

Lehrer-Selbstwirksamkeitserwartungen

Anforderungen an Lehramtsstudierende der Fächer Biologie und Sachunterricht¹

Zusammenfassung. Lehramtsstudierende naturwissenschaftlicher Fächer sollen im Praxissemester einzelne Elemente von (Experimental-)Unterricht sowie vollständige Unterrichtsvorhaben planen, durchführen und reflektieren. Inwiefern sie entsprechende Handlungsversuche unternehmen, hängt u. a. von ihrer ‚fachdidaktischen Lehrer-Selbstwirksamkeitserwartung‘ (Lehrer-SWE) ab. Darunter versteht man persönliche Einschätzungen (angehender) Lehrpersonen darüber, wie sie spezifische Tätigkeiten ihres Unterrichtsfaches, die mit Herausforderungen verbunden sind, erfolgreich umsetzen können. Mit welcher fachdidaktischen Lehrer-SWE Studierende in das Praxissemester eintreten, wurde bislang noch nicht in allen Fächern untersucht. Weiterhin ist ungewiss, welche unterrichtsbezogenen Erfahrungen Studierende in das Praxissemester mitbringen. Diese wiederum können Einfluss auf die Ausprägung ihrer Lehrer-SWE nehmen. Die hier referierte empirische Querschnittstudie zur Erhebung unterrichtsbezogener Erfahrungen im Experimentalunterricht sowie fachdidaktischer Lehrer-SWE von Lehramtsstudierenden (N=150) der Fächer Biologie und Sachunterricht soll Einblick in diese Fragen gewähren und präsentiert Ergebnisse sowohl zu den unterschiedlichen Ausprägungen der beiden Kategorien als auch zu Korrelationen zwischen ihnen.

Schlüsselwörter. Biologiedidaktische Lehrer-Selbstwirksamkeitserwartungen, unterrichtsbezogene Erfahrungen im Experimentalunterricht, Praxissemester, Lehrerprofessionalität, Validierung

- 1 Der vorliegende Beitrag basiert u. a. auf Forschungsaktivitäten im Projekt „Kohärenz in der Lehrerbildung“ (KoLBi) der Bergischen Universität Wuppertal, das im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert wird. Förderkennzeichen: 01JA1507. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen.

Teachers' self-efficacy

Demands on pre-service teachers with the school subjects biology and elementary science

Abstract. During their school internship, pre-service science teachers have to plan parts of science lessons or complete units as well as teach and reflect prepared experiment-based lessons. In how far pre-service teachers will engage in such action may depend on their self-efficacy beliefs. Teachers' self-efficacy is based on teachers' personal belief in whether they can successfully manage potentially challenging teaching operations in their school subject. As of today, there is little knowledge about the level of self-efficacy beliefs among pre-service teachers at the beginning of their school internship relating to different subjects. Furthermore, practical experiences may influence pre-service science teachers' sense of self-efficacy; however, findings about previous teaching experience that students bring to their internship are still rare. This cross-sectional study was carried out to investigate the self-efficacy and teaching experiences with experiment-based lessons of 150 pre-service teachers of biology and elementary science, and presents initial results regarding varying levels as well as correlations between these two categories.

Keywords. Biology teachers' self-efficacy, teachers' experiences with experiment-based lessons, practical internship, teachers' professional competences, validation

1 Theoretischer Hintergrund und Forschungsfragen

1.1 Praktische Ausbildungsabschnitte im Lehramtsstudium als Erfahrungsraum

Praktische Ausbildungsabschnitte bieten Lehramtsstudierenden bereits in der ersten Ausbildungsphase institutionelle Lerngelegenheiten, um unterrichtsbezogene Erfahrungen für ihre persönliche Professionalisierung, insbesondere mit Bezug zu den studierten Unterrichtsfächern, zu erwerben (vgl. Hellmann 2019). In Nordrhein-Westfalen sind das Eignungs- und Orientierungspraktikum (EOP) sowie das Berufsfeldpraktikum (BP) verbindliche praktische Ausbildungsabschnitte des Bachelorstudiums mit dem Ziel Lehramt (MSW 2017). Überdies ist das fünfmonatige Praxissemester ein integrales Element des sich anschließenden Master of Education (MSW 2010). Neben diesen verbindlichen praktischen Ausbildungsabschnitten haben Studierende die Möglichkeit, den Handlungsort

Schule im Rahmen von Forschungsprojekten sowie freiwilligen Praktika in oder außerhalb Deutschlands zu erkunden. Aufgrund der festen Verankerung des EOP, des BP und des Praxissemesters im Studienverlauf liegen verbindliche Vorgaben zur strukturellen und inhaltlichen Ausgestaltung dieser Praxisphasen vor. Die KMK-Standards der Bildungswissenschaften (KMK 2004) schlagen z. B. Hospitationen, die Planung, Durchführung und Reflexion von Unterricht sowie die Gestaltung von Arbeitsmaterial als fächerübergreifende Elemente unterrichtsbezogener Erfahrungen in schulpraktischen Ausbildungsabschnitten vor. Konkret im EOP sollen Studierende innerhalb von fünf Wochen den Lernort Schule aus „professions- und systemorientierter Perspektive“ erkunden, erste Bezüge zwischen Theorie und Praxis herstellen sowie unterrichtliche Handlungsmöglichkeiten erproben und reflektieren, um ihre eigene „Studien- und Berufswahl“ kritisch zu reflektieren (MSW 2017, S. 7). Das vierwöchige BP findet an außerschulischen Lernorten statt, um dort einen Einblick in die Berufspraxis zu erhalten (MSW 2017). Im fünfmonatigen Praxissemester sollen Studierende u. a. „Elemente schulischen Lehrens und Lernens auf der Basis von Fachwissenschaft, Fachdidaktik und Bildungswissenschaften [...] planen, [durchführen] und [...] reflektieren“ (MSW 2010, S. 4).

1.2 Anforderungen an den Professionalisierungsprozess in den Fächern Biologie und Sachunterricht

Fachspezifische Anforderungen an den Professionalisierungsprozess lassen sich aus den KMK-Standards für die Fachdidaktiken ableiten (KMK 2008). So sollen z. B. Lehramtsstudierende der Fächer Biologie und Sachunterricht Kompetenzen darin erlangen, „Unterrichtskonzepte und -medien sowie Lernarrangements fachgerecht [zu] gestalten, [...] Arbeits- und Erkenntnismethoden“ des Faches – wozu das Experimentieren im Unterricht unter Berücksichtigung von Sicherheit (KMK 2019) gezählt wird – anzuwenden und „Lernschwierigkeiten und [...] Schülervorstellungen“ zu diagnostizieren. Zudem sollen sie im Anschluss „über erste reflektierte Erfahrungen der kompetenzorientierten Planung und Durchführung“ von Unterricht verfügen (KMK 2008, S. 22, 67). Im Zentrum des Professionalisierungsprozesses der ersten Ausbildungsphase des Lehramtsstudiums steht somit u. a. die Entwicklung fachbezogener Kompetenzen. Schulische Praktika und der darin beobachtete oder selbst gestaltete Fachunterricht bieten Lerngelegenheiten zur fachbezogenen Kompetenzentwicklung. Die Kompetenzentwicklung umfasst entsprechend kognitive wie auch affektiv-motivationale Determinanten (vgl. Baumert, Kunter 2006; Schmelzing 2010). Zu den kognitiven Kompetenzen einer Lehrkraft gehört das Professionswissen – mit Bezug zum Fach insbesondere das Fachwissen und das fachdidaktische Wissen. Dieses bietet den angehenden

Lehrkräften ein Repertoire, um im zukünftigen Fachunterricht professionell agieren zu können, also z. B. adäquat mit Schülervorstellungen operieren oder Experimentalunterricht erfolgreich planen und durchführen zu können. Affektiv-motivationale Kompetenzen sind mitunter bedeutsam dafür, inwiefern Lehrkräfte die Bereitschaft zeigen, jene Anforderungen ihres Handlungsfeldes (z. B. Umgang mit Schülervorstellungen, Gestaltung von Experimentalunterricht) umzusetzen. Eine Komponente affektiv-motivationaler Kompetenzen mit Bezug zum Fach sind die fachdidaktischen Lehrer-Selbstwirksamkeitserwartungen (vgl. Baumert, Kunter 2006; Meinhardt 2018), welche im Folgenden erörtert werden.

