

OLIVER TEPNER, ANDREAS BOROWSKI, SABRINA DOLLNY, HANS E. FISCHER,
MELANIE JÜTTNER, SOPHIE KIRSCHNER, DETLEV LEUTNER, BIRGIT J. NEUHAUS,
ANGELA SANDMANN, ELKE SUMFLETH, HUBERTINA THILLMANN UND JOACHIM WIRTH

Modell zur Entwicklung von Testitems zur Erfassung des Professionswissens von Lehrkräften in den Naturwissenschaften¹

Item Development Model for Assessing Professional Knowledge of Science Teachers

ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen des vom BMBF geförderten Projektes „Professionswissen von Lehrkräften in den Naturwissenschaften“ (*ProwiN*) werden das professionelle Wissen von Lehrkräften und dessen Auswirkungen auf den Unterricht erfasst. Für die Konzeption der entsprechenden Paper/Pencil-Tests werden Items theoriebasiert entwickelt. Das zugrunde gelegte theoretische Modell dient der systematischen Operationalisierung des Professionswissens in den Dimensionen Fachwissen, fachdidaktisches Wissen und pädagogisches Wissen. Mit dem Bezug auf dieselben theoretischen Dimensionen wird außerdem eine relative Vergleichbarkeit zwischen den drei naturwissenschaftlichen Fächern Biologie, Chemie und Physik hergestellt. In diesem Beitrag wird das entwickelte theoretische Modell vorgestellt und in seinen fachspezifischen Ausprägungen erläutert.

Schlüsselwörter: Testentwicklung, Professionswissen, Naturwissenschaften, Modell, Evaluation

ABSTRACT

The present study, funded by the German Federal Ministry of Education and Research, quantifies science teachers' professional knowledge. To do so, paper/pencil tests are developed, and test items are designed based on a theoretical model. The reasons for this approach are twofold: First, the underlying theoretical model serves as a systematic operationalization of teachers' professional knowledge distinguishing the dimensions content knowledge, pedagogical content knowledge and pedagogical knowledge. Second, referring to the same dimensions ensures the comparability of the three subjects biology, chemistry and physics in which professional knowledge will be quantified. This article presents the developed theoretical model and explains its subject-specific characteristics.

Keywords: model, professional knowledge, test development, science, evaluation

¹ gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung als Verbundprojekt im Rahmenprogramm „Empirische Bildungsforschung“ (FKZ 01JH0903 (Fischer), 01JH0904 (Neuhaus), 01JH0905 (Wirth)).

1 Einleitung

Im Rahmen dieses Beitrags wird das Professionswissen von Lehrkräften der Fächer Biologie, Chemie und Physik modelliert. Unter Bezugnahme auf verschiedene Konzeptualisierungsansätze des Professionswissens wird ein eigenes theoretisches Modell vorgestellt, welches erstmalig naturwissenschaftliche Besonderheiten berücksichtigt, drei wesentliche Dimensionen des Professionswissens (CK, PK und PCK) aufgreift und diese mit verschiedenen Wissensarten und Themen in Beziehung setzt. Vorrangig dient das entwickelte Modell der Konstruktion von Testitems zur Erfassung des Professionswissens in den drei Naturwissenschaften und soll ergänzend die relative Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu den drei Dimensionen des Professionswissens zwischen den drei naturwissenschaftlichen Fächern sicherstellen (Borowski, Neuhaus, Tepner, Wirth & Fischer et al., 2010). Eine ausführliche Projektbeschreibung des vom BMBF geförderten Projekts „Professionswissen in den Naturwissenschaften“ (*Pro-wiN*) findet sich bei Borowski et al. (2010). Das Professionswissen von Lehrkräften lässt sich in Anlehnung an Baumert und Kunter (2006) neben Überzeugungen und Werthaltungen, motivationalen Orientierungen und selbstregulativen Fähigkeiten als eine Komponente der professionellen Handlungskompetenz verorten. Wesentliche Beiträge zur Konzeptualisierung des professionellen Wissens gehen auf Shulman (1986; 1987) zurück. Dieser beschreibt die Komplexität des für den Lehrerberuf relevanten Professionswissens

anhand von sieben Dimensionen: Fachwissen, allgemein-pädagogisches Wissen, fachdidaktisches Wissen, Wissen über das Schulcurriculum, Wissen über die Lernenden und ihre Charakteristika, Wissen über den unterrichtlichen Kontext und Wissen über die Ziele und Werte von Unterricht (Shulman, 1987). Demgegenüber basiert Elbaz Professionswissen als „practical knowledge“ auf fünf Kategorien: knowledge of subject matter, knowledge of self, knowledge of the milieu of teaching, knowledge of instruction, knowledge of curriculum development (Elbaz, 1983). Von den dargestellten Kategorien werden das Fachwissen (content knowledge, CK), das fachdidaktische Wissen (pedagogical content knowledge, PCK) und das pädagogische bzw. pädagogisch-psychologische Wissen (pedagogical knowledge, PK) als besonders relevant und hilfreich für eine lernförderliche Unterrichtsgestaltung (in den Naturwissenschaften) erachtet (Abell, 2007; Blömeke, Kaiser, Lehmann, König & Döhrmann et al., 2009; Bromme, 1992; Kunter, Klusmann & Baumert, 2009): „Teachers with broad and deep disciplinary knowledge, including subject-specific knowledge, awareness of common alternative conceptions, and multiple levels of scientific models, can provide rich learning opportunities for their students“ (Khourey-Bowers & Fenk, 2009, S. 437–438). Gleichzeitig entsprechen die Dimensionen den drei Kernbereichen der Lehrerbildung in Deutschland – fachlich, fachdidaktisch und pädagogisch-psychologisch (Blömeke, Felbrich & Müller, 2008b). Der zentralen Rolle dieser drei Kernbereiche liegt die Annahme zu-

grunde, dass das Professionswissen durch Ausbildung und unterrichtliche Praxis erworben werden kann (Clandinin & Connelly, 1995; van Driel, Verloop & de Vos, 1998).

2 Konzeptualisierungen des Fachwissens

Ausreichendes Fachwissen wird als wesentlich erachtet, um Schülerinnen und Schülern Fachinhalte so näher zu bringen, dass diese von den Lernenden verstanden werden können (Loucks-Horsley & Matsumoto, 1999). In der Literatur finden sich vielfältige Ansätze, das notwendige Fachwissen von Lehrkräften zu konzeptualisieren (Baumert, Kunter, Blum, Brunner & Voss et al., 2010), von denen die für das *ProwiN*-Projekt relevanten exemplarisch vorgestellt werden. Grundsätzlich ist von einer Domänenspezifität des Fachwissens auch innerhalb eines Faches auszugehen, sodass hohes Wissen in einem Themengebiet nicht automatisch hohes Wissen in einem anderen Themengebiet impliziert, wie z. B. Hill et al. (2004) am Beispiel der trennbaren Inhaltsfaktoren *Zahlen und Operationen* bzw. *Muster, Funktionen und Algebra* im Fach Mathematik der Grundschule zeigen können. Für die Physik begründen beispielsweise Riese und Reinhold die Fokussierung auf das Thema Mechanik damit, dass diese „die Grundlage für das Verständnis weiterer Bereiche darstellt“ (Riese & Reinhold, 2009, S. 108). Eine dezidierte Erläuterung der in dem vorliegenden Projekt verwendeten Inhalte er-

folgt im Kapitel zum Modell. Eine weitere Klassifikationsweise stellen die Niveaustufen der verwendeten Aufgaben dar. Beispielsweise testen Rowan, Chiang und Miller (1997) das mathematische Fachwissen von Lehrenden ausschließlich auf High School-Niveau (allerdings mittels nur eines Items). Ein tieferes Verständnis der auf dieser Stufe unterrichteten Schulmathematik wird nicht vorausgesetzt. Ball und Kollegen (Ball, Hill & Bass, 2005; Ball, Lubienski & Mewborn, 2001) unterscheiden zwei Stufen: Allgemeines fachliches Wissen, über das gut ausgebildete Erwachsene verfügen sollten, und Wissen, welches speziell für die Ausübung des Lehrberufs erforderlich ist. Allerdings gelang es nicht, die beiden Stufen empirisch eindeutig zu trennen (Hill et al., 2004). Bei der Erfassung des Fachwissens von Lehramtsstudierenden im Fach Physik unterscheiden Riese und Reinhold (2008) empirisch abgesichert Wissen auf Schulniveau, vertieftes Wissen und universitäres Wissen (Riese & Reinhold, 2010). Die in der *MT21*-Studie (Mathematics Teaching in the 21st Century) im Fach Mathematik gewählten vier Niveaustufen betonen den Schulbezug explizit, gehen aber auch über das für die Sekundarstufe I getestete Schulwissen hinaus: 1. Mathematik der Sekundarstufe I, 2. Mathematik der Sekundarstufe II, 3. Schulmathematik vom höheren Standpunkt aus und 4. universitäre Mathematik (Blömeke, Seeber, Lehmann, Kaiser & Schwarz et al., 2008). In der auf *MT21* aufbauenden Studie *TEDS-M* (Teacher Education and Development Study: Learning to Teach Mathematics) wird der Schwierigkeitsgrad der

