisch.de




Biologie
(Z4)


Technik
(Z4)

www.bu-praktisch.de



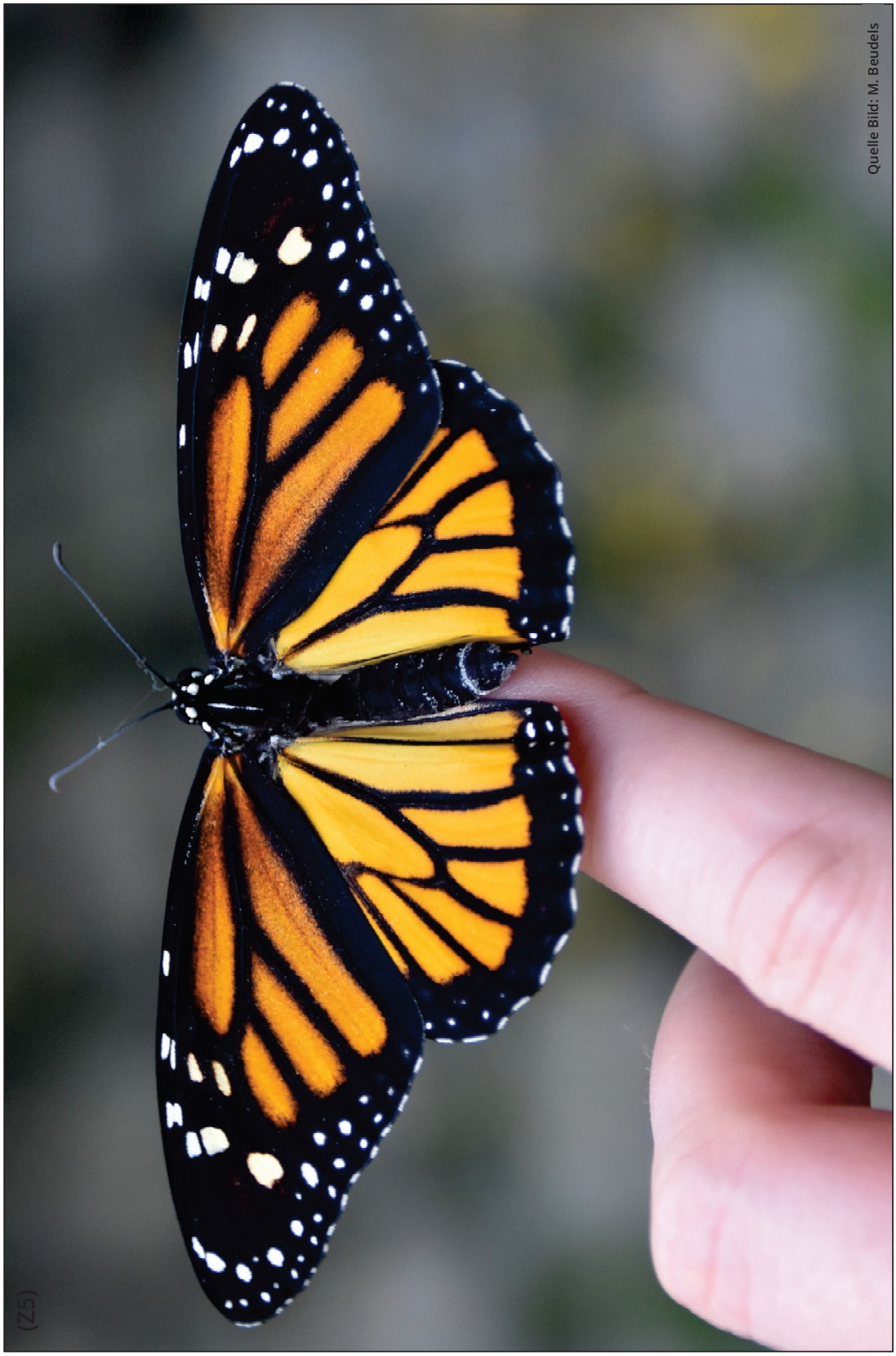

Quelle Bild: M. Beudels
(Z5)



Quelle Bild: M. Beudels

(Z5)


Quelle Bild: M. Beudels
(Z5)

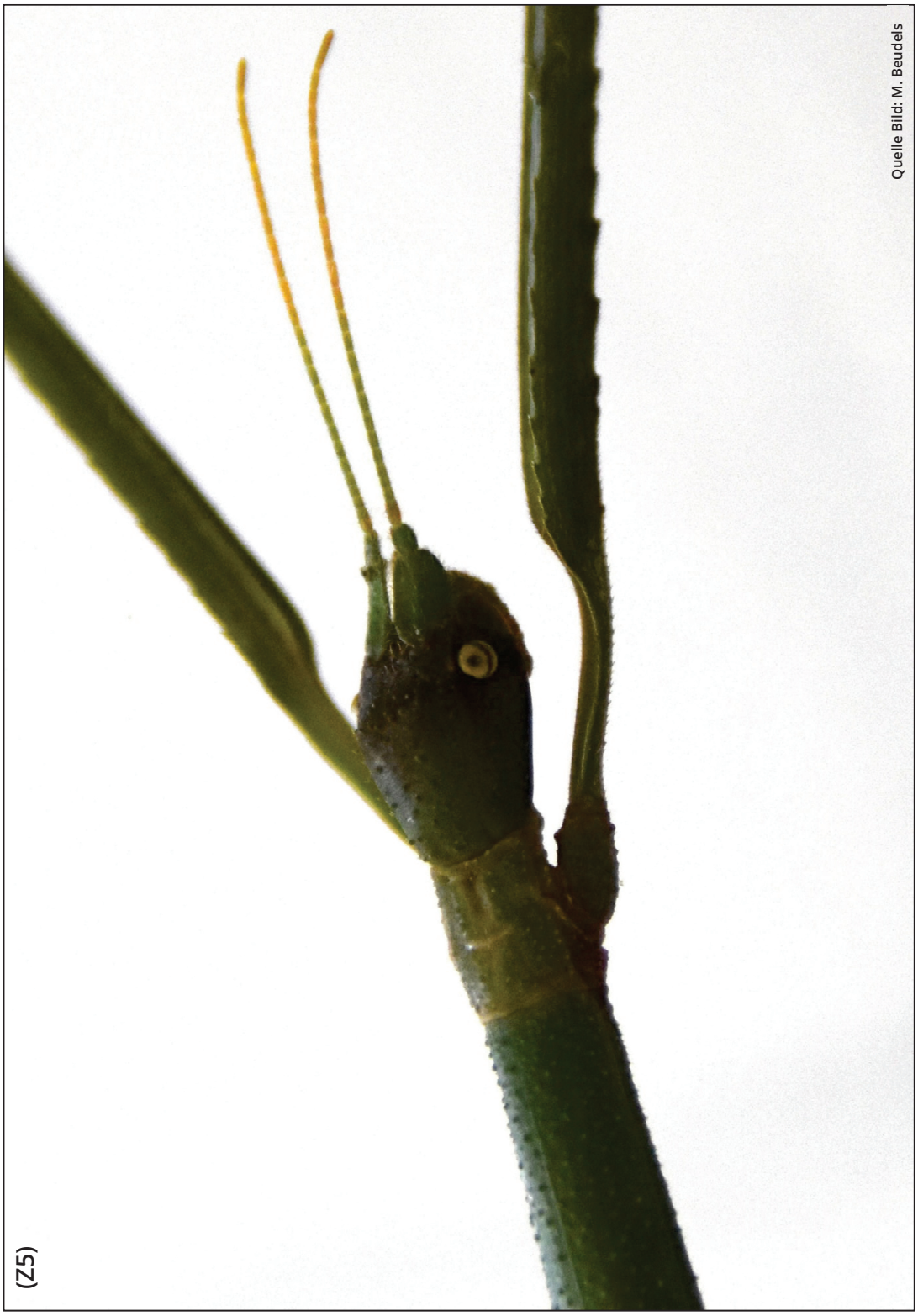

Quelle Bild: M. Beudels
(Z5)