1.3 Fachdidaktische Lehrer-Selbstwirksamkeitserwartungen in Biologie und Sachunterricht

Lehrer-Selbstwirksamkeitserwartungen (Lehrer-SWE) werden allgemein als „the teacher’s belief in his or her capability to organize and execute courses of action required to successfully accomplish a specific teaching task in a particular context“ (Tschannen-Moran et al. 1998, S. 233; s. auch Rabe et al. 2012, S. 298) zusammengefasst. Fachdidaktische Lehrer-SWE beziehen sich entsprechend auf die persönliche Zuversicht, spezifische Anforderungen des eigenen Unterrichtsfaches (z. B. Umgang mit Schülervorstellungen, Gestaltung von Experimentalunterricht) erfolgreich bewältigen zu können (vgl. Cakiroglu et al. 2012; s. auch Meinhardt 2018; Rabe et al. 2012). Eine positive Lehrer-SWE im Fach ist demnach dann gegeben, wenn Lehrkräfte überzeugt sind, jene spezifischen Aufgaben des Unterrichts erfolgreich bewältigen zu können, selbst wenn bei diesen Komplikationen auftreten (vgl. Schmitz, Schwarzer 2000; Schwarzer, Jerusalem 2002). Für die Unterrichtspraxis ist das Konzept bedeutend, weil Lehrer-SWE mit darüber entscheiden, ob Lehrpersonen Situationen, die mit Schwierigkeiten verbunden sind, überhaupt annehmen und mit welcher Anstrengungsbereitschaft bzw. Erfolgserwartung dies geschieht (vgl. Tschannen-Moran et al. 1998; Tschannen-Moran, Woolfolk Hoy 2001; Baumert, Kunter 2006; Rabe et al. 2012; Schulte 2008). Dementsprechend gelten Lehrpersonen, bei denen sich ein hoher Grad an SWE zeigt, als motiviert, innovative und kognitiv anspruchsvolle Unterrichtskonzepte umzusetzen, wohingegen Lehrpersonen mit weniger ausgeprägter SWE eher sicheres Terrain bevorzugen (Schwarzer, Jerusalem 2002; vgl. Schulte 2008; Meinhardt 2018). Da das zukünftige Handlungsfeld Lehramtsstudierender der Fachunterricht ist, erscheint insbesondere die Steigerung spezifisch fachdidaktischer Lehrer-SWE für ihren bevorstehenden Unterrichtserfolg ausschlaggebend zu sein (vgl. Baumert, Kunter 2006; Cakiroglu et al. 2012; Rabe et al. 2012; Meinhardt 2018).

Als Orientierung für eine Bestimmung fachdidaktischer Lehrer-SWE für die Fächer Biologie und Sachunterricht können entsprechende Forschungen aus der Physikdidaktik dienen. Um die Spezifität der Handlungsfelder des Faches Physik zu akzentuieren, haben Rabe et al. (2012) sowie Meinhardt et al. (2016) und Meinhardt (2018) erstmals nach Riese (2009) eine Skala zur Erhebung physikdidaktischer Lehrer-SWE veröffentlicht und empirisch überprüft. Die Items dieser Skala sind u. a. mit Bezug auf die Definition von Tschannen-Moran et al. (1998) so konstruiert, dass sie eine fachspezifische Handlungssituation mit einer schulischen Herausforderung verbinden. Die Handlungssituationen entsprechen den Handlungsfeldern *Elementarisieren*, *Experimentieren*, *Aufgaben* und *Umgang mit Schülervorstellungen* und sind ihrerseits in die Dimensionen *Planung* und *Durchführung* unterteilt. Das *Elementarisieren* umfasst die inhaltliche und strukturelle Vereinfachung eines Sachverhaltes sowie Strategien zur didaktischen Reduktion. Das *Experimentieren* fokussiert die Auswahl, die Umsetzung und die didaktische Funktion von Experimenten, als wissenschaftliche Fragestellung an die Natur, im Unterricht. Das Handlungsfeld *Aufgaben* bezieht sich auf die Auswahl, Entwicklung und Zusammenstellung von Prüfungs- und Lernaufgaben sowie auf deren Beurteilung hinsichtlich ihres kognitiven Anspruchs. Der *Umgang mit Schülervorstellungen* konzentriert sich auf das Diagnostizieren, den Einbezug von Schülervoraussetzungen und auf Strategien des Umgangs mit Schülerkognitionen im Unterricht (vgl. Meinhardt et al. 2016; Nerdel 2017; Meinhardt 2018). Die so konturierten Handlungsfelder orientieren sich an den Erkenntnissen diverser Forschungsprogramme wie z. B. der DPG-Quereinsteigerstudie (Korneck et al. 2010, S. 30), die u. a. auf die KMK-Standards der Fachdidaktik Physik (2008, S. 50) referiert, und weisen Parallelen zu den Modellierungsansätzen physikdidaktischen Wissens von Gramzow et al. (2013) auf. Sie stellen nach Meinhardt (2018, S. 190) „eine Art Minimalkonsens“ physikdidaktischer Forschung dar, weil bislang keine Einigkeit darüber existiert, welche Handlungsfelder letztlich konstituierend für das Fach Physik und auch andere Fachdidaktiken sind. Des Weiteren ist die Untergliederung in die Bereiche Planung und Durchführung an die KMK-Standards der Bildungswissenschaften (2004) und an die Arbeit von Baumert und Kunter (2006) angelehnt.

Für die Erhebung biologiedidaktischer Lehrer-SWE (im weiteren Verlauf auch: fachdidaktische Lehrer-SWE in den Fächern Biologie und Sachunterricht) liegt aktuell im deutschsprachigen Raum keine mit den physikdidaktischen Arbeiten von Rabe et al. (2012), Meinhardt et al. (2016) und Meinhardt (2018) vergleichbare Skala vor, welche die Definition der Lehrer-SWE Tschannen-Morans et al. (1998) und die Spezifität der Fachdidaktiken Biologie und biologierelevanter Bereiche des Sachunterrichts aufgreift. Jedoch zeigen die oben definierten physikdidaktischen Handlungsfelder Übereinstimmungen mit den Handlungsfeldern der

Fächer Biologie und Sachunterricht, was sich mit den verbindlichen KMK-Standards für die Fachdidaktiken (KMK 2008, S. 22, 67) und den Empfehlungen der Naturwissenschaftsdidaktiken (Nerdel 2017) deckt. Zusätzlich lässt sich die Einteilung in die Handlungsfelder durch Modellierungsansätze fachdidaktischen Wissens für die Fächer Biologie und Sachunterricht (s. Tab. 1) in Abgleich mit dem Fach Physik theoretisch begründen.

Autor*innen	Fachdidaktik	Facetten fachdidaktischen Wissens
Shulman (1986)	fächerübergreifend	<ul style="list-style-type: none"> - Instruktions- und Vermittlungsstrategien - Schüler*innen und Schülerkognitionen
Riese (2009)	Physik	<ul style="list-style-type: none"> - Instruktions- und Vermittlungsstrategien - Schüler*innen und Schülerkognitionen - Curriculum - Ziele des Unterrichtsfaches - Bewertung
Schmelzing (2010)	Biologie	<ul style="list-style-type: none"> - Instruktions- und Vermittlungsstrategien - Schüler*innen und Schülerkognitionen
Lange et al. (2012)	Sachunterricht	<ul style="list-style-type: none"> - Instruktions- und Vermittlungsstrategien - Schüler*innen und Schülerkognitionen
Gramzow et al. (2013)	Physik	<ul style="list-style-type: none"> - Instruktionsstrategien - Schülervorstellungen - Experimente und Wissenschaftsverständnis - Kontext und Interesse - Curriculum, Bildungsstandards und Ziele - (Digitale) Medien - Fachdidaktische Konzepte - Aufgaben

Tabelle 1: Ausgewählte Modellierungsansätze fachdidaktischen Wissens in den Naturwissenschaften

Fächerübergreifende Facetten fachdidaktischen Wissens sind Kenntnisse über Instruktions- und Vermittlungsstrategien sowie über Schüler*innen und Schülerkognitionen in den Fächern Biologie (Schmelzing 2010) und Sachunterricht (Lange 2012). Parallelen hinsichtlich dieser fachdidaktischen Wissensfacetten zum Fach Physik (Riese 2009; Gramzow et al. 2013) fußen auf dem gemeinsamen Rückbezug auf Shulmans (1986) Ursprungsgedanken zur Konkretisierung fachdidaktischen Wissens. Seinen Postulaten folgend können das *Elementarisieren*, das *Experimentieren* und der Einsatz von Aufgaben den Instruktions- und Vermittlungsstrategien, der *Umgang mit Schülervorstellungen* hingegen der Facette Schüler*innen und Schülerkognitionen zugeordnet werden.