Testaufgaben unterteilt in „Novice Level“ (Primarstufe und Sekundarstufe I), „Intermediate Level“ (über die avisierten Schulstufen ca. zwei Jahre hinausgehend) und „Advanced Level“ (drei oder mehr Jahre über die unterrichteten Schulstufen hinausgehend). Dies ist für die Sekundarstufe I beispielsweise Wissen auf Oberstufen- und universitärem Niveau (Blömeke et al., 2009; Tatto, Schwille, Senk, Ingvarson & Peck et al., 2008). Baumert und Mitarbeiter gehen im Rahmen des *COACTIV*-Projekts (Professional Competence of Teachers, Cognitively Activating Instruction, and the Development of Students' Mathematical Literacy; Baumert et al., 2010) mit vier Niveaustufen ebenfalls deutlich über das unterrichtete Schulwissen hinaus: 1. mathematisches Alltagswissen, über welches Erwachsene nach Abschluss ihrer Schullaufbahn verfügen sollten, 2. das zum Beherrschen des zu unterrichtenden Schulstoffes erforderliche Wissen, 3. ein fundiertes Verständnis der in der Schule gelehrteten Mathematik und 4. akademisches Wissen, das im Rahmen von Forschungsprojekten erworben wird. Die in der *COACTIV*-Studie verwendeten Tests berücksichtigen jedoch ausschließlich Wissen auf dem dritten Level, Wissen als tiefes Verständnis der Schulmathematik (Baumert & Kunter, 2011; Kunter et al., 2009). Fasst man alle genannten und unterschiedlich komplexen Ansätze zusammen, ist der Konsens erkennbar, dass zur adäquaten fachlichen Vorbereitung des Unterrichts Wissen erforderlich ist, das über die Schulstufe hinausgeht, in der unterrichtet wird (Blömeke et al., 2009; National Mathematics Advisory Panel, 2008).

3 Konzeptualisierungen des pädagogischen Wissens

Für den Bereich des pädagogischen bzw. pädagogisch-psychologischen Wissens von Lehrkräften gibt es keine theoretisch vollständigen und empirisch abgesicherten Erkenntnisse, „was genau unter diesem Wissensbereich verstanden werden kann und wie er strukturiert ist“ (König & Blömeke, 2009, S. 501). Grundsätzlich lassen sich darunter unterrichtsbezogenes allgemeines Wissen und Fähigkeiten ohne fachspezifische Aspekte fassen (Grossman, 1990). Die Ansätze in diesem Bereich berücksichtigen u. a. übergreifende Prinzipien des Unterrichtens (z. B. angemessene Nutzung der Unterrichtszeit und Kleingruppenarbeit), Klassenführung und Erziehungsziele (ebd.).

Während Shulman bereits 1986 das Wissen über Klassenorganisation und Klassenführung als wesentliche Charakteristika des pädagogischen Wissens bezeichnet (Shulman, 1986), wurden in den Folgejahren die Wissensbereiche präzisiert, über die Lehrkräfte am Ende ihrer Ausbildung verfügen sollten. Einen guten entsprechenden Überblick gibt Reynolds (1992). Danach werden auf allgemein pädagogischer Ebene das Wissen über Strategien und Mittel zur Schaffung und Erhaltung lernförderlicher Bedingungen, das Wissen über die Bedeutung echter Lernzeit sowie das Wissen über Regeleinhaltung aufgeführt (ebd.). Die aufgeführten Aspekte lassen sich im Sinne einer effektiven Klassenführung zu folgenden sechs Prinzipien präzisieren (Renkl, 2008): Etablieren eines effizienten Regelsystems, Verhin-

den von Leerlaufphasen, Auslagerung nicht-fachbezogener Aktivitäten, Störungskontrolle, zügiger Unterrichtsfluss und Klarheit sowie angemessenes Anforderungsniveau. Auf einer etwas allgemeiner formulierten Ebene finden sich bei Baumert und Kunter (2006) im Rahmen der COACTIV-Studie folgende, ebenfalls weitgehend konsensfähige Konzeptualisierungen des pädagogischen Wissens: Konzeptuelles bildungswissenschaftliches Grundlagenwissen, allgemeindidaktisches Konzeptions- und Planungswissen, Unterrichtsführung und Orchestrierung von Lerngelegenheiten sowie fachübergreifende Prinzipien des Diagnostizierens, Prüfens und Bewertens. Diese wurden im Zuge der Nachfolgestudie COACTIV-R im Hinblick auf ihre Eignung zur „proximalen Erfassung des pädagogisch-psychologischen Wissens“ (Voss & Kunter, 2011, S. 194) modifiziert, sodass das pädagogisch-psychologische Wissen anhand der Facetten Klassenführung, Unterrichtsmethoden, Leistungsbeurteilung, individuelle Lernprozesse und individuelle Besonderheiten konzeptualisiert wird (ebd.). Unter Klassenführung wird in Anlehnung an Kounin (1970) und Helmke (2009) u. a. der Umgang mit Disziplinproblemen, Regelklarheit sowie Störungsprävention verstanden. Explizit lassen sich hierbei *with-it-ness* (Allgegenwärtigkeit der Aufmerksamkeit), *overlapping* (Verteilung der Aufmerksamkeit auf verschiedene Aktivitäten), *momentum* (Schwung im Geschehen), *smoothness* (Reibungslosigkeit der Übergänge), *group alerting* (Mobilisierung aller Gruppenmitglieder) und *accountability* (Prinzip der Rechenschaft gegenüber

der Lehrperson) anführen (Kounin, 1970). Die Einführung von Regeln und Prozeduren zu Beginn des Schuljahres zählt ebenfalls zu einer erfolgreichen Klassenführung (Evertson & Emmer, 1982). Die Kenntnis von Prinzipien der Klassenführung und ihre Umsetzung im Unterricht scheinen sich auf den Leistungszuwachs von Schülerinnen und Schülern positiv auszuwirken (Einsiedler, 1997; Helmke & Weinert, 1997; Wüsten, 2010).

Für die Gestaltung guten Unterrichts ist zudem die Kenntnis einer Vielfalt von Unterrichtsmethoden eine notwendige Voraussetzung (Helmke, 2009); jedoch zeichnet sich guter Unterricht nicht durch eine möglichst große Anzahl verschiedener Unterrichtsmethoden aus, sondern vielmehr durch die Passung zwischen der übergeordneten Zielsetzung der Unterrichtseinheit und den angewandten Unterrichtsmethoden. Das Wissen darüber, wie Unterrichtsmethoden qualitativ gut und passend zu den jeweiligen Unterrichtsphasen umgesetzt werden können, kann als ein Aspekt des pädagogischen Wissens von Lehrkräften betrachtet werden.

Neben fachlichen (z. B. Korrektheit) und fachdidaktischen Aspekten (z. B. zugrundeliegende Schülervorstellungen) umfasst das Wissen über Leistungsbeurteilung auch fachübergreifende Aspekte. Es lassen sich grundsätzlich formative (innerhalb der Unterrichtseinheit) und summative Leistungsbeurteilungsformen (am Ende der Unterrichtseinheit) unterscheiden (Voss & Kunter, 2011). Sowohl innerhalb als auch am Ende einer Unterrichtsreihe hat insbesondere informatives tutorielles Feedback, welches sowohl Informati-

onen über die Korrektheit der Lösung als auch konstruktive Hilfestellungen zur Bewältigung möglicher Fehler beinhaltet, einen positiven Effekt auf die Motivation und den Lernerfolg (Mory, 2004; Narciss, 2006). Somit stellt das Wissen über die Gestaltung von motivational und kognitiv förderlichem Feedback einen weiteren Aspekt des pädagogischen Wissens von Lehrkräften dar.

Ein wesentlicher Weg, Schülerinnen und Schüler individuell zu fördern, ist die Förderung des selbstregulierten Lernens (Landmann & Schmitz, 2007). Lehrkräfte können das selbstregulierte Lernen ihrer Schülerinnen und Schüler dann valide diagnostizieren, wenn sie ein Manual benutzen, welches eine überschaubare Anzahl beobachtbarer Indikatoren enthält, die kriterial definiert sind und deren Metrik verständlich formuliert ist (Perry & Meisels, 1996). Vor diesem Hintergrund kann das Wissen über die Erfassung und die daran adaptierte Förderung des selbstregulierten Lernens als ein weiterer Aspekt des pädagogischen Wissens von Lehrkräften betrachtet werden. Im Allgemeinen wird Förderung mit spezifischen Schwächen oder Schwierigkeiten der Schülerinnen und Schüler in einen Zusammenhang gebracht, sie sollte aber auch bei besonderen Begabungen erfolgen (Voss & Kunter, 2011). Das Wissen über individuelle Besonderheiten von Lernenden ist damit ein weiterer relevanter Teil des pädagogischen Wissens von Lehrkräften.

Bisher sind die aufgeführten mehrdimensionalen pädagogischen Kompetenzen nur von wenigen Arbeitsgruppen auch mehrdimensional mit entsprechenden

Testverfahren erfasst worden. Dazu zählen beispielsweise die Praxistests II und III des Educational Testing Service (ETS) in Princeton, USA, und *COACTIV* bzw. *COACTIV-Referendariat (COACTIV-R)* in Deutschland (Baumert & Kunter, 2006; Voss & Kunter, 2011). *MT21* bezieht sich ebenfalls auf die vom ETS entwickelten Aufgaben, allerdings werden mit Unterrichtsplanung, Lernzielkontrolle und Umgehen mit sozialer Ungleichheit inhaltlich z. T. andere Schwerpunkte als bei *COACTIV* geprüft (Blömeke, Felbrich & Müller, 2008a; König & Blömeke, 2009). Im Folgeprojekt *TEDSM* werden sie zu den fünf Facetten Strukturierung von Unterricht, Umgang mit Heterogenität, Klassenführung, Motivation und Unterstützung sowie Leistungsbeurteilung erweitert (Blömeke et al., 2008a).