Quelle Bild: M. Beudels

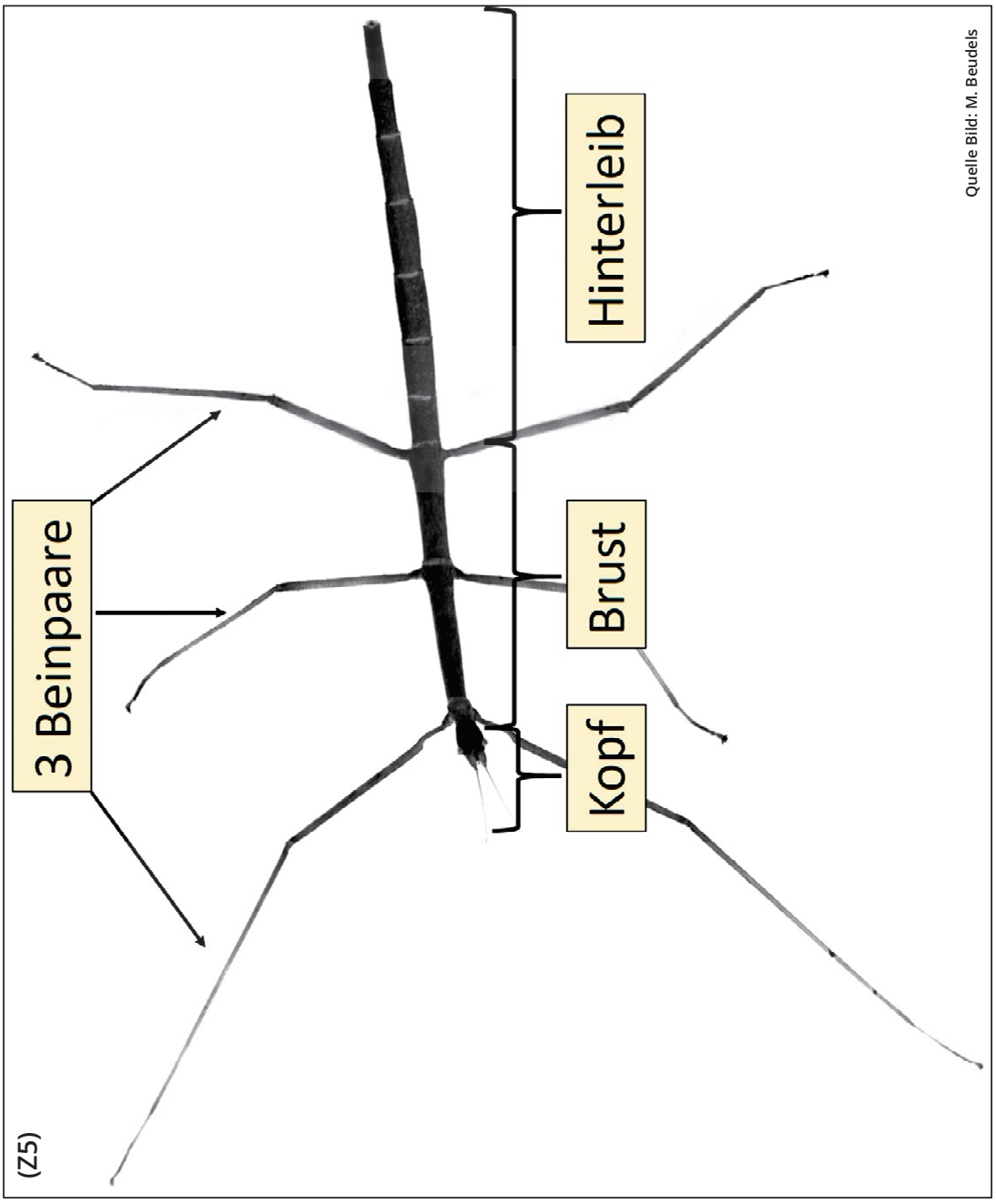
(Z5)


(Z5)
Quelle Bild: M. Beudels



Quelle Bild: M. Beudels

(Z5)


Hinterleib
Brust
Kopf
3 Beinpaare
(Z5)
Quelle Bild: M. Beudels


b
d
(Z5)
a
c
Quelle Bilder: M. Beudels


Quelle Bild: M. Beudels
(Z5)


Quelle Bild: M. Beudels
(Z5)



Quelle Bild: M. Beudels

(Z5)



Quelle Bild: M. Beudels

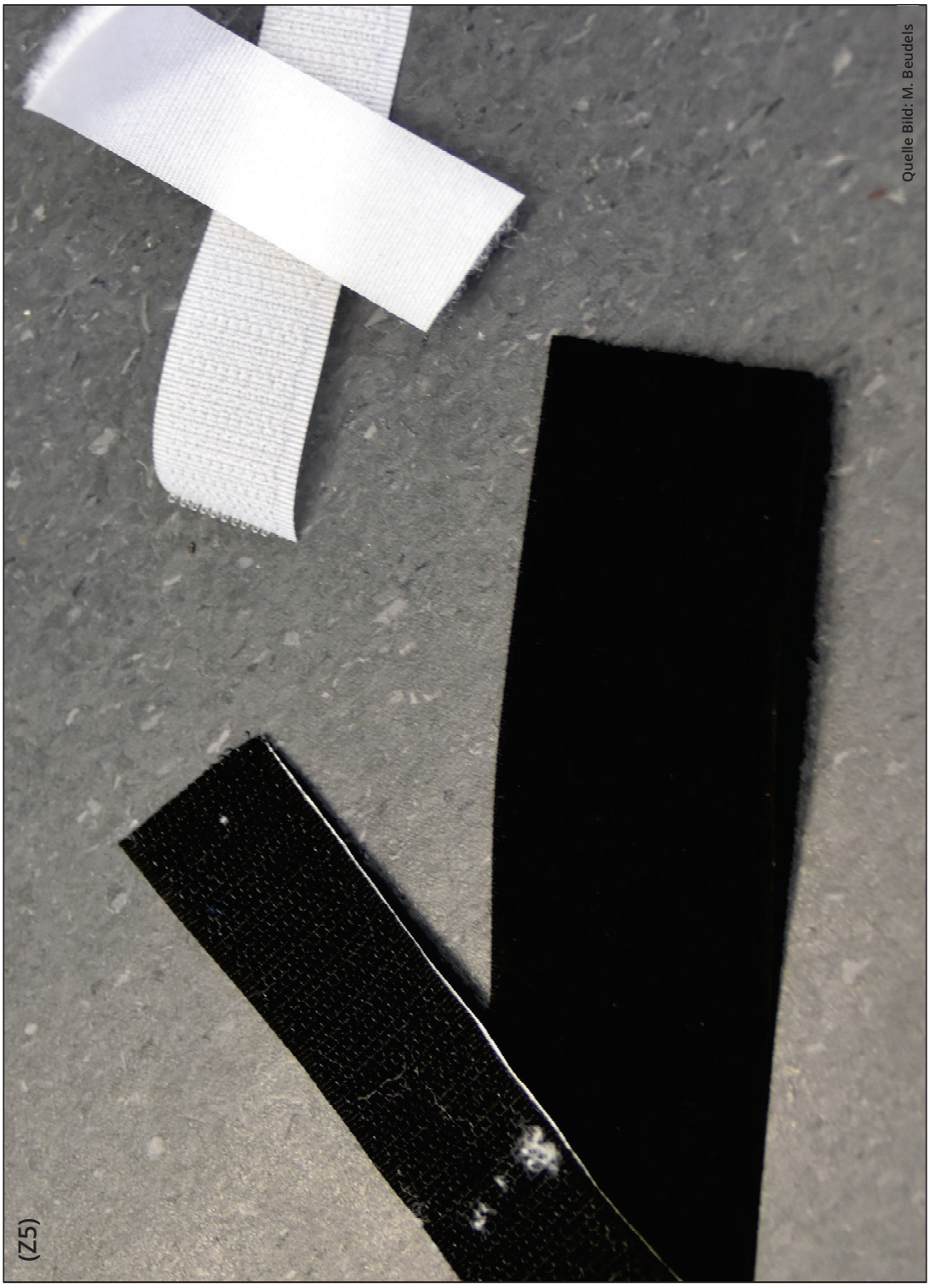
(Z5)


Quelle Bild: M. Beudels
(Z5)



Quelle Bild: M. Beudels

(Z5)


Quelle Bild: M. Beudels
(Z5)



Quelle Bild: M. Beudels

(Z5)


(Z5)
Quelle Bild: M. Beudels


(Z5)
Quelle Bild: M. Beudels

(Z5)



XI.14 Einverständniserklärungen der Mitautor*innen zu Eigenanteilen an den Veröffentlichungen

Nachfolgend sind die von den Mitautor*innen unterzeichneten Einverständniserklärungen zu relativen Eigenanteilen an der Entstehung der Manuskripte aufgeführt. Unterschriften der die Arbeit betreuenden Vorgesetzten wurden nicht zusätzlich eingeholt.