1.4 Befunde zu fachdidaktischen Lehrer-SWE in naturwissenschaftlichen Fächern

Aus der bisherigen Forschung geht hervor, dass angehende Lehrpersonen des Faches Sachunterricht eher geringe Lehrer-SWE aufweisen (vgl. Riggs, Enochs 1990; Walan, Chang Rundgren 2014; Palmer et al. 2015), was sich vornehmlich auf fragmentarisches Fachwissen (vgl. Appelton 1995; Appelton, Kindt 2002; Niermann 2017) oder geringe fachmethodische Kenntnisse bzw. fehlende Experimentiererfahrung (vgl. Riggs, Enochs 1990; Cox, Carpenter 1989; Appelton, Kindt 2002; Palmer et al. 2015) zurückführen lässt. Jene Lehrer-SWE können sich positiv entwickeln, wenn sie positive Lehrerfahrungen gesammelt (vgl. Walan, Chang Rundgren 2014) oder an universitären Kursen teilgenommen haben, die naturwissenschaftliche Themenbereiche behandelten (vgl. Palmer et al. 2015). Forschungen zu angehenden Lehrpersonen im Fach Biologie stellen deren SWE als moderat bis hoch dar und verknüpfen diese Ergebnisse mit der Teilnahme an Hochschulveranstaltungen zu biologischen Sachverhalten und der damit verbundenen Durchdringung der Thematik (vgl. Savran, Cakiroglu 2001; Mavriaki, Athanasiou 2011; Ates, Saylan 2015). Für das Fach Physik wiederum attestieren Rabe et al. (2012) Lehramtsstudierenden ohne Unterrichtspraxis positivere Lehrer-SWE als jenen mit Unterrichtspraxis. Dabei ist die Lehrer-SWE in der Dimension *Durchführung* bei der Stichprobe höher als im Bereich *Planung*. Zudem schätzten die Studierenden ihre Fähigkeiten im Handlungsfeld *Elementarisieren* am höchsten ein. Mit einer adaptierten Kurzskala des Instruments von Rabe et al. (2012) sowie Meinhardt et al. (2016) postulierten Dahmen et al. (2020), dass auch Biologiestudierende bei der Durchführung von Experimentalunterricht höhere Lehrer-SWE als bei der Planung haben. Unterrichtsbezogene Erfahrungen tragen demzufolge also zur Adjustierung der Lehrer-SWE in fachdidaktischen Handlungsfeldern und Dimensionen bei (vgl. Bandura 1977; Tschannen-Moran et al. 1998; Takahashi 2011; Rabe et al. 2012; Walan, Chang Rundgren 2014; Ates, Saylan 2015; Knoblauch, Chase 2015; Meinhardt 2018). Ein Absinken der SWE in ersten Praxisphasen spricht dafür, dass Studierende ohne Unterrichtserfahrungen ihre eigenen Fähigkeiten möglicherweise überschätzen, was bei einer zu großen Differenz zwischen den vermeintlichen und den tatsächlichen Kompetenzen Misserfolgsenerlebnisse und eine entsprechende Korrektur der SWE nach unten bewirkt (vgl. Tschannen-Moran et al. 1998; Schwarzer, Jerusalem 2002). Demgegenüber stehen Untersuchungen, die eine Steigerung der Selbstwirksamkeitserwartung durch praktische Lehrerfahrung sowie spezifische Interventionskonzepte belegen (vgl. Woolfolk Hoy, Spero 2005; Schulte 2008). Über erworbene Erfahrungen im Experimentalunterricht Studierender in Praxisphasen – als exemplarisches Handlungsfeld naturwissenschaftlichen Unterrichts – existieren bislang jedoch nur wenige Forschungsbefunde. Wegen des nachweislichen Einflusses von

Handlungserfahrungen auf die Genese einer realistischen Lehrer-SWE erscheint aber gerade deshalb dessen empirische Untersuchung gewinnbringend, um Rückschlüsse für den Professionalisierungsprozess Studierender in der ersten Ausbildungsphase zu generieren.

1.5 Forschungsfragen

Aufgrund der referierten Theorien und Befunde sind folgende Forschungsfragen zu den Erfahrungen im Experimentalunterricht und den fachdidaktischen Lehrer-SWE von Studierenden der Fächer Biologie und Sachunterricht zu Beginn der Vorbereitungsveranstaltung zum Praxissemester von Relevanz:

1. Welche theoretischen Konstrukte operationalisieren unterrichtsbezogene Erfahrungen im Experimentalunterricht und fachdidaktische Lehrer-SWE der Studierenden am besten?
2. Welche Erfahrungen im Experimentalunterricht bringen Studierende der Fächer Biologie und Sachunterricht zu Beginn des Praxissemesters mit?
3. Wie gestalten sich die biologiedidaktischen Lehrer-SWE der Studierenden in den Handlungsfeldern Elementarisieren, Experimentieren, Aufgaben Umgang mit Schülervorstellungen in den Dimensionen Planung und Durchführung?
4. Korrelieren die Erfahrungen im Experimentalunterricht mit den fachdidaktischen Lehrer-SWE der Studierenden im Handlungsfeld Experimentieren?

2 Methodisches Vorgehen

2.1 Stichprobe und Studiendesign

Vom Sommersemester 2017 bis zum Sommersemester 2019 wurde eine Fragebogenstudie durchgeführt, in der Lehramtsstudierende im Master of Education u. a. ihre Erfahrungen im Experimentalunterricht sowie ihre biologiedidaktischen Lehrer-SWE in einem Paper-and-Pencil-Test durch die Zustimmung zu verschiedenen Items auf einer fünfstufigen Likert-Skala (1 = stimmt gar nicht bis 5 = stimmt völlig) einschätzen sollten. Die Befragung fand zu Beginn des Vorbereitungsseminars zum Praxissemester statt. Daran nahmen 150 Studierende ($n_w=113$; $n_m=37$) der Fächer Biologie ($n=81$) und Sachunterricht ($n=69$) teil, welche das Lehramt für Grundschulen ($n=44$) bzw. Gesamtschulen und Gymnasien ($n=70$) oder ein sonderpädagogisches Lehramt ($n=36$) studierten. Die Studie schloss Sachunterrichtstudierende ein, weil der Sachunterricht anteilig biologische Themenfelder

enthält (MSW 2008), die eine biologiedidaktische Lehrer-SWE erfordern. Die Studierenden der Sonderpädagogik ließen sich ebenfalls den Fächern Biologie oder Sachunterricht zuordnen. Das Durchschnittsalter der Studierenden betrug 25.05 Jahre (SD=2.90). 147 Studierende gaben an, ein fünfwöchiges Eignungs- und Orientierungspraktikum an einer Schule absolviert zu haben. Überdies haben 127 Studierende ein vierwöchiges Berufsfeldpraktikum an einem außerschulischen Praktikumsort belegt. Weitere Studierende hatten zum Erhebungszeitpunkt zudem zeitlich eher schwer zu definierende Praxiserfahrungen an Schulen gemacht, sei es durch kurze Forschungsprojekte (n=41), freiwillige Schulpraktika (n=31), das Kombipraktikum im Teilbereich Anglistik/Amerikanistik (n=3) oder andere Formate wie Vertretungsunterricht oder Arbeitsgemeinschaften (n=12).

2.2 Forschungsinstrumente

Erfahrungen im Experimentalunterricht

Zur Erhebung der Erfahrungen im Experimentalunterricht wurden zwei Skalen mit insgesamt acht Items entwickelt, die allgemeine Facetten des Experimentalunterrichts (*Erfahrungen / Unterrichten*, *Erfahrungen / Umgang mit Sicherheit*) abbilden. Die fünf Items der Subskala *Unterrichten* basieren auf den KMK-Standards für die Fachdidaktiken Biologie und Sachunterricht (KMK 2008), den KMK-Standards der Bildungswissenschaften (KMK 2004) und der Rahmenkonzeption zum Praxissemester (MSW 2010). Die drei Items der Subskala *Umgang mit Sicherheit* beziehen sich auf die Richtlinien zur Sicherheit in allgemeinbildenden Schulen (KMK 2019).

Handlungsfeld	Beispielitem
<i>Unterrichten</i>	Experimentalunterricht aktiv planen und mitgestalten
<i>Umgang mit Sicherheit</i>	Mit Gefahrstoffen und/oder Lebewesen mit Gefahrenpotential experimentieren

Tabelle 2: Beispielitems zur Erhebung der Erfahrungen im Experimentalunterricht (Eigenkonstruktion)

Biologiedidaktische Lehrer-SWE

Die vorliegende Studie zur biologiedidaktischen Lehrer-SWE nutzt ein Messinstrumentarium für das Fach Physik, das auf Rabe et al. (2012), Meinhardt et al. (2016) und Meinhardt (2018) zurückgeht. Es enthält die Handlungsfelder *Elementarisieren*, *Experimentieren*, *Aufgaben* und *Umgang mit Schülervorstellungen* aus den KMK-Standards für die Fachdidaktiken Biologie, Sachunterricht und Physik

(2008) und aus den Modellierungsansätzen fachdidaktischen Wissens (s. Tab. 1). Eingesetzt sind jene Items, die sich nach der Skalenrevision von Meinhardt et al. (2016) als tragfähig erwiesen hatten, wobei die Itemformulierungen nur graduell, z. B. durch Ersetzen von Physik durch Biologie, modifiziert wurden (s. auch Dahmen et al. 2020). Die Anzahl und Zuordnung der insgesamt 59 Items zu den Handlungsfeldern und Dimensionen blieb unverändert: *Elementarisieren / Planung*: 8 Items, *Elementarisieren / Durchführung*: 6 Items, *Experimentieren / Planung*: 8 Items, *Experimentieren / Durchführung*: 8 Items, *Aufgaben / Planung*: 8 Items, *Aufgaben / Durchführung*: 8 Items, *Umgang mit Schülervoraussetzungen / Planung*: 7 Items, *Umgang mit Schülervoraussetzungen / Durchführung*: 6 Items.

