

STEPHAN SCHMELZING, STEFANIE WÜSTEN, ANGELA SANDMANN UND BIRGIT NEUHAUS

Fachdidaktisches Wissen und Reflektieren im Querschnitt der Biologielehrerbildung

Pedagogical content knowledge and reflection in frame of biology teacher education

Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurde das fachdidaktische Wissen und Reflektieren von Biologielehrkräften in Abhängigkeit der Ausbildungsphasen der Biologielehrerbildung untersucht. Die Fragebogenstudie wurde hierzu in einem Querschnittsdesign mit angehenden sowie erfahrenen Biologielehrkräften (N=93) durchgeführt. Zwei evaluierte Instrumente dienten der Erfassung des deklarativen fachdidaktischen Wissens und des Reflektierens von Studierenden, Referendaren und erfahrenen Biologielehrkräften zur Unterrichtsreihe „Blut und Blutkreislaufsystem des Menschen“. Die Ergebnisse zeigten signifikante Unterschiede im fachdidaktischen Wissen und Reflektieren zwischen den Ausbildungsphasen. Die vorliegende Studie stellt einen Beitrag zur Diagnostik domänenbezogener Kompetenzen von Biologielehrkräften sowie zur Evaluation zentraler Aspekte der Biologielehrausbildung dar.

Schlüsselwörter: Fachdidaktisches Wissen; PCK; Reflexion; Lehrerbildung, Biologiedidaktik

Abstract

In this study biology teachers' PCK and PCK related reflection were investigated within the context of biology teacher training. The questionnaire survey was conducted in a cross-sectional design with pre-service and in-service biology teachers (N=93). Two already evaluated instruments were used to assess student teachers, trainee teachers and experienced biology teachers' declarative PCK and PCK related reflection concerning the topic "human cardiovascular system". The results show significant differences between prospective and experienced biology teachers' declarative PCK and their PCK related reflection. The current study represents a contribution to the diagnosis of biology teachers' domain specific expertise and an evaluation of key aspects of the biology teacher.

Keywords: pedagogical content knowledge, PCK, reflection, biology teacher education

1 Einleitung

Auf der Suche nach der optimalen Lehrerbildung geht die Lehrerexpertiseforschung der Frage nach, welche Voraussetzungen eine Lehrkraft benötigt, um erfolgreich unterrichten zu können (Besser & Krauss, 2009; Bromme, 1992). Lehrtätigkeit wird in dieser Forschungstradition als Expertisedomäne betrachtet und es wird darauf abgezielt lernför-

derlichen Unterricht auf das professionelle Wissen und Können, d.h. die Kompetenz, von Lehrkräften zurückzuführen (Besser & Krauss, 2009; Bromme, 1992). Eine hinsichtlich der Expertise von Lehrkräften derzeit viel diskutierte Wissensdomäne ist das *pedagogical content knowledge* (Shulman, 1986), welches von der deutschen Expertiseforschung als *fachdidaktisches Wissen*¹ aufgegriffen wurde (Bromme, 1995). Es umfasst

1 Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass ein Gleichsetzen des angloamerikanischen Konzeptes *pedagogical content knowledge* aus der *American Curriculum Tradition* mit dem Konzept des *fachdidaktischen Wissens* aus der deutschen *Tradition der Fachdidaktik* auch kritisiert werden kann (vgl. Fensham, 2005).

deklarative Kenntnisse über fachbezogene Schülervoraussetzungen und Vermittlungsstrategien, aber auch prozedurales Wissen im Sinne von fachdidaktischen Können (Anderson, 1981; Baumert & Kunter, 2006).

Die Diskussion um die Analyse und Förderung des fachdidaktischen Wissens von Lehrkräften gewinnt in der Lehrerexpertiseforschung an Bedeutung, da vermutet wird, dass das fachdidaktische Wissen der Lehrkraft einen Einfluss auf die Qualität des Unterrichts ausübt und somit die Schülerlernleistung direkt oder indirekt beeinflusst (Hill, Ball, Blunk, Goffney & Rowan, 2007; Seidel & Shavelson, 2007). Diese hypothetische Wirkungskette kann in Teilen durch aktuelle Befunde empirisch gestützt werden. So konnte die *LMT-Studie (Learning Mathematics for Teaching)*; Hill, Rowan & Loewenberg Ball, 2005) nachweisen, dass das deklarative fachdidaktische Wissen einer Lehrkraft ein Prädiktor für die Schülerlernleistung im Mathematikunterricht ist. Zu ähnlichen Ergebnissen gelangt die *COACTIV-Studie*, in der ebenfalls Zusammenhänge des deklarativen fachdidaktischen Wissens zur Schülerlernleistung nachgewiesen wurden (*COACTIV: Professionswissen von Lehrkräften, kognitiv aktivierender Mathematikunterricht und die Entwicklung mathematischer Kompetenz*; Baumert et al., 2009).

Häufig wird aus den Korrelationen zwischen dem deklarativen fachdidaktischen Wissen einer Lehrkraft und der Schülerlernleistung geschlossen, dass das deklarative fachdidaktische Wissen auch in einem unmittelbaren Zusammenhang zum unterrichtlichen Können einer Lehrkraft steht und somit zu einem lernförderlichen Unterricht führt. Dabei bleiben Überlegungen aus der Forschung zur Expertiseentwicklung unbeachtet, die davon ausgehen, dass der Reflexionsfähigkeit eine bedeutende Rolle für ein Inbezugsetzen des Wissens und Könnens bei Tätigkeitsfeldern mit komplexen und kontinuierlich veränderlichen Anforderungssituationen zugeschrieben wird (Gruber, Heid & Bauer, 2005; Neuweg, 2006; Rambow & Bromme, 2000, Schön, 1983). Diesen Über-

legungen folgend, trifft die Notwendigkeit der Reflexion in besonderem Maße auf die Bewältigung unbekannter und sich modifizierter Anforderungssituationen zu, in denen automatisiertes Können von Lehrkräften nicht die gewünschten unterrichtlichen Effekte zeigt und deklaratives Wissen dann die Grundlage einer Handlungsreflexion bildet (Weinert, 2001; Neuweg, 2002). Eine erfolgreiche Reflexion führt in solchen Fällen zu Veränderungen in der Wahrnehmung unterrichtlicher Anforderungssituationen, zu Modifikationen und dem Aufbau neuer Handlungsroutinen sowie zu Differenzierung im deklarativen Wissen und trägt somit zur Expertiseentwicklung von Lehrkräften bei (Gruber, Heid & Bauer, 2005; Neuweg, 2000; Rambow & Bromme, 2000, Schön, 1983).

Vor dem Hintergrund sich ständig modifizierender Anforderungssituationen im Unterrichtsgeschehen zielt die Lehrerbildung nicht allein auf die Vermittlung von Wissen und Können ab, sondern auch darauf, die beobachtete oder selbsterfahrene Unterrichtspraxis unter Einbezug des professionellen Wissens zu analysieren bzw. sie zu reflektieren (Terhart, 2000; KMK, 2004; 2008). Trotz der zentralen Bedeutung für die Expertise von Lehrkräften, wurde der Untersuchung des fachdidaktischen Wissens und Reflektierens bei Lehrkräften sowie der Prüfung von Zusammenhängen dieser Kompetenzaspekte zur Lehrerbildung bisher kaum nachgegangen. Die vorliegende Studie setzt an diesem Defizit an. Sie präsentiert diagnostische Ansätze zum fachdidaktischen Wissen und Reflektieren von Biologielehrkräften und überprüft deren Zusammenhang zu den Ausbildungsphasen der Biologielehrerbildung (Universität, Referendariat und Berufspraxis).

2 Theorie

2.1 Die professionelle Kompetenz von Lehrkräften

In Kritik eines bisher fehlenden Kompetenzmodells für die Expertise von Lehrkräften

entwerfen Baumert und Kollegen im Rahmen der *COACTIV*-Studie ein Modell professioneller Kompetenz von Lehrkräften, in dem Kompetenz verstanden wird als das Zusammenspiel von „[...] spezifischem, erfahrungsgesättigten deklarativen und prozeduralen Wissen (Kompetenzen im engeren Sinne: Wissen und Können); professionellen Werten, Überzeugungen, subjektiven Theorien, normativen Präferenzen und Zielen; motivationalen Orientierungen sowie metakognitiven Fähigkeiten und Fähigkeiten professioneller Selbstregulation.“ (Baumert & Kunter, 2006, 481).

Im Rahmen der Expertiseforschung konnte bereits gezeigt werden, dass sich Kompetenzen entlang der Anforderungen einer Handlungsdomäne modellieren lassen (Gruber & Mandl, 1996). In Anlehnung an diese Erkenntnis fokussieren Überlegungen zur Ausgestaltung der einzelnen Bereiche professioneller Kompetenz von Lehrkräften auf die Anforderungen des Fachunterrichts (Bromme, 1992, 1997). Um dabei den spezifisch-fachlichen Anforderungen des Fachunterrichts gerecht zu werden, berücksichtigt die Lehrerexpertiseforschung zunehmend fachspezifische Aspekte der professionellen Kompetenz von Lehrkräften. Ein zentraler Aspekt fachspezifischer Kompetenz von Lehrkräften ist das fachdidaktische Wissen (Baumert & Kunter, 2006; Shulman, 1986).

