

Zum Nachdenken.
Reflexion über Konzepte, Material und Befunde

Mit Experimenten zu Wasserläufer & Co Kohärenz erleben

Potenziale eines interdisziplinären, experimentellen Kurses
zur Professionalisierung angehender Sachunterrichtslehrkräfte

Melanie Beudels^{1,*}, Yannick Schilling¹ & Angelika Preisfeld²

¹ *Bergische Universität Wuppertal, Institut für Geographie und Sachunterricht*

² *Bergische Universität Wuppertal,*

Lehrstuhl für Zoologie & Didaktik der Biologie,

^{*} *Bergische Universität Wuppertal,*

Fakultät für Human- und Sozialwissenschaften,

Gaußstr. 20, 42119 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“ spüren die Studierenden dem Lebensweltbezug des Sachunterrichts nach und erfahren 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 Teilnehmenden empfehlen den Kurs weiter. Als Gründe dafür werden u.a. die Kohärenz von Kursinhalten und beruflichen Anforderungen sowie 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. Der Beitrag regt dazu an, bereits in der Konzeption universitärer Lerngelegenheiten – hier im Kontext der Lehrpersonenbildung für das Fach Sachunterricht – Kohärenz mitzudenken, da die empirischen Befunde nahelegen, dass diese positiv von den Studierenden wahrgenommen wird.

Schlagerwörter: Lehrerbildung; Kompetenz; Sachunterricht; Kohärenz; Naturwissenschaften; Technik; Mixed-Methods-Design



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 et al., 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 (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 vielperspektives Fach¹ 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 [zu] erarbeiten und sie im Sinne perspektivenübergreifenden (vernetzenden) Denkens [...] auch für Kinder sichtbar [zu] machen“ (GDSU, 2019, S. 40).

Meschede et al. (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 et al. (2021), welche bezüglich des perspektivenvernetzenden Qualifikationsbereichs Entwicklungspotenzial aufzeigt.

Deutschlandweit deuten zudem viele Ausbildungsvarianten für den Sachunterricht auf eine Ungleichgewichtung sachunterrichtlicher Bezugsfächer² 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 curriculärer Kohärenz im Lehramtsstudium (Mayer et al., 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 kann auf Seiten der Lehramtsstudierenden zu einer geringen *wahrgenommenen* Kohärenz (vgl. Cramer,

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 et al., 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).

2020, S. 270) führen (Hsieh et al., 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 et al., 2019). Fehlende curriculare und wahrgenommene Kohärenz kann fragmentiertes, träges Professionswissen und damit einhergehend Anwendungsschwierigkeiten in der Berufspraxis zur Folge haben (u.a. Harr et al., 2014; Hellmann & Zaki, 2018; Renkl, 1996; Schwichow et al., 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 Redundanzen⁴ 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). Nachfolgend wird beschrieben, was unter diesen beiden Mitteln verstanden wird, und

³ Eine Ausnahme bildet der Beitrag von Beudels et al. (2021b); 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.

herausgearbeitet, warum sie sich als Mittel der Kohärenzherstellung und Förderung professioneller Kompetenzen eignen. Daran anknüpfend werden in Kapitel 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 Studententafel* 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 et al., 2007; Bieber, 1999; Klos, 2007). Auch ergaben Forschungsarbeiten wie jene von Åström (2008), dass interdisziplinäres Lehren im Gegensatz zu disziplinärem Lehren keine Nachteile bezüglich des Fachwissenszuwachses bei den Lernenden 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 & Mandl, 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*; 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 sowohl 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 et al., 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 et al., 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 et al., 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. (2009, S. 93) verweisen darauf, dass in dieser Phase zumindest Erwartungen oder Vermutungen bezüglich der Ergebnisse 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).

Die von Meyer (vgl. 2011, S. 313ff.) als Unterrichtsexperimente⁵ titulierten Lehrer*innen- und Schüler*innenexperimente dienen oftmals (nur) als *Medium* im Sinne eines Instruments zur Unterstützung von Lernprozessen. 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

⁵ Für den Primarbereich unterscheiden Grygier & Hartinger (vgl. 2012, S. 13ff.) zwischen vier Typen von Unterrichtsexperimenten, die sich hinsichtlich des Vorhandenseins einer Fragestellung und der Vorgabe einer Vorgehensweise unterscheiden und somit verschiedene Lehr-/Lernziele erfüllen (s. auch Kap. 4.3).

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 oder vier-Tage-Blockkurs-Format in der vorlesungsfreien Zeit als Alternative), die aufgrund ihres freiwilligen Charakters als Tutorium titulierte ist, primär für Sachunterrichtsstudierende mit gesellschaftswissenschaftlichem Schwerpunkt ange-dacht. 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 anderer Grundschullehrämterfächer (u.a. Musik, Anglistik) den Kurs freiwillig besuchen möchten (s. Kap. 6, 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 Teilnehmenden erhalten nach regelmäßigem Besuch des Kurses einen Teilnahme-schein, 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)⁶.

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 Phänomenen sowie 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 und Sachverhalten aus dem Alltag

⁶ Die andere Modulkomponente ist das Seminar „Bilingual Education“, in dem „fachdidaktische und fachbezogene bildungswissenschaftliche Positionen, Konzepte und Strukturierungsansätze zum Bereich Bilingualität, Interkulturalität und Mehrsprachigkeit“ (BUW, 2017, S. 2) behandelt werden.