Handlungsfeld	Beispielitem
<i>Elementarisieren</i>	Ich kann ein biologisches Thema beim Planen einer Unterrichtseinheit so vereinfachen, dass meine Schülerinnen und Schüler es verstehen können, auch wenn es sich dabei um Inhalte der modernen Biologie handelt.
<i>Experimentieren</i>	Ich kann in meiner Unterrichtsplanung zu den Lernzielen passende Experimente aufbauen, auch wenn die Biologiesammlung schlecht ausgestattet ist.
<i>Aufgaben</i>	Ich kann in meiner Unterrichtsplanung eine Aufgabe entwickeln, mit der sich Schülerinnen und Schüler einen biologischen Inhalt selbstständig erschließen können, auch wenn das Thema für die Lernenden schwierig ist.
<i>Umgang mit Schülervorstellungen</i>	Ich kann Unterrichtssituationen planen, in denen Schülerinnen und Schüler ihre Alltagsvorstellungen hinterfragen, auch wenn sich diese im Alltag bewährt haben.

Tabelle 3: Beispielitems zur Erhebung biologie-didaktischer Lehrer-SWE aus der Dimension Planung (adaptiert nach Rabe et al. 2012, S. 305; Meinhardt et al. 2016, S. 68ff.; Meinhardt 2018)

2.3 Statistische Berechnungen

Die Erfahrungen im Experimentalunterricht wurden anhand der theoretischen Befunde durch ein Zwei-Faktoren-Modell (*Unterrichten / Umgang mit Sicherheit*) und ein globales Ein-Faktor-Modell (Erfahrungen im Experimentalunterricht) ohne die Einteilung in die Handlungsfelder operationalisiert. Zur Konkretisierung der biologie-didaktischen Lehrer-SWE dienten in Anlehnung an die in 1.3 beschriebenen Ausführungen ein theoretisch fundiertes Acht-Faktoren-Modell (*Elementarisieren / Planung*, *Elementarisieren / Durchführung*, *Experimentieren / Planung*, *Experimentieren / Durchführung*, *Aufgaben / Planung*, *Aufgaben / Durchführung*, *Umgang mit Schülervoraussetzungen / Planung*, *Umgang mit Schüler-*

voraussetzungen / Durchführung) und ein Vier-Faktoren-Modell (*Elementarisieren, Experimentieren, Aufgaben, Umgang mit Schülervoraussetzungen*) sowie ein zusätzliches Zwei-Faktoren-Modell (*Instruktions- und Vermittlungsstrategien, Schüler*innen und Schülerkognitionen*). Dem steht ein globales Ein-Faktor-Modell (*biologiedidaktische Lehrer-SWE*) gegenüber. Eine *konfirmatorische Faktorenanalyse* (KFA) in AMOS 25, u. a. in Orientierung am Vorgehen von Rabe et al. (2012), ermöglichte die empirische Überprüfung der Tragfähigkeit der theoretischen Konstrukte für die Fächer Biologie und Sachunterricht (Forschungsfrage 1). Hierfür galt es, zunächst fehlende Werte durch ein Imputationsverfahren zu ersetzen und dann eine Berechnung der Normalverteilung mittels *Mardia-Test* (Backhaus et al. 2011) durchzuführen, welche negativ ausfiel. Die Evaluation der Modelle (Prüfsituation 1) mittels KFA führt den χ^2 -Wert, die *Freiheitsgrade* (df), den *Quotienten aus χ^2 und df* (χ^2/df) und den *Root Mean Square Error of Approximation* (RMSEA) auf. Der Modellvergleich (Prüfsituation 2) gibt als inkrementelle Anpassungsmaße den *Tucker-Lewis Index* (TLI), den *Incremental Fit Index* (IFI) und den *Comparative Fit Index* (CFI) an (vgl. Weiber, Mühlhaus 2014). Die *Cutoff-Werte* liegen bei $\chi^2/df \leq 3.0$, $RMSEA \leq .05-.08$, $TLI \geq .90$, $IFI \geq .90$ und $CFI \geq .90$ (vgl. ebd., S. 222f.).

Die Überprüfung der Ausprägungen der Erfahrungen im Experimentalunterricht und der biologiedidaktischen Lehrer-SWE von Studierenden der Fächer Biologie und Sachunterricht (Forschungsfragen 2 und 3) erfolgte im Vergleich der Gesamtstichprobe und der Gruppen. Zur Illustration der Ausprägungen der Gesamtstichprobe werden der *Median* (Perzentil 50), die Perzentile 25 und 75 und der *Interquartilsbereich* (IQR) angegeben. Die Gruppenvergleiche basieren auf dem *Mann-Whitney Test*, der über die *Stichprobengröße* (n), die *Teststatistik* (U), den *z-Wert* (z), die *Signifikanz* (p) und die *Effektstärke* (r) Aufschluss gibt. Zur Berechnung der Korrelationen zwischen den Erfahrungen im Experimentalunterricht und den biologiedidaktischen Lehrer-SWE (Forschungsfrage 4) wurde der *Spearman's Rangkorrelationskoeffizient* *Spearman's rho* (r_s) berechnet.

3 Ergebnisse

3.1 Konfirmatorische Faktorenanalyse

Der folgende Bericht der Modellgüte legt dar, welche der theoretisch abgeleiteten Konstrukte zur Darstellung der Erfahrungen im Experimentalunterricht und der biologiedidaktischen Lehrer-SWE am geeignetsten sind (Forschungsfrage 1).

Unterrichtsbezogene Erfahrungen im Experimentalunterricht

Das Zwei-Faktoren-Modell weist im Vergleich zum Ein-Faktor-Modell bessere Fit-Werte auf. Der RMSEA und der χ^2/df -Wert zur Evaluation des Gesamtmodells sind erhöht. Die inkrementellen Fitmaße (TLI, IFI, CFI) des Zwei-Faktoren-Modells liegen mit Ausnahme vom TLI-Wert im akzeptablen Bereich.

Modell	Items	χ^2	df	χ^2/df	RMSEA	TLI	IFI	CFI
Ein-Faktor-Modell <small>spez.</small>	8	119.36	20	5.97	.18	.70	.84	.83
Zwei-Faktoren-Modell <small>spez.</small>	8	75.63	19	3.98	.14	.82	.91	.91

Cutoff-Werte: $\chi^2/df \leq 3.0$, RMSEA $\leq .05-.08$, TLI $\geq .90$, IFI $\geq .90$ und CFI $\geq .90$ (vgl. Weiber, Mühlhaus 2014, S. 222f.)

Tabelle 4: Güte der Gesamtmodelle zur Erhebung der Erfahrungen im Experimentalunterricht

Biologiedidaktische Lehrer-SWE

Der RMSEA sowie der χ^2/df -Wert zur Evaluation des Gesamtmodells liegen bei allen Modellen im Bereich der Cutoff-Werte. Die erhobenen Daten können somit alle berechneten Modelle bestätigen. Die inkrementellen Fitmaße weichen von den Cutoff-Werten ab. Das Acht-Faktoren-Modell lässt sich am besten vom Nullmodell abgrenzen (vgl. Weiber, Mühlhaus 2014).

Modell	Items	χ^2	df	χ^2/df	RMSEA	TLI	IFI	CFI
Ein-Faktor-Modell <small>spez.</small>	59	3065.61	1652	1.86	.08	.67	.69	.68
Zwei-Faktoren-Modell <small>spez.</small>	59	2988.78	1651	1.81	.07	.69	.70	.70
Vier-Faktoren-Modell <small>spez.</small>	59	2783.24	1646	1.69	.07	.74	.75	.75
Acht-Faktoren-Modell <small>spez.</small>	59	2549.74	1623	1.57	.06	.78	.80	.79

Cutoff-Werte: $\chi^2/df \leq 3.0$, RMSEA $\leq .05-.08$, TLI $\geq .90$, IFI $\geq .90$ und CFI $\geq .90$ (vgl. Weiber, Mühlhaus 2014, S. 222f.)

Tabelle 5: Güte der Gesamtmodelle zur Erhebung biologiedidaktischer Lehrer-SWE

3.2 Erfahrungen im Experimentalunterricht

Forschungsfrage 2 widmete sich den Ausprägungen der Erfahrungen im Experimentalunterricht von Studierenden der Fächer Biologie und Sachunterricht zu Beginn des Vorbereitungsseminars zum Praxissemester. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass die Erfahrungen der Studierenden zu diesem Zeitpunkt insgesamt niedrig sind ($Mdn \leq 2.00$). Dabei bringen Studierende des Faches Biologie mehr Erfahrungen im Experimentalunterricht mit als Sachunterrichtstudierende. So ergab der Mann-Whitney Test signifikante Unterschiede zwischen den Studie-

renden der Fächer Biologie und Sachunterricht, sowohl im Handlungsfeld *Unterrichten* ($n=150$, $U=2175.00$, $z=2.344$, $p=.019$, $r=.19$) als auch im Handlungsfeld *Umgang mit Sicherheit* ($n=150$, $U=2193.50$, $z=2.563$, $r=.21$).