2.2 Das fachdidaktische Professionswissen von Lehrkräften

Mitte der 80er Jahre beschrieb Shulman erstmals das fachdidaktische Wissen als einen für den Lehrberuf exklusiven Wissensbereich, der als ein Amalgam aus Fachwissen und pädagogischem Wissen verstanden werden kann (1986). Nach Shulman (1986; 1987) umfasst fachdidaktisches Wissen zwei inhaltsspezifische Facetten: Kenntnisse über Illustrationen, Repräsentationen, Analogien und Verbildlichungen sowie Kenntnisse über Voraussetzungen der Schüler im Sinne

von Schülervorstellungen, Schülerfehlern und Schülerschwierigkeiten.

Hinsichtlich der Konzeption des fachdidaktischen Wissens finden sich zwei konträre theoretische Positionen. Einige Autoren betrachten fachdidaktisches Wissen als integriertes Wissen, gebildet aus einer gemeinsamen Schnittmenge von Fachwissen, pädagogischem Wissen und dem Wissen zum jeweiligen Kontext (Gess-Newsome, 1999). Fachdidaktisches Wissen ist gemäß dieser Konzeption keine eigenständige Domäne des Professionswissens und folglich nicht vom Fachwissen, dem pädagogischen Wissen und dem Wissen über den Kontext einer Lehrkraft zu trennen. Die andere Position betrachtet fachdidaktisches Wissen als transformierte, eigenständige und auch zentrale Domäne des Professionswissens von Lehrkräften (Gess-Newsome, 1999). Fachdidaktisches Wissen ist dieser Position nach von weiteren Domänen des Professionswissens isolierbar und fordert daher eine eigenständige Vermittlung im Rahmen der Lehrerbildung ein.

Gegenwärtig finden sich im Spannungsfeld der zwei oben beschriebenen Positionen eine Vielzahl von Konzeptionen zum fachdidaktischen Wissen (für einen Überblick: Park & Oliver, 2008). Übereinstimmend berücksichtigen alle sowohl Kenntnisse über Schülerkognitionen sowie Kenntnisse über Instruktions- und Vermittlungsstrategien (Park & Oliver, 2008). Zudem besteht Konsens darüber, dass das fachdidaktische Wissen nicht nur fachspezifisch, sondern auch inhaltsspezifisch betrachtet werden muss (van Driel et al., 1998, van Dijk & Kattmann, 2010).

Fachdidaktisches Wissen und Können

Aus kognitionspsychologischer Perspektive darf fachdidaktisches Wissen nicht im umgangssprachlichen Sinne mit deklarativen Wissen gleichgesetzt werden, sondern muss zu einem erheblichen Teil auch als prozedurales Wissen im Sinne von Können

betrachtet werden (Anderson, 1981; Baumert, Blum & Neubrand, 2004). Deklaratives fachdidaktisches Wissen beschreibt explizites, d.h. verbalisierbares, Begriffswissen (*Wissen, dass...*), deklarativ-kausales Begründungswissen (*Wissen, warum...*), sowie deklarativ-konditionales Bedingungswissen (*Wissen, wann und wozu...*; Kaufhold, 2006; Polanyi, 1958; Ryle, 1949; Schelten, 2004; vgl. auch Paris, Lipson & Wixson, 1983). Das deklarative Wissen besteht damit aus verbalisierbaren Begriffen, Regeln und Definitionen. Kenntnisse über vorunterrichtliche Schülervorstellungen zu einem bestimmten Unterrichtsinhalt sind ein Beispiel für deklaratives fachdidaktisches Wissen. Das prozedurale fachdidaktische Wissen umfasst Können (*Wissen, wie...*), welches in Form von überwiegend impliziten, d.h. nicht verbalisierbaren, und automatisierten Handlungsrouitinen vorliegt (Anderson, 1981; Polanyi, 1958; Ryle, 1949). Prozedurales Wissen ist ein aus (reflektierter) Erfahrung aufgebautes Repertoire von automatisierten Wahrnehmungs- und Handlungsrouitinen, welches sich im Sinne eines flüssigen Handeln-Könnens äußert (Bromme, 1992). Die Fähigkeit einen Schülerfehler zu bemerken und auf diesen spontan fachdidaktisch wirksam zu reagieren ist ein Beispiel für fachdidaktisches Können von Lehrkräften.

2.3 Die Reflexionsfähigkeit von Lehrkräften

In Anlehnung an Überlegungen der Expertiseforschung läuft Unterricht so lange reibungslos und zielführend ab, solange das notwendige Wissen und Können zur Bewältigung der Unterrichtsanforderungen aktiviert werden kann und die automatisierten Handlungsrouitinen der Lehrkraft die erwarteten Effekte zeigen. In Situation, in denen dies nicht der Fall ist, setzt eine bewusste Reflexion ein, welche es ermöglicht, dass unbekannte oder veränderte unterrichtliche Anforderungssituationen

lernbedeutsam werden (Gruber, Heid & Bauer, 2005; Gruber & Rehrl, 2005; Rambow & Bromme, 2000; Schön, 1983). Die Reflexionsfähigkeit wird aufgrund dieser bedeutsamen Funktion als zentraler Faktor für die Expertiseentwicklung und folglich als Kernbereich professioneller Kompetenz diskutiert (Gruber, Heid & Bauer, 2005; Gruber & Rehrl, 2005; Rambow & Bromme, 2000).

Das der Expertiseforschung zugrunde liegende Verständnis von Reflexion kann auf Arbeiten von Schön (1983) zurückgeführt werden (Rambow & Bromme, 2000). Schön (1983) differenziert zwei Formen der Reflexion: die Reflexion von Handlungsrouitinen und -Anforderungen in einem Moment des Innehaltens vor Ausführung der Handlung (*reflection-in-action*) sowie die Reflexion nach Ausübung einer Handlung (*reflection-on-action*). *Reflection-in-action* bietet Lehrkräften die Möglichkeit vor Ausübung einer Handlung verschiedene Handlungsoptionen „gedanklich durchzuspielen“. Das Resultat eines solchen spontanen Gedankenexperiments kann darin bestehen, dass der Bezugsrahmen verändert und eine Anforderungssituation neu wahrgenommen wird, was dann den Ausgangspunkt für weitere Handlungsschritte bildet (Rambow & Bromme, 2000; Schön, 1983). *Reflection-on-action* beschreibt die Reflexion über einer Handlung, in der Handlungsrouitinen und -Anforderungen unter explizitem Einbezug der deklarativen Wissensbestände einer nachträglichen kritischen Bewertung und Analyse unterzogen werden. Eine kritische Bewertung und Analyse ermöglicht die Überprüfung des nur begrenzt plan- und prognostizierbaren unterrichtlichen Handelns und bietet neben der Möglichkeit zur Korrektur möglicher negativer Auswirkungen der automatisierten Handlungsrouitinen auch erweiterte Perspektiven auf nicht erlernte Handlungs- und Wahrnehmungsschemata (Neuweg, 1999, 2000; Schön, 1983; Stern, 2009).

Die Handlungsrouitinen und -Anforderungen können allerdings nur soweit reflektiert

werden, wie sie unter Einbezug des deklarativen Wissens expliziert werden können (Schelten, 2005). Weinert (2001) betont daher, dass anspruchsvolle Reflexionsprozesse nicht ohne eine breite Basis deklarativen Wissens in der jeweiligen Handlungsdomäne erbracht werden können.

2.4 Empirische Evidenzen

Im Rahmen der nationalen Lehrerbildung liegen nur wenige generalisierbare Arbeiten zum Zusammenhang der Lehrerausbildung und des fachdidaktischen Wissens und Reflektierens von (angehenden) Lehrkräften vor. Die derzeit vorliegenden Studien betrachten vor allem den Zusammenhang der Lernzeit zum fachdidaktischen Wissen. Diesbezüglich konnte Riese (2009) für die Physiklehrausbildung zeigen, dass die Anzahl der absolvierten Semesterwochenstunden im Studienfach wie auch die Anzahl absolvierter Semesterwochenstunden in fachdidaktischen Veranstaltungen wirksame Prädiktoren für das fachdidaktische Wissen von Lehramtsstudierenden sind. Für bereits ausgebildete Mathematiklehrkräfte wurde im Rahmen der *COACTIV*-Studie sowie der *LMT*-Studie der Zusammenhang des fachdidaktischen Wissens zur Berufserfahrung (gemessen in Dienstjahren) untersucht. Es zeigte sich in beiden Studien kein Zusammenhang der Berufserfahrung zum deklarativen fachdidaktischen Wissen erfahrener Lehrkräfte (Hill et al., 2005; Krauss et al., 2008).

Hinsichtlich der Bedeutsamkeit der Reflexionsfähigkeit für die Entwicklung von Handlungskompetenz konnte Gruber (1999) im Rahmen der Expertiseforschung zeigen, dass gerade der reflexive Umgang mit Fehlern und die Indizierung von Fällen ihres Auftretens Erfahrungslernen ermöglicht und unterstützt. Gruber (1999) kommt daher zu dem Schluss, dass dem reflektierten Umgang des eigenen Handelns eine bedeutsame Voraussetzung für die Kompetenzentwicklung in Arbeitsprozessen zukommt.

3 Forschungsziele

Die Vermittlung fachdidaktischer Kenntnisse und Reflexionsfähigkeiten ist Ziel der Lehrerbildung (Oser & Oelkers, 2001; KMK; 2004; 2008). Über die Wirksamkeit der Lehrerbildung bezüglich der Vermittlung dieser Kompetenzen ist bislang nur wenig bekannt. So liegen der Fachdidaktik Biologie derzeit nur wenige belastbare Daten bezüglich eines Zusammenhanges von Ausbildungsfaktoren der fachdidaktischen Biologielehrerbildung und des fachdidaktischen Wissens und Reflektierens bei Biologielehrkräften vor. Belastbare Daten sind aber notwendige Voraussetzung für eine empirische Fundierung sowie für eine tragfähige Diskussion über mögliche Optimierungen der Biologielehrerbildung.