Mit Bezug auf Lehren und Lernen in den Naturwissenschaften wurden Facetten des pädagogischen Wissens primär in Fallstudien u. a. von Treagust (1991) oder Zohar (1999) untersucht. Allerdings wurde für die naturwissenschaftlichen Fächer ein Einfluss auf Unterrichtsführung und Unterrichtsqualität bisher nicht berichtet. Eine Ausnahme stellt die Arbeit von Riese und Reinhold dar, in welcher in Anlehnung an das Modell professioneller Handlungskompetenz auch das pädagogisch-psychologische Wissen von Lehramtsstudierenden modelliert und der Zusammenhang mit dem fachdidaktischen Wissen und Fachwissen im Fach Physik untersucht werden (Riese, 2009). Unter Bezugnahme auf Seifert, Hilligus und Schaper (2009) werden in einem zweidimensionalen Rahmenmodell die

Inhaltsbereiche *Erziehung und Bildung* (z. B. pädagogische Strömungen, Lerntheorien), *Unterricht und allgemeine Didaktik* (z. B. Merkmale guten Unterrichts, Umgang mit Fehlern) sowie *Schulentwicklung und Gesellschaft* (z. B. zentrale Aufgaben des Lehrerberufs, Ziele von Schulentwicklung) operationalisiert (Riese, 2009). Während kein direkter Einfluss des pädagogisch-psychologischen Wissens auf die Beurteilung von Unterrichtssituationen (in Form von Vignetten) gefunden werden konnte, scheint das pädagogisch-psychologische Wissen über das deklarative fachdidaktische Wissen mediiert und damit eine Voraussetzung für fachdidaktisches (Handlungs-)Wissen zu sein (Riese & Reinhold, 2010). Auch im Rahmen der COACTIV-R-Studie wird angenommen, dass pädagogisch-psychologisches Wissen und fachspezifisches Professionswissen in konkreten Unterrichtssituationen eng korrelieren (Voss & Kunter, 2011). Die Forschungslage ist hier allerdings wenig eindeutig (ebd.).

4 Konzeptualisierungen des fachdidaktischen Wissens

Zum Verständnis des Professionswissens von Lehrkräften ist die Dimension des fachdidaktischen Wissens von zentraler Bedeutung (Abell, 2007; Park, Jang, Chen & Jung, 2011). Maßgeblichen Einfluss auf die Forschung zum fachdidaktischen Wissen hat Shulman (1986), der von einem neuen, für den Lehrerberuf spezifischen Konstrukt ausgeht, in dem das fachdidaktische Wissen als eine Kombination von

Fachwissen und pädagogischem Wissen dargestellt wird (Shulman, 1987). Es umfasst das Wissen darüber, wie bestimmte Sachverhalte den Schülerinteressen und -fähigkeiten entsprechend organisiert und dargestellt werden (ebd.), um das Fachwissen so aufzubereiten, dass Schülerinnen und Schüler dieses verstehen bzw. sich aneignen können (Geddis, 1993). Auf dieser Basis ist das Konzept des fachdidaktischen Wissens verschieden interpretiert und erweitert worden.

Zwei eher grundlegende Konzeptualisierungen des fachdidaktischen Wissens werden von Gess-Newsome (1999) gegenüber gestellt, das Integrative Modell und das Transformative Modell. Während das fachdidaktische Wissen im Integrativen Modell als Kreuzung von Fachwissen, pädagogischem Wissen und kontextuellem Wissen dargestellt ist, selbst jedoch nicht als eigenständige Dimension des Professionswissens beschrieben wird, sieht das Transformative Modell das fachdidaktische Wissen als eigenständiges Konstrukt vor, das aus der Transformation der oben genannten Wissensdimensionen entstanden ist (ebd.). Dieses lässt sich dann auch als eigenständige Dimension neben dem Fachwissen und dem pädagogischen Wissen auffassen (Baumert & Kunter, 2011). Damit sind die vier im Transformativen Modell verwendeten Kategorien stark an das Modell von Grossman (1990) angelehnt, in welchem das fachdidaktische Wissen ebenfalls als eigenständige Kategorie neben dem Fachwissen, dem allgemein-pädagogischen Wissen und dem Wissen um das Lernumfeld (contextual knowledge) steht.

Eine gute und aktuelle Übersicht einer inhaltlich dezidierteren Konzeptualisierung des fachdidaktischen Wissens geben Park und Oliver (2008), die auf van Driel, Verloop und de Vos (1998) zurückgeht. Als wesentliche Facetten des fachdidaktischen Wissens werden fachspezifische Instruktions- und Vermittlungsstrategien, also das Wissen über Erklären, Repräsentieren und Vermitteln von Fachinhalten, und das Wissen über bestimmte fachspezifische Schülerfehler und Schülervorstellungen aufgefasst (Shulman, 1986; van Driel et al., 1998). Demgegenüber wird das Wissen über das Fach-Curriculum von relativ wenigen Autoren aufgegriffen (Blömeke et al., 2008; Grossman, 1990; Lee & Luft, 2008; Magnusson, Krajcik & Borko, 1999; Park & Oliver, 2008). Kromrey und Renfrow wiederum ergänzen in ihrer Konzeptualisierung des fachdidaktischen Wissens beispielsweise die Fehlerdiagnose, Unterrichtsgestaltung und Schülercharakteristika um den Aspekt der Kommunikation zwischen Lehrenden und Lernenden (Kromrey & Renfrow, 1991). Grundsätzlich sind auch hier die oben angeführten Wissenskategorien Schülerverständnis und Instruktionsstrategien immanent.

Uneinigkeit besteht nicht nur in der Frage, welche unterrichtsrelevanten Aspekte zum fachdidaktischen Wissen gezählt werden, sondern auch darin, wie sie interpretiert werden. So verstehen Smith und Neale unter den „strategies for teaching content“ die Fähigkeit, insbesondere Conceptual Change zu fördern (Smith & Neale, 1989). Wichtige Faktoren sind hierbei das Aktivieren von Schülerpräkonzepten und -annahmen, die Nachfrage nach Erklä-

rungen und Begründungen, das Erzeugen von kognitiven Konflikten, das Fördern von Diskussionen und die verständliche Darstellung alternativer wissenschaftlicher Konzepte (ebd.). Die Kategorisierung von Magnusson, Krajcik und Borko (1999) orientiert sich an Tamir (1988) bzw. Grossman (1990) und differenziert das „knowledge of instructional strategies“ weiter in „science-specific strategies (for any topic)“ und „strategies for specific science topics“, welche wiederum unterteilt werden in „representations“ und „activities“. Es werden zudem Aspekte wie persönliche Einstellungen, die nicht unmittelbar dem Wissen zuzuordnen sind, in die Konzeptualisierung des fachdidaktischen Wissens einbezogen (Magnusson et al., 1999).

Auch aus der Sicht von Lehrkräften werden die vorgeschlagenen Facetten des fachdidaktischen Wissens als sehr unterschiedlich relevant erachtet. Dies legen Beobachtungen von Lee und Luft (2008) im Rahmen einer Fallstudie mit vier Lehrkräften nahe. So scheint die Facette „knowledge of science“ – in vielen Konzeptualisierungen vom fachdidaktischen Wissen separiert verortet – von den befragten Lehrenden als wichtigste Komponente des fachdidaktischen Wissens angesehen zu werden (ebd.).

Eine der umfangreichsten und komplexesten Beschreibungen des fachdidaktischen Wissens findet sich bei Hashweh (2005). Neben dem Wissen über Instruktions- und Vermittlungsstrategien, das Curriculum und das Schülerverständnis werden auch die Aufgaben und Ziele des Faches dem fachdidaktischen Wissen zu-

geordnet. Selbst die von Shulman noch als trennbare Konstrukte erachteten Bereiche des Fach-, Kontext- und pädagogischen Wissens werden als dem PCK immanente Kategorien aufgefasst (ebd.; Park & Oliver, 2008).

In weiteren aktuellen Studien zur professionellen Kompetenz von (angehenden) Mathematiklehrkräften klassifizieren Blömeke et al. (2008) das fachdidaktische Wissen in lehrbezogene und lernprozessbezogene Anforderungen. Auf der eher planerischen Ebene des ersten Aspekts lässt sich das Wissen über curriculare Inhalte verorten. Der stärker auf das Unterrichtshandeln fokussierende zweite Aspekt umfasst wiederum Aspekte von Instruktionsstrategien und Schülerfehlern. Es findet jedoch eine deutliche Erweiterung der Facetten z. B. in Bezug auf die kognitiven Niveaus der gestellten Aufgaben und Feedback statt (ebd.). Dem Gedanken des Prozesshaften trägt auch die Annahme Rechnung, dass fachdidaktisches Wissen nicht nur in der Schulpraxis erforderlich ist, sondern sich dort auch entwickelt (van Driel et al., 1998).