Konstrukt	Unterrichtsfach	α	Perzentile					p	r
			25	50	75	IQR			
<i>Erfahrungen</i> Unterrichten	gesamt	.90	1.20	2.00	3.40	2.20			
	Biologie		1.60	2.20	3.60	2.00	.019**	.19	
	Sachunterricht		1.20	1.70	2.95	1.75			
Umgang mit Sicherheit	gesamt	.44	1.00	1.00	1.75	.75			
	Biologie		1.00	1.33	2.00	1.00	.010**	.21	
	Sachunterricht		1.00	1.00	1.33	.33			

Signifikanzniveaus: * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$; Effektstärken: $r \leq .10$ = kleiner, $r \leq .30$ = mittlerer, $r \geq .50$ = großer Effekt (vgl. Field 2013, S. 82ff.)

Tabelle 6: Erfahrungen im Experimentalunterricht von Studierenden der Fächer Biologie und Sachunterricht zu Beginn des Vorbereitungsseminars zum Praxissemester

3.3 Biologiedidaktische Lehrer-SWE

Des Weiteren antwortet die Studie auf die Frage, welche biologiedidaktischen Lehrer-SWE Lehramtsstudierende der Fächer Biologie und Sachunterricht zu Beginn des Vorbereitungsseminars zum Praxissemester mitbringen (Forschungsfrage 3). Aus den Ergebnissen lässt sich ableiten, dass die biologiedidaktischen Lehrer-SWE insgesamt mittelmäßig ($Mdn \geq 3.00$) sind. Deren Gesamtmediane liegen in der Dimension *Durchführung* leicht über den Werten der Dimension *Planung* (Ausnahme: Handlungsfeld *Elementarisieren*). Im Handlungsfeld *Elementarisieren* sind die Gesamtmediane vergleichsweise am höchsten. In den Handlungsfeldern *Experimentieren* und *Umgang mit Schülervorstellungen* sind die Gesamtmediane hingegen leicht unter den Werten der anderen Handlungsfelder.

Konstrukt	Unterrichtsfach	α	Perzentile					p	r
			25	50	75	IQR			
<i>Elementarisieren</i> Planung	gesamt	.81	3.13	3.50	3.88	.75			
	Biologie		3.13	3.50	3.88	.75	.546	.05	
	Sachunterricht		3.13	3.50	3.75	.62			

Perzentile								
Konstrukt	Unterrichtsfach	α	25	50	75	IQR	p	r
Durchführung	gesamt	.81	3.17	3.50	3.83	.66	.015**	.20
	Biologie		3.25	3.67	4.00	.75		
	Sachunterricht		3.00	3.33	3.67	.67		
<i>Experimentieren</i> Planung	gesamt	.81	2.88	3.25	3.50	.66	.134	.12
	Biologie		2.88	3.13	3.38	.50		
	Sachunterricht		3.00	3.25	3.50	.50		
Durchführung	gesamt	.84	3.00	3.38	3.66	.66	.132	.12
	Biologie		3.01	3.38	3.75	.74		
	Sachunterricht		2.88	3.25	3.63	.75		
<i>Aufgaben</i> Planung	gesamt	.88	3.00	3.38	3.63	.63	.038*	.17
	Biologie		2.88	3.18	3.63	.75		
	Sachunterricht		3.13	3.50	3.75	.62		
Durchführung	gesamt	.87	3.13	3.50	3.75	.62	.021*	.19
	Biologie		3.25	3.63	3.82	.57		
	Sachunterricht		3.00	3.38	3.69	.69		
<i>Schülervorstellungen</i> ² Planung	gesamt	.87	3.00	3.29	3.71	.71	.460	.06
	Biologie		2.86	3.29	3.57	.71		
	Sachunterricht		3.00	3.43	3.79	.79		
Durchführung	gesamt	.84	3.00	3.33	3.79	.79	.310	.09
	Biologie		3.00	3.50	3.83	.83		
	Sachunterricht		3.00	3.17	3.67	.67		

Signifikanzniveaus: * p = .05; ** p = .01; *** p = .001; Effektstärken: $r \leq .10$ = kleiner, $r \leq .30$ = mittlerer, $r \geq .50$ = großer Effekt (vgl. Field 2013, S. 82ff.)

Tabelle 7: Biologiedidaktische Lehrer-SWE von Studierenden der Fächer Biologie und Sachunterricht

2 Umgang mit Schülervorstellungen

Im Fächervergleich fällt auf, dass sich die Biologiestudierenden in der Dimension *Durchführung* etwas besser einschätzen als die Sachunterrichtstudierenden. In der Dimension *Planung* sind die Ergebnisse invers (Ausnahme: Handlungsfeld *Elementarisieren*). Signifikante Unterschiede zwischen den Studierenden der Fächer Biologie und Sachunterricht ließen sich bei den Konstrukten *Elementarisieren / Durchführung* ($n=150$, $U=2150.50$, $z=2.439$, $p=.015$, $r=.20$), *Aufgaben / Planung* ($n=150$, $U=3344.00$, $z=2.077$, $p=.038$, $r=.17$) und *Aufgaben / Durchführung* ($n=150$, $U=2183.50$, $z=2.311$, $p=.021$, $r=.19$) errechnen. Bei den Konstrukten *Elementarisieren / Durchführung* sowie *Aufgaben / Durchführung* sind die biologiedidaktischen Lehrer-SWE der Studierenden des Faches Biologie signifikant höher, während die biologiedidaktischen Lehrer-SWE der Studierenden des Faches Sachunterricht beim Konstrukt *Aufgaben / Planung* ausgeprägter sind. Bei den anderen Konstrukten existieren keine signifikanten Unterschiede.

3.4 Erfahrungen und biologiedidaktische Lehrer-SWE im Handlungsfeld Experimentieren

Zuletzt wurde untersucht, ob die Erfahrungen im Experimentalunterricht (Handlungsfeld *Unterrichten*) mit den Konstrukten *Experimentieren / Planung* und *Experimentieren / Durchführung* der biologiedidaktischen Lehrer-SWE korrelieren (Forschungsfrage 4). Aus den Ergebnissen lassen sich signifikante Korrelationen zwischen den Konstrukten *Erfahrungen / Unterrichten* und *Experimentieren / Planung* ($n=150$, $r_s=.320$, $p=.001$) sowie *Erfahrungen / Unterrichten* und *Experimentieren / Durchführung* ($n=150$, $r_s=.401$, $p=.001$) ableiten. Die Korrelationen sind moderat (vgl. Field 2013). Zudem wurde festgestellt, dass das Konstrukt *Experimentieren / Planung* signifikant mit dem Konstrukt *Experimentieren / Durchführung* korreliert ($n=150$, $r_s=.598$, $p=.001$).

Handlungsfeld		Experimentieren		
		Erfahrungen	Planung	Durchführung
<i>Experimentieren</i>	Erfahrungen	1.000		
	Planung	.320**	1.000	
	Durchführung	.401**	.598**	1.000

Signifikanzniveau: * $p=.05$; ** $p=.01$; *** $p=.001$; $r \leq .10$ = kleine, $r \leq .30$ = mittlere, $r \geq .50$ große Koeffizienten (vgl. Field 2013, S. 82ff.).

Tabelle 8: Korrelation (r_s) zwischen den Erfahrungen und Lehrer-SWE im Handlungsfeld Experimentieren

4 Diskussion

Das im Rahmen dieser Studie entwickelte bzw. modifizierte Instrument ermöglicht es, die Erfahrungen im Experimentalunterricht sowie die biologiedidaktischen Lehrer-SWE von Biologie- und Sachunterrichtsstudierenden zu erheben, miteinander zu vergleichen und zu korrelieren. Die verwendeten Skalen sind teilweise neu konzipiert, teilweise Modifikationen existierender Verfahren aus der Physikdidaktik (vgl. z. B. Rabe et al. 2012; Meinhardt et al. 2016). Dementsprechend war zunächst zu prüfen, inwiefern sich die entwickelten Skalen für die Datenerhebung in diesem Kontext eignen (Forschungsfrage 1). Aus den Ergebnissen (s. Tab. 4) ist abzulesen, dass für eine höhere Modellgüte Modifikationen (Prüfsituation 3) des Zwei-Faktoren-Modells zur Erhebung unterrichtsbezogener Erfahrungen, für welches wir uns aufgrund der besseren Fit-Werte entschieden haben, empfehlenswert sind. Die Inhaltsvalidierung der von Rabe et al. (2012) und Meinhardt et al. (2016) modifizierten Skala „biologiedidaktische Lehrer-SWE“ stützt sich auf die KMK-Standards (2004, 2008) sowie die Modellierungsansätze zur Definition fachdidaktischen Wissens in den Naturwissenschaften (s. Tab. 1). Hieraus ließen sich je ein Ein-, Zwei-, Vier- und Acht-Faktoren-Modell ableiten und empirisch überprüfen. Die Ergebnisse der konfirmatorischen Faktorenanalyse (s. Tab. 5) illustrieren, dass alle konstruierten Modelle eine akzeptable Modellgüte (χ^2/df , RMSEA) aufweisen, die inkrementellen Fitmaße jedoch verbesserungswürdig sind. Wir haben uns im Rahmen der Untersuchung für das Acht-Faktoren-Modell entschieden, sehen aber die Notwendigkeit zu dessen Modifikation und Replikation (Prüfsituation 3) (vgl. Weiber, Mühlhaus 2014). Studierende des Faches Biologie erproben derzeit in einer Studie zusätzlich die Konstrukte *Experimentieren/Planung* und *Experimentieren/Durchführung* in einem Lehr-Lern-Labor zur Erhebung fachdidaktischer Lehrer-SWE und prüfen sie hinsichtlich ihrer Tragfähigkeit (vgl. Dahmen et al. 2020).