Erstes Forschungsziel

Da eine explizite Analyse fachdidaktischer Handlungs- und Anforderungssituationen nur auf Grundlage von deklarativem Wissen möglich ist (Schelten, 2005; Weinert, 2001), liegt dem ersten Forschungsziel die Hypothese zugrunde, dass das deklarative fachdidaktische Wissen mit einer expliziten Unterrichtsreflexion von Biologielehrkräften korreliert. Die zu prüfende Hypothese lautet:

H1: Deklaratives fachdidaktisches Wissen und explizite Unterrichtsreflexion korrelieren positiv miteinander.

Zweites Forschungsziel

In Anlehnung an Befunde zum Zusammenhang der Lehrerausbildung und dem fachdidaktischen Wissen von Mathematik- und Physiklehrkräften (siehe Abschnitt 2.4), soll das deklarative fachdidaktische Wissen im Rahmen der Biologielehrausbildung in einem Querschnittsdesign untersucht werden. Hierbei werden Zusammenhänge der Ausbildungsphase, der Anzahl absolvierter Semesterwochenstunden in fachdidak-

tischen Veranstaltungen sowie der Berufserfahrung (gemessen in Dienstjahren) zum deklarativen fachdidaktischen Wissen von angehenden und erfahrenen Biologielehrkräften geprüft. Die zu prüfenden Hypothesen lauten:

H2a: Im Verlauf der Ausbildungsphasen (Studium, Referendariat, Beruf) steigt der Umfang des deklarativen fachdidaktischen Wissens von Biologielehrkräften.

H2b: Das deklarative fachdidaktische Wissen von Biologielehramtsstudierenden korreliert positiv mit den absolvierten Semesterwochenstunden in fachdidaktischen Veranstaltungen im Studium.

H2c: Das deklarative fachdidaktische Wissen von erfahrenen Biologielehrkräften korreliert nicht mit der Berufserfahrung gemessen in Dienstjahren.

Drittes Forschungsziel

Bisher liegen kaum Erkenntnisse zum Zusammenhang der Lehrerausbildung zu Grundfertigkeiten der Unterrichtsreflexion von Biologielehrkräften vor. Diesem Defizit wird durch die Untersuchung von Zusammenhängen von Grundfertigkeiten der Unterrichtsreflexion zur Ausbildungsphase, den absolvierten Semesterwochenstunden in fachdidaktischen Universitätsveranstaltungen sowie der Berufserfahrung von Biologielehrkräften (gemessen in Dienstjahren) begegnet. Die aufgestellten Hypothesen lauten:

H3a: Im Verlauf der Ausbildungsphasen (Studium, Referendariat, Beruf) nehmen fachdidaktisch-reflexive Fertigkeiten von Biologielehrkräften zu.

H3b: Fachdidaktisch-reflexive Fertigkeiten von Biologielehramtsstudierenden korrelieren positiv mit den absolvierten

Semesterwochenstunden in fachdidaktischen Veranstaltungen im Studium.

H3c: Fachdidaktisch-reflexive Fertigkeiten von erfahrenen Biologielehrkräften korrelieren mit der Berufserfahrung gemessen in Dienstjahren.

4 Design und Methode

Im Rahmen einer Querschnittsstudie wurden ein Instrument zur Erfassung des deklarativen fachdidaktischen Wissens von Biologielehrkräften (Schmelzing, 2010) und ein Instrument zur Erfassung reflexiver Fertigkeiten von Biologielehrkräften (Schmelzing, 2010) gemeinsam an angehenden sowie erfahrenen Biologielehrkräften eingesetzt. Die über eine Fragebogenstudie erhobenen Daten erlauben die Überprüfung der aufgestellten Hypothesen mittels Korrelations-, Regressions- und Varianzanalysen. Da es sich um eine Studie im Querschnittsdesign handelt, können die Ergebnisse der Studie lediglich eine Momentaufnahme der Biologielehrerbildung, nicht aber eine Entwicklung der untersuchten Kompetenzen bei Biologielehrkräften abbilden.

4.1 Stichprobe und Durchführung

Die Stichprobe ($N=93$) setzte sich aus erfahrenen Biologielehrkräften ($n=49$; 73% weiblich) mit einer mittleren Berufserfahrung von 12 Jahren ($SD=10$) und Referendaren ($n=22$; 68% weiblich) aller Schulformen des Landes Nordrhein-Westfalen sowie Biologielehramtsstudenten im Hauptstudium einer Universität in Nordrhein-Westfalen ($n=22$) zusammen. Für die Gruppe der Lehramtsstudierenden liegen zusätzliche Informationen zum Umfang absolvierter Semesterwochenstunden in fachdidaktischen Veranstaltungen vor ($M=4.5$; $SD=2.9$). Detaillierte Kennwerte zu den drei Teilstichproben finden sich in Tabelle 1.

Tab. 1: Detaillierte Stichprobenbeschreibung

	Studierende	Referendare	Lehrkräfte
Stichprobengröße	$n =$ 22	$n =$ 22	$n =$ 49
Geschlecht	Männlich: 1	Männlich: 7	Männlich: 13
	Weiblich: 3	Weiblich: 15	Weiblich: 36
	Ohne Angabe: 18	Ohne Angabe: 0	Ohne Angabe: 0
Lehramtszugang	Sek. I: 3	Sek. I: 3	Sek. I: 6
	Sek. II: 4	Sek. II: 1	Sek. II: 6
	Sek. I / II: 4	Sek. I / II: 17	Sek. I / II: 33
	Ohne Angabe: 9	Ohne Angabe: 1	Ohne Angabe: 4
Schulform		Gymnasium: 16	Gymnasium: 29
		Realschule: 2	Realschule: 8
		Hauptschule: 2	Hauptschule: 4
		Gesamtschule: 2	Gesamtschule: 8
		Ohne Angabe: 0	Ohne Angabe: 0

4.2 Eingesetzte Instrumente

Es wurden zwei Instrumente eingesetzt: ein Instrument zur Erfassung des deklarativen fachdidaktischen Wissens von Biologielehrkräften (Schmelzing, 2010) und ein Instrument zur Erfassung von reflexiven Fertigkeiten von Biologielehrkräften (Schmelzing, 2010). Beide Instrumente fokussieren auf den Inhaltsbereich „Blut und Blutkreislaufsystem des Menschen“.


Die Skala zur Erfassung des deklarativen fachdidaktischen Wissens von Biologielehrkräften umfasst 15 Items, welche in einem offenen Antwortformat vorliegen. Die Items lassen sich in Anlehnung an Shulman (1986) den zwei fachdidaktischen Facetten (I) *Schüler & Schülerkognitionen* und (II) *Illustrationen, Repräsentationen und fachspezifische Instruktionsstrategien* zuordnen. Das Instrument wird als Powertest eingesetzt, es existiert daher kein Punktelimit. Das Instrument zum deklarativen fachdidaktischen Wissen erwies sich in der vorliegenden Studie als reliabel ($\alpha = .85$; Tabelle 3). Für eine objektive Testauswertung wurde ein auf Inter-Rater-Reliabilität geprüftes Auswertungsmanual genutzt. Die Inter-Rater-Reliabilität des Aus-

wertungsmanuals wurde über die Berechnung der Beurteilerübereinstimmung mittels unjustierter Intra-Klassen-Korrelation (ICC) für zwei Beurteiler auf Basis von 20 Testheften berechnet. Es zeigte sich eine hervorragende Beurteilerübereinstimmung für die Subskala *Schüler & Schülerkognitionen* ($ICC_{unjust} = .93$; $F(99,99) = 13.8$; $p < .001$), und die Subskala *Illustrationen, Repräsentationen & fachspezifische Instruktionsstrategien* ($ICC_{unjust} = .96$; $F(259,259) = 25.56$; $p < .001$).

Das videogestützte Instrument zur Erfassung von Reflexionsfähigkeiten von Biologielehrkräften enthält eine DVD mit fünf fiktionalen Videovignetten zu domänenspezifischen Lehr-/Lernsituationen im Biologieunterricht sowie einen begleitenden Papier- und Bleistifttest (Schmelzing, 2010; Abbildung 1).

Das Instrument umfasst drei Skalen zur Erfassung von Fertigkeiten der Reflexion domänenspezifischer Lehr-/Lernsituationen im Biologieunterricht: Skala (I) *Fokus* erfasst die Anzahl der Aufmerksamkeitsfokusse bei der schriftlichen Beschreibung der Videovignetten in einem intervallskalierten Messniveau. Die Skala erfasst damit Facetten einer explizierbaren Unterrichtswahrnehmung. Bewertet wird die Anzahl verschiedener Aufmerk-

Tab. 2: Skalen, Itembeispiele, Mittelwert (M), Standardabweichung (SD), Items pro Skala (n) sowie innere Konsistenz (α) und Beurteilerübereinstimmung (ICC) zur Erfassung des deklarativen fachdidaktischen Wissens von Biologielehrkräften ($N=93$).