Eine Zusammenfassung der verschiedenen – und sicherlich noch nicht vollständigen – Konzeptualisierungsansätze fachdidaktischen Wissens ist schwierig, da sie nur wenige Ansatzpunkte für eine einheitliche Definition erkennen lassen (Abell, 2007; Hashweh, 2005). Um ihre empirische Überprüfung zu ermöglichen, erscheint eine Fokussierung auf wenige Facetten zur Charakterisierung des fachdidaktischen Wissens allerdings sinnvoll, sodass hierzu die zwei von Shulman dargestellten Facetten (fachspezifische Instruk-

tions- und Vermittlungsstrategien bzw. Wissen über bestimmte fachspezifische Schülerfehler und Schülervorstellungen) verwendet werden, da sie als besonders relevant für das fachdidaktische Wissen erachtet werden (Blömeke et al., 2008; Grossman, 1990; Krauss, Blum, Brunner, Neubrand & Baumert et al., 2011; Marks, 1990; Smith & Neale, 1989; Tamir, 1988; van Driel et al., 1998).

Dabei werden unter Schülervorstellungen sowohl korrekte als auch inkorrekte Präkonzepte verstanden, welche Lernende in den Unterricht mitbringen, während unter Fehlkonzepten alle Konzepte subsummiert werden, die von allgemein wissenschaftlich anerkannten Konzepten abweichen (Nakhleh, 1992). Die Vorstellungen sind für das Verständnis eines Unterrichtsgegenstands relevant, da die Verarbeitung neuer Informationen auf Basis des Vorwissens der Lernenden erfolgt (Duit & Treagust, 2003; Monetha, 2009). Das Berücksichtigen von Prä- und Fehlkonzepten im Unterricht kann sich positiv auf den Lernerfolg auswirken (Born, 2007), sodass die Kenntnis über Schülervorstellungen ein Kernelement fachdidaktischen Professionswissens ist (Van Dijk & Kattmann, 2010). Trotz ihrer Bedeutung scheinen diese im naturwissenschaftlichen Unterricht allerdings kaum thematisiert zu werden (Pitton, 1997).

Die Instruktions- und Vermittlungsstrategien lassen sich für die Naturwissenschaften als Umgang mit Experimenten und Modellen spezifizieren, denen eine herausragende Bedeutung im naturwissenschaftlicher Erkenntnisprozess zukommt (Baumert & Köller, 2000; Hofstein

& Lunetta, 2004). Mit Hilfe von Experimenten lassen sich kognitive Konflikte auslösen und Lernende zum Nachdenken über einzelne Sachverhalte motivieren, um Fehlkonzepte in wissenschaftlich korrekte Konzepte zu überführen (Dollny, 2011). Zudem lassen sich mit Experimenten die motorischen Fähigkeiten und Fertigkeiten von Schülerinnen und Schülern fördern (Schulz, 2011). Aktuelle Studien belegen den Stellenwert, den Experimente im naturwissenschaftlichen Unterricht einnehmen (ebd.; Tesch & Duit, 2004). Dabei haben die Auswahl, die Vor- und Nachbereitung und die Aufteilung der einzelnen Arbeitsschritte einen großen Einfluss auf den Kompetenzerwerb (Hofstein & Lunetta, 2004; Wahser, 2008). Weitere Kriterien für einen erfolgreichen Einsatz von Experimenten sind ein hoher Redeannteil der Schülerinnen und Schüler, Erklärungen durch Lernende, eine mündliche Sicherung und hohe Instruktionseffizienz, die Offenheit der Auswertung, Strukturierungshilfen und ein problemlösender Unterricht sowie Schülerorientierung und Nachvollziehbarkeit des Experiments (Schulz, 2011). Grundsätzlich dienen Experimente nicht nur der Vereinfachung (Reduktion) der naturwissenschaftlichen Methodik, sondern z. T. auch der Erweiterung und Pointierung, um die intendierten Ziele im Unterricht umzusetzen (Tesch, 2005).

Eine ebenso zentrale Rolle spielen Modelle im naturwissenschaftlichen Unterricht (Bindernagel & Eilks, 2008), sodass das Wissen über ihren geeigneten Einsatz im Unterricht ebenfalls ein bedeutsamer Teil des fachdidaktischen Wissens von

Lehrkräften ausmacht (Oh & Oh, 2011). Sie übernehmen – neben Repräsentationsfunktionen – auch die Rolle der Wissensvermittlung. So können die nach Jong und Taber (2007) bezeichneten Curriculum Modelle dazu dienen, Lernenden unter Berücksichtigung ihres Ausbildungsstands einen bestimmten Sachverhalt zu veranschaulichen und diesen zu hinterfragen. Ein Beispiel für ein Curriculum Modell ist das Schalenmodell der Atomhülle, welches starke Verkürzungen der Bohr'schen Atomtheorie enthält (Bindernagel & Eilks, 2008; Dollny, 2011).

Die Lehrkraft muss im Sinne eines kritisch reflektierten Umgangs die Hintergründe und Grenzen der im Unterricht verwendeten Modelle kennen (Khourey-Bowers & Fenk, 2009; Oh & Oh, 2011; van Driel & Verloop, 1999). Es finden sich allerdings Hinweise, dass Lehrkräfte gerade hier über ein nur begrenztes Verständnis verfügen (van Driel & Verloop, 1999).

Ergänzend findet sich die herausragende Bedeutung von Experimenten und Modellen im naturwissenschaftlichen Unterricht explizit in den Lehrplänen wieder (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland [KMK], 2010). Daher dienen sie – wie das dargestellte Wissen über Schülervorstellungen und -fehler – als Basis für die Beschreibung des fachdidaktischen Wissens im *ProwiN*-Projekt.

5 Wissensarten

Ergänzend zu den bisher dargelegten Konzeptualisierungen lässt sich das Professi-

onswissen auf mehrere Arten messen. Die weit verbreitete Kategorisierung in deklaratives und prozedurales Wissen (Anderson, 1988) lässt sich unter Bezug auf Paris, Lipson und Wixson (1983) durch konditionales Wissen ergänzen, um dem Aspekt der situationsabhängigen Entscheidung bzw. des Urteilens in einer Unterrichtssituation Rechnung zu tragen. Dabei ist unter dem konditionalen Wissen das Wissen über Bedingungen, unter denen eine Entscheidung bzw. eine Handlung angemessen ist, zu verstehen. Es umfasst zudem das in die Planung und die Begründung von Prozessen und Handlungen einfließende Wissen und bildet somit das *Wissen, wann und warum* ein Prozess oder eine Handlung angewandt werden kann oder sollte (ebd., S. 303). Unter dem prozeduralen Wissen ist die Kenntnis von (Unterrichts-)Handlungen und -prozessen als dem *Wissen, wie* etwas abläuft, zu fassen (ebd., S. 302). Wie das konditionale Wissen ist das prozedurale Wissen situations- und ablauforientiert organisiert, sodass viele Testaufgaben für die Naturwissenschaften typische Unterrichtssituationen beschreiben (vgl. Blömeke et al., 2009). Dem deklarativen Wissen ist das Wissen über Begriffe und Tatsachen zuzuordnen (Anderson, 1988). Es ist die *Kenntnis, dass* bzw. was etwas ist und umfasst auch Wissen über Begriffe und Prinzipien (Gruber, 2008; Paris et al., 1983, S. 302).

Eine von Schmelzing und Kollegen vorgeschlagene Unterteilung des fachdidaktischen Wissens in deklaratives, prozedurales und reflexives Wissen trägt primär der Verbindung von Wissen und Handeln Rechnung, indem mittels Video-

vignetten das reflexive Wissen in Bezug auf bestimmte Unterrichtssituationen gemessen wird (Schmelzing, Wüsten, Sandmann & Neuhaus, 2010). Das reflexive Wissen wird somit retrospektiv nach dem Handeln abgerufen. Sowohl das konditionale als auch das reflexive Wissen beziehen sich auf bestimmte Situationen und Bedingungen und betreffen das „Wann“ und „Warum“ einer Handlung (s. o.). Eine dezidiertere Klassifikation in die zur Lösung einer Aufgabe notwendigen Verknüpfungsleistungen und kognitiven Anstrengungen, wie sie in der *MT21*-Studie vorgenommen wurde (Blömeke, Lehmann, Seeber, Schwarz & Kaiser et al., 2008), bietet sich nicht an. Wie die Autoren selbst einräumen, ist es z. B. schwierig, die Verknüpfungsleistungen eindeutig in „einfache“ und „anspruchsvolle“ zu differenzieren (ebd., S. 108). Ebenso vage stellt sich die Klassifikation „keine besonderen“, „einfache“ und „komplexe kognitive Anstrengungen“ dar (ebd.). Mit dem Ziel, eher eine Vergleichbarkeit zwischen CK, PK und PCK-Aufgaben herzustellen (siehe Abbildung 1) als kognitive Prozesse präzise erfassen zu wollen, wird im vorliegenden Modell eine weniger komplexe Systematik verwendet.