Lehrstuhl für Zoologie und Didaktik der Biologie
Gaußstr. 20
42119 Wuppertal
Melanie Beudels
melanie.beudels@uni-wuppertal.de

Erklärung Eigenanteile an eingereichtem Artikel

Name, Vorname: Schilling, Yannick

Ich erkläre mich mit meiner hier geleisteten Unterschrift mit den unten genannten Eigenanteilen der Autor*innen am Artikel einverstanden.

Titel:	**Sachunterrichtsbezogene Teilstudiengänge aus NRW auf dem Prüfstand – Eine Dokumentenanalyse der Bachelor- und Masterprüfungsordnungen**
Autor*innen:	Yannick Schilling, Melanie Beudels, Miriam Kuckuck & Angelika Preisfeld
Status:	*Under review*
Journal:	HLZ
Eigenanteil:	**Yannick Schilling: 58 %** **Melanie Beudels: 40 %** **Miriam Kuckuck: 1 %** **Angelika Preisfeld: 1 %**

Unterschrift des Co-Autors / der Co-Autorin

Wuppertal, 01.07.2021
Datum, Ort

Abbildung A58: Einverständniserklärung Eigenanteile von Yannick Schilling zu Manuskript 1

Lehrstuhl für Zoologie und Didaktik der Biologie
Gaußstr. 20
42119 Wuppertal
Melanie Beudels
melanie.beudels@uni-wuppertal.de

Erklärung Eigenanteile an veröffentlichtem Artikel

Name, Vorname: Jeske, Ina

Ich erkläre mich mit meiner hier geleisteten Unterschrift mit den unten genannten Eigenanteilen der Autor*innen am Artikel einverstanden.

Titel:	**Wasser, Wald & Wuppertal – Kohärenzerleben von Sachunterrichtsstudierenden bei der Planung, Durchführung und Nachbereitung einer Exkursion**
Autor*innen:	Melanie Beudels, Ina Jeske & Angelika Preisfeld
Status:	Veröffentlicht
Journal:	PFLB – Zeitschrift für Schul- und Professionsentwicklung
Jahr:	2021
Ausgabe (Seiten):	3(1): 71-103
Eigenanteil:	**Melanie Beudels: 92,5 %** **Ina Jeske: 6 %** **Angelika Preisfeld: 1,5 %**

Unterschrift des Co-Autors / der Co-Autorin

30.06.2021, Wuppertal
Datum, Ort

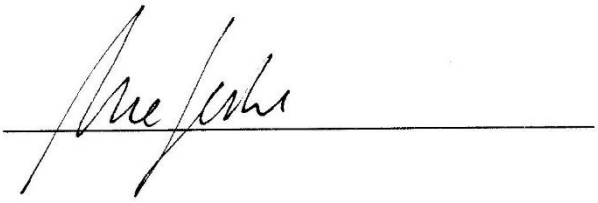


Abbildung A59: *Einverständniserklärung Eigenanteile von Dr. Ina Jeske zu Manuskript 2*

Lehrstuhl für Zoologie und Didaktik der Biologie
Gaußstr. 20
42119 Wuppertal
Melanie Beudels
melanie.beudels@uni-wuppertal.de

Erklärung Eigenanteile an eingereichtem Artikel

Name, Vorname: Schilling, Yannick

Ich erkläre mich mit meiner hier geleisteten Unterschrift mit den unten genannten Eigenanteilen der Autor*innen am Artikel einverstanden.

Titel:	**Mit Experimenten zu Wasserläufer & Co Kohärenz erleben – Potenziale eines interdisziplinären, experimentellen Kurses zur Professionalisierung angehender Sachunterrichtslehrkräfte**
Autor*innen:	Melanie Beudels, Yannick Schilling & Angelika Preisfeld
Status:	*Eingereicht*
Journal:	DiMaWe – Zeitschrift für Konzepte und Arbeitsmaterialien für Lehrer*innenbildung und Unterricht
Eigenanteil:	**Melanie Beudels: 95 %** **Yannick Schilling: 3 %** **Angelika Preisfeld: 2 %**

Unterschrift des Co-Autors / der Co-Autorin

Wuppertal, 28.10.2021
Datum, Ort

Abbildung A60: *Einverständniserklärung Eigenanteile von Yannick Schilling zu Manuskript 3*

Lehrstuhl für Zoologie und Didaktik der Biologie
Gaußstr. 20
42119 Wuppertal
Melanie Beudels
melanie.beudels@uni-wuppertal.de

Erklärung Eigenanteile an eingereichtem Artikel

Name, Vorname: Damerau, Karsten

Ich erkläre mich mit meiner hier geleisteten Unterschrift mit den unten genannten Eigenanteilen der Autor*innen am Artikel einverstanden.

Titel:	**Effects of an Interdisciplinary Course on Pre-Service Primary Teachers' Content Knowledge and Academic Self-Concepts in Science and Technology**
Autor*innen:	Melanie Beudels, Karsten Damerau, Angelika Preisfeld
Status:	*Under review*
Journal:	Education Sciences
Eigenanteil:	**Melanie Beudels: 96 %** **Karsten Damerau: 2,5 %** **Angelika Preisfeld: 1,5 %**

Unterschrift des Co-Autors / der Co-Autorin

04.10.21, Flensburg

Datum, Ort

Abbildung A61: *Einverständniserklärung Eigenanteile von Dr. Karsten Damerau zu Manuskript 4*

Lehrstuhl für Zoologie und Didaktik der Biologie
Gaußstr. 20
42119 Wuppertal
Melanie Beudels
melanie.beudels@uni-wuppertal.de

Erklärung Eigenanteile an eingereichtem Artikel

Name, Vorname: Damerau, Karsten

Ich erkläre mich mit meiner hier geleisteten Unterschrift mit den unten genannten Eigenanteilen der Autor*innen am Artikel einverstanden.

Titel:	**Impact of an Experiment-Based Intervention on Pre-Service Primary School Teachers' Experiment-Related and Science Teaching-Related Self-Concepts**
Autor*innen:	Melanie Beudels, Angelika Preisfeld & Karsten Damerau
Status:	*Under review*
Journal:	IJESE – Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education
Eigenanteil:	**Melanie Beudels: 88,5 %** **Angelika Preisfeld: 1,5 %** **Karsten Damerau: 10 %**

Unterschrift des Co-Autors / der Co-Autorin

04.10.21, Flensburg
Datum, Ort

Abbildung A62: *Einverständniserklärung Eigenanteile von Dr. Karsten Damerau zu Manuskript 5*

Lehrstuhl für Zoologie und Didaktik der Biologie
Gaußstr. 20
42119 Wuppertal
Melanie Beudels
melanie.beudels@uni-wuppertal.de

Erklärung Eigenanteile an eingereichtem Artikel

Name, Vorname: Schröder, Nadine

Ich erkläre mich mit meiner hier geleisteten Unterschrift mit den unten genannten Eigenanteilen der Autor*innen am Artikel einverstanden.