Skala	Itembeispiel	M	SD	n	α	ICC
Skala Schüler & Schülerkognitionen	Venen, welche sauerstoffarmes Blut zum Herzen zurückführen, scheinen bläulich durch die Haut. Wie könnte(n) die Erklärung(en) eines Schülers aus der Jahrgangsstufe 5 bis 6 vor Beginn der Unterrichtsreihe „Blut & menschliches Blutkreislaufsystem“ zu diesem Phänomen aussehen? Nennen Sie bitte möglichst viele fachlich falsche Schülererklärungen.	2,34	,90	5	.75	.93
Skala Illustrationen, Repräsentationen & fachspezifische Instruktionsstrategien	Ein Referendar möchte untenstehende Abbildung im Biologieunterricht der Jahrgangsstufe 9 zur Veranschaulichung der Sauerstoffsättigung des Blutes im menschlichen Blutkreislaufsystem verwenden und bittet Sie um fachdidaktischen Rat. Bisher hat der Referendar erfolgreich die Zusammensetzung des Blutes, den Aufbau der Gefäße und des Herzens unterrichtet. 	2,70	,84	10	.80	.96
Gesamt		5,05	1,53	15	.85	.92

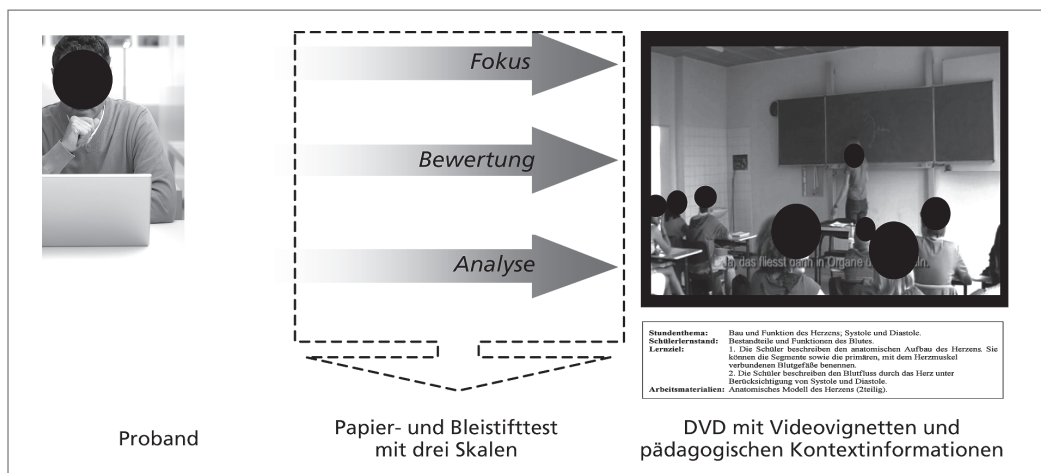


Abb. 1: Konzeption des Instruments zur Erfassung von Fertigkeiten der Reflexion von domänenspezifischen Lehr-/Lehrsituationen im Biologieunterricht.

samkeitsfokuse in der Beschreibung der Videovignetten (z. B. Medien, Methoden, Unterrichtsphase, Lerngruppe, Sozialform, etc.). Maximal acht Punkte (Aufmerksamkeitsfokuse) konnten hierbei erreicht werden. Die Skala erwies sich in der vorliegenden Studie als ausreichend reliabel ($\alpha = .70$). Die objektive Auswertung der Items auf Grundlage eines Kodiermanuals von zwei Beurteilern auf Basis von 20 Testheften zeigte eine ausreichend hohe Beurteilerübereinstimmung ($ICC_{unjust} = .75$; $F(99,99) = 4.10$; $p < .001$).

Skala (II) *Bewertung* erfasst die Beurteilung der über Videovignetten präsentierten domänenspezifischen Lehr-/Lernsituationen in einem zweistufigen und kategorialen Urteil. Da die Videovignetten fachdidaktische Problemlagen illustrieren und diese mit zunehmender Expertise erkannt werden sollten, steht eine kritische Bewertung für eine hohe fachdidaktische Expertise. Die maximale zu erreichende Punktzahl liegt bei 1 (=100% der fachdidaktischen Problemlagen wurden als kritisch bewertet).

Das geschlossene Antwortformat erforderte keine Explikation der Bewertungsprozesse und sicherte eine hohe Auswertungsobjektivität der Items ($K > .99$).

Skala (III) *Analyse* erfasst das deklarative fachdidaktische Wissen, welches für eine explizite Analyse der Videovignetten herangezogen wird in einem intervallskalierten Messniveau. Über eine strukturierte Inhaltsanalyse der schriftlich fixierten Probandenreflexionen wird ein expliziter und diskursiver Gebrauch fachdidaktisch-pädagogischer Konzepte und Theorien bewertet. Die Probanden wurden gebeten ihre Bewertung der Videovignetten (siehe *Skala (II) Bewertung*) durch maximal drei Statements unter explizitem Theoriebezug zu begründen. Bei dreimaligem explizitem Theoriebezug konnten somit maximal drei Punkte erreicht werden. Die Skala (III) *Analyse* zeigte eine ausreichende Reliabilität ($\alpha = .73$) und eine gerade eben ausreichende Beurteilerübereinstimmung *Analyse* ($ICC_{unjust} = .63$; $F(98,98) = 3.58$; $p < .001$).

Tab. 3: Testskalen, Itembeispiele, Mittelwert (*M*), Standardabweichung (*SD*), Maximalpunktzahl (*Max*) sowie innere Konsistenz (α) und Beurteilerübereinstimmung (*ICC* und *K*) der Skalen zur Erfassung reflexiver Komponenten des fachdidaktischen Wissens von Biologielehrkräften ($N = 93$).

Testskalen	Itembeispiele	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Max</i>	α	<i>ICC</i>	<i>K</i>
Fokus	Beobachten Sie bitte die Videosequenz und beschreiben Sie diese im Anschluss. Geben Sie dabei bitte keine Bewertung der Unterrichtsszene ab.	3,55	,71	8	.70	.75	–
Bewertung	Die im Film gezeigte Referendarin lässt ein Experiment durchführen. Bewerten Sie bitte die Einbettung in den Unterricht sowie die Durchführung des Experimentes. O bewerte ich als überwiegend gelungen O bewerte ich als überwiegend problematisch	,77 ⁺	,24 ⁺	1	*	*	.99
Analyse	Begründen Sie bitte mit drei stichwortartigen Aussagen Ihre unter Punkt 2 getroffene Wertung. Fundieren Sie Ihre Aussagen durch das Benennen passender fachdidaktischer/ pädagogischer Theorien, Methoden und Konzepte (Bitte unterstreichen!). 1. 2. 3.	1,57	,68	3	.73	.63	–

* = Kategoriale Skala

+ = Relative Häufigkeit der Kategorie „bewerte ich als überwiegend problematisch“.

Tab. 4: Regressionen des deklarativen fachdidaktischen Wissens auf explizite Reflexionsfähigkeiten bei erfahrenen Biologielehrkräften ($N=49$)

Regression	<i>B</i>	<i>SE B</i>	β	R^2
FDW auf FOK	.140	.062	.314*	.08
FDW auf ANA	.199	.059	.445***	.18

FDW = Deklaratives fachdidaktisches Wissen; FOK = Fokus; ANA = Analyse;

* $p = .05$; ** $p \leq .01$; *** $p \leq .001$

Tabelle 3 umfasst die psychometrischen Kennwerte der drei Testskalen im Überblick.

4.3 Methoden der Auswertung

Die gewonnenen Daten erlauben die Prüfung der Hypothesen über Regressions- und Varianzanalysen. Zur Prüfung gültiger Voraussetzungen zur Anwendung der statistischen Verfahren wurden die Punktwerte in den einzelnen Testskalen für die drei Teilstichproben auf Normalverteilung überprüft. Der *Kolmogorov-Smirnov Test* bestätigte eine Normalverteilung aller Variablen für alle Teilstichproben. Darüber hinaus bestätigte *Box's Test* die Homogenität von Kovarianzen in den einzelnen Teilstichproben.

5 Ergebnisse

5.1 Prüfung von Hypothese 1

H1: Deklaratives fachdidaktisches Wissen und explizite Unterrichtsreflexion korrelieren positiv miteinander.

Zur Prüfung der Hypothese wurden lineare Korrelationen und Regressionen des deklarativen fachdidaktischen Wissens auf explizierbare reflexive Fertigkeiten (Testskalen (I) *Fokus* und (III) *Analyse*) bei erfahrenen Biologielehrkräften berechnet (Tabelle 4). Testskala (II) *Bewertung* wurde aufgrund

des geschlossenen Antwortformates (keine Explikation der Bewertungsprozesse notwendig) nicht berücksichtigt.

Für Testskala (I) *Fokus* zeigte sich eine signifikante und positive Korrelation zum deklarativen fachdidaktischen Wissen ($r = .314$, $N = 49$, $p = .03$). Eine Regressionsanalyse des deklarativen fachdidaktischen Wissens auf die Testskala (I) *Fokus* ergab ein schwaches Bestimmtheitsmaß von $R^2 = .08$. Testskala (III) *Analyse* zeigte eine positive Korrelation zum deklarativen fachdidaktischen Wissen ($r = .445$, $N = 49$, $p = .001$). Eine Regressionsanalyse des deklarativen fachdidaktischen Wissens auf die Skala (III) *Analyse* ergab ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = .18$. Ein Zusammenhang des deklarativen fachdidaktischen Wissens zu expliziten Reflexionsfähigkeiten kann damit für beide Testskalen signifikant bestätigt werden. Die erste Hypothese gilt damit als verifiziert.

5.2 Prüfung von Hypothese 2a

H2a: Im Verlauf der Ausbildungsphasen (Studium, Referendariat, Beruf) steigt der Umfang des deklarativen fachdidaktischen Wissens von Biologielehrkräften.