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*innen-vorstellungen *berücksichtigen* sowie *diskutieren* und darauf basierend ein Arbeitsblatt oder Forscher*innenprotokoll 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 5 (Beispiel für eine experimentelle Kurseinheit aus Themenblock I) und 7 (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 et al., 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 vielperspektivischen⁷ Blick auf die „Sache“, sondern auch eine Identifikation mit dem Integrationsfach Sachunterricht, wie nachfolgend näher erläutert wird:

- *Lebensweltbezug und Lernvoraussetzungen:* Grundschüler*innen⁸ 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 et al., 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 der beiden Kontexte „Der Teich und seine Umgebung“ und „Der Mensch und seine Leistungsfähigkeit“ können diverse fachspezifische Arbeitsweisen des Sachunterrichts genutzt werden, um Fachwissen bzw. Basiskonzepte zu erschließen. Der Fokus liegt hier auf

⁷ Vgl. Definition in Fußnote 1 (Kap. 1).

⁸ Dies gilt für Studierende natürlich auch.

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).

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

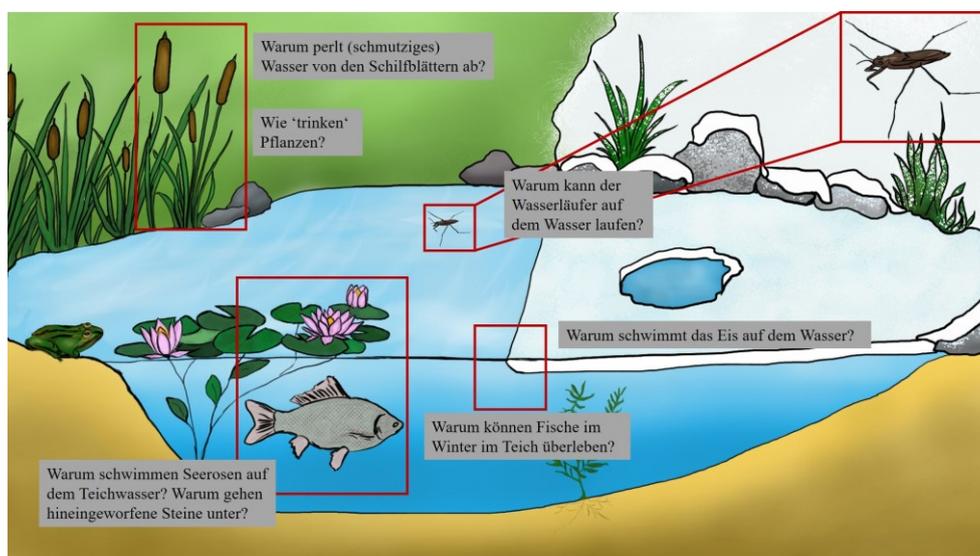


Abbildung 1: Kinderfragen zu Phänomenen und Sachverhalten aus der Lebenswelt als Ausgangspunkt des Lehrkonzeptes; Themenblock I: „Den Teich und seine Umgebung experimentell entdecken“ (eigene Darstellung; Zeichnung: Fabiola Beudels)

Solche Fragen „an die Natur“ sind nicht nur essenziell bei der Beschreibung 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 et al., 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 dass 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 et al., 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 et al., 1982) bei den Studierenden einzuleiten. Auch der Austausch mit der*dem Partner*in ist während des Experimentierens hilfreich: Vorstellungen können ausgetauscht und verglichen werden, 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 digitalen 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 Arbeitsphase⁹ 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 et al., 2006, S. 163ff.) angewandt. Die*der 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 herausgekommen?“) und zum Schluss Begründungen bzw. Interpretationen („Was kann man daraus ableiten?“, „Wie ist das zu erklären?“) zu äußern. In diesem letzten Schritt werden auch das „Erkennen

⁹ Für Details s. Kap. 4.3.

von Zusammenhängen“ (Vernetzung der Bezugsfächer) und das Übertragen „auf andere Phänomene“ (Hartinger et al., 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 et al., 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 Tabelle 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 et al., 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 Kapitel 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 (MSW NRW, 2008¹⁰) formulierten Kompetenzerwartungen auf, um eine entsprechende Anwendbarkeit im Sachunterricht zu gewährleisten. Im Themenblock II werden beispielsweise Aspekte des perspektivenübergreifenden Themenbereichs „Gesundheit und Gesundheitsprophylaxe“ aufgegriffen (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 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 et al., 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 Alignments* 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 Kontexte – 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 Forscher*innenprotokolls 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 Partner*innenarbeit¹¹ 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

¹⁰ Während der Erprobung des Konzeptes galt der Lehrplan von 2008. Seit dem Sommer 2021 ist ein neuer Lehrplan für Grundschulen in Kraft getreten (MSB NRW, 2021). Auch zwischen den dort genannten Kompetenzerwartungen für das Fach Sachunterricht und den hiesigen Kurskontexten bestehen zahlreiche Berührungspunkte.

¹¹ Im Falle von Partner*innenarbeit sind zwei (Teil-)Experimente zu planen, durchzuführen und zu reflektieren.

von den Pflicht-Teilnehmenden¹² (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 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.¹³ 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 essenziell (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 8 (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*innen 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).

¹² Die freiwillig Teilnehmenden 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.

¹³ Mit „anonymisiert“ ist Folgendes gemeint: Die Studierenden können über den digitalen Lernraum in alle Planungsprodukte Einsicht nehmen, ohne zu wissen, welche Personen genau hinter dem jeweiligen Produkt stehen (je Gruppe ein Ordner angelegt; keine Namen genannt). Die*der Dozierende lädt das Feedback für alle Gruppen – unter Verweis auf die jeweilige Gruppennummer und ebenfalls für alle sichtbar – hoch.