6 Modell zur Erfassung des Professionswissens in den Naturwissenschaften

Nachdem in den vorherigen Kapiteln der aktuelle Stand der Literatur in Bezug auf die wesentlichen Dimensionen des Professionswissens (CK, PK und PCK) von

Lehrkräften dargelegt worden ist, wird im Folgenden ein Modell vorgestellt, welches diese erstmalig aus einer den Naturwissenschaften Biologie, Chemie und Physik gemeinsamen Perspektive berücksichtigt. Das entwickelte Modell dient primär der Konstruktion von Testitems zur Erfassung des Professionswissens in den drei Naturwissenschaften, soll aber gleichzeitig auch eine relative Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu den drei Dimensionen des Professionswissens (CK, PK, PCK) zwischen den beteiligten naturwissenschaftlichen Fächern ermöglichen. Während aktuelle Studien Hinweise liefern, dass sich der unterrichtliche Ablauf in den Fächern Biologie, Chemie und Physik durchaus unterscheidet (Fechner, 2009; Haugwitz, 2009; Lau, 2011), kann davon ausgegangen werden, dass grundlegende Prinzipien wie der Einsatz von Experimenten bzw. Modellen in allen Naturwissenschaften relevant sind. Zwar werden Modelle im Biologieunterricht primär als plastische Darstellung zur Veranschaulichung (z. B. des Blutkreislaufs) verwendet, während im Chemieunterricht Modellvorstellungen (z. B. zu chemischen Bindungen) eher abstrakt sind. Das Wissen über die Eignung von Modellen (und Experimenten und über die Bedeutung von Schülervorstellungen) sollte jedoch auf grundlegender Ebene innerhalb der drei Naturwissenschaften vergleichbar sein. Um im Zuge des *ProwiN*-Projekts nachfolgend Unterricht in den Naturwissenschaften vergleichen und mit dem Wissen der Lehrkräfte in Beziehung setzen zu können, sollten auch die entwickelten Testaufgaben nach vergleichbaren Krite-

rien konzipiert und sich soweit möglich auf ähnliche Facetten und Wissensarten beziehen. Damit intendiert das Modell primär eine geeignete Orientierung bei der Konzeption der Testaufgaben ohne im Detail eine hundertprozentig vergleichbare Wissensbeschreibung in allen Fächern sicherstellen zu können und zu wollen, da diese den Verlust der Fachspezifität des Professionswissens zur Folge hätte.

Die Zusammenhänge zwischen den in den vorherigen Kapiteln dargelegten Inhaltsbereichen, den Wissensarten und den PK- bzw. PCK-Facetten lassen sich in einem dreidimensionalen Modell darstellen, welches im Folgenden konkretisiert wird (siehe Abbildung 1).

Die entwickelten Testaufgaben können in allen drei untersuchten Fächern nach Wissensarten geordnet werden. Mit Bezug auf Anderson (1988) sowie Paris, Lipson und Wixson (1983) werden in allen drei Dimensionen des Professionswissens deklaratives, prozedurales und konditionales Wissen erhoben. Die nach de Jong und Ferguson-Hessler (1996) weitere mögliche Wissensart des strategischen Wissens, nämlich das „metakognitive[s] Wissen im Sinne der exekutiven Kontrolle des eigenen Problemlöseverhaltens“ (Gruber, 2008, S. 102), wird im *ProwiN*-Modell nur indirekt beim Lösen einzelner Testaufgaben berücksichtigt. Der in aktuellen Kategorisierungen der Wissensarten wiederzufindende Aspekt der Situationsbezogenheit (das situationale Wissen) lässt sich sowohl im deklarativen als auch im prozeduralen und konditionalen Wissen verorten (ebd.).

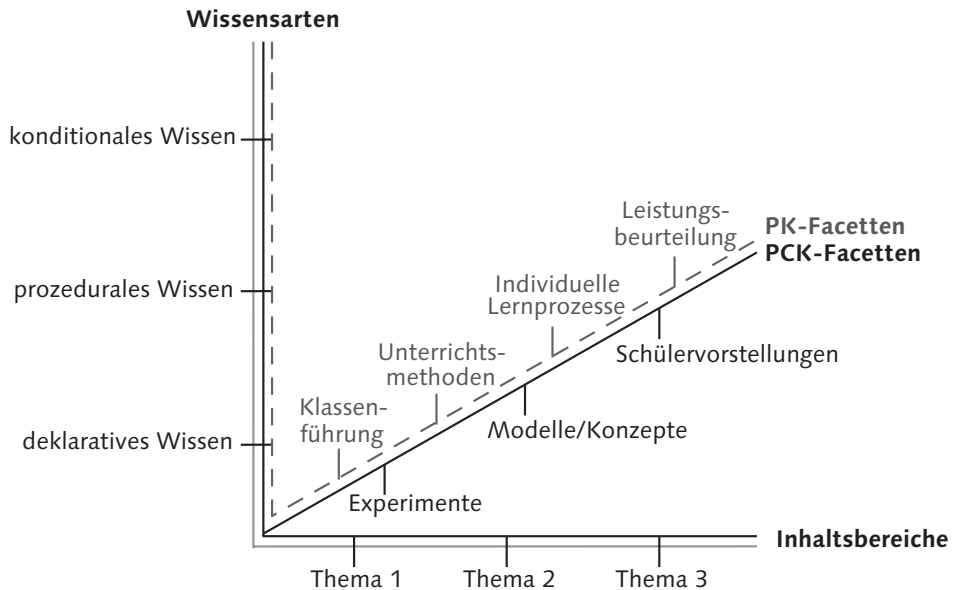


Abb. 1. Modell zur Konzeption von Items zur Erfassung des Professionswissens. Das Fachwissen ist hellgrau, das fachdidaktische Wissen ist schwarz und das pädagogische Wissen ist gestrichelt dargestellt.

Die Dimensionen Fachwissen und fachdidaktisches Wissen sind zwar domänenspezifisch, lassen sich aber, wie bei Blömeke et al. (2008), strukturell analog konzeptualisieren (Abbildung 1), sodass damit auch eine Voraussetzung für den relativen Vergleich des Wissens einer Lehrkraft in beiden Dimensionen gegeben ist. Das fachübergreifende pädagogische Wissen findet auf dieser Achse keine Entsprechung. Um auch die für den in *ProwiN* intendierten Vergleich von Lehrenden an Hauptschulen und Gymnasien in Nordrhein-Westfalen und Bayern erforderliche Übereinstimmung auf inhaltlicher Ebene sicherzustellen, wurden Themen gewählt, welche bis zum Abschluss der Mittelstufe in den drei Fächern in möglichst vielen Lehrplänen bzw. möglichst in einer Jahrgangsstufe vorgesehen sind (Witner & Tepner,

2011). Für die Biologie sind dies die Themen ‚Neurobiologie‘, ‚Botanik‘, ‚Zoologie‘ und ‚Zytologie‘. In der Chemie werden die Themen ‚Atombau und Periodensystem‘, ‚Chemische Bindungen‘ und ‚Chemische Reaktionen am Beispiel von Säuren und Basen‘ getestet, während sich die Physik primär auf das Thema ‚Mechanik‘ (Riese & Reinhold, 2009) und ergänzend auf ‚Elektrizitätslehre‘ und ‚Optik‘ bezieht. Auf Basis von Schülerdaten (PISA-Konsortium Deutschland, 2007) sind zwischen den genannten Schulformen und Bundesländern große Unterschiede auf Seiten der Lehrkräfte zu vermuten, die auf mögliche Ausbildungs- und Fortbildungsunterschiede hin analysiert werden sollen.

Unter Bezugnahme auf z. B. Ball, Hill und Bass (2005) und MT21 (Blömeke et al., 2008) wird Wissen auf unterschiedlichen

Anspruchsniveaus modelliert. Um die Fachinhalte aus der Sekundarstufe I im Unterricht behandeln zu können, müssen sie von Lehrkräften sicher beherrscht werden. Das entsprechende Wissen kann als naturwissenschaftliche Grundbildung aufgefasst werden (Ball et al., 2005), das durch weiteres Wissen zur adäquaten fachlichen Vorbereitung des Unterrichts ergänzt werden muss. Unter Bezug auf qualitative Studien in der Mathematik kann eine direkte Abhängigkeit der im Unterricht verfügbaren Repertoires an Lehrstrategien und Erklärungsansätzen (fachdidaktisches Wissen) vom konzeptuellen Verständnis des Faches (Fachwissen) angenommen werden (Baumert et al., 2010), sodass nach Baumert und Kollegen (2010) sowie Blömeke und Kollegen (2008) über das in der betreffenden Schulstufe benötigte Wissen hinausgehende Kenntnisse im Modell dargestellt werden. Ergänzend zum Wissen aus der Sekundarstufe I wird Wissen auf Oberstufen- beziehungsweise Grundstudiumsniveau einbezogen. Als Orientierungsrahmen dienen hierbei die Standards für den Mittleren Schulabschluss (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland [KMK], 2005a, 2005b, 2005c), die Einheitlichen Anforderungen in der Abiturprüfung (EPA; Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland [KMK], 2004a, 2004b, 2004c) und Lehrbücher aus dem Grundstudium, welche klassischerweise an deutschen Universitäten im Lehramtsstudium verwendet werden (Blömeke et al., 2008; Campbell & Reece, 2009; Mortimer & Müller, 2003; Tippler & Mosca, 2004). Diese Stufung lässt sich

nicht in allen Fächern gleichermaßen systematisch und sinnvoll bei der Aufgabenkonzeption berücksichtigen, sodass sie in dem fachübergreifenden Modell nicht explizit dargestellt ist.

Die Dimension zur Konzeptualisierung des pädagogischen Wissens berücksichtigt die fachübergreifenden Facetten Klassenführung, Unterrichtsmethoden, individuelle Lernprozesse und Leistungsbeurteilung und greift damit bedeutsame Ansätze der *COACTIV*-Studie auf (Baumert, Blum, Brunner, Dubberke & Jordan et al., 2008). Es werden im Wesentlichen die Facetten berücksichtigt, die nach den Standards für die Lehrerbildung vorgesehen sind (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland [KMK], 2004d) und die sich in der empirischen Unterrichtsforschung als bedeutsam erwiesen haben (Blömeke et al., 2008a; Einsiedler, 1997; Helmke, 2009; Wüsten, 2010). Ihnen wird eine zentrale Rolle für den Lernerfolg von Schülerinnen und Schülern zugeschrieben (Voss & Kunter, 2011).