Titel:	**„Ich traue mir zu…" – Effekte einer interdisziplinären Lehrveranstaltung auf motivationale Orientierungen angehender Sachunterrichtslehrkräfte**
Autor*innen:	Melanie Beudels, Nadine Schroeder & Angelika Preisfeld
Status:	*Angenommen, im Druck*
Journal:	PFLB – Zeitschrift für Schul- und Professionsentwicklung
Eigenanteil:	**Melanie Beudels: 93,5 %** **Nadine Schroeder: 5 %** **Angelika Preisfeld: 1,5 %**

Unterschrift des Co-Autors / der Co-Autorin

Düsseldorf, den 05.10.2021 — N. Schröder

Datum, Ort

Abbildung A63: *Einverständniserklärung Eigenanteile von Dr. Nadine Schröder zu Manuskript 6*

Lehrstuhl für Zoologie und Didaktik der Biologie
Gaußstr. 20
42119 Wuppertal
Melanie Beudels
melanie.beudels@uni-wuppertal.de

Erklärung Eigenanteile an veröffentlichtem Artikel

Name, Vorname: Behm, Britta

Ich erkläre mich mit meiner hier geleisteten Unterschrift mit den unten genannten Eigenanteilen der Autor*innen am Artikel einverstanden.

Titel:	**„Die läuft ja cool!" – Kinder in einer Unterrichtsreihe zum Thema Stabschrecken für Insekten und Bionik begeistern**
Autor*innen:	Melanie Beudels, Britta Behm & Angelika Preisfeld
Status:	Veröffentlicht
Journal:	BU praktisch
Jahr:	2020
Ausgabe (Seiten):	3(1): 7 (S. 1-26)
Eigenanteil:	**Melanie Beudels: 65 %** **Britta Behm: 32,5 %** **Angelika Preisfeld: 2,5 %**

Unterschrift des Co-Autors / der Co-Autorin

17.02.2021, Wuppertal
Datum, Ort

Abbildung A64: *Einverständniserklärung Eigenanteile von Britta Behm zu Manuskript 7*

Lehrstuhl für Zoologie und Didaktik der Biologie
Gaußstr. 20
42119 Wuppertal
Melanie Beudels
melanie.beudels@uni-wuppertal.de

Erklärung Eigenanteile an veröffentlichtem Artikel

Name, Vorname: Habib, Yasamin

Ich erkläre mich mit meiner hier geleisteten Unterschrift mit den unten genannten Eigenanteilen der Autor*innen am Artikel einverstanden.

Titel Artikel	**Fat & sugar detectives - Sprachkompetenz durch Experimentieren fördern**
Autor*innen:	Melanie Beudels, Yasamin Habib & Ricarda Rustige (nun Röper)
Status:	Veröffentlicht
Journal:	Grundschulmagazin Englisch
Jahr:	2020
Ausgabe (Seiten):	1 (S. 23-26)
Eigenanteile	**Melanie Beudels: 33,3%** **Yasamin Habib: 33,3 %** **Ricarda Röper: 33,3 %**

Unterschrift des Mitautors / der Mitautorin

Essen, 31.08.2021 — Y. Habib

Datum, Ort

Abbildung A65: *Einverständniserklärung Eigenanteile von Yasamin Habib zu Manuskript 8*

Lehrstuhl für Zoologie und Didaktik der Biologie
Gaußstr. 20
42119 Wuppertal
Melanie Beudels
melanie.beudels@uni-wuppertal.de

Erklärung Eigenanteile an veröffentlichtem Artikel

Name, Vorname: Röper, Ricarda

Ich erkläre mich mit meiner hier geleisteten Unterschrift mit den unten genannten Eigenanteilen der Autor*innen am Artikel einverstanden.

Titel Artikel	**Fat & sugar detectives - Sprachkompetenz durch Experimentieren fördern**
Autor*innen:	Melanie Beudels, Yasamin Habib & Ricarda Rustige (nun Röper)
Status:	Veröffentlicht
Journal:	Grundschulmagazin Englisch
Jahr:	2020
Ausgabe (Seiten):	1 (S. 23-26)
Eigenanteile	**Melanie Beudels: 33,3%** **Yasamin Habib: 33,3 %** **Ricarda Röper: 33,3 %**

Unterschrift des Mitautors / der Mitautorin

Kressbronn, 17.02.2021 — R. Röper

Datum, Ort

Abbildung A66: *Einverständniserklärung Eigenanteile von Ricarda Röper geb. Rustige zu Manuskript 8*

XI.15 Einverständniserklärungen zu Abbildung 5 in Manuskript 3

Lehrstuhl für Zoologie und Didaktik der Biologie
Gaußstr. 20
42119 Wuppertal

Wuppertal, den 12.11.2020

Einwilligung zur Veröffentlichung von Abbildungen bzw. Ergebnissen aus Prüfungsleistungen

Durch meine Unterschrift erkläre ich mich damit einverstanden, dass Abbildungen bzw. Ergebnisse aus meiner Prüfungsleistung, die im Rahmen der Übung „Fachspezifische Arbeitsweisen in den Naturwissenschaften und Technik (Sachunterricht)" im Jahr 2018 entstanden sind, vom Lehrstuhl „Zoologie und Didaktik der Biologie" der Bergischen Universität Wuppertal vervielfältigt und veröffentlicht werden dürfen. Es besteht die Berechtigung zur Nutzung, jedoch keine Verpflichtung.

Diese Einwilligung gilt ohne zeitliche, örtliche und inhaltliche Beschränkung. Sie gilt für Print-Veröffentlichungen und die Veröffentlichung in Form von Internetauftritten.

Mir ist bekannt, dass ich für die Veröffentlichung kein Entgelt erhalte. Ich kann meine Zustimmung über die Veröffentlichung und Verwendung der Ergebnisse/Abbildungen jederzeit zurücknehmen oder einschränken. Ansonsten ist die Einwilligung unbegrenzt gültig.

Der Widerruf bewirkt, dass veröffentlichte Abbildungen/Ergebnisse aus dem Internetauftritt entfernt werden. Eine generelle Löschung der veröffentlichten Abbildungen/Ergebnisse aus dem Internet kann nicht garantiert werden, da z.B. Suchmaschinen die Fotos in ihren Index aufgenommen haben.

Die für diese Nutzung erforderlichen Rechte werden hiermit ausdrücklich eingeräumt.