Zur Prüfung der Hypothese wurden die in den einzelnen Ausbildungsphasen der Biologielehrerausbildung erzielten mittleren Testleistungen zum deklarativen fachdidaktischen Wissen miteinander verglichen. Es

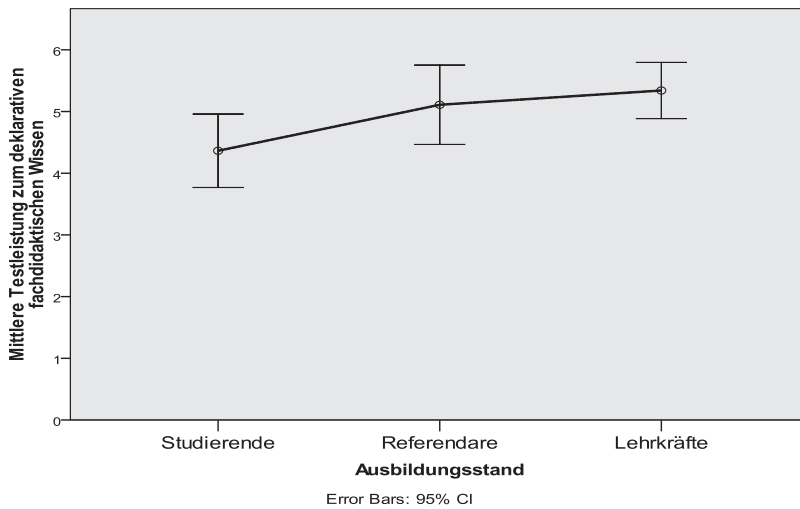


Abb. 2: Mittlere Testleistung mit Fehlerbalken und Trendlinie zum deklarativen fachdidaktischen Wissen bei Lehramtsstudierenden ($N=22$; $M=4,38$; $SD=1,37$), Referendaren ($N=22$; $M=5,10$; $SD=1,45$) und Lehrkräften ($N=49$; $M=5,34$; $SD=1,58$). Als Powertest existiert keine vorab festgelegte Maximalpunktzahl (y-Achse).

zeigte sich eine mittlere² Zunahme der Testleistung zum deklarativen fachdidaktischen Wissen von der universitären Ausbildung über das Referendariat bis zur Berufspraxis ($d=0.65$; Abbildung 2).

Zur Prüfung der Signifikanz der beobachteten Mittelwertsunterschiede und der Effektstärke der Biologielehrerbildung auf das deklarative fachdidaktische Wissen wurde eine Varianzanalyse für das deklarative fachdidaktische Wissen (AV) und die Ausbildungsphasen von Biologielehrkräften (Faktor) berechnet. Die Ausbildungsphasen zeigten einen mittleren Effekt³ auf das deklarative fachdidaktische Wissen ($F(2,92)=2.99$; $p=.055$; $part. \eta^2=.063$). Dabei liegt die Irrtumswahrscheinlichkeit (p) allerdings bei 5,5% und damit knapp über dem vorab festgelegten Signifikanzniveau von 5%.

Post-hoc Analysen für ungleichgroße Stichproben (*Hochberg's GT2*) zeigten einen signifikanten Unterschied im Umfang des

deklarativen fachdidaktischen Wissens zwischen Lehramtsstudierenden im Hauptstudium und ausgebildeten Biologielehrkräften ($p=.049$; $d=.65$; Abbildung 2). Ein signifikanter Anstieg des fachdidaktischen Wissens von Lehramtsstudierenden zu erfahrenen Biologielehrkräften konnte damit bestätigt werden. Die Hypothese ist verifiziert.

5.3 Prüfung von Hypothese 2b

H2b: Das deklarative fachdidaktische Wissen von Biologielehramtsstudierenden korreliert positiv mit den absolvierten Semesterwochenstunden in fachdidaktischen Veranstaltungen im Studium.

Zur Prüfung der Hypothese wurde eine Korrelation für die Testleistung zum deklarativen fachdidaktischen Wissen und der Anzahl absolvierter Semesterwochenstunden

2 Nach Cohen (1988) indiziert $d=0.2$ einen kleinen Effekt, $d=0.5$ einen mittleren und $d=0.8$ einen starken Effekt.

3 Nach Cohen (1988) indiziert $part. \eta^2=.01$ einen kleinen, $part. \eta^2=.06$ einen mittleren und $part. \eta^2>.14$ einen großen Effekt.

Tab. 5: Mittlere Testleistung (M) mit Standardabweichung (SD) von Studierenden, Referendaren und erfahrenen Biologielehrkräften in den Testskalen zur Erfassung von Reflexionsfähigkeiten

Testskala	Studierende		Referendare		Lehrkräfte	
	M	SD	M	SD	M	SD
(I) Fokus	3,35	,63	4,00	,61	3,43	,70
(II) Bewertung	,57	,28	,77	,23	,85	,17
(III) Analyse	1,24	,53	1,93	,59	1,55	,71

den in fachdidaktischen Universitätsveranstaltungen bei Lehramtsstudierenden berechnet. Es zeigte sich eine positive, aber nicht signifikante Korrelation beider Variablen ($r = .333$, $N = 20$, $p = .151$). Die Hypothese kann damit nicht allgemeingültig geprüft werden.

5.4 Prüfung von Hypothese 2c

H2c: Das deklarative fachdidaktische Wissen von erfahrenen Biologielehrkräften korreliert nicht mit der Berufserfahrung gemessen in Dienstjahren.

Zur Prüfung der Hypothese wurde eine Korrelation zwischen dem deklarativen fachdidaktischen Wissen und der Berufserfahrung (gemessen in Dienstjahren) bei erfahrenen Biologielehrkräften berechnet. Es zeigte sich keine signifikante Korrelation ($r = .079$, $N = 49$, $p = .461$). Die Hypothese kann aufgrund der hohen Irrtumswahrscheinlichkeit nicht allgemeingültig geprüft werden.

5.5 Prüfung von Hypothese 3a

H3a: Im Verlauf der Ausbildungsphasen (Studium, Referendariat, Beruf) nehmen fachdidaktisch-reflexive Fertigkeiten von Biologielehrkräften zu.

Zur Prüfung der Hypothese 3a wurden die in den einzelnen Ausbildungsphasen der

Biologielehrausbildung erzielten Testleistungen in den Testskalen zur Erfassung der Reflexionsfähigkeiten miteinander verglichen (Tabelle 5).

Hinsichtlich der Testskala (I) Fokus zeigte sich eine starke Zunahme der Testleistung von Lehramtsstudierenden zu Referendaren ($d = 1.03$) gefolgt von einer starken Abnahme der Testleistung bei erfahrenen Lehrkräften ($d = -0.88$). Hinsichtlich der Testskala (II) Bewertung zeigte sich eine zunehmend kritischere Einschätzung (zunehmende Expertise) der Videovignetten im Verlauf der Biologielehrausbildung ($d = 1.20$). Hinsichtlich der Testskala (III) Analyse stieg die Testleistung von Lehramtsstudierenden zu Referendaren stark an ($d = 1.23$), nahm bei den erfahrenen Lehrkräften im Vergleich zu Referendaren allerdings wieder ab ($d = -0.88$). Zur Prüfung der Signifikanz der Gruppenunterschiede sowie der Effektstärke der Biologielehrerbildung auf die Leistung in den Testskalen wurde eine multivariate Varianzanalyse mit den Testleistungen in den Skalen zu den fachdidaktischen Reflexionsfertigkeiten (AVs) und den Ausbildungsphasen (Faktor) berechnet. Die Ausbildungsphasen zeigten einen mittleren und signifikanten Effekt auf die Leistung in der Testskala (I) Fokus ($F(2,92) = 6.83$; $p = .002$; part. $\eta^2 = .13$), einen großen und signifikanten Effekt auf die Leistung in der Testskala (II) Bewertung ($F(2,92) = 13.4$; $p < .001$; part. $\eta^2 = .23$) sowie einen mittleren und signifikanten Effekt auf die Leistung in der Testskala (III) Analyse ($F(2,92) = 6.23$; $p = .003$; part. $\eta^2 = .12$).

Post-hoc Analysen für ungleichgroße Stichproben (*Hochberg's GT2*) zeigten einen signifikanten Unterschied in der Leistung zur Testskala (*I*) *Fokus* zwischen Referendaren und Lehramtsstudierenden ($p=.001$; $d=1.03$) sowie zwischen Referendaren und Lehrkräften ($p=.001$; $d=-0.88$; Abbildung 3). Post-hoc Analysen (*Hochberg's GT2*) zeigten zudem einen signifikanten Unter-

schied in der Skala (*II*) *Bewertung* zwischen Lehramtsstudierenden und Referendaren ($p=.007$; $d=0.81$) sowie zwischen Lehramtsstudierenden und erfahrenen Biologielehrkräften ($p<.001$; $d=1.2$). Über die Ausbildungsphasen hinweg zeigte sich damit eine signifikant zunehmend kritischere Einschätzung der Videovignetten (zunehmende Expertise).