4 Durchführungshinweise

Der Kurs ist aus zwei Themenblöcken à 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 in 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

<i>KE</i>	<i>Phase</i>	<i>(Methodische) Schwerpunkte</i>
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 Teilnehmenden 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*in¹⁴ näher kennen, indem sie die in Punkt 3 bzw. Tabelle 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 Kapitel 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 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 Pflichtteilnehmenden 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 Teilnehmenden essenziell, 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 et al., 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 2b; 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

¹⁴ Aufgrund der Komplexität des Lehr-Lernsettings wird im Sinne einer Beständigkeit im Regelfall auf einen Partner*innenwechsel verzichtet.

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 NRW, 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*der 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 wird¹⁵ 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-

¹⁵ Es gibt 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; es sollen in jeder Einheit möglichst alle Stationen durchlaufen werden.

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.¹⁶

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 Zeitanzeige auf die noch verbleibende Arbeitszeit 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 – entschieden, 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 Tabelle 1 und Tabelle 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 Forscher*innenprotokoll) für ein Experiment zum Thema „Schwimmen und Sinken“ – „ein anspruchsvolles Thema mit vielen Möglichkeiten“ (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

¹⁶ Die Funktion von Regeln und Verhaltensweisen im Experimentalunterricht wird auch in den Nachbesprechungen thematisiert.

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 (Lern-)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.

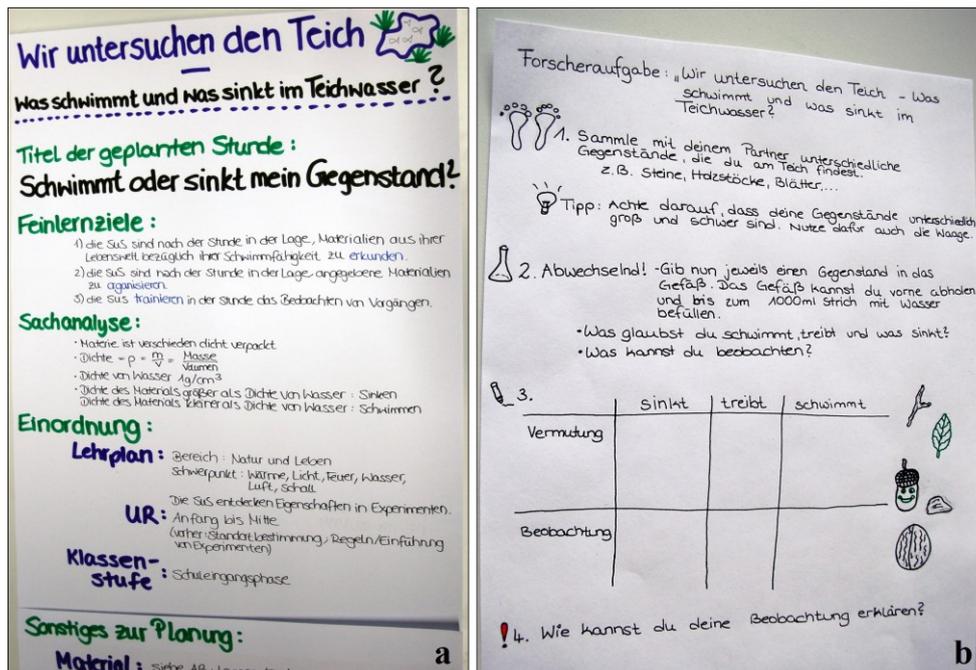


Abbildung 3: Beispiel eines Produktes der Planung eines Experiments zum Thema „Schwimmen und Sinken“ in Themenblock I: a) didaktisch-methodische Überlegungen; b) entworfenes Arbeitsblatt zum Experiment (Bildquelle: Melanie Beudels)

Die Planung in Themenblock II (vgl. Tab. A2) unterscheidet sich in folgenden Aspekten von der eben beschriebenen Planungsphase: Es ist ein Experiment zu einem vielperspektivischen¹⁷ 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 et al., 2009, S. 87ff.). In Phase 2 sollen bestehendes Fachwissen sowie Wissen über mögliche fachspezifische Vermittlungsstrategien zum Thema A oder B aktiviert sowie notiert werden. Zur Aktivierung können Hilfsfragen (z.B. „Wofür brauchen wir Herz, Blut und Blutkreislauf überhaupt?“) aus einem Umschlag genutzt werden. Für die Planungsphase

¹⁷ Zahlreiche Bezüge zu Kompetenzerwartungen der Lehrpläne (u.a. MSW NRW, 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.).

(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 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 freiwillig Teilnehmenden 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 und 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 Teilnehmenden. 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 Teilnehmenden 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 et al., 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 essenzieller Teil professioneller Kompetenz sind (Baumert & Kunter, 2006). Inwieweit sich Professionswissen und motivationale Orientierungen durch die Kursteilnahme bedeutend verändern, wird an anderer Stelle vorgestellt.¹⁸

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 Teilnehmenden 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 et al., 2013, S. 344).

5.1 Fragestellungen

Es werden daher folgende Fragestellungen untersucht:

- (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

¹⁸ Schwerpunkt integratives Fachwissen und fachbezogene Selbstkonzepte: Beudels et al. (2021a); Schwerpunkt experimentbezogene Fähigkeitsselbstkonzepte: Beudels et al. (2022); Schwerpunkt Lehrer*inneninteresse und -selbstwirksamkeitserwartungen: Beudels et al. (2021c).

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)?