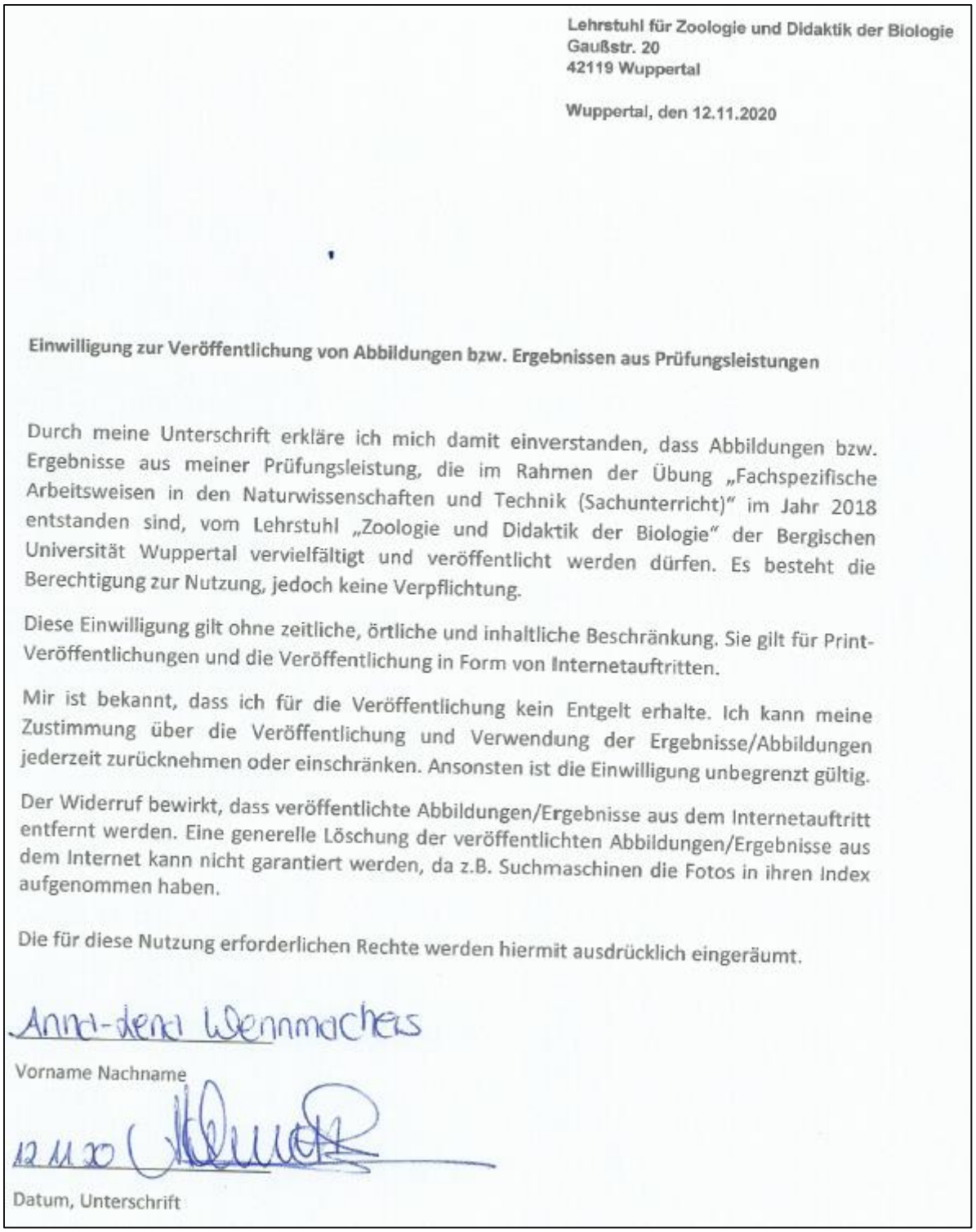
Alina Schwanke

Vorname Nachname

12.11.2020 A. Schuck

Datum, Unterschrift

Abbildung A67: *Einverständniserklärung 1 zu Abbildung 5 in Manuskript 3*



Lehrstuhl für Zoologie und Didaktik der Biologie
Gaußstr. 20
42119 Wuppertal

Wuppertal, den 12.11.2020

Einwilligung zur Veröffentlichung von Abbildungen bzw. Ergebnissen aus Prüfungsleistungen

Durch meine Unterschrift erkläre ich mich damit einverstanden, dass Abbildungen bzw. Ergebnisse aus meiner Prüfungsleistung, die im Rahmen der Übung „Fachspezifische Arbeitsweisen in den Naturwissenschaften und Technik (Sachunterricht)" im Jahr 2018 entstanden sind, vom Lehrstuhl „Zoologie und Didaktik der Biologie" der Bergischen Universität Wuppertal vervielfältigt und veröffentlicht werden dürfen. Es besteht die Berechtigung zur Nutzung, jedoch keine Verpflichtung.

Diese Einwilligung gilt ohne zeitliche, örtliche und inhaltliche Beschränkung. Sie gilt für Print-Veröffentlichungen und die Veröffentlichung in Form von Internetauftritten.

Mir ist bekannt, dass ich für die Veröffentlichung kein Entgelt erhalte. Ich kann meine Zustimmung über die Veröffentlichung und Verwendung der Ergebnisse/Abbildungen jederzeit zurücknehmen oder einschränken. Ansonsten ist die Einwilligung unbegrenzt gültig.

Der Widerruf bewirkt, dass veröffentlichte Abbildungen/Ergebnisse aus dem Internetauftritt entfernt werden. Eine generelle Löschung der veröffentlichten Abbildungen/Ergebnisse aus dem Internet kann nicht garantiert werden, da z.B. Suchmaschinen die Fotos in ihren Index aufgenommen haben.

Die für diese Nutzung erforderlichen Rechte werden hiermit ausdrücklich eingeräumt.

Anna-Lena Wennmachers

Vorname Nachname

12.11.20

Datum, Unterschrift

Abbildung A68: *Einverständniserklärung 2 zu Abbildung 5 in Manuskript 3*

XI.16 Autor*innenvereinbarung zu Manuskript 8

Cornelsen

Cornelsen Verlag GmbH
Redaktion Zeitschriften
Rosenheimer Straße 143 – 81671 München
Tel.: (089) 45051-0 – Fax: (089) 45051-290
dorothea.schauer@cornelsen.de

Autorenvereinbarung

Bitte zurück an:
Dorothea Schauer

Sehr geehrte Autorin, sehr geehrter Autor,

um die Veröffentlichung Ihres Beitrags zu gewährleisten, benötigen wir die nachfolgenden Erklärungen. Wir bitten Sie, das Dokument vollständig ausgefüllt und unterschrieben an den Verlag zurückzusenden.

Titel des Beitrags:	Fat and sugar detectives
Zeitschrift:	Grundschulmagazin Englisch Ausgabe 1/2020
Autor(in)/Autorenteam:	Melanie Beudels (sowie Yasamin Habib und Ricarda Rustige)
Straße, Nr. / PLZ Ort:	[redacted]
E-Mail-Adresse	melanie.beudels@uni-wuppertal.de

[redacted] IBAN

BIC (nur bei ausländischen Konten)

[redacted] Steuernummer

(1) Ich räume der Cornelsen Verlag GmbH an meinem Beitrag für die Dauer von 12 Monaten nach Erscheinen die ausschließlichen und übertragbaren Rechte zur Vervielfältigung und Verbreitung örtlich unbegrenzt ein. Das Recht umfasst alle Druck- und/oder Datenträgerausgaben in allen Medien. Ebenfalls räume ich im gleichen Umfang das Recht zur öffentlichen Wiedergabe einschließlich der öffentlichen Zugänglichmachung durch Online-Dienste (z.B. Internet) oder Datenbanken ein. Die Rechtseinräumung schließt dazugehörige Bildvorlagen, Skizzen, Tabellen, Karten mit ein.

(2) Nach Ablauf der Frist von 12 Monaten gemäß Absatz 1 verbleiben dem Verlag sämtliche eingeräumten Rechte als einfache Rechte. Soweit ich dann selbst Rechte an Dritte vergebe, werde ich dafür sorgen, dass die Erstveröffentlichung genannt wird. Die Nennung wird wie folgt lauten:
Erstveröffentlichung in: [Zeitschriftentitel], Ausgabe [Ausgabennummer]/[Jahr], Seite [Seitenzahl]
© [Jahr] Cornelsen Verlag GmbH

(3) Der Verlag zahlt mir ein einmaliges Pauschalhonorar von [redacted] Euro pro veröffentlichte Druckseite. Bei Seiten, die keine eigenständige schöpferische Leistung darstellen (z.B. bei Verwendung von Fremdtexten), reduziert sich mein Seitenhonorar nach der jeweils gültigen Honorarstaffel (siehe Autorenhinweise). Das Druckseitenhonorar ist jeweils am Ende des Monats fällig, in dem der Beitrag in der Zeitschrift erscheint. Mit der Zahlung des Druckseitenhonorars sind meine sämtlichen Ansprüche abgegolten. Meine Bankverbindung habe ich angegeben.

(4) Nach Erscheinen erhalte ich drei Belegexemplare der Zeitschrift mit meinem Beitrag.

12.12.19 M. Beu

Datum/Unterschrift der Autorin/~~des Autors~~

Abbildung A69: *Autor*innenvereinbarung zu Manuskript 8 (kein Open Access). Für die Veröffentlichung in dieser Arbeit ist Absatz 2 relevant. Persönliche Daten wurden geschwärzt.*