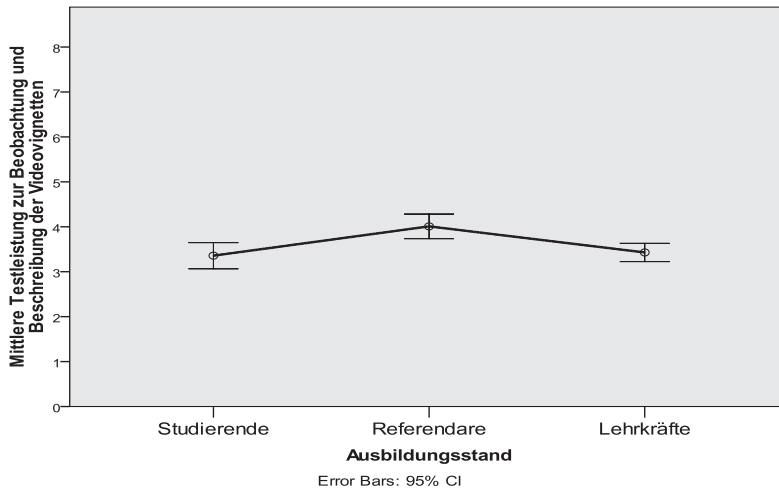


Abb. 3: Mittlerer Testleistung mit Fehlerbalken und Trendlinie zur Testskala (*I*) *Fokus* in unterschiedlichen Phasen der Biologielehrerausbildung. Die Maximalpunktzahl beträgt acht Testpunkte.

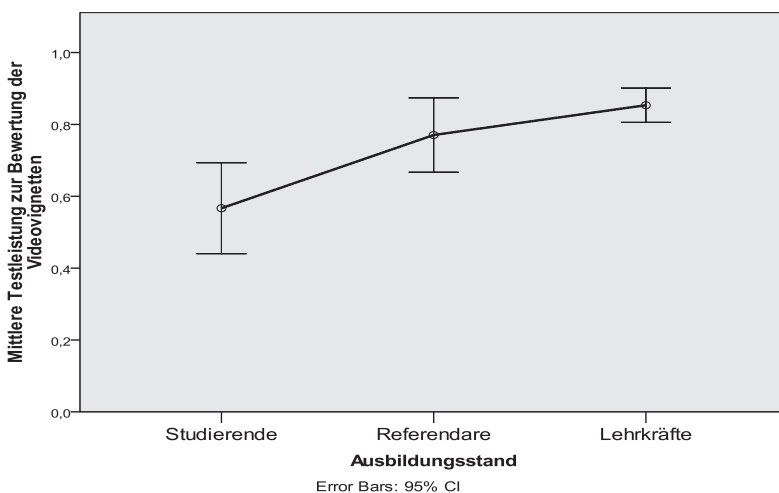


Abb. 4: Mittlerer Testleistung mit Fehlerbalken und Trendlinie zur Testskala (*II*) *Bewertung* in unterschiedlichen Phasen der Biologielehrerausbildung (höhere Werte stehen für zunehmende Expertise). Die Maximalpunktzahl liegt bei 1.

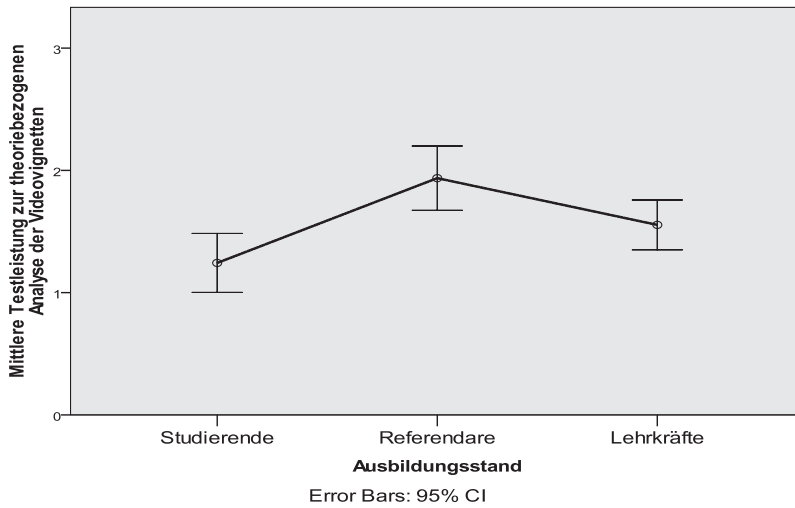


Abb. 5: Mittlerer Testleistung mit Fehlerbalken und Trendlinie zur Testskala (III) *Analyse* in unterschiedlichen Phasen der Biologielehrerausbildung. Die Maximalpunktzahl liegt bei 3.

Zudem zeigte sich ein signifikanter Leistungsunterschied in der Testskala (III) *Analyse* zwischen Lehramtsstudierenden und Referendaren ($p = .002$, $d = 1.23$; Abbildung 5).

Da die Hypothese für alle drei Testskalen eine Leistungszunahme über alle Ausbildungsphasen postuliert, wird die Hypothese vorerst falsifiziert, wenngleich signifikante Leistungsunterschiede zwischen einzelnen Ausbildungsphasen für einzelne Testskalen gefunden wurden.

5.6 Prüfung von Hypothese 3b

H3b: Fachdidaktisch-reflexive Fertigkeiten von Biologielehramtsstudierenden korrelieren positiv mit den absolvierten Semesterwochenstunden in fachdidaktischen Veranstaltungen im Studium.

Zur Prüfung der Hypothese wurden Korrelationen für die Testleistung in den drei Testskalen (I) *Fokus*, (II) *Bewertung* und (III) *Analyse* zur Anzahl absolvierter Semesterwochenstunden in fachdidaktischen Veranstaltungen bei Biologielehramtsstu-

dierenden berechnet (Tabelle 6). Es zeigten sich tendenziell positive, aber ausschließlich nichtsignifikante Korrelationen. Die Hypothese kann daher nicht allgemeingültig beantwortet werden.

5.7 Prüfung von Hypothese 3c

H3c: Fachdidaktisch-reflexive Fertigkeiten von erfahrenen Biologielehrkräften korrelieren mit der Berufserfahrung gemessen in Dienstjahren.

Zur Prüfung der Hypothese wurden Korrelationen für die Testleistungen in den drei Testskalen (I) *Fokus*, (II) *Bewertung* und (III) *Analyse* und der Berufserfahrung (gemessen in Dienstjahren) bei ausgebildeten Biologielehrkräften berechnet (Tabelle 7). Es zeigten sich keine signifikanten Korrelationen der Berufserfahrung zur Skala (I) *Fokus* oder zur Skala (III) *Analyse*, wohl aber eine signifikante und positive Korrelation der Berufserfahrung zur Skala (II) *Bewertung*. Die Hypothese ist aufgrund der Signifikanzniveaus allein für die Skala (II) *Bewertung* und damit eingeschränkt zu verifizieren.

Tab. 6: Korrelationen zwischen dem Umfang absolvierter fachdidaktischer Veranstaltungen im Studium (SWS) und den Reflexionsfähigkeiten bei Lehramtsstudierenden ($N=19$)

Testskala	SWS
(I) Fokus	.204 n.s.
(II) Bewertung	.063 n.s.
(III) Analyse	.357 n.s.

Tab. 7: Korrelationen der Berufserfahrung (Dienstjahre) zu Reflexionsfähigkeiten bei erfahrenen Biologielehrkräften ($N=42$)

Testskala	Berufserfahrung
(I) Fokus	-.109 n.s.
(II) Bewertung	.258*
(III) Analyse	.108 n.s.

* $p = .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

6 Einschränkungen der Studie und Diskussion der Ergebnisse

Bei der Interpretation der Ergebnisse bleiben Einschränkungen der Aussagekraft sowie mögliche Fehlerquellen der Studie zu beachten. So erlaubt das Querschnittsdesign der Studie keine Kausalaussagen sowie keine Aussagen zu längsschnittlichen Entwicklungsverläufen der untersuchten Kompetenzaspekte. Kritisch zu diskutieren ist auch die Repräsentativität der Stichprobe. Eine landesweite Randomisierung der Teilstichprobe von Lehramtsstudierenden über mehrere Universitätsstandorte war nicht gegeben. Darüber hinaus entstammte die Teilstichprobe der Lehramtsstudierenden ausschließlich dem Hauptstudium. Zudem können unterschiedliche Ausgangsvoraussetzungen und Ausbildungssysteme in Hinblick auf vergangene Reformen der Lehrerbildung den Vergleich der untersuchten Teilstichproben verzerren.

Zu berücksichtigen sind auch mögliche Messfehler bei der Erfassung der Testleistungen sowie Schwächen der eingesetzten Erhebungsinstrumente. Die erhobenen Testleistungen können durch unkontrollierte persönliche Voraussetzungen der Lehrkräfte

(z. B. kognitive Fähigkeiten) beeinflusst worden sein. Insbesondere in Hinblick auf das deklarative fachdidaktische Wissen stellt sich die Frage nach dem Einfluss des biologischen Fachwissens der Probanden. Zudem zeigten sich Schwächen der eingesetzten Instrumente hinsichtlich der Auswertungsobjektivität in Testskala (III) Analyse. Die evaluierte Intraklassenkorrelation (ICC) war hier sehr gering und lag nur knapp über dem empfohlenen Schwellenwert von .60 (Glick, 1985). In wie weit von dem Inhaltsbereich „Blut und Blutkreislaufsystem des Menschen“ auf das themenübergreifende fachdidaktische Wissen von Lehrkräften rückgeschlossen werden kann, bleibt ebenfalls ungeklärt.

Vor dem Hintergrund der genannten Einschränkungen und möglichen Fehlerquellen bestätigt die durchgeführte Studie einen Zusammenhang des deklarativen fachdidaktischen Wissens und der Explikation von Reflexionsfähigkeiten. Die gefundenen Korrelationen können dahingehend interpretiert werden, dass deklarative fachdidaktische Kenntnisse vorhanden sein müssen, um unterrichtliche Anforderungssituationen beschreiben sowie explizit und theoriebasiert analysieren zu können (vgl. Schelten, 2005; Weinert, 2001).