5.2 Untersuchungsdesign, Messinstrumente und Auswertungsmethodik

Zur Untersuchung der Fragestellungen wurde ein *Pre-Post*-Forschungsdesign verwendet. Die Teilnehmenden 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 Teilnehmenden individuelle Aussagen zu ermöglichen (vgl. Rindermann, 2003, S. 241), erfolgte die Untersuchung der Forschungsfragen 1 und 2 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 auf der folgenden Seite) 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 Tabelle 2 und Tabelle 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 Tabelle 2 und Tabelle 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)

<i>Konstrukt</i>	<i>Anzahl Items</i>	<i>Kürzel Items</i>	<i>Beispielitem</i>	<i>Reliabilität (Cronbachs α)</i>
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. Pro offener Frage wurde induktiv (vgl. Kuckartz, 2016, S. 72ff.) ein separates Kategoriensystem angelegt.¹⁹ Aufgrund des Umfangs der Antworten wurden bei vier Fragen (vgl. Tab. A6) die Aussagen aller 168 Teilnehmenden 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 % freiwillig Teilnehmende = 37 Personen; 56 % Pflichtteilnehmende = 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

¹⁹ Drei Beispiele für die angelegten Kategoriensysteme sind Anhang 9 im Online-Supplement zu entnehmen.

ausfüllten, unterzogen, sodass sich ein $N_{\text{ges}} = 168$ ergibt. 89.9 Prozent der Teilnehmenden 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 ($N_{\text{wöch}} = 94$; $N_{\text{Block}} = 74$) 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 Teilnehmenden befanden sich im Bachelorstudium ($N_{\text{Bachelor}} = 150$; $N_{\text{Master}} = 18$). 67.3 Prozent ($N_{\text{NaWiTech}} = 113$) gaben an, mit Schwerpunkt „Naturwissenschaften und Technik“ (NaWiTech) zu studieren bzw. im Bachelor studiert zu haben, 32.7 Prozent belegten einen anderen Grundschulstudiengang ($N_{\text{anderer Schwerpunkt Sachunterricht}} = 21$; $N_{\text{Anglistik}} = 30$; $N_{\text{andere Fächer}} = 4$).

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. S145²⁰: „*Ich hoffe, dass ich sowohl theoretisch als auch praktisch an die Gestaltung und Durchführung von Sachunterricht 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 (z.B. 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* (z.B. S117: „*viele praktische Erfahrungen*“), wobei viele der Teilnehmenden 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*

²⁰ Flüchtigkeits-/Rechtschreib-/Grammatik-/Interpunktionsfehler bei den zitierten schriftlichen Studierendenaussagen wurden zur besseren Lesbarkeit korrigiert.

Unterricht zu erhalten (19 x; z.B. S130: „*Wie baue ich Experimente auf, dass die Schüler*innen 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

Den 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 Kursteilnehmenden *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 scheinen 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: „Wassperläufer“), „Bionik“ (13 x; z.B. 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. S119: „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 der Codings (7 von 21) 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 Teilnehmenden 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 Teilnehmenden 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 tiefergehender oder detaillierter zu besprechen (S90: „*Einzelne Themen etwas vertiefter bearbeiten*“, oder S4: „*etwas mehr auf mögliche Probleme eingehen*“). Mehrere Studierende (3.2 % 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)*“²¹), 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

Alle Teilnehmenden (100 %) 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 tragem bzw. in der Praxis anwendbarem Professionswissen* (7 x) sowie ein *hoher Lerneffekt bzw. nachhaltiges Lernen* (6 x) als Gründe genannt.

²¹ Diese Äußerungen erfolgten, bevor der Kurs als Pflicht-Variante für die Sachunterrichtsstudierenden mit Schwerpunkt Naturwissenschaften und Technik angeboten wurde.

In die Oberkategorie *motivationale Orientierungen* fallen einerseits Aussagen, die als Grund ein hohes situationales Interesse bzw. eine hohe Motivation angeben (42 x; z.B. S92: „*macht gleichzeitig auch sehr viel Spaß*“; davon betrifft die Hälfte die wertbezogene Komponente des Interesses bzw. extrinsische Motivation, z.B. S20: „*Hilfreich für späteren Beruf*“). Andererseits deuten mehrere Aussagen auf eine positive Veränderung der Selbstkonzepte 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*“) und die Veranschaulichung der Inhalte (z.B. S67: „*Es ist sehr anschaulich gestaltet*“). Auch Bezüge zu der*dem Dozierenden fallen in diese Kategorie (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 welche 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 Tabelle A10 zu entnehmen ist, gibt die Mehrheit (54.2 %) der Kursteilnehmenden 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: „*Nachbe-*

sprechungen 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* und/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 dazugelernt*.“). Weitere, mehrfach genannte positive Rückmeldungen beziehen sich u.a. auf die*den *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)*“).

5.6 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 auf der folgenden Seite) verdeutlichen, dass das situationale Interesse insgesamt als hoch bis sehr hoch zu bezeichnen ist (emotionale Komponente: $Md_{\text{Emo-Int}} = 4.75$; epistemische Komponente: $Md_{\text{Epi-Int}} = 4.25$; wertbezogene Komponente: $Md_{\text{Wert-Int}} = 5.00$). Zudem geben die Teilnehmenden an, dass der Kurs ihr Verständnis von der Interdisziplinarität der Naturwissenschaften und Technik gefördert habe ($Md_{\text{Interdis}} = 4.50$).