Das fachdidaktische Wissen enthält in Anlehnung an *COACTIV* das Wissen über Schülerkognitionen (Schülerfehler/Schülerlervorstellungen) und das Wissen über instruktionale Strategien. Beide Facetten sind sowohl in der Schulpraxis als auch in der Lehrerbildung relevant und lassen sich als zentrale Facetten des fachdidaktischen Wissens auffassen (Abell, Park Rogers, Hanuscin, Lee & Gagnon, 2009; Shulman, 1986), sodass die Aufnahme in das vorgestellte Modell und damit die Entwicklung von Testitems in diesen Facetten sinnvoll erscheinen. Um den naturwissenschaft-

lichen Besonderheiten der instruktionalen Strategien Rechnung zu tragen, wird hier auf das Wissen über den Einsatz von theoretischen und gegenständlichen Modellen und über die Planung und Durchführung von Experimenten fokussiert (siehe Abbildung 1). Diesen Aspekten wird eine besondere Bedeutung bezüglich der Erkenntnisgewinnung zugerechnet (Hamann, 2006; Magnusson et al., 1999; Riese & Reinhold, 2009).

Während das hier präsentierte Modell vergleichbare theoretische Rahmenbedingungen in den drei naturwissenschaftlichen Fächern schafft, ist es bezüglich der verwendeten Aufgabenformate variabel. Im Rahmen der *ProwiN*-Studie finden sowohl offene als auch geschlossene Multiple-Choice-Aufgaben Anwendung.

7 Zusammenfassung

Die Verwendung eines einheitlichen Modells zur Entwicklung von Testaufgaben zum Professionswissen in den drei Naturwissenschaften erlaubt nicht nur die systematische Konzeption von Items für die entsprechenden Wissenstests, sondern auch relative Vergleiche der Fächer untereinander. Ergänzend können einzelne Wissensdimensionen in Beziehung gesetzt werden, was als besondere Stärke der vorgestellten Konzeption betrachtet werden kann.

Das Modell erlaubt zudem die Konstruktion sowohl offener als auch geschlossener Aufgabenformate. Erste Ergebnisse der Pilotierungsstudie zeigen, dass die zum Modell konform entwickelten Tests in

den drei naturwissenschaftlichen Fächern einzelne Dimensionen auflösen und mit berichteten Ergebnissen aus Mathematik- und Physikstudien übereinstimmen (Blömeke et al., 2008; Kirschner, Wlotzka, Borowski & Fischer, 2011; Krauss, Brunner, Kunter, Baumert & Blum et al., 2008; Krauss et al., 2011; Riese & Reinhold, 2009; Witner & Tepner, 2011).

Literatur

- Abell, S. K. (2007). Research on science teachers' knowledge. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Hrsg.), *Handbook of Research on Science Education* (S. 1105–1149). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Abell, S. K., Park Rogers, M. A., Hanuscin, D. L., Lee, M. H., & Gagnon, M. J. (2009). Preparing the Next Generation of Science Teacher Educators: A Model for Developing PCK for Teaching Science Teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 20, 77–93.
- Anderson, J. R. (1988). *Kognitive Psychologie*. Heidelberg: Spektrum.
- Ball, D. L., Hill, H. H., & Bass, H. (2005). Knowing mathematics for teaching. *American Educator*, 14–46.
- Ball, D. L., Lubienski, S. T., & Mewborn, D. S. (2001). Research on teaching mathematics: The unsolved problem of teachers' mathematical knowledge. In V. Richardson (Hrsg.), *Handbook of research on teaching*. 4. Aufl. (S. 433–456). New York: Macmillan.
- Baumert, J. & Köller, O. (2000). Unterrichtsgestaltung, verständnisvolles Lernen und multiple Zielerreichung im Mathematik- und Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe. In J. Baumert, R. Bromme & R. Lehmann (Hrsg.), *TIMSS/III: Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie – Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn, Bd. 2: Mathematische und physikalische Kompetenzen in der Oberstufe* (S. 271–315). Opladen: Leske+Budrich.

- Baumert, J. & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9 (4), 469–520.
- Baumert, J. & Kunter, M. (2011). Das Kompetenzmodell von COACTIV. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 29–53). Münster: Waxmann.
- Baumert, J., Blum, W., Brunner, M., Dubberke, T., Jordan, A., Klusmann, U. et al. (2008). *Professionswissen von Lehrkräften, kognitiv aktivierender Mathematikunterricht und die Entwicklung von mathematischer Kompetenz (COACTIV): Dokumentation der Erhebungsinstrumente: Materialien aus der Bildungsforschung Nr. 83*. Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A. et al. (2010). Teachers' Mathematical Knowledge, Cognitive Activation in the Classroom, and Student Progress. *American Educational Research Journal*, 47 (1), 133–180.
- Bindernagel, J. & Eilks, I. (2008). Modelle und Modelldenken im Chemieunterricht und ein Einblick in das Verständnis von erfahrenen Chemielehrkräften. *Chemkon*, 15 (4), 181–186.
- Blömeke, S., Felbrich, A., & Müller, C. (2008a). Messung des erziehungswissenschaftlichen Wissens angehender Lehrkräfte. In S. Blömeke, G. Kaiser & R. Lehmann (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz angehender Lehrerinnen und Lehrer. Wissen, Überzeugungen und Lerngelegenheiten deutscher Mathematikstudierender und -referendare* (S. 171–218). Münster: Waxmann.
- Blömeke, S., Felbrich, A., & Müller, C. (2008b). Theoretischer Rahmen und Untersuchungsdesign. In S. Blömeke, G. Kaiser & R. Lehmann (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz angehender Lehrerinnen und Lehrer. Wissen, Überzeugungen und Lerngelegenheiten deutscher Mathematikstudierender und -referendare* (S. 15–48). Münster: Waxmann.
- Blömeke, S., Kaiser, G., Lehmann, R., König, J., Döhrmann, M., Buchholtz, C. et al. (2009). TEDS-M: Messung von Lehrerkompetenzen im internationalen Vergleich. In O. Zlatkin-Troitschanskaia, K. Beck, D. Sembill, R. Nikkolas & R. Mulder (Hrsg.), *Lehrprofessionalität. Bedingungen, Genese, Wirkungen und ihre Messung* (S. 181–210). Weinheim: Beltz.
- Blömeke, S., Lehmann, R., Seeber, S., Schwarz, B., Kaiser, G., Felbrich, A. et al. (2008). Niveau- und institutionenbezogene Modellierungen des fachbezogenen Wissens. In S. Blömeke, G. Kaiser & R. Lehmann (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz angehender Lehrerinnen und Lehrer. Wissen, Überzeugungen und Lerngelegenheiten deutscher Mathematikstudierender und -referendare* (S. 105–134). Münster: Waxmann.
- Blömeke, S., Seeber, S., Lehmann, R., Kaiser, G., Schwarz, B., Felbrich, A. et al. (2008). Messung des fachbezogenen Wissens angehender Mathematiklehrkräfte. In S. Blömeke, G. Kaiser & R. Lehmann (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz angehender Lehrerinnen und Lehrer. Wissen, Überzeugungen und Lerngelegenheiten deutscher Mathematikstudierender und -referendare* (S. 49–88). Münster: Waxmann.
- Born, B. (2007). *Lernen mit Alltagsphantasien: Zur expliziten Reflexion impliziter Vorstellungen im Biologieunterricht* (1. Aufl.). Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
- Borowski, A., Neuhaus, B. J., Tepner, O., Wirth, J., Fischer, H. E., Leutner, D. et al. (2010). Professionswissen von Lehrkräften in den Naturwissenschaften (ProwiN) – Kurzdarstellung des BMBF-Projekts. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 341–349.
- Bromme, R. (1992). *Der Lehrer als Experte: Zur Psychologie des professionellen Wissens*. Huber-Psychologie-Forschung. Bern: Huber.
- Campbell, N. A. & Reece, J. B. (2009). *Biologie* (8. Aufl.). München: Pearson Studium.
- Clandinin, D. J. & Connelly, F. M. (1995). *Teachers' professional knowledge landscapes*. New York: Teachers College.