Forschungsfrage 2 galt den Erfahrungen im Experimentalunterricht der Studierenden der Fächer Biologie und Sachunterricht. Aus den Ergebnissen (s. Tab. 7) lässt sich ableiten, dass deren Erfahrungen im *Unterrichten* (Mdn=2.00) und im *Umgang mit Sicherheit* (Mdn=1.00) zu Beginn des Vorbereitungsseminars zum Praxissemester erwartungsgemäß gering sind. Dies deckt sich mit den Ergebnissen einer fächerübergreifenden Studie von Gröschner (2012), die darlegt, dass Studierende in Bezug auf gehaltene Unterrichtsstunden im Rahmen von Langzeitpraktika mehr praktische Erfahrungen erwerben als in Kurzzeitpraktika. Dies lässt erwarten, dass das Praxissemester aufgrund seines zeitlichen Umfangs für Studierende deutlich mehr Gelegenheiten bietet, Unterrichtserfahrungen zu sammeln. Im Fächervergleich (s. Tab. 7) zeigt sich, dass die Studierenden des Faches Sachunterricht bei ähnlicher Anzahl an Praktika signifikant weniger Erfah-

rungen im Experimentalunterricht mitbringen als Biologiestudierende. Hinsichtlich der breiten Ausrichtung des Faches, das „naturwissenschaftliche, technische, raum- und naturbezogene, sozial- und kulturwissenschaftliche, historische und ökonomische Sachverhalte“ (MSW 2008, S. 40) umfasst, ist dies einerseits nicht überraschend, da hier die Naturwissenschaften nur einen Teil der Inhalte ausmachen und der Einbezug naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen im Unterricht nicht immer möglich ist. Aufgrund des geringen Gefährdungspotentials in der Grundschule war ebenfalls vorherzusehen, dass angehende Sachunterrichtslehrkräfte auch im Bereich des Umgangs mit Sicherheit nur sehr wenige Erfahrungen machen können. Allerdings ist die unterschiedliche Ausprägung der Erfahrungen im Experimentalunterricht andererseits auch verwunderlich, weil Befunde der Schulforschung darauf hindeuten, dass an Grundschulen aktuell häufig Schülerexperimente durchgeführt werden, während in der Sekundarstufe ein lehrerzentrierter Unterricht vorherrscht, in dem Schülerinnen und Schüler seltener die Gelegenheit zum Experimentieren haben (vgl. Tenberge et al. 2012). Die Gründe für die vergleichsweise geringen Erfahrungen im Experimentalunterricht von Sachunterrichtsstudierenden unserer Stichprobe können somit vielfältig sein und sollten in Folgestudien dezidiert untersucht werden.

Die Erhebung der biologiedidaktischen Lehrer-SWE (Forschungsfrage 3) ergab, dass die Studierenden ihre Kompetenzen innerhalb der Handlungsfelder und Dimensionen im mittleren Bereich ($Mdn \geq 3.00$) einschätzen. Auffällig ist, dass die Ausprägungen der biologiedidaktischen Lehrer-SWE aller Studierenden (s. Tab. 8) trotz weniger Unterrichtserfahrungen zu Beginn des Vorbereitungsseminars zum Praxissemester in der Dimension *Durchführung* in allen Handlungsfeldern etwas höher sind als in der Dimension *Planung*. Analoge Ergebnisse berichten bereits Rabe et al. (2012) und Meinhardt et al. (2016) für alle Handlungsfelder sowie Dahmen et al. (2020) für das Handlungsfeld *Experimentieren* in ihren Studien. Eine mögliche Erklärung dafür könnte sein, dass die Studierenden in ihrer eigenen Schulzeit über einen längeren Zeitraum an der Durchführung des Unterrichts ihrer eigenen Lehrer und Lehrerinnen partizipieren konnten, weshalb ihnen diese Dimension vertrauter erscheint als die der Planung unterrichtsrelevanter Aspekte, mit der sie bislang deutlich weniger Berührungspunkte hatten (vgl. Rabe et al. 2012, S. 311). Zudem deckt sich mit der Studie von Rabe et al. (ebd.), dass in den Handlungsfeldern *Experimentieren* und *Umgang mit Schülervorstellungen* die biologiedidaktischen Lehrer-SWE am niedrigsten sind, wohingegen das Handlungsfeld *Elementarisieren* am besten abschneidet. Auch für dieses Ergebnis könnten bisherige Erfahrungen für eine mögliche Erklärung herangezogen werden (vgl. z. B. Bandura 1977; Dembo, Gibson 1985; Tschannen-Moran et al. 1998; Woolfolk Hoy, Spero 2005; Takahashi 2011; Rabe et al. 2012; Knoblauch, Chase 2015; Meinhardt 2018), zumal die Studierenden der

vorliegenden Stichprobe verhältnismäßig wenige Erfahrungen im Experimentalunterricht angaben. Die Erfahrungen im Umgang mit Schülervorstellungen hat die vorliegende Studie nicht erhoben; sie könnten aber für dieses Ergebnis eine Ursache sein und sind für Folgeuntersuchungen denkbar.

Die in Kapitel 1.4 aufgeführten Befunde bisheriger Studien ließen vermuten, dass die biologiedidaktischen Lehrer-SWE der Studierenden des Faches Biologie insgesamt höher sind als die der Studierenden des Faches Sachunterricht. Unsere Ergebnisse bestätigen diese Hypothese jedoch nur eingeschränkt. Zum einen sind im Fächervergleich die Lehrer-SWE der Studierenden des Faches Biologie bei den Konstrukten *Elementarisieren / Durchführung* und *Aufgaben / Durchführung* tatsächlich signifikant höher als bei den Sachunterrichtstudierenden. Insbesondere in diesen Bereichen sollten Lehrpersonen dazu befähigt sein, ihr Fachwissen flexibel abzurufen und anzuwenden. Es ist möglich, dass die Studierenden des Faches Biologie, z. B. aufgrund der fachlichen Ausrichtung ihres universitären Studiums, ein umfangreicheres Fachwissen besitzen und ihre biologiedidaktische Lehrer-SWE in diesen Bereichen deshalb höher sind als die der Sachunterrichtstudierenden. Niermann (2017) belegt in einer Studie, dass insbesondere Sachunterrichtslehrkräfte im Bereich des Fachwissens Defizite aufweisen, was unsere Vermutungen unterstützen könnte. Auch Appleton (1995) sowie Appleton und Kindt (2002) weisen nach, dass fehlendes Hintergrundwissen von Sachunterrichtslehrkräften dazu führt, dass sie sich als weniger selbstsicher bei der Durchführung naturwissenschaftlichen Unterrichts empfinden, was ein Erklärungsansatz für unsere Ergebnisse sein kann. Inwiefern ein tatsächlicher Zusammenhang zwischen Fachwissen und Lehrer-SWE besteht, ließe sich jedoch nur anhand einer Vergleichsstudie ermitteln, was ein Anlass für weitere Forschung wäre. Zum anderen ist jedoch beim Konstrukt *Aufgaben / Planung* die biologiedidaktische Lehrer-SWE der Sachunterrichtstudierenden signifikant höher als die der Biologiestudierenden. Dies kann mit der Komplexität von Prüfungs- und Übungsaufgaben zusammenhängen, die z. B. in der gymnasialen Oberstufe zunimmt und deshalb die biologiedidaktische Lehrer-SWE der Biologiestudierenden schmälert.

Die positiven Korrelationen (s. Tab. 8) zwischen den Erfahrungen im Experimentalunterricht und den biologiedidaktischen Lehrer-SWE (Forschungsfrage 4) lassen sich mit den Postulaten der Arbeiten von Dembo und Gibson (1985), Tschannen-Moran et al. (1998), Tschannen-Moran und Woolfolk Hoy (2001), Hoy und Spero (2005), Takahashi (2011), Rabe et al. (2012), Knoblauch und Chase (2015) sowie auch Meinhardt (2018) theoretisch bekräftigen, die Zusammenhänge zwischen Unterrichtserfahrungen und der SWE aufzeigen. Die hohen positiven Korrelationen zwischen den Dimensionen *Planung* und *Durchführung* im Hand-

lungsfeld *Experimentieren* zeigt Parallelen zu den Ergebnissen der Studien von Rabe et al. (2012) und Meinhardt (2018). Demzufolge könnte es ein weiteres Forschungsanliegen sein, empirisch zu prüfen, inwiefern sich die Handlungsfelder generell in die Dimensionen *Planung* und *Durchführung* separieren lassen und ob nicht das Instrument selbst Anknüpfungspunkt weiterer Optimierung wäre (s. auch Meinhardt 2018).