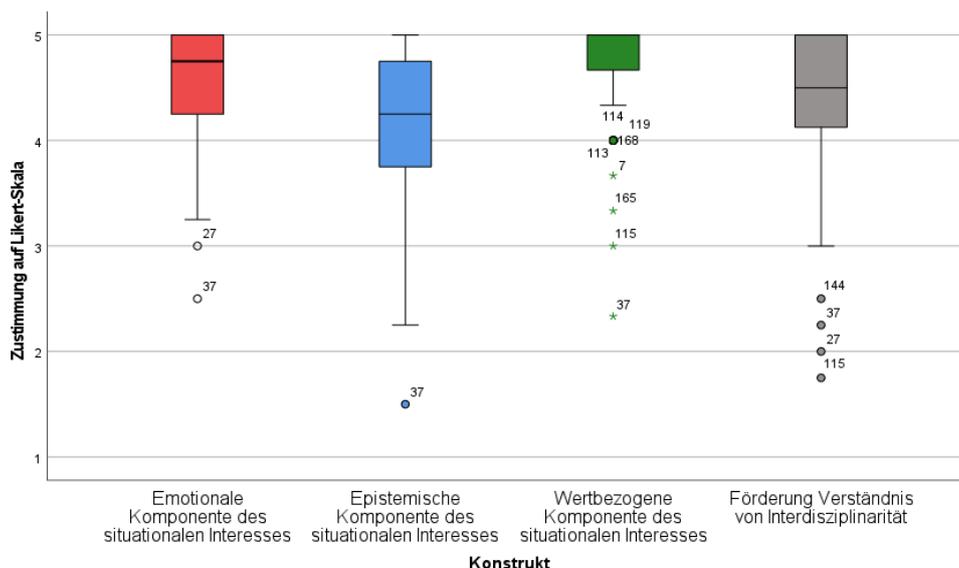


Abbildung 4: Situationales Interesse der Teilnehmenden ($N = 168$) an den Seminarinhalten in den Subskalen „emotional“, „epistemisch“ und „wertbezogen“ sowie Zustimmung bezüglich der Förderung des Verständnisses von der Interdisziplinarität der Naturwissenschaften und Technik durch den Kurs (eigene Darstellung)

6 Diskussion und Fazit

Die Angaben der Teilnehmenden 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 Teilnehmenden 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 von Studierenden 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 werden ebenfalls der Erwerb von Fachwissen, nicht trägem/in der Berufspraxis anwendbarem Wissen und nachhaltiges Lernen angeführt (vgl. Kap. 5.5.4). Das oben genannte 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 Teilnehmenden nicht beantwortet werden (vgl. Cramer, 2020, S. 276). Dass ein kurz- und langfristiger Fachwissenszuwachs stattfindet, zeigen Beudels et al. (2021a).

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).²² 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. Dies gilt insbesondere auch für alle Teilnehmenden mit einem anderen Studienfach als Sachunterricht. 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. Zur Verdeutlichung potenzieller Verflechtungen sachunterrichtlicher Bezugsfächer und Perspektiven sollte bei bestehenden Lehrveranstaltungen geprüft werden, inwieweit die Vielperspektivität des Faches thematisiert wird bzw. stärker in den Fokus gerückt werden kann. Universitäre Curricula für Grundschullehramtsstudierende mit einem anderen Studienfach als Sachunterricht könnten so geöffnet werden, dass z.B. im Optionalbereich die Einführungsveranstaltung zum Sachunterricht und seiner Didaktik belegt werden kann, in der Charakteristika des Faches vorgestellt werden (u.a. BUW, 2016). Eine solche Öffnung ist auch deswegen nötig, da Sachunterricht oftmals fachfremd unterrichtet wird, worunter die Unterrichtsqualität leiden kann (u.a. Lagies, 2020; Porsch & Wendt, 2016).

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 Erschließen konkreter fachwissenschaftlicher Inhalte – z.B. durch Experimentieren – im Rahmen ausgewählter Kontexte aus der Lebenswelt (z.B. „Der Teich und seine Umgebung“), kombiniert mit Übungs- und Reflexionsphasen zur Unterrichtsplanung und Fachdidaktik (s. Kohärenzebenen 2 und 3), könnte dabei helfen, dass die Relevanz fachwissenschaftlicher Inhalte im Studium (Problematik s.o.) von Lehramtsstudierenden eher erkannt und geschätzt wird. 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. Kollegiale Vernetzung (vgl. Mayer et al., 2018, S. 16), z.B. in Form einer lehrstuhl- und/oder fakultätsübergreifenden Kooperation²³ von Dozierenden im Bereich der Sachunterrichtsdidaktik, könnte dabei helfen, die zuvor vorgeschlagene Weiterentwicklung universitärer Lehrveranstaltungen, Module und Curricula des Faches Sachunterricht und seiner Didaktik in Bezug auf den perspektivenvernetzenden Qualifikationsbereich (GDSU, 2019) voranzutreiben (Beudels, 2021; Meschede et al., 2020).

²² Ausnahme bildet hier das Bezugsfach Physik, dessen Einbeziehung den Teilnehmenden „mittelmäßig“ wichtig ist. Dies könnte an der großen „Distanz“ vieler Grundschullehrpersonen zu Physik liegen (Landwehr, 2002).

²³ Die kollegiale Vernetzung könnte z.B. einen regelmäßigen Austausch der Dozierenden oder gemeinsam geplante/durchgeführte Lehrveranstaltungen umfassen.

Fast die Hälfte aller Codings zu Wünschen der Teilnehmenden 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 und 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 et al., 2022). Hier sollten Schulen und Universitäten mehr Gelegenheiten zum eigenständigen Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten schaffen, um Kompetenzen bezüglich des Experimentierens und Planens sowie Durchführens von Unterrichtsexperimenten zu stärken (für Details vgl. Beudels et al., 2022, S. 11 ff.). 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 widerspiegelt (vgl. Kap. 5.5), lässt vermuten, dass sich bei einigen Teilnehmenden bei weiterer Beschäftigung mit den Themen dispositionales Interesse ausbilden kann²⁴ (vgl. Hidi & Renninger, 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 Pflichtteilnehmenden 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 auf der folgenden Seite). Ein anderer Grund für das Einbeziehen von Kindern zum Testen der entwickelten Materialien könnte sein, dass die Studierenden durch das Beobachten der Handlungen sowie Reaktionen der Kinder Hinweise für den Reflexionsteil der schriftlichen Prüfungsleistung (z.B. mögliche (Lern-)Schwierigkeiten und Umgang damit) sammeln wollten.