- Dollny, S. (2011). *Entwicklung und Evaluation eines Testinstruments zur Erfassung des fachspezifischen Professionswissens von Chemielehrkräften*. Dissertation, Universität Duisburg-Essen.
- Duit, R. & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25, 671–688.
- Einsiedler, W. (1997). Unterrichtsqualität und Leistungsentwicklung: Literaturüberblick. In F. E. Weinert & A. Helmke (Hrsg.), *Entwicklung im Grundschulalter* (S. 225–240). Weinheim: PVU.
- Elbaz, F. (1983). *Teacher thinking: A study of practical knowledge*. New York: Nichols.
- Evertson, C. M. & Emmer, E. (1982). Effective Management at the Beginning of the School Year in Junior High Classes. *Journal of Educational Psychology*, 74 (4), 485–498.
- Fechner, S. (2009). *Effects of context-oriented learning on student interest and achievement in chemistry education*. Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd. 95. Berlin: Logos.
- Geddis, A. N. (1993). Transforming subject-matter knowledge: the role of pedagogical content knowledge in learning to reflect on teaching. *International Journal of Science Education*, 15 (6), 673–683.
- Gess-Newsome, J. (1999). Pedagogical content knowledge: an introduction and orientation. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Hrsg.), *Examining pedagogical content knowledge* (S. 3–17). Dordrecht: Kluwer.
- Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. Professional development and practice series. New York: Teachers College Press.
- Gruber, H. (2008). Lernen und Wissenserwerb. In W. Schneider & M. Hasselhorn (Hrsg.), *Handbuch der pädagogischen Psychologie* (Handbuch der Psychologie, S. 95–104). Göttingen: Hogrefe.
- Hammann, M. (2006). Fehlerfrei Experimentieren. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 59 (5), 292–299.
- Hashweh, M. (2005). Teacher pedagogical constructions: a reconfiguration of pedagogical content knowledge. *Teachers and teaching: theory and practice*, 11 (3), 273–292.
- Haugwitz, M. (2009). *Kontextorientiertes Lernen und Concept Mapping im Fach Biologie: Eine experimentelle Untersuchung zum Einfluss auf Interesse und Leistung unter Berücksichtigung von Moderationseffekten individueller Voraussetzungen beim kooperativen Lernen*. Dissertation, Universität Duisburg-Essen.
- Helmke, A. (2009). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität: Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts*. Seelze-Velber: Klett/Kallmeyer.
- Helmke, A. & Weinert, F. E. (1997). Unterrichtsqualität und Leistungsentwicklung: Ergebnisse aus dem SCHOLASTIK-Projekt. In F. E. Weinert & A. Helmke (Hrsg.), *Entwicklung im Grundschulalter* (S. 241–251). Weinheim: PVU.
- Hill, H. C., Schilling, S. G., & Ball, D. L. (2004). Developing measures of teachers' mathematics knowledge for teaching. *Elementary School Journal*, 105 (1), 11–30.
- Hofstein, A. & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88, 28–54.
- Jong, T. de & Ferguson-Hessler, M. G. M. (1996). Types and qualities of knowledge. *Educational Psychologist*, 31 (2), 105–113.
- Jong, T. de & Taber, K. S. (2007). Teaching and Learning the Many Faces of Chemistry. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Hrsg.), *Handbook of Research on Science Education* (S. 631–652). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Khourey-Bowers, C. & Fenk, C. (2009). Influence of Constructivist Professional Development on Chemistry Content Knowledge and Scientific Model Development. *Journal of Science Teacher Education*, 20, 437–457.

- Kirschner, S., Wlotzka, U., Borowski, A., & Fischer, H. E. (2011). Das Professionswissen von Physiklehrern – Pilotierung und Validierung. In D. Höttecke (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung als Beitrag zur Gestaltung partizipativer Demokratie. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in Potsdam 2010* (S. 114–116). Berlin: Lit.
- König, J. & Blömeke, S. (2009). Pädagogisches Wissen von angehenden Lehrkräften: Erfassung und Struktur von Ergebnissen der fachübergreifenden Lehrerausbildung. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 12 (3), 499–527.
- Kounin, J. S. (1970). *Discipline and group management in classrooms*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Krauss, S., Blum, W., Brunner, M., Neubrand, M., Baumert, J., Kunter, M. et al. (2011). Konzeptualisierung und Testkonstruktion zum fachbezogenen Professionswissen von Mathematiklehrkräften. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 135–161). Münster: Waxmann.
- Krauss, S., Brunner, M., Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Neubrand, M. et al. (2008). Pedagogical content knowledge and content knowledge of secondary mathematics teachers. *Journal of Educational Psychology*, 100 (3), 716–725.
- Kromrey, J. D. & Renfrow, D. D. (1991). *Using Multiple Choice Examination Items to Measure Teachers' Content Specific Pedagogical Knowledge* (Paper presented at the Annual Meeting of the Eastern Educational Research Association). Boston, Massachusetts. [29.9.2010].
- Kunter, M., Klusmann, U., & Baumert, J. (2009). Professionelle Kompetenz von Mathematiklehrkräften: Das COACTIV-Modell. In O. Zlatkin-Troitschanskaia, K. Beck, D. Sembill, R. Nickolaus & R. Mulder (Hrsg.), *Lehrprofessionalität. Bedingungen, Genese, Wirkungen und ihre Messung* (S. 153–165). Weinheim: Beltz.
- Landmann, M. & Schmitz, B. (Hrsg.). (2007). *Selbstregulation erfolgreich fördern: Praxisnahe Trainingsprogramme für effektives Lernen*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Lau, A. C. (2011). *Passung und vertikale Vernetzung im Chemie- und Physikunterricht*. Berlin: Logos.
- Lee, E. & Luft, J. A. (2008). Experienced secondary science teachers' representation of pedagogical content knowledge. *International Journal of Science Education*, 30 (10), 1343–1363.
- Loucks-Horsley, S. & Matsumoto, C. (1999). Research on Professional Development for Teachers of Mathematics and Science: The State of the Scene. *School Science and Mathematics*, 99 (5), 258–271.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Hrsg.), *Examining pedagogical content knowledge* (S. 95–132). Dordrecht: Kluwer.
- Marks, R. (1990). Pedagogical Content Knowledge: From a Mathematical Case to a Modified Conception. *Journal of Teacher Education*, 41 (3), 3–11.
- Monetha, S. (2009). *Alltagsphantasien, Motivation und Lernleistung: Zum Einfluss der expliziten Berücksichtigung von Alltagsphantasien im Biologieunterricht auf motivationale Faktoren und Lernleistung*. Studien zur Bildungsgangforschung: Bd. 26. Opladen: Barbara Budrich.
- Mortimer, C. E. & Müller, U. (2003). *Chemie: Das Basiswissen der Chemie* (8. Aufl.). Stuttgart: Thieme.
- Mory, E. H. (2004). Feedback research revisited. In D. H. Jonassen (Hrsg.), *Handbook of research for educational communications and technology* (S. 745–783). New York: Simon & Schuster Macmillan.
- Nakhleh, M. (1992). Why some students don't learn chemistry. Chemical Misconceptions. *Journal of Chemical Education*, 69 (3), 191–196.
- Narciss, S. (2006). *Informatives tutorielles Feedback: Entwicklungs- und Evaluationsprinzipien auf der Basis instruktionspsychologischer Erkenntnisse*. Münster: Waxmann.

- National Mathematics Advisory Panel. (2008). *Foundations for success: The final report of the National Mathematics Advisory Panel* (U.S. Department of Education, Hrsg.). Washington D.C.
- Oh, P. S. & Oh, S. J. (2011). What Teachers of Science Need to Know about Models: An overview. *International Journal of Science Education*, 33 (8), 1109–1130.
- 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 (3), 261–284.
- Park, S., Jang, J.-Y., Chen, Y.-C., & Jung, J. (2011). Is Pedagogical Content Knowledge (PCK) Necessary for Reformed Science Teaching?: Evidence from an Empirical Study. *Research in Science Education*, 41 (2), 245–260.
- Perry, N. E. & Meisels, S. J. (1996). *How accurate are teacher judgements of students' academic performance?* (Working paper series, National Center for Educational Statistics). Washington, D.C.: U.S. Department of Education, Office of Research and Improvement.
- PISA-Konsortium Deutschland, Prenzel, M.; Artelt, C.; Baumert, J.; Blum, W.; Hammann, M.; Klieme, E. & Pekrun, R. (Mitarbeiter). (2007). *PISA 2006 in Deutschland. Die Kompetenzen der Jugendlichen im dritten Ländervergleich. Zusammenfassung*. Verfügbar unter: pisa.ipn.uni-kiel.de/Zusfsg_PISA2006_national.pdf [5.10.2010].
- Pitton, A. (1997). *Sprachliche Kommunikation im Chemieunterricht. Eine Untersuchung ihrer Bedeutung für Lern- und Problemlöseprozesse*. Naturwissenschaften und Technik – Didaktik im Gespräch. Münster: Lit.
- Renkl, A. (2008). *Lehrbuch pädagogische Psychologie*. Bern: Huber. Verfügbar unter: <http://www.gbv.de/dms/hebis-darmstadt/toc/195706773.pdf>.
- Reynolds, A. (1992). What Is Competent Beginning Teaching? A Review of the Literature. *Review of Educational Research*, 62 (1), 1–35.
- Riese, J. (2009). *Professionelles Wissen und professionelle Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften*. Berlin: Logos.
- Riese, J. & Reinhold, P. (2008). Entwicklung und Validierung eines Instruments zur Messung professioneller Handlungskompetenz bei (angehenden) Physiklehrkräften. *Lehrerbildung auf dem Prüfstand*, 1 (2), 625–640.
- Riese, J. & Reinhold, P. (2009). Fachbezogene Kompetenzmessung und Kompetenzentwicklung bei Lehramtsstudierenden der Physik im Vergleich verschiedener Studiengänge. *Lehrerbildung auf dem Prüfstand*, 2 (1), 104–125.
- Riese, J. & Reinhold, P. (2010). Empirische Erkenntnisse zur Struktur professioneller Handlungskompetenz von angehenden Physiklehrkräften. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 167–187.
- Rowan, B., Chiang, F.-S., & Miller, R. J. (1997). Using Research on Employees' Performance to Study the Effects of Teachers on Students' Achievement. *Sociology of Education*, 70 (4), 256–284.
- Schmelzing, S., Wüsten, S., Sandmann, A., & Neuhäus, B. (2010). Fachdidaktisches Wissen und Reflektieren im Querschnitt der Biologielehrerbildung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 189–207.
- Schulz, A. (2011). *Experimentierspezifische Qualitätsmerkmale im Chemieunterricht: Eine Videostudie*. Studien zum Physik- und Chemielernen. Berlin: Logos.
- Seifert, A., Hilligus, A. H., & Schaper, N. (2009). Entwicklung und psychometrische Überprüfung eines Messinstruments zur Erfassung pädagogischer Kompetenzen in der universitären Lehrerbildung. *Lehrerbildung auf dem Prüfstand*, 2 (1), 82–103.
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland [KMK]. (2004a). *Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Biologie (Beschluss der Kultusministerkonferenz 01.12.1989 i.d.F. vom 05.02.2004)*. Verfügbar unter: http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/1989/1989_12_01-EPA-Chemie.pdf [14.11.2010].

- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland [KMK]. (2004b). *Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Chemie (Beschluss der Kultusministerkonferenz 01.12.1989 i.d.F. vom 05.02.2004)*. Verfügbar unter: http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/1989/1989_12_01-EPA-Chemie.pdf [14.11.2010].
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland [KMK]. (2004c). *Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Physik (Beschluss der Kultusministerkonferenz 01.12.1989 i.d.F. vom 05.02.2004)*. Verfügbar unter: http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/1989/1989_12_01-EPA-Chemie.pdf [14.11.2010].
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland [KMK]. (2004d). *Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften: (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004)*. Verfügbar unter: http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Standards-Lehrerbildung.pdf [25.10.2010].
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland [KMK]. (2005a). *Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 16.12.2004*. München: Luchterhand.
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland [KMK]. (2005b). *Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 16.12.2004*. München: Luchterhand.
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland [KMK]. (2005c). *Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 16.12.2004*. München: Luchterhand.
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland [KMK]. (2010). *Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung: (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.10.2008 i. d. F. vom 16.09.2010)*. Verfügbar unter: http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2008/2008_10_16-Fachprofile-Lehrerbildung.pdf [11.2.2011].
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), 4–14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1–22.
- Smith, D. C. & Neale, D. C. (1989). The construction of subject matter knowledge in primary science teaching. *Teaching and Teacher Education*, 5 (1), 1–20.
- Tamir, P. (1988). Subject matter and related pedagogical knowledge in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 4 (2), 99–110.
- Tatto, M. T., Schwille, J., Senk, S., Ingvarson, L., Peck, R., & Rowley, G. (2008). *Teacher Education and Development Study in Mathematics (TEDS-M): Conceptual framework*. East Lansing, MI: Teacher Education and Development International Study Center, College of Education, Michigan State University.
- Tesch, M. (2005). *Das Experiment im Physikunterricht: Didaktische Konzepte und Ergebnisse einer Videostudie*. Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd. 42. Berlin: Logos.
- Tesch, M. & Duit, R. (2004). Experimentieren im Physikunterricht – Ergebnisse einer Videostudie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 51–69.
- Tipler, P. A. & Mosca, G. (2004). *Physik für Wissenschaftler und Ingenieure*. München: Spektrum Akademischer Verlag.
- Treagust, D. (1991). A case study of two exemplary biology teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 329–342.

- Van Dijk, E. M. & Kattmann, U. (2010). Evaluation im Unterricht: Eine Studie über fachdidaktisches Wissen von Lehrerinnen und Lehrern. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 7–21.
- van Driel, J. & Verloop, N. (1999). Teachers' knowledge of models and modeling in science. *International Journal of Science Education*, 21, 1141–1153.
- van Driel, J., Verloop, N., & Vos, W. de. (1998). Developing science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35 (6), 673–695.
- Voss, T. & Kunter, M. (2011). Pädagogisch-psychologisches Wissen von Lehrkräften. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 193–214). Münster: Waxmann.
- Wahser, I. (2008). *Training von naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen zur Unterstützung experimenteller Kleingruppenarbeit im Fach Chemie*. Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd. 72. Berlin: Logos.
- Witner, S. & Tepner, O. (2011). Entwicklung geschlossener Testaufgaben zur Erhebung des fachdidaktischen Wissens von Chemielehrkräften. *Chimica et ceterae artes rerum naturae didacticae*, 37 (104), 113–137.
- Wüsten, S. (2010). *Allgemeine und fachspezifische Merkmale der Unterrichtsqualität im Fach Biologie: Eine Video- und Interventionsstudie*. Berlin: Logos.
- Zohar, A. (1999). Teachers' metacognitive knowledge and the instruction of higher order thinking. *Teaching and Teacher Education*, 15, 413–429.

KONTAKT

Dr. Oliver Tepner
 Universität Duisburg-Essen
 Fakultät für Chemie
 Schützenbahn 70
 D-45127 Essen
 oliver.tepner@uni-due.de

AUTORENINFORMATION

Dr. Oliver Tepner ist akademischer Rat auf Zeit in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Elke Sumfleth an der Fakultät für Chemie der Universität Duisburg-Essen und Mittragsteller in der DFG-Forschergruppe "Naturwissenschaftlicher Unterricht". Seine Arbeitsschwerpunkte liegen in der empirischen Lehr-Lernforschung, u. a. auf dem Professionswissen von Chemie-Lehrkräften und der videobasierten Unterrichtsforschung.

Prof. Dr. Andreas Borowski ist Professor für Didaktik der Physik und Technik an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen und Mittragsteller in der DFG-Forschergruppe "Naturwissenschaftlicher Unterricht" an der Universität Duisburg-Essen. Seine Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich der fachspezifischen Lehrer-Professionswissenschaft, sowie Schülerkompetenzen in der Sekundarstufe II und der Studieneingangsphase.

Dr. Sabrina Dollny ist Referendarin am Vestischen Gymnasium in Kirchhellen und war wissenschaftliche Mitarbeiterin der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Elke Sumfleth an der Fakultät für Chemie der Universität Duisburg-Essen und Doktorandin des Graduiertenkollegs „Naturwissenschaftlicher Unterricht“. Ihr Dissertationsthema umfasste die Entwicklung und Evaluation von Testinstrumenten zur Erhebung fachspezifischen Professionswissens von Chemielehrkräften.

Prof. Dr. Hans Ernst Fischer ist Professor für Didaktik der Physik in der Fakultät für Physik der Universität Duisburg-Essen und Sprecher der DFG-Forschergruppe "Naturwissenschaft-

licher Unterricht". Seine Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich der fachspezifischen Unterrichtsforschung, der fachspezifischen Analysen zur Lehrerprofessionalisierung unter Berücksichtigung von Lernvoraussetzungen und Lernergebnissen.

Melanie Jüttner ist Doktorandin in der Didaktik der Biologie an der Ludwig-Maximilians-Universität München. Ihre Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich der biologiefachspezifischen Analyse von Lehrerverfessionswissen sowie auf der Entwicklung geeigneter Testinstrumente für die Erhebung des Fachwissens und des fachdidaktischen Wissens von Biologielehrkräften.

Sophie Kirschner ist wissenschaftliche Mitarbeiterin der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Hans Fischer an der Fakultät für Physik der Universität Duisburg-Essen und Doktorandin des Graduiertenkollegs „Naturwissenschaftlicher Unterricht“. Ihr Forschungsschwerpunkt liegt auf dem fachdidaktischen Wissen und Fachwissen von Physiklehrkräften und deren valider Operationalisierung.

Prof. Dr. Detlev Leutner ist Professor für Lehr-Lernpsychologie an der Universität Duisburg-Essen und Mitglied der DFG-Forschergruppe und des Graduiertenkollegs "Naturwissenschaftlicher Unterricht". Seine Forschungsschwerpunkte sind Selbstreguliertes Lernen, Lernen mit Multimedia, Kompetenzmodellierung und Evaluation von Bildungs- und Ausbildungsprogrammen.

Prof. Dr. Birgit Neuhaus ist Professorin für Didaktik der Biologie an der Ludwig-Maximilians-Universität München und war Mitglied der DFG-Forschergruppe und des Graduiertenkollegs "Naturwissenschaftlicher Unterricht". Ihre Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich der fachspezifischen Unterrichtsqualitätsforschung, der fachspezifischen Analysen zur Lehrerprofessionalisierung von Lehrenden und der video-

basierten Lehr-Lernforschung vom Vorschulalter bis zur universitären Lehrerbildung.

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. Elke Sumfleth ist Professorin für Didaktik der Chemie und Sprecherin des DFG-Graduiertenkollegs „Naturwissenschaftlicher Unterricht“ an der Universität Duisburg-Essen. Ihre Forschungsschwerpunkte sind Empirische Lehr-Lern-Forschung in Chemie mit unterschiedlichen Schwerpunkten und Entwicklung und Evaluation von Materialien für den Chemieunterricht.

Dr. Hubertina Thillmann ist akademische Rätin auf Zeit am Lehrstuhl für Lehr-Lernforschung an der Fakultät für Philosophie und Erziehungswissenschaft der Ruhr-Universität Bochum und Mitglied der DFG-Forschergruppe und des Graduiertenkollegs "Naturwissenschaftlicher Unterricht". Ihre Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich der Erfassung und Förderung des selbstregulierten Lernens, der Metakognition sowie der Motivation.

Prof. Dr. Joachim Wirth ist Professor für Lehr-Lernforschung an der Fakultät für Philosophie und Erziehungswissenschaft der Ruhr-Universität Bochum und Mitglied der DFG-Forschergruppe und des Graduiertenkollegs "Naturwissenschaftlicher Unterricht". Seine Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich der Erfassung und Förderung fächerübergreifender Kompetenzen, dem Lernen mit Computersimulationen sowie dem computerbasierten Testen.