5 Restriktionen der Studie und Vorschläge zur Modifikation

Aus der Konstruktvalidierung der Modelle geht hervor, dass für das Zwei-Faktoren-Modell, welches die unterrichtsbezogenen Erfahrungen im Experimentalunterricht repräsentiert, und für das Acht-Faktoren-Modell, welches die biologiedidaktischen Lehrer-SWE abbildet, noch Optimierungsbedarf besteht. Modellmodifikationen und eine Replikation des Messinstruments können zur Qualitätssicherung beitragen. Insbesondere die Modifikation der Messmodelle sollte unter Berücksichtigung der theoretischen Hintergründe sorgfältig abgewogen werden (vgl. Bühner 2011; Backhaus et al. 2011; Weiber, Mühlhaus 2014). Um die konfirmatorische Ebene der Analyse nicht zu verlassen, ist eine Modellmodifikation für diese Studie noch nicht erfolgt, wenngleich Ideen zur Anpassung der Modellstruktur vorliegen. Folgende Vorschläge ließen sich in die Überlegungen zur Modifikation einbeziehen:

Die Skala zur Erhebung der Erfahrungen im Experimentalunterricht spiegelt aktuell allgemeine Facetten des Unterrichts wider. Um tiefgehend zu ergründen, wie dieser Experimentalunterricht konzipiert ist, kann man überdies z. B. die didaktische Funktion, die methodische Grundform oder den Grad der Offenheit von eingesetzten Experimenten abfragen. Aufgrund der niedrigen internen Konsistenz ($\alpha \geq .40$) der Skala *Erfahrungen / Umgang mit Sicherheit* wären in Anlehnung an die Richtlinien zur Sicherheit in Schulen (KMK 2019) Items ergänzbar, die inhaltlich stimmiger sind.

Die Erhebung biologiedidaktischer Lehrer-SWE erfolgt mit der aus der Physikdidaktik entlehnten Skala, welche einen Ausschnitt der Handlungsfelder des naturwissenschaftlichen Unterrichts repräsentiert. Dies diene zunächst der Überprüfung, inwiefern die Handlungsfelder des Physikunterrichts auf die Fächer Biologie und Sachunterricht übertragbar sind. Dazu fand ein umfassender synoptischer Vergleich der KMK-Standards für die Fachdidaktiken (2008) und der Modellierungsansätze fachdidaktischen Wissens (s. Tab. 1) statt. Um ein umfassenderes Bild über biologiedidaktische Handlungsfelder zu erhalten, wäre es denkbar, z. B. den Einsatz fachspezifischer Medien wie etwa Modelle, die

wiederum in den fokussierten Naturwissenschaften gleichermaßen eingesetzt werden, einzubeziehen. Diese sind insbesondere für die Fächer Biologie, Sachunterricht, Chemie und Physik zur Visualisierung von Strukturen und Funktionen bedeutsam. Aus den ursprünglichen Handlungsfeldern und Dimensionen ergeben sich allerdings bereits 59 Items, weshalb generell eher eine Vereinfachung der Modellstruktur zu erwägen wäre, anstatt diese durch das Hinzufügen weiterer Handlungsfelder noch zu verkomplizieren.

Die Ergebnisse der Querschnittstudie zeigen, dass die unterrichtsbezogenen Erfahrungen zu Beginn der Vorbereitungsveranstaltung zum Praxissemester gering und die biologiedidaktischen Lehrer-SWE mittelmäßig sind. Aus der Korrelationsanalyse und den zurückliegenden Studien geht hervor, dass unterrichtsbezogene Erfahrungen einen Einfluss auf die Lehrer-SWE haben können. Rückschlüsse zur Entwicklung der Erfahrungen und der biologiedidaktischen Lehrer-SWE sowie zur Beständigkeit der Gruppenunterschiede im Praxissemesterverlauf erlaubt die Studie nicht, weshalb dies in einer Langzeitstudie zu prüfen wäre. Zudem lässt sich in der vorliegenden Arbeit die Hypothese, dass signifikante Unterschiede in Handlungsfeldern der biologiedidaktischen Lehrer-SWE auf Fachwissensdefizite der Sachunterrichtstudierenden zurückzuführen sind, nur anhand von Vergleichsstudien (vgl. Appelton 1995; Appelton, Kindt 2002) ableiten; hier besteht Bedarf für weitere Forschung, die auch das Fachwissen der Studierenden einbezieht.

6 Konsequenzen für die Lehrerbildung

Kurzzeitpraktika (z.B. Eignungs- und Orientierungspraktikum) und Vorbereitungs- und Begleitveranstaltungen bieten aufgrund der kurzen Dauer nur begrenzten Handlungsspielraum zur selbstständigen Erprobung (Planung, Durchführung, Reflexion von Unterricht) und kritisch-konstruktiven Reflexion von universitär vermittelten fachdidaktischen Inhalten (z. B. Umgang mit Schülervorstellungen, Experimentalunterricht). Insbesondere mit der Unterrichtsplanung aber auch mit den Handlungsfeldern Experimentieren und Umgang mit Schülervorstellungen haben Studierende zu diesem Zeitpunkt ihrer Ausbildung wenig Berührungspunkte. Umso wichtiger ist es, dass sie im anstehenden Langzeitpraktikum einen Einblick in diese Bereiche sowie Gelegenheiten zur kritisch-konstruktiven sowie theoriebasierten Reflexion (z. B. im Rahmen Forschenden Lernens oder der Erprobung von Unterricht) erhalten, damit sich dies positiv auf ihre Lehrer-SWE auswirkt. Weiterhin können die Studierenden für die zweite Phase der Lehramtsausbildung Erfahrungen sammeln und eine realistische Einschätzung zur Umsetzbarkeit universitär vermittelter Konzepte entwickeln. Uni-

versitäre Veranstaltungen können in der ersten Ausbildungsphase die theoretische Basis dafür legen.

Literatur

- Appleton, Ken (1995). Student teachers' confidence to teach science: Is more science knowledge necessary to improve self-confidence? In: *International Journal of Science Education*, 17 (3), S. 357–369
- Appleton, Ken und Kindt, Ian (2002). Beginning elementary teachers' development as teachers of science. In: *Journal of Science Teacher Education*, 13, S. 43–61
- Backhaus, Klaus; Erichson, Bernd und Weiber, Rolf (2011). *Fortgeschrittene Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung*. Berlin: Springer
- Baumert, Jürgen und Kunter, Maïke (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9 (4), S. 469–520
- Bühner, Markus (2011). *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion*. München: Pearson Studium
- Cakiroglu, Jale; Capa-Aydin, Yesim und Woolfolk Hoy, Anita (2012). Science teaching self efficacy beliefs. In: B. J. Fraser; K. G. Tobin und C. J. McRobbie (Hrsg.): *Second international handbook of science education*. Heidelberg/ New York: Springer, S. 449–462
- Dahmen, Sabrina; Franken, Nadine; Preisfeld, Angelika und Damerau, Karsten (2020). Entwicklung der fachdidaktischen Selbstwirksamkeitserwartung angehender Lehrkräfte in einem biologiedidaktischen Lehr-Lern-Labor-Seminar. In: D. Bosse; M. Meier; T. Trefzger und K. Ziepprecht (Hrsg.): *Professionalisierung durch Lehr-Lern-Labore in der Lehrerbildung. Lehrerbildung auf dem Prüfstand*, 13 (1), S. 101–120
- Dembo, Myron H. und Gibson, Sherri (1985). Teachers' sense of efficacy: An important factor in school improvement. In: *The Elementary School Journal*, 86 (2), S. 173–184
- Field, Andy. (2013). *Discovering statistics using SPSS*. London: Sage
- Gramzow, Yvonne; Riese, Josef und Reinhold, Peter (2013). Modellierung fachdidaktischen Wissens angehender Physiklehrkräfte. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 19, S. 7–30
- Gröschner, Arnold (2012). Langzeitpraktika in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. Für und wider ein innovatives Studienelement im Rahmen der Bologna-Reform. In: *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 30 (2), S. 200–208