XI.17 Abbildungsverzeichnis des Anhangs

Abbildung A1: Pretest Intervention A – Startseite (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)) .. 6
Abbildung A2: Pretest zu Intervention A – Seite 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)) .. 7
Abbildung A3: Pretest zu Intervention A – Seite 2 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Die Antworten zu den Fragen 3, 4 (Erwartungen/Wünsche), 6 und 7 (Relevanz bestimmter Schwerpunkte/Inhalte im Kurs) wurden in Teilstudie 2 nicht ausgewertet. 8
Abbildung A4: Pretest zu Intervention A – Seite 3 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)) .. 9
Abbildung A5: Pretest zu Intervention A – Seite 4 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)) 10
Abbildung A6: Pretest zu Intervention A – Seite 5 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Die Antworten zur Bedeutsamkeit vielperspektivischen Sachunterricht (2 Items), von Exkursionen im Sachunterricht (2 Items) sowie zur Einschätzung des Terminus ‚Forschendes Lernen' (2 Items) wurden in Teilstudie 2 nicht ausgewertet. 11
Abbildung A7: Pretest zu Intervention A – Seite 6 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)) 12
Abbildung A8: Posttest zu Intervention A – Startseite (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)) 12
Abbildung A9: Posttest zu Intervention A – Seite 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)) 13
Abbildung A10: Posttest zu Intervention A – Seite 2 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Die Rückmeldungen zu Frage 2 wurden in Teilstudie 2 nicht ausgewertet. 14
Abbildung A11: Posttest zu Intervention A – Seite 3 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Die Antworten zur Bedeutsamkeit vielperspektivischen Sachunterricht (2 Items), von Exkursionen im Sachunterricht (2 Items), zur Einschätzung des Terminus ‚Forschendes Lernen' (2 Items) sowie zum Grundschulbezug bzw. Einsatz der Seminarinhalte in der Grundschule wurden in Teilstudie 2 nicht ausgewertet. 15
Abbildung A12: Posttest zu Intervention A – Seite 4 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Die Rückmeldungen zu Frage 2 wurden in Teilstudie 2 nicht ausgewertet. 16
Abbildung A13: Posttest zu Intervention A – Seite 5 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)) 17
Abbildung A14: *Posttest zu Intervention A – Seite 6 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006))* 17
Abbildung A15: Affektiv-motivationaler Fragebogen (Pretest) zu Intervention B – Startseite (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Die Startseite der EG wurde entsprechend angepasst. 18
Abbildung A16: Affektiv-motivationaler Fragebogen (Pretest) zu Intervention B – Seite 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)) 19
Abbildung A17: Affektiv-motivationaler Fragebogen (Pretest) zu Intervention B – Seite 2 – Teil 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Diese Seite entfiel für die BG. Die Antworten zu Frage 1 sowie zu den Items 4.4 und 5.5 wurden in den Teilstudien 3-6 nicht ausgewertet. 20
Abbildung A18: Affektiv-motivationaler Fragebogen (Pretest) zu Intervention B – Seite 2 – Teil 2 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Diese Seite entfiel für die BG. 21

Abbildung A19: Affektiv-motivationaler Fragebogen (Pretest) zu Intervention B – Seite 3 – Teil 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Die Fragen 1 bis 4 entfielen für die BG. Die Antworten zu den Fragen 1 bis 3 sowie zur Erfahrung mit Vielperspektivität im bisherigen Studium (2 Items) wurden in den Teilstudien 3-6 nicht ausgewertet. 22
Abbildung A20: Affektiv-motivationaler Fragebogen (Pretest) zu Intervention B – Seite 3 – Teil 2 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Die Antworten zum Fachinteresse an Biologie, Chemie, Physik und Sachunterricht (je 3 Items) wurden in den Teilstudien 3-6 nicht ausgewertet. 23
Abbildung A21: Affektiv-motivationaler Fragebogen (Pretest) zu Intervention B – Seite 4 – Teil 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Item 1.5 wurde aus inhaltlichen Gründen vor der Auswertung entfernt (s. Teilstudie 6). 24
Abbildung A22: Affektiv-motivationaler Fragebogen (Pretest) zu Intervention B – Seite 4 – Teil 2 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Alle Items dieser Seite wurden in den Teilstudien 3-6 nicht ausgewertet. 25
Abbildung A23: Affektiv-motivationaler Fragebogen (Pretest) zu Intervention B – Seite 5 – Teil 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Item 1.1 wurde aus inhaltlichen Gründen vor der Auswertung entfernt (s. Teilstudie 5). Die Antworten zum FSK bzgl. des Vernetzens der Naturwissenschaften und Technik (3 Items) wurden in den Teilstudien 3-6 nicht ausgewertet. 26
Abbildung A24: Affektiv-motivationaler Fragebogen (Pretest) zu Intervention B – Seite 5 – Teil 2 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)) 27
Abbildung A25: Affektiv-motivationaler Fragebogen (Pretest) zu Intervention B – Seite 6 – Teil 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Antworten zum Sachinteresse am Experimentieren (3 Items), Sachinteresse an Naturwissenschaften und Technik (4 Items) sowie zur Bedeutsamkeit der Vielperspektivität im Sachunterricht (2 Items) wurden in den Teilstudien 3-6 nicht ausgewertet. 28
Abbildung A26: Affektiv-motivationaler Fragebogen (Pretest) zu Intervention B – Seite 6 – Teil 2 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)) 29
Abbildung A27: Affektiv-motivationaler Fragebogen (Pretest) zu Intervention B – Seite 7 – Teil 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)) 30
Abbildung A28: Affektiv-motivationaler Fragebogen (Pretest) zu Intervention B – Seite 7 – Teil 2 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)) 31
Abbildung A29: Affektiv-motivationaler Fragebogen (Pretest) zu Intervention B – Seite 8 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)) 32
Abbildung A30: Affektiv-motivationaler Fragebogen (Posttest) zu Intervention B – Startseite (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Die Startseite der BG wurde entsprechend angepasst. 32
Abbildung A31: Affektiv-motivationaler Fragebogen (Posttest) zu Intervention B – Seite 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Diese Seite entfiel für die BG. Die Antworten zu Frage 2 wurden in den Teilstudien 3-6 nicht ausgewertet. 33

Abbildung A32: Affektiv-motivationaler Fragebogen (Posttest) zu Intervention B – Seite 2 – Teil 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Diese Seite entfiel für die BG. Die Antworten zu Druck/Anspannung (4 Items), zum Grundschulbezug des Kurses (3 Items) sowie der Einsetzbarkeit der Experimente in der Grundschule (3 Items) wurden in den Teilstudien 3-6 nicht ausgewertet. 34
Abbildung A33: Affektiv-motivationaler Fragebogen (Posttest) zu Intervention B – Seite 2 – Teil 2 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Diese Seite entfiel für die BG. Die Antworten zu Druck/Anspannung (4 Items), zum Grundschulbezug des Kurses (3 Items) sowie der Einsetzbarkeit der Experimente in der Grundschule (3 Items) wurden in den Teilstudien 3-6 nicht ausgewertet. 35
Abbildung A34: Affektiv-motivationaler Fragebogen (Posttest) zu Intervention B – Seite 3 – Teil 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Diese Seite entfiel für die BG. Die Antworten zu den Fragen 1 bis 4 (Erläuterungen zu erworbenen Kompetenzen) wurden nicht ausgewertet. Zudem wurden nur jene Items zur im Kurs wahrgenommenen Experimentierkompetenz in die Auswertung (Teilstudie 5) einbezogen. 36
Abbildung A35: Affektiv-motivationaler Fragebogen (Posttest) zu Intervention B – Seite 3 – Teil 2 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Diese Seite entfiel für die BG. Es wurden nur jene Items zur im Kurs wahrgenommenen Experimentierkompetenz in die Auswertung (Teilstudie 5) einbezogen. 37
Abbildung A36: Affektiv-motivationaler Fragebogen (Posttest) zu Intervention B – Seite 4 – Teil 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)) 38
Abbildung A37: Affektiv-motivationaler Fragebogen (Posttest) zu Intervention B – Seite 4 – Teil 2 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Alle Items dieser Seite waren für die Datenauswertung der Teilstudien 3-6 irrelevant. 39
Abbildung A38: Affektiv-motivationaler Fragebogen (Posttest) zu Intervention B – Seite 5 – Teil 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Antworten zum Sachinteresse am Experimentieren (3 Items), Sachinteresse an Naturwissenschaften und Technik (4 Items) sowie zur Bedeutsamkeit der Vielperspektivität im Sachunterricht (2 Items) wurden in den Teilstudien 3-6 nicht ausgewertet. 40
Abbildung A39: Affektiv-motivationaler Fragebogen (Posttest) zu Intervention B – Seite 5 – Teil 2 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)) 41
Abbildung A40: Affektiv-motivationaler Fragebogen (Posttest) zu Intervention B – Seite 6 – Teil 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Item 1.12 wurde aus inhaltlichen Gründen vor der Auswertung entfernt (s. Teilstudie 6). 42
Abbildung A41: Affektiv-motivationaler Fragebogen (Posttest) zu Intervention B – Seite 6 – Teil 2 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Item 2.16 wurde aus inhaltlichen Gründen vor der Auswertung entfernt (s. Teilstudie 5). Die Antworten zum FSK bzgl. des Vernetzens der Naturwissenschaften und Technik (3 Items) wurden in den Teilstudien 3-6 nicht ausgewertet. 43