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 Teilnehmenden 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 werden.

Die Rückmeldungen der Studierenden sollten von Dozierenden auch dazu genutzt werden, die eigene Lehre zu reflektieren und sie weiterzuentwickeln (vgl. Rindermann, 2003, S. 233). Generell zeigen die Reaktionen, dass der Großteil der Teilnehmenden mit den Lehrinhalten, Aktivitäten und der Struktur des Kurses zufrieden und eine gute Pas-

²⁴ Siehe dazu auch die Ergebnisse der Begleitforschung mit Fokus auf der Entwicklung des Lehrer*inneninteresses (Beudels et al., 2021c).

sung zwischen Lerner*innenvoraussetzungen sowie -bedarfen und dem Angebot gegeben ist (vgl. Kap. 5.4 und 5.5). So liegt die Weiterempfehlungsrate bei 100 Prozent, und über 80 Prozent geben an, dass ihre Erwartungen, Wünsche und Lernziele erfüllt wurden.

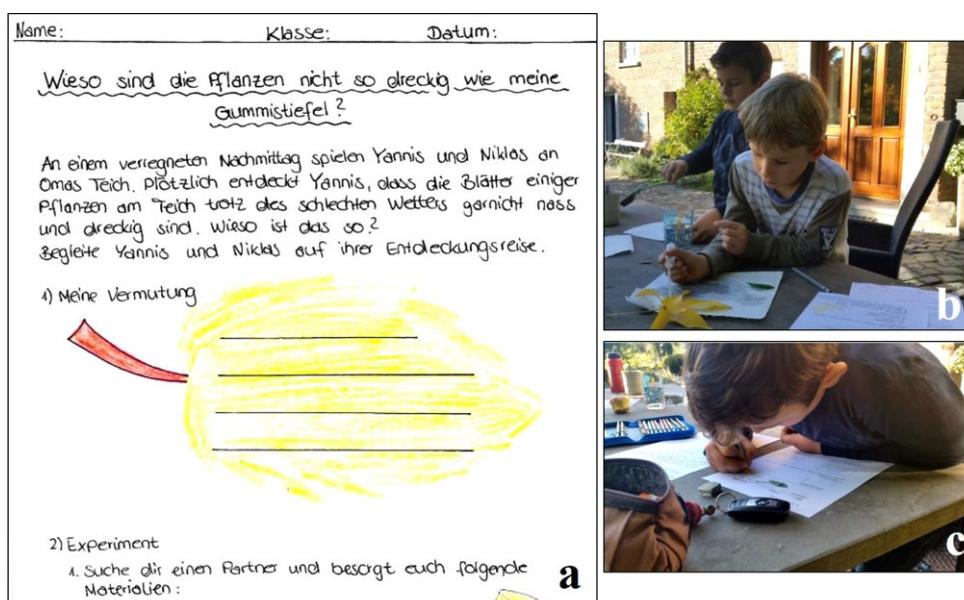


Abbildung 5: Produkt der Prüfungsleistung eines Studierendenteams: a) Ausschnitt des Arbeitsblattes zu einem Experiment in Form eines Protokollbogens; b) Durchführung des Experiments durch Grundschul Kinder; c) Notieren und Auswerten der Ergebnisse des Experiments auf dem Protokollbogen (Bildquelle: Alina Schwanke & Anna-Lena Wennmachers, 2018; Fotos mit freundlicher Genehmigung der Erziehungsberechtigten der Kinder)

Den Kritikpunkten einiger Teilnehmenden hinsichtlich zu wenig Zeit für die Vertiefung von Fachinhalten oder für gewisse Arbeitsphasen, wie die Planung experimenteller Unterrichtsstunden, und Änderungsvorschlägen, wie der Erweiterung der Kursinhalte um weitere Themenkontexte, könnte durch eine Erweiterung des Kurses bei gleichzeitiger Umsortierung der Kurseinheiten begegnet werden: Im ersten Kurs à 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 Studierendenden 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 Studierendenden 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 drei installierten Kohärenzebenen (vgl. Kap. 3) sowie die beiden zentralen Mittel zur Kohärenzherstellung (vgl. Kap. 2) von den Teilnehmenden 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 naturwissen-

schaftlich-technischer Lerngelegenheiten mit sachunterrichtlicher Fokussierung ist, welche durch das bestehende Lehrveranstaltungsangebot nicht hinreichend adressiert werden. Dieses freiwillige Absolvieren eines zusätzlichen Kurses, der (bisher) i.d.R. nicht für das Studium angerechnet werden kann, verdeutlicht die Notwendigkeit einer Weiterentwicklung des bisherigen universitären Curriculums für das Fach Sachunterricht bzw. das Grundschullehramt am Standort im Hinblick auf interdisziplinäre Lehr-Lern-Gelegenheiten. Denn die Herausforderung des interdisziplinären Denkens bzw. Arbeitens kann als höchst relevant für das professionelle Ausüben des Berufs als Sachunterrichts-Lehrperson betrachtet werden. Eine Vorbereitung hierauf im Rahmen des Studiums sollte nicht auf der Bereitschaft zur freiwilligen Teilnahme an extracurricularen Lerngelegenheiten basieren.