- Hellmann, Katharina (2019). Kohärenz in der Lehrerbildung – theoretische Konzeptionalisierung. In: K. Hellmann; J. Kreutz; M. Schwichow und K. Zaki (Hrsg.): Kohärenz in der Lehrerbildung. Wiesbaden: Springer, S. 9–31
- Knoblauch, Dee und Chase, Melissa A. (2015). Rural, suburban, and urban schools: The impact of school setting on the efficacy beliefs and attributions of student teachers. In: *Teaching and Teacher Education*, 45, S. 104–114
- Korneck, Friederike; Lamprecht, Jan; Wodzinski, Rita und Schecker, Horst (2010). Quereinsteiger in das Lehramt Physik. Lage und Perspektiven der Physiklehrrausbildung in Deutschland. Bad Honnef: DPG
- Kultusministerkonferenz [KMK] (2004). Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften. Berlin http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Standards-Lehrerbildung.pdf [13.08.2019]
- Kultusministerkonferenz [KMK] (2008). Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung. Berlin https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2008/2008_10_16-Fachprofile-Lehrerbildung.pdf [13.08.2019]
- Kultusministerkonferenz [KMK] (2019). Richtlinien zur Sicherheit im Unterricht (RISU). Berlin https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/1994/1994_09_09-Sicherheit-im-Unterricht.pdf [18.01.2020]
- Lange, Kim; Kleickmann, Thilo; Tröbst, Steffen und Möller, Kornelia (2012). Fachdidaktisches Wissen von Lehrkräften und multiple Ziele im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 15, S. 55–75
- Mavrikaki, Evangelia und Athanasiou, Kyriacos (2011). Development and application of an instrument to measure Greek primary education teachers' biology teaching self-efficacy beliefs. In: *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 7 (3), S. 203–213
- Meinhardt, Claudia (2018). Entwicklung und Validierung eines Testinstruments zu Selbstwirksamkeitserwartungen von (angehenden) Physiklehrkräften in physikdidaktischen Handlungsfeldern. Berlin: Logos
- Meinhardt, Claudia; Rabe, Thorid und Krey, Olaf (2016). Selbstwirksamkeitserwartungen in physikdidaktischen Handlungsfeldern. Skalendokumentation. Version 1.0, Februar 2016. http://www.pedocs.de/volltexte/2016/11818/pdf/Meinhardt_2016_Selbstwirksamkeitserwartungen.pdf [03.05.2019]
- Meinhardt, Claudia; Rabe, Thilo und Krey, Olaf (2018). Formulierung eines evidenzbasierten Validitätsarguments am Beispiel der Erfassung physikdidaktischer Selbstwirksamkeitserwartungen mit einem neu entwickelten Instrument. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 24, S. 131–150
- Ministerium für Schule und Bildung des Landes NRW [MSW] (2008). Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen. Köln: Ritter-

- bach https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_gs/LP_GS_2008.pdf [28.02.2019]
- Ministerium für Schule und Bildung des Landes NRW [MSW] (2010). Rahmenkonzeption zur strukturellen und inhaltlichen Ausgestaltung des Praxissemesters im lehramtsbezogenen Masterstudiengang https://www.zfsl.nrw.de/KRE/Download/Rahmenkonzeption_Praxissemester_2010.pdf [13.10.2020]
- Ministerium für Schule und Bildung des Landes NRW [MSW] (2017). Das Eignungs- und Orientierungspraktikum in der Ausbildung zukünftiger Lehrerinnen und Lehrer in Nordrhein-Westfalen. Handreichung <https://www.bzl.uni-bonn.de/dokumente/praxiselemente/orientierungspraktikum/eop-handreichung.pdf> [13.10.2020]
- Ministerium für Schule und Bildung des Landes NRW [MSW] (2019). Kernlehrplan für die Sekundarstufe I Gymnasium in Nordrhein-Westfalen <https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-i/gymnasiumaufsteigend-ab-2019-20/gymnasium.html> [18.09.2019]
- Mohamadi, Fatemeh S. und Asadzadeh, Hassan (2012). Testing the mediating role of teachers' self-efficacy beliefs in the relationship between sources of efficacy information and students achievement. In: *Asia Pacific Education Review*, 13 (3), S. 427–433
- Nerdel, Claudia (2017). *Grundlagen der Naturwissenschaftsdidaktik. Kompetenzorientiert und aufgabenbasiert für Schule und Hochschule*. Berlin: Springer
- Niermann, Anne (2017). *Professionswissen von Lehrerinnen und Lehrern des Mathematik- und Sachunterrichts: „... man muss schon von der Sache wissen.“* Bad Heilbrunn: Klinkhardt (Zugl.: Hildesheim, Univ., Diss., 2016)
- O'Neill, Sue und Stephenson, Jennifer (2012). Exploring Australian pre-service teachers sense of efficacy, its sources, and some possible influences. In: *Teaching and Teacher Education*, 28 (4), S. 535–545
- Palmer, David; Dixon, Jeanette und Archer, Jennifer (2015). Changes in science teaching self-efficacy among primary teacher education students. In: *Australian Journal of Teacher Education*, 40 (12), S. 27–40
- Rabe, Thorid; Meinhardt, Claudia und Krey, Olaf (2012). Entwicklung eines Instruments zur Erhebung von Selbstwirksamkeitserwartungen in physikdidaktischen Handlungsfeldern. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 18, S. 293–315
- Riese, Josef (2009). *Professionelles Wissen und professionelle Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften*. Berlin: Logos
- Riggs, Iris M. und Enochs, Larry G. (1990). Toward the development of an elementary teacher's science teaching efficacy belief instrument. In: *Science Education*, 74 (6), S. 625–638

- Savran, Ayse und Cakiroglu, Jale (2001). Preserve biology teachers' perceived efficacy beliefs in teaching biology. In: Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 21, S. 105–112
- Schmelzing, Stephan (2010). Das fachdidaktische Wissen von Biologielehrkräften: Konzeptionalisierung, Diagnostik, Struktur und Entwicklung im Rahmen der Biologielehrerbildung. Berlin: Logos
- Schmitz, Gerdamaria S. und Schwarzer, Ralf (2000). Selbstwirksamkeitserwartung von Lehrern: Längsschnittbefunde mit einem neuen Instrument. In: Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 14, S. 12–25
- Schulte, Klaudia (2008). Selbstwirksamkeitserwartungen in der Lehrerbildung – Zur Struktur und dem Zusammenhang von Lehrer-Selbstwirksamkeitserwartungen, Pädagogischem Professionswissen und Persönlichkeitseigenschaften bei Lehramtsstudierenden und Lehrkräften. Dissertation, Georg-August-Universität Göttingen. <http://hdl.handle.net/11858/00-1735-0000-0006-AD1A-3>
- Schwarzer, Ralf und Jerusalem, Matthias (2002). Das Konzept der Selbstwirksamkeit. In: Zeitschrift für Pädagogik, 44, S. 28–53
- Shulman, Lee S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. In: Educational Researcher, 15 (2), S. 4–14
- Takahashi, Sola (2011). Co-constructing efficacy: A „communities of practice“ perspective on teachers' efficacy beliefs. In: Teaching and Teacher Education, 27, S. 732–741
- Tenberge, Claudia; Lange, Kim und Möller, Kornelia (2012). „Praktische Aktivitäten“ im physikbezogenen Sachunterricht der Grundschule und im physikalischen Anfangsunterricht der Sekundarstufe – ein Vergleich. In: F. Hellmich; S. Förster und F. Hoya (Hrsg.): Bedingungen des Lehrens und Lernens in der Grundschule. Bilanz und Perspektiven. Jahrbuch Grundschulforschung, 16. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 241–244
- Tesch, Maïke und Duit, Reinders (2004). Experimentieren im Physikunterricht – Ergebnisse einer Videostudie. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 10, S. 51–69
- Tschannen-Moran, Megan; Hoy Woolfolk, Anita und Hoy, Wayne K. (1998). Teacher efficacy: Its meaning and measure. In: Review of Educational Research, 68 (2), S. 202–248
- Tschannen-Moran, Megan und Woolfolk Hoy, Anita (2001). Teacher efficacy: Capturing an elusive construct. In: Teaching and Teacher Education, 17, S. 783–805
- Walan, Susanne und Chang Rundgren, Shu-Nu (2014). Investigating preschool and primary school teachers' self-efficacy and needs in teaching science: A pilot study. In: CEPS Journal 4 (1), S. 51–67
- Weiber, Rolf und Mühlhaus, Daniel (2014). Strukturgleichungsmodellierung. Eine anwendungsorientierte Einführung in die Kausalanalyse mit Hilfe von AMOS, SmartPLS und SPSS. Berlin: Springer

Woolfolk Hoy, Anita und Spero, Rhonda B. (2005). Changes in teacher efficacy during the early years of teaching: A comparison of four measures. In: Teaching and Teacher Education, 21, S. 343–356

Autorinnen

Nadine Franken. Abgeordnete Lehrerin und Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl Biologie und ihre Didaktik, Zoologie an der Bergischen Universität Wuppertal. Forschungsschwerpunkte: Professionalisierungsprozesse im Praxissemester, experimentbezogene Fähigkeitsselbstkonzepte und Lehrer-Selbstwirksamkeitserwartungen von Praxissemesterstudierenden, Unterrichtsplanung und Reflexion im Praxissemester
franken@uni-wuppertal.de

Sabrina Dahmen. Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl Biologie und ihre Didaktik, Zoologie an der Bergischen Universität Wuppertal. Forschungsschwerpunkte: Professionalisierungsprozesse im Lehr-Lern-Labor Biologie, Professionelle Handlungskompetenz und Selbstwirksamkeitserwartungen im Lehr-Lern-Labor Biologie
sdahmen@uni-wuppertal.de

Prof. Dr. Angelika Preisfeld. Professorin für Biologie und ihre Didaktik – Zoologie an der Bergischen Universität Wuppertal. Forschungsschwerpunkte: Sprach-einsatz und experimentelle Zugänge im (bilingualen) Biologieunterricht, Wirksamkeit von Schülerlaborkursen, experimentbezogene Selbstwirksamkeitserwartungen, Professionswissen von Biologiestudierenden, Multiperspektivisches Lernen und Lehren im Sachunterricht, Molekulare Evolution und Symbioseforschung an Chloroplasten
apreis@uni-wuppertal.de