Abbildung A42: Affektiv-motivationaler Fragebogen (Posttest) zu Intervention B – Seite 7 – Teil 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Diese Seite entfiel für die BG. 44
Abbildung A43: Affektiv-motivationaler Fragebogen (Posttest) zu Intervention B – Seite 7 – Teil 2 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Diese Seite entfiel für die BG. 45
Abbildung A44: Affektiv-motivationaler Fragebogen (Posttest) zu Intervention B – Seite 8 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)) 46
Abbildung A45: Affektiv-motivationaler Fragebogen (Posttest) zu Intervention B – Seite 9 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)) 46
Abbildung A46: Kognitiver Fragebogen zu Intervention B am Beispiel des Follow-up Tests – Startseite (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Die Startseite der BG wurde entsprechend angepasst. 47
Abbildung A47: Kognitiver Fragebogen zu Intervention B am Beispiel des Follow-up Tests – Seite 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)) 48
Abbildung A48: Kognitiver Fragebogen zu Intervention B am Beispiel des Follow-up Tests – Seite 2 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Frage 5 wurde, weil sie Wissen zur Variablenkontrollstrategie (Schwichow et al., 2016), also fachmethodisches Wissen voraussetzt, vor Beginn der Auswertung ausgeschlossen, da für Teilstudie 4 nur ‚substantive knowledge' relevant ist. 49
Abbildung A49: Kognitiver Fragebogen zu Intervention B am Beispiel des Follow-up Tests – Seite 3 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)) 50
Abbildung A50: Kognitiver Fragebogen zu Intervention B am Beispiel des Follow-up Tests – Seite 4 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Fragen 1 und 3 wurden in die Auswertung der Teilstudie 4 einbezogen, da sie nach Göller (2020) sowohl dem deklarativen, als auch dem prozeduralen Wissen zugeordnet werden können. 51
Abbildung A51: Kognitiver Fragebogen zu Intervention B am Beispiel des Follow-up Tests – Seite 5 – Teil 1 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Alle Items dieser Seite wurden vor Beginn der Auswertung ausgeschlossen, da für Teilstudie 4 das fachdidaktische und fachmethodische Wissen sowie Selbsteinschätzungen diesbezüglich nicht relevant sind. 52
Abbildung A52: Kognitiver Fragebogen zu Intervention B am Beispiel des Follow-up Tests – Seite 5 – Teil 2 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). Alle Items dieser Seite wurden vor Beginn der Auswertung ausgeschlossen, da für Teilstudie 4 das fachdidaktische und fachmethodische Wissen nicht relevant sind. 53
Abbildung A53: Kognitiver Fragebogen zu Intervention B am Beispiel des Follow-up Tests – Seite 6 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)) 54
Abbildung A54: Kognitiver Fragebogen zu Intervention B am Beispiel des Follow-up Tests – Seite 7 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)) 55
Abbildung A55: Kognitiver Fragebogen zu Intervention B am Beispiel des Follow-up Tests – Seite 8 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)) 56
Abbildung A56: Kognitiver Fragebogen zu Intervention B am Beispiel des Follow-up Tests – Seite 9 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)). 57

Abbildung A57: Kognitiver Fragebogen zu Intervention B am Beispiel des Follow-up Tests – Seite 10 (erstellt mit SoSci Survey (Leiner, 2006)) 57
Abbildung A58: Einverständniserklärung Eigenanteile von Yannick Schilling zu Manuskript 1 193
Abbildung A59: Einverständniserklärung Eigenanteile von Dr. Ina Jeske zu Manuskript 2 194
Abbildung A60: Einverständniserklärung Eigenanteile von Yannick Schilling zu Manuskript 3 195
Abbildung A61: Einverständniserklärung Eigenanteile von Dr. Karsten Damerau zu Manuskript 4 196
Abbildung A62: Einverständniserklärung Eigenanteile von Dr. Karsten Damerau zu Manuskript 5 197
Abbildung A63: Einverständniserklärung Eigenanteile von Dr. Nadine Schröder zu Manuskript 6 198
Abbildung A64: Einverständniserklärung Eigenanteile von Britta Behm zu Manuskript 7 .. 199
Abbildung A65: Einverständniserklärung Eigenanteile von Yasamin Habib zu Manuskript 8 200
Abbildung A66: Einverständniserklärung Eigenanteile von Ricarda Röper geb. Rustige zu Manuskript 8 201
Abbildung A67: Einverständniserklärung 1 zu Abbildung 5 in Manuskript 3 202
Abbildung A68: Einverständniserklärung 2 zu Abbildung 5 in Manuskript 3 203
*Abbildung A69: Autor*innenvereinbarung zu Manuskript 8 (kein Open Access). Für die Veröffentlichung in dieser Arbeit ist Absatz 2 relevant. Persönliche Daten wurden geschwärzt.* 204

XI.18 Tabellenverzeichnis des Anhangs

Tabelle A1: Übergeordnete Themen der Kurseinheiten und die Namen der dazugehörigen Stationen 2
Tabelle A2: Übersicht der Konstrukte, die bei der Erfassung der Wirksamkeit der Intervention A einbezogen wurden. Je Konstrukt ist die Ebene der Wirksamkeit nach Lipowsky & Rzejak (2012), das Antwortformat, die Anzahl der Items sowie der Messzeitpunkte (MZ) und die Quelle der Skalen/Items genannt. 3
Tabelle A3: Übersicht der Konstrukte, die bei der Erfassung der Wirksamkeit der Intervention B einbezogen wurden. Je Konstrukt ist die Ebene der Wirksamkeit nach Lipowsky & Rzejak (2012), das Antwortformat, die Anzahl der Items sowie der Messzeitpunkte (MZ), die Quelle der Skalen/Items genannt und die Teilstudie der Einbindung genannt 4

XII VERÖFFENTLICHUNGEN UND AUSZEICHNUNGEN

XII.1 Im Kontext des Projektes

XII.1.1 Publikationen

Beudels, M., Schilling, Y., & Preisfeld, A. (*under review*). Mit Experimenten zu Wasserläufer & Co Kohärenz erleben – Potenziale eines interdisziplinären, experimentellen Kurses zur Professionalisierung angehender Sachunterrichtslehrkräfte. *DiMaWe – Die Materialwerkstatt. Zeitschrift für Konzepte und Arbeitsmaterialien für Lehrer*innenbildung und Unterricht.*

Beudels, M., Preisfeld, A., & Damerau, K. (2022). Impact of an experiment-based intervention on pre-service primary school teachers' experiment-related and science teaching-related self-concepts. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, *18*(1), e2258. https://doi.org/10.21601/ijese/11323

Beudels, M., Damerau, K., & Preisfeld, A. (2021). Effects of an interdisciplinary course on pre-service primary teachers' content knowledge and academic self-concepts in science and technology – A quantitative longitudinal study. *Education Science*, *11*(11), 744. https://doi.org/10.3390/educsci11110744

Beudels, M., Schroeder, N., & Preisfeld, A. (2021). „Ich traue mir zu…" – Effekte einer interdisziplinären Lehrveranstaltung auf motivationale Orientierungen angehender Sachunterrichtslehrkräfte. *PFLB – Zeitschrift für Schul- und Professionsentwicklung*, *3*(1), 188–220. https://doi.org/10.11576/pflb-4845

Schilling, Y., Beudels, M., Kuckuck, M., & Preisfeld, A. (2021). Sachunterrichtsbezogene Teilstudiengänge aus NRW auf dem Prüfstand. Eine Dokumentenanalyse der Bachelor- und Masterprüfungsordnungen. *HLZ – Herausforderung Lehrer*innenbildung, 4*(1), 178–195. https://doi.org/10.11576/hlz-4031

Beudels, M., Jeske, I., & Preisfeld, A. (2021). Wasser, Wald & Wuppertal – Kohärenzerleben von Sachunterrichtsstudierenden bei der Planung, Durchführung und Nachbereitung einer Exkursion. *PFLB – Zeitschrift für Schul- und Professionsentwicklung, 3*(1), 71–103. https://doi.org/10.11576/pflb-4455

Beudels, M., Behm, B., & Preisfeld, A. (2020). "Die läuft ja cool!" – Kinder in einer Unterrichtsreihe zum Thema Stabschrecken für Insekten und Bionik begeistern. *BU praktisch*, *3*(1), 7. https://doi.org/10.4119/bupraktisch-3138

Beudels, M., Habib, Y., & Rustige, R. (2020). Fat and sugar detectives – Sprachkompetenz durch Experimentieren fördern. *Grundschulmagazin Englisch, 1/2020*, 23–26.