Ein Vergleich der Ausbildungsphasen bestätigte einen signifikanten Unterschied im deklarativen fachdidaktischen Wissen zwischen Lehramtsstudierenden und erfahrenen Biologielehrkräften. In der Annahme, dass die Zunahme der mittleren Testleistung über die Ausbildungsphasen ein Maß für Effektivität ist, finden sich Hinweise auf positive Effekte der Lehrerbildung bezüglich der Vermittlung deklarativer fachdidaktischer Kenntnisse. Vermutete Zusammenhänge der Anzahl absolvierter fachdidaktischer Veranstaltungen im Studium sowie der Berufserfahrung zum deklarativen fachdidaktischen Wissen konnten im Rahmen der vorliegenden Studie wegen zu hoher Irrtumswahrscheinlichkeiten nicht beantwortet werden.

Hinsichtlich der Reflexionsfähigkeiten zeigte die Biologielehrerbildung signifikante und mittlere bis große Effekte. Ein Vergleich der Ausbildungsphasen zeigte einen erwarteten Anstieg der mittleren Testleistungen in allen drei Skalen zur Reflexionsfähigkeit von Studierenden zu Referendaren. Erfahrene Lehrkräfte zeigten in der Skala (I) *Fokus* eine geringere Testleistung als Referendare, was in Übereinstimmung mit der Expertiseforschung durch eine von globalen Wissensschemata und übergreifenden Konzepten geprägten Wahrnehmung von Unterrichtssituationen bei Experten erklärt werden kann (Bromme, 1987). Erfahrene Biologielehrkräfte stützen ihre Wahrnehmung weniger auf die Summe einzelner Aufmerksamkeitsfokusse und erzielen bei dem eingesetzten Instrument folglich eine geringere Testleistung als Referendare. In Skala (III) *Analyse* zeigten erfahrene Lehrkräfte ebenfalls eine geringere Leistung als Referendare. In der Expertiseforschung ist belegt, dass ein expliziter Gebrauch deklarativen Begriffswissens mit zunehmender Expertise bei diagnostischen Routineaufgaben in den Hintergrund tritt (Gruber, 2007). Die geringere Leistung in Testskala (III) *Analyse* ist daher als Verlust der Explikationsfähigkeit automatisierter Bewertungs- und Analyseprozesse bei erfahrenen Lehrkräften zu interpretieren (vgl. Neuweg, 2007c). Damit ist die geringe Leistung der erfahrenen Lehrkräfte in

der Skala (III) *Analyse* auf die Erhebungsmethodik des eingesetzten Instrumentes zurück zu führen, welches lediglich explizite Anteile der Unterrichtsanalyse valide abbilden kann. Ein Vergleich der Leistungen zur Testskala (II) *Bewertung* indiziert, dass erfahrene Lehrkräfte signifikant häufiger als angehende Lehrkräfte in der Lage sind fachdidaktische Problemlagen zu erkennen und diese kritisch zu bewerten. In Anlehnung an Überlegungen zu einer abnehmenden Explikationsfähigkeit bei zunehmender Automatisierung der Fähigkeiten von Experten (vgl. Neuweg, 2007c), lässt sich die hohe Testleistung zur Skala (II) *Bewertung* bei erfahrenen Lehrkräften durch den geringeren Grad der eingeforderten Explikation im geschlossenen Antwortformat des Erhebungsinstrumentes erklären.

In Übereinstimmung mit Befunden der Expertiseforschung liefern die Ergebnisse Hinweise darauf, dass mit Eintritt in die Berufspraxis und zunehmender Berufserfahrung implizite und automatisierte (Reflexions-)Fertigkeiten zunehmen, wohingegen die Explikationsfähigkeit bei der Beschreibung und theoriegeleiteten Analyse von Unterricht bei expertenhaften Lehrkräften abnimmt. Damit stützen die Befunde der vorliegenden Studie die These vom „Schweigen der Könner“ (Neuweg, 2007c), welche postuliert, dass erfahrene Lehrkräfte Schwierigkeiten haben ihre automatisierten Fähigkeiten zu explizieren (zumindest in den der *Skala I* und *Skala III* zugrunde liegenden Kategorien). Die These wird zusätzlich gestützt durch Ergebnisse die zeigen, dass die Berufserfahrung eine signifikant positive Korrelation zur kritischen Bewertung der Videovignetten bei erfahrenen Biologielehrkräften aufweist, jedoch nicht im Zusammenhang zur expliziten Unterrichtswahrnehmung und -Analyse steht. Die Befunde der vorliegenden Studie stimmen daher mit Überlegungen und bisherigen Ergebnissen der Expertiseforschung gut überein.

Hinsichtlich der eingesetzten Instrumente implizieren die Ergebnisse, dass die im Videoinstrument gemessene Testleistung vom Grad der Explikation von Reflexionsfähigkeiten abhängig ist, zu der expertenhafte Lehrkräfte

häufig nicht (mehr) in der Lage sind. Es lässt sich daher zweifeln, in wie weit sich die Testskalen (I) Fokus und (III) Analyse eignen, um fachdidaktische Reflexionsfähigkeiten über das Referendariat hinaus valide abzubilden. In Betrachtung der Einschränkungen und Ergebnisse der Studie ergibt sich weiterer Forschungsbedarf hinsichtlich einer validen Diagnostik von impliziten und prozeduralen Komponenten des fachdidaktischen Wissens und Reflektierens. Zudem bleibt die noch ungeklärte Frage nach der Generalisierbarkeit und Übertragbarkeit der Befunde auf weitere Fachinhalte sowie der längsschnittlichen Entwicklung des fachdidaktischen Wissens und Reflektierens im Rahmen der Biologielehrer-ausbildung.

Wir danken der DFG für die Unterstützung der Studie im Rahmen des Graduiertenkollegs 902.

Literatur

- Anderson, J. R. (1981). *Cognitive Skills and Their Acquisition*. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum.
- Baumert, J., Blum, W. & Neubrand, M. (2004). Drawing the lessons from PISA 2000 - Long-term research implications: Gaining a better understanding of the relationship between system inputs and learning outcomes by assessing instructional and learning processes as mediating factors. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 7, Beiheft 3, 143-158.
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A. et al. (2009). Teachers' Mathematical Knowledge, Cognitive Activation in the Classroom, and Student Progress. *American Educational Research Journal*, doi:10.3102/0002831209345157, 1-48.
- Baumert, J. & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9, 469-520.
- Besser, M. & Krauss, S. (2009). Zur Professionalität als Expertise. In O. Zlatkin-Troitschanskaia, K. Beck, D. Sembill, R. Nickolaus, & R. Mulder (Hrsg.), *Lehrprofessionalität - Bedingungen, Genese, Wirkungen und ihre Messung* (S. 71-82). Weinheim/Basel: Beltz.
- Bromme, R. (1987). Der Lehrer als Experte – Entwurf eines Forschungsansatzes. In H. Neber (Hrsg.), *Angewandte Problemlösepsychologie*, 127-151. Münster: Aschendorf.
- Bromme, R. (1992). *Der Lehrer als Experte*. Bern: Huber.
- Bromme, R. (1995). Was ist 'pedagogical content knowledge'? Kritische Anmerkungen zu einem fruchtbaren Forschungsprogramm.. *Zeitschrift für Pädagogik, Beiheft 33*, 105-115.
- Bromme, R. (1997). Kompetenzen, Funktionen und unterrichtliches Handeln des Lehrers. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Psychologie des Unterrichts und der Schule. Enzyklopädie der Psychologie. Themenbereich D. Serie I. Pädagogische Psychologie, Band 3* (S. 177-212). Göttingen: Hogrefe.
- Brunner, M., Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Neubrand, M., Dubberke, T. et al. (2006). Welche Zusammenhänge bestehen zwischen dem fachspezifischen Professionswissen von Mathematiklehrkräften und ihrer Ausbildung sowie beruflichen Fortbildung? *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9, 521-544.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioural sciences*. New York: Erlbaum.
- Dewe, B., Ferchhoff, W. & Radtke, F.-O. (1992). *Erziehen als Profession - Zur Logik professionellen Handelns in pädagogischen Feldern*. Opladen: Leske + Budrich.
- Fensham, P. (2002). Science Content as Problematic – Issues for Research. In: H. Behrendt, H.Dahncke, R. Duit, W. Gräber, M.Komorek, A. Kross and P. Reiska (Hrsg.) *Research in Science Education - Past, Present, and Future*, 27-41. Netherlands: Springer.
- Fischler, H. (2008). Physikdidaktisches Wissen und Handlungskompetenz. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 14, 51-55.
- Glick, W. H. (1985). Conceptualizing and measuring organizational and psychological climate: Pitfalls in multilevel research. *Academy of Management Review*, 10, 601-616.
- Gruber, H. (1999). Erfahrung als Grundlage kompetenten Handelns. Bern: Huber.
- Gruber, H. (2007). Bedingungen von Expertise. In K. A. Heller & A. Ziegler (Hrsg.), *Begabt sein in Deutschland*, 93-112. Münster: Lit.
- Gruber, H., Heid, H. & Bauer, J. (2005). Forschungsprogramm Kompetenzentwicklung im Arbeitsprozess: Die Rolle von Arbeitsplatz-Veränderungen und Reflexion für Workplace Learning (Forschungsbericht Nr. 17). Regensburg: Universität Regensburg, Lehrstuhl für Lehr-Lern-Forschung.
- Gruber, H. & Mandl, H. (1996). Das Entstehen von Expertise. In J. Hoffmann & W. Kintsch (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie, Theorie und Forschung, Kognition, Vol. 7: Lernen* (S. 583-615). Göttingen: Hogrefe.