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, Linköping University. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:114056/FULLTEXT01.pdf>
- 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). 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. u. erw. Aufl.) (S. 73–82). 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>
- Beudels, M. (2021). *Kohärenz und Vielperspektivität im Sachunterrichtsstudium. Status quo und Wirksamkeit kohärenter, vielperspektivischer Lehrveranstaltungen sowie Entwicklung von Educative Curriculum Materials*. Dissertation, Bergische Universität Wuppertal. <https://doi.org/10.25926/rabg-7m48>
- Beudels, M., Damerau, K. & Preisfeld, A. (2021a). 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., Jeske, I. & Preisfeld, A. (2021b). 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. (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., Schröder, N. & Preisfeld, A. (2021c). „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>
- 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). Leuchtturm.
- Bietenhard, S., Gafner Knopf, A.M. & Jaun-Holdererger, 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). Klinkhardt.
- Biggs, J. & Tang, C. (2011). *Teaching for Quality Learning at University. What the Student Does* (4. Aufl.). Open University Press.
- Bloom, B.S. (1976). *Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich* (5. Aufl.). Beltz.
- 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). 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). Klinkhardt.
- Börlin, J. (2012). *Das Experiment als Lerngelegenheit: Vom interkulturellen Vergleich des Physikunterrichts zu Merkmalen seiner Qualität*. 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>
- BUW (Bergische Universität Wuppertal). (2016, 22. September). *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). https://www.zpa.uni-wuppertal.de/fileadmin/zpa/Studiengange/Komb_BA/Grundlagen_der_Naturwissenschaft/GNT_KBA_2016_Modulhandbuch.pdf
- BUW (Bergische Universität Wuppertal). (2017, 29. November). *Modulbeschreibung ANG103. Bilingualer Sachunterricht in der Grundschule*. https://www.kolbi.uni-wuppertal.de/fileadmin/kolbi/KoLBi_Dateien/ANG103_Bilingualer_Sachunterricht_Grundschule.pdf
- BUW (Bergische Universität Wuppertal). (2020, 7. Februar). *Modulhandbuch zu der Prüfungsordnung. Teilstudiengang Natur- und Gesellschaftswissenschaften (Sachunterricht) im Kombinationsstudiengang Lehramt an Grundschulen mit dem Abschluss Master of Education*. https://bscw.uni-wuppertal.de/pub/bscw.cgi/d11734609/20200207_MH_Sachunterricht_MEd_G_Echtssystem.pdf
- 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.). 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>

- 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). Klinkhardt. <https://doi.org/10.35468/hblb20-031>
- Deci, E.L. & Ryan, R.M. (1985). *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior*. 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). 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. u. aktual. Aufl.). 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). Klinkhardt.
- Frischknecht-Tobler, U. & Labudde, P. (2013). Beobachten und Experimentieren. In P. Labudde (Hrsg.), *Fachdidaktik Naturwissenschaft* (2., korr. Aufl.) (S. 133–148). Haupt.
- Ganser, B. & Simon, I. (2009). *Forscher unterwegs. Materialien und Kopiervorlagen für naturwissenschaftliche Experimente in der Grundschule*. Brigg Pädagogik.
- Gaus, D. (2018). *Kompetenzorientiertes Prüfen. Handreichung der Prüfungswerkstatt*. Zentrum für Qualitätssicherung und -entwicklung Mainz. https://www.zq.uni-mainz.de/files/2018/08/2_Kompetenzorientiertes-Pruefen.pdf
- GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts). (2013). *Perspektivrahmen Sachunterricht* (überarb. Aufl.). Klinkhardt.
- GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts). (2019). *Qualitätsrahmen Lehrerbildung – Sachunterricht und seine Didaktik*. Klinkhardt.
- Geers, U., Alfs, N. & Höble, C. (2009). Fachdidaktisches Wissen von Lehrkräften zum Thema „Ökosysteme“ sowie zum Kompetenzbereich Bewerten am Beispiel „Grüne Gentechnik“. In D. Krüger, A. Upmeyer 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). <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.). Allyn & Bacon.
- Gerstenmaier, J. & Mandl, H. (1995). Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. *Zeitschrift für Pädagogik*, 41 (6), 867–888.
- Girwidz, R. (2020). Experimentieren im Physikunterricht. In E. Kircher, R. Girdwidz & H.E. Fischer (Hrsg.), *Physikdidaktik Grundlagen* (4. Aufl.) (S. 263–291). Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-662-59490-2_7
- Gläser, E. & Schomaker, C. (2014). Zur aktuellen Situation sachunterrichtsbezogener Studiengänge in den Bundesländern. In GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts) (Hrsg.), *Die Didaktik des Sachunterrichts und ihre Fachgesellschaft GDSU e.V.* (S. 43–48). 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). Klinkhardt.
- Goldschmidt, P. & Phelps, G. (2007, April). *Does Teacher Professional Development Affect Content and Pedagogical Knowledge: How Much and for How Long?* (CSE Technical Report 711). University of California. <https://cresst.org/wp-content/uploads/R711.pdf>
- Gräsel, C., Fußangel, K. & Pröbstel, C. (2006). Lehrkräfte zur Kooperation anregen – eine Aufgabe für Sisypchos? *Zeitschrift für Pädagogik*, 52 (2), 205–219.
- Grygier, P. & Hartinger, A. (2012). *Gute Aufgaben Sachunterricht* (2. Aufl.). 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, A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (2., aktual. u. erw. Aufl.) (S. 122–128). 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). Cornelsen.
- Harr, N., Eichler, A. & Renkl, A. (2014). Integrating Pedagogical Content Knowledge and Pedagogical/Psychological Knowledge in Mathematics. *Frontiers in Psychology*, 5, Artikel: 924. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00924>
- Hartinger, A., Grygier, P., Tretter, T. & Ziegler, F. (2013). *Lernumgebungen zum naturwissenschaftlichen Experimentieren* (Handreichungen des Programms Sinus an Grundschulen). Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik. 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). 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). 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. 355–383). Universitätsverlag Potsdam. <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. Eine explorative Studie*. Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität München. 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. <https://doi.org/10.1007/s40573-015-0030-z>
- 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). Waxmann.
- Janssen, M.K. (2015). *Mit biologischen Inhalten Brücken zur Chemie bauen. Entwicklung und Erprobung eines Seminars für Sachunterrichtsstudierende*. Dissertation, Universität Siegen. https://dspace.ub.uni-siegen.de/bitstream/ubsi/10111/1/Dissertation_Janssen_Mareike_Katrin.pdf
- Kaiser, A. (2014). *Praxisbuch handelnder Sachunterricht, Band 4*. Schneider Verlag Hohengehren.
- Kaiser, A. & Seitz, S. (2017). *Inklusiver Sachunterricht. Theorie und Praxis*. Schneider Verlag Hohengehren.
- Kampl, S. (2016). *Stationenlernen im Geschichtsunterricht. Allgemeine und fachspezifische Momente*. Wochenschau. <https://doi.org/10.46499/634>
- 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). Schneider Verlag Hohengehren.
- Klos, S. (2007). *Kompetenzförderung im naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht. Der Einfluss eines integrierten Unterrichtskonzepts*. Dissertation, Universität Duisburg-Essen. Logos.
- Köhnlein, W., Marquardt-Mau, B. & Schreier, H. (Hrsg.). (1999). *Vielperspektives Denken im Sachunterricht*. 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, Band 6* (S. 137–154). StudienVerlag.
- Kuckartz, U. (2016). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (3., überarb. Aufl.). 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). 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). 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*. 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 Grundschulern im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. *Zeitschrift für Grundschulforschung*, 8 (1), 23–38.
- Leiner, D. (2006). *SoSci Survey* (Computer Software). Zugriff am 03.05.2022. <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). 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). 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., völlig überarb. u. erw. Aufl.). Beltz.
- 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). 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.), *Lehrerbildung in vernetzten Lernumgebungen* (S. 9–20). Waxmann.
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken* (12., überarb. Aufl.). 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). Klinkhardt. <https://doi.org/10.35468/hblb2020-065>
- Meyer, H. (2011). *Unterrichtsmethoden II: Praxisband* (14. Aufl.). Cornelsen.
- 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). Leske + Budrich. https://doi.org/10.1007/978-3-322-97504-1_2
- Möller, K. (2004). Naturwissenschaftliches Lernen in der Grundschule – Welche Kompetenzen brauchen Grundschullehrkräfte? In H. Merckens (Hrsg.), *Lehrerbildung: IGLU und die Folgen* (S. 65–84). 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). 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. Alolio-Näcke (Hrsg.), *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms BiQua* (S. 161–193). Waxmann.
- MSB NRW (Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen). (2021). *Lehrpläne für die Primarstufe in Nordrhein-Westfalen: Deutsch, Englisch, Kunst, Mathematik, Musik, Kunst, Praktische Philosophie, Evangelische Religionslehre, Katholische Religionslehre, Sachunterricht, Sport*. Ritterbach. https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_PS/ps_lp_sammelband_2021_08_02.pdf
- 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* (Heft 2012). Ritterbach. https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_gs/LP_GS_2008.pdf
- Nachtigall, W. & Wisser, A. (2013). *Bionik in Beispielen. 250 illustrierte Ansätze*. 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*. Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-53158-7>
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). (2017). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework*. PISA, OECD Publishing. https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2015-assessment-and-analytical-framework_9789264281820-en