XII.1.2 Vorträge

Beudels, M., & Preisfeld, A. (09/2018). Herausforderung Kohärenz – Entwicklung eines Kurses zum interdisziplinären Experimentieren im Sachunterricht. Tagung Vielfalt und Kohärenz in der Lehrerbildung (ViKo). Bergische Universität Wuppertal.

Habib, Y., Beudels, M., & Frisch, S. (09/2018). Profilbildung im bilingualen Sachunterricht. Tagung Vielfalt und Kohärenz in der Lehrerbildung (ViKo). Bergische Universität Wuppertal.

Frisch, S., Habib, Y., Keil, A., Jeske, I., Preisfeld, A., & Beudels, M. (11/2017). Fokus "Schulformbezug" – Ein Blick auf A2 und aus A2 heraus auf KoLBi. KoLBi-Kolloquium, Maßnahmenlinie A. Bergische Universität Wuppertal.

Beudels, M. (03/2016). Curriculare Weiterentwicklung und Evaluation der naturwissenschaftlich-technischen Sachunterrichtsausbildung im Master of Education – Projektvorstellungen der neuen MitarbeiterInnen – Kohärenz in der Lehrerbildung (KoLBi), Maßnahmenlinie A. Bergische Universität Wuppertal.

XII.1.3 Poster

Beudels, M., & Preisfeld, A. (03/2019). Brücken bauen durch interdisziplinäre Lehrveranstaltungen: Welche kognitiven und affektiven Wirkungen hat die Teilnahme an einem vielperspektivischen, experimentellen Kurs auf Sachunterrichtsstudierende? GDSU-Jahrestagung. Lüneburg.

Schilling, Y., Kuckuck, M., & Beudels, M. (03/2019). Die universitäre Lehrerbildung des Landes NRW im Fach Sachunterricht – Betrachtungen des intendierten Curriculums. GDSU-Jahrestagung. Lüneburg.

Beudels, M., & Preisfeld, A. (11/2018). Fördert Experimentieren die Fachlichkeit? Kognitive und affektiv-motivationale Wirkungen eines interdisziplinären, handlungsorientierten Kurses für Sachunterrichtsstudierende. 2. Programmkongress der Qualitätsoffensive Lehrerbildung. Berlin.

Beudels, M., & Preisfeld, A. (11/2018). Curriculare Weiterentwicklung und Evaluation der naturwissenschaftlich-technischen Sachunterrichtsausbildung. KoLBi-Abschlusspräsentation (erste Förderphase). Wuppertal.

Beudels, M., & Jeske, I. (03/2018). Multiperspektivität im Sachunterricht: Entwicklung, Durchführung und Evaluation eines handlungsorientierten Seminars für Studierende der sonderpädagogischen Förderung. GDSU-Jahrestagung. Dresden.

Beudels, M., & Preisfeld, A. (02/2018). Erhebung der kognitiven & affektiv-motivationalen Wirksamkeit eines interdisziplinären Experimentier-Kurses für Sachunterrichtsstudierende. 20. Internationale Frühjahrsschule der Fachsektion Didaktik der Biologie im Verband Biologie, Biowissenschaften und Biomedizin in Deutschland. Köln.

Beudels, M., & Preisfeld, A. (03/2017). Curriculare Weiterentwicklung und Evaluation der naturwissenschaftlich-technischen Sachunterrichtsausbildung im M. Ed. 19. Internationale Frühjahrsschule der Fachsektion Didaktik der Biologie im Verband Biologie, Biowissenschaften und Biomedizin in Deutschland. Rostock.

XII.1.4 Auszeichnungen

Beudels, M., & Jeske, I. (2018). Posterpreis (1. Platz) auf der GDSU-Tagung 2018 in Dresden (s. https://gdsu.de/sites/default/files/gdsu-info/files/info_70.pdf, S. 19)

XII.1.5 Weitere Aktivitäten

Beudels, M., Habib, Y., & Frisch, S. (02/2019). Bilinguale Module im Sachunterricht der Grundschule (Englisch/Deutsch). Fachtagung "Zweiter Tag des bilingualen Unterrichtens". Bergische Universität Wuppertal. (Workshop)

Beudels, M., & Habib, Y. (07/2018). Bilinguale Module im Sachunterricht – Healthy eating & digestion. Bergische Universität Wuppertal. (Lehrer*innenfortbildung)

XII.2 Weitere Veröffentlichungen

XII.2.1 Publikationen

Beudels, M., Westerholt, D., Preisfeld, A., & Damerau, K. (2021). Biologische Bestimmungsapps in der Lehre – Eine Studie zum „Status quo“ angehender Lehrkräfte. *Journal für Didaktik der Naturwissenschaften und der Mathematik (F)*, *5*, 141–163.

Beudels, M., Dahmen, S., Westerholt, D., Damerau, K., & Preisfeld, A. (2020). Geflügelte Juwelen aus den Tropen. Kinder in Schmetterlingshäusern für Insekten und Naturschutz begeistern. *BU praktisch*, *3*(3), 2. https://doi.org/10.4119/bupraktisch-3799

Beudels, M., & Preisfeld, A. (2018). Back to nature: Wie bioaktive Substanzen aus *Aloe vera* und *Opuntia ficus-indica* (Feigenkaktus) wirken. *Journal für Didaktik der Naturwissenschaften und der Mathematik (P/S)*, *2*, 54–71.

Zambanini, T., Hartmann, S.K., Schmitz, L.M., Büttner, L., Tehrani, H.H., Geiser, E., Beudels, M., Venc, D., Wandrey, G., Büchs, J., Schwarzländer, M., Blank, L.M., & Wierckx, N. (2017). Promoters from the itaconate cluster of *Ustilago maydis* are induced by nitrogen depletion. *Fungal Biology and Biotechnology*, *4*, 11. https://doi.org/10.1186/s40694-017-0040-3

XII.2.2 Poster

Beudels, M., Westerholt, D., Preisfeld, A., & Damerau, K. (01/2020). Apps zur Bestimmung von Tieren, Pflanzen und Pilzen: Einsatz in Übungen zur Artenkenntnis für Lehramtsstudierende. Symposium "Digitalisierung und Naturwissenschaften – Forschung, Lehre, Praxis". Bergische Universität Wuppertal.

Westerholt, D., Beudels, M., Preisfeld, A., & Damerau, K. (01/2020). Digitalisierung in der Lehramtsausbildung. Förderung der Medienkompetenz zukünftiger Biologie-Lehrer*innen. Symposium "Digitalisierung und Naturwissenschaften – Forschung, Lehre, Praxis". Bergische Universität Wuppertal.

XIII ERKLÄRUNG

Hiermit erkläre ich, dass ich

1. die von mir eingereichte Dissertation selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe,
2. nur die in der Dissertation angegebenen Hilfsmittel benutzt und alle wörtlich oder inhaltlich übernommenen Stellen als solche unter Angabe der Quelle gekennzeichnet habe,
3. die Dissertation weder in der vorliegenden noch in ähnlicher Form bei anderen Instituten oder wissenschaftlichen Hochschulen vorgelegt habe,
4. bislang keine Promotionsversuche unternommen habe.

Ich bin damit einverstanden, dass meine Dissertation wissenschaftlich interessierten Personen oder Institutionen zur Einsichtnahme zur Verfügung gestellt werden kann.

Wuppertal, den ……

_____

Melanie Marita Beudels

Förderhinweis: Dieses Projekt wurde im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01JA1507 gefördert.