- Gruber, H. & Rehrl, M. (2005). Praktikum statt Theorie? Eine Analyse relevanten Wissens zum Aufbau pädagogischer Handlungskompetenz. Online verfügbar unter: <http://www-campus.uni-r.de/edu3/images/stories/PDF/Forschungsberichte/fb15.pdf> [29.07.2010].
- Hill, H. C., Ball, D. L., Blunk, M., Goffney, I. M. & Rowan, B. (2007). Validating the ecological assumption: The relationship of measure scores to classroom teaching and student learning. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, 5, 371-406.
- Hill, H. C., Rowan, B. & Loewenberg Ball, D. (2005). Effects of Teachers' Mathematical Knowledge for teaching on Student Achievement. *American Educational Research Journal*, 42, 371-406.
- Kaufhold, M. (2006). *Kompetenz und Kompetenzerfassung – Analyse und Beurteilung von Verfahren zur Kompetenzerfassung*. Wiesbaden: VS.
- KMK (2004). Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004: Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften. Bonn / Berlin: Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland.
- KMK (2008). Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.10.2008 i. d. F. vom 08.12.2008: Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung. Bonn / Berlin: Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland.
- Krauss, S., Neubrand, M., Blum, W., Baumert, J., Brunner, M., Kunter, M. & Jordan, A. (2008). Die Untersuchung des professionellen Wissens deutscher Mathematik-Lehrerinnen und -Lehrer im Rahmen der COACTIV-Studie. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 29, 223-258.
- Neuweg, G. H. (1999). *Könnerschaft und implizites Wissen* (1. Auflage). Münster: Waxmann.
- Neuweg, G. H. (2000). *Wissen-Können-Reflexion*. Innsbruck: Springer.
- Neuweg, G. H. (2002). Lehrerhandeln und Lehrerbildung im Lichte des Konzepts des impliziten Wissens. *Zeitschrift für Pädagogik* 48, 10-29.
- Neuweg, G. H. (2004a). Die Beziehung zwischen Lehrerwissen und Lehrerkönnen. Zwölf Modellvorstellungen im Überblick. In: Krainz-Dürr, Marlies/Enzinger, Hildegard/Schmoczer, Michaela (Hrsg.): *Grenzen überschreiten in Bildung und Schule*. Klagenfurt: Drava, 2004, S. 74-82. In M. Krainz-Dürr, H. Enzinger, & M. Schmoczer (Hrsg.), *Grenzen überschreiten in Bildung und Schule*. (S. 74-82). Klagenfurt: Drava.
- Neuweg, G. H. (2004b). Figuren der Relationierung von Lehrerwissen und Lehrerkönnen. In B. Hackl & G. H. Neuweg (Hrsg.), *Zur Professionalisierung pädagogischen Handelns. Arbeiten aus der Sektion Lehrerbildung und Lehrerziehungsforschung in der ÖFEB*. (S. 1-26). Münster: LIT.
- Neuweg, G. H. (2007a). Ist das Technologie-Modell am Ende? Zu den Möglichkeiten und Grenzen der Förderung der Kompetenz von Lehrerinnen und Lehrern durch erziehungswissenschaftlich-technologisches Wissen. In Ch. Kraler & M. Schratz (Hrsg.), *Ausbildungsqualität und Kompetenz im Lehrerberuf*. (S. 227-245). Münster: LIT.
- Neuweg, G. H. (2007b). Wie grau ist alle Theorie, wie grün des Lebens goldner Baum? LehrerInnenbildung im Spannungsfeld von Theorie und Praxis. *bwp@*, 12.
- Neuweg, G. H. (2007c). *Das Schweigen der Könner. Strukturen und Grenzen des Erfahrungswissens*. Linz: Trauner Verlag.
- Nilsson, P. (2008). Teaching for Understanding: The complex nature of pedagogical content knowledge in pre-service education. *International Journal of Science Education*, 30, 1281-1299.
- Oser, F. & Oelkers, J. (2001). *Die Wirksamkeit der Lehrerbildungssysteme. Von der Allrounderbildung zur Ausbildung professioneller Standards*. Zürich: Rüegger.
- Paris, S. G., Lipson, M. Y., & Wixson, K. K. (1983). Becoming a strategic reader. *Contemporary Educational Psychology*, 8, 293-316.
- Park, S. & Oliver, S. J. (2008). Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in Science Education*, 38, 261-284.
- Polanyi, M. (1958). *Personal Knowledge*. Chicago: University of Chicago Press.
- Rambow, R. & Bromme, R. (2000). Was Schöns 'reflective practitioner' durch die Kommunikation mit Laien lernen könnte. In: G. H. Neuweg (Hrsg.): *Wissen – Können – Reflexion: Ausgewählte Verhältnisbestimmungen*. S. 245–263. Innsbruck: Studienverlag.
- Renkl, A. (1994). *Träges Wissen: Die „unerklärliche“ Kluft zwischen Wissen und Handeln (Forschungsbericht Nr. 41)*. München: Ludwig-Maximilians-Universität, Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie.
- Riese, J. (2009). *Professionelles Wissen und professionelle Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften. Dissertation*. Berlin: Logos Verlag.

- Ryle, G. (1949). *The Concept of Mind*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Schelten, A. (2004). *Einführung in die Berufspädagogik* (3. Auflage.). Stuttgart: Franz Steiner Verlag.
- Schelten, A. (2005). Implizites Wissen- Die verborgene Seite des Wissens. *Die berufsbildende Schule*, 57, 189-190.
- Schmelzing, S., (2010). *Das fachdidaktische Wissen von Biologielehrkräften: Konzeptionalisierung, Diagnostik, Struktur und Entwicklung im Rahmen der Biologielehrerbildung*. Berlin: Logos Verlag
- Schön, D. (1983). *The reflective practitioner*. Basic Books: New York.
- Seidel, T. & Shavelson, R. J. (2007). Teaching Effectiveness Research in the Past Decade: The Role of Theory and Research Design in Disentangling Meta-Analysis Results. *Review of Educational Research*, 77, 454-499.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1-22.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15, 4-14.
- Sperandeo-Mineo, R. M., Fazio, C. & Tarantino, G. (2006). Pedagogical Content Knowledge Development and Pre-Service Physics Teacher Education: A Case Study. *Research in Science Education*, 36, 236-268.
- Stern, E. (2009). Implizite und explizite Lernprozesse bei Lehrerinnen und Lehrern. In O. Zlatkin-Troitschanskaia, K. Beck, D. Sembill, R. Nickolaus, & R. Mulder (Hrsg.), *Lehrprofessionalität. Bedingungen, Genese, Wirkungen und ihre Messung*. Weinheim/Basel: Beltz.
- Terhart, E. (Ed.). (2000). *Perspektiven der Lehrerbildung Deutschland*. Weinheim: Beltz.
- van Dijk, E. M. & Kattmann, U. (2010). Evolution im Unterricht: Eine Studie über fachdidaktisches Wissen von Lehrerinnen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 16, 7-21.
- van Driel, J., Verloop, N. & de Vos, W. (1998). Developing science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 673-695.
- Weinert, F. E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Leistungsmessungen in Schulen* (S. 17-31). Weinheim und Basel: Beltz.

Kontakt

Dr. Stephan Schmelzing
 DFG-Forschergruppe und Graduiertenkolleg
 Naturwissenschaftlicher Unterricht
 Universität Duisburg-Essen
 Schützenbahn 70
 45127 Essen
stephan.schmelzing@uni-due.de

Autoreninformation

Dr. Stephan Schmelzing hat die Fächer Biologie, Pädagogik und Ev. Theologie für das Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen studiert und war Doktorand der Didaktik der Biologie der Universität Duisburg-Essen. Im Rahmen des DFG-Graduiertenkollegs Naturwissenschaftlicher Unterricht promovierte er 2010 zum fachdidaktischen Wissen von Biologielehrkräften.

Dr. Stefanie Wüsten hat die Fächer Biologie und Mathematik für das Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen studiert und war Doktorandin der Didaktik der Biologie der Universität Duisburg-Essen. Im Rahmen des DFG-Graduiertenkollegs Naturwissenschaftlicher Unterricht promovierte sie 2010 über „Unterrichtsqualität im Fach Biologie“.

Prof. Dr. Angela Sandmann ist Professorin für Didaktik der Biologie an der Universität Duisburg-Essen und Mitglied der DFG-Forschergruppe und des Graduiertenkollegs Naturwissenschaftlicher Unterricht. Ihre Forschungsschwerpunkte sind Lern- und Problemlösestrategien/Expertiseentwicklung in Biologie, Kompetenzdiagnose/-entwicklung und kontextorientiertes Lernen sowie Videoanalyse und Unterrichtsqualität im Fach Biologie.

Prof. Dr. Birgit Neuhaus ist Professorin für Didaktik der Biologie an der Ludwig-Maximilians-Universität München und Mitglied der DFG-Forschergruppe und des Graduiertenkollegs Naturwissenschaftlicher Unterricht. Ihre Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich der fachspezifischen Unterrichtsqualitätsforschung und der fachspezifischen Analysen zur Lehrprofessionalisierung sowie der videobasierten Unterrichtsforschung.