- Park, S. & 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 interessefördernde außerschulische Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler aus der Mittel- und Oberstufe*. Dissertation, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. 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). VS. https://doi.org/10.1007/978-3-531-90755-0_28
- 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). 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*. 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). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-68166-3_7
- 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, Bergische Universität Wuppertal. <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). 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, Universität Duisburg-Essen. 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). 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). 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). 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. u. erw. Aufl.) (S. 128–132). 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). 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). Klinkhardt.
- Thomas, B. (2013). *Der Sachunterricht und seine Konzeptionen. Historische und aktuelle Entwicklungen* (4., vollst. überarb. Aufl.). 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). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-531-19701-2_14
- Tukey, J.W. (1977). *Exploratory Data Analysis*. Addison-Wesley.
- Wagener, U., Reimer, M., Lüschen, I., Schlesier, J. & Moschner, B. (2019). „Krass lehr- amtsbezogen“ – Lehramtsstudierende wünschen sich mehr Kohärenz in ihrem Studium. *HLZ – Herausforderung Lehrer*innenbildung*, 2 (1), 210–226. <https://doi.org/10.4119/hlz-2488>
- Wagenschein, M. (1999). *Verstehen lehren. Genetisch – Sokratisch – Exemplarisch* (5. Aufl.). Beltz.
- Wahl, D. (2013). *Lernumgebungen erfolgreich gestalten. Vom trägen Wissen zum kompetenten Handeln* (3. Aufl.). 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). 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). 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*. Kohlhammer.

Beitragsinformationen²⁵**Zitationshinweis:**

Beudels, M., Schilling, Y. & Preisfeld, A. (2022). Mit Experimenten zu Wasserläufer & Co Kohärenz erleben. Potenziale eines interdisziplinären, experimentellen Kurses zur Professionalisierung angehender Sachunterrichtslehrkräfte. *DiMawe – Die Materialwerkstatt*, 4 (1), 30–72. <https://doi.org/10.11576/dimawe-5425>

Online-Supplement:

Materialien zur Kurseinheit und Begleitforschung

Online verfügbar: 20.05.2022

ISSN: 2629–5598



© Die Autor*innen 2022. 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>

²⁵ 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.