

ANDREAS BOROWSKI, BIRGIT J. NEUHAUS, OLIVER TEPNER, JOACHIM WIRTH, HANS E. FISCHER, DETLEV LEUTNER, ANGELA SANDMANN UND ELKE SUMFLETH

Professionswissen von Lehrkräften in den Naturwissenschaften (ProwiN) – Kurzdarstellung des BMBF-Projekts¹

Professional Knowledge of Science Teachers (ProwiN) – A Brief Outline of the BMBF-Project

Zusammenfassung

Das Professionswissen von Lehrkräften ist eine wesentliche Voraussetzung von erfolgreichem Unterricht. Drei Dimensionen des Professionswissens, das Fachwissen, das fachdidaktische Wissen und das pädagogische Wissen, werden in der Literatur besonders hervorgehoben. Ziel der vom BMBF finanzierten Studie ist es, diese drei Dimensionen des Professionswissens von Lehrkräften auch in den Naturwissenschaften zu operationalisieren und damit messbar zu machen, entsprechende Testverfahren zu entwickeln und die Testergebnisse mit dem Unterricht der Lehrkräfte und den Schülerleistungen in Beziehung zu setzen, um Vorhersagen über die Wirkung des Professionswissens auf Lernzuwachs und Motivation von Schülerinnen und Schülern abzuleiten. Schlüsselwörter: Naturwissenschaften, Professionswissen, Unterrichtsforschung, Lehr-Lernforschung, Videoanalyse

Abstract

A major variable determining successful teaching is teachers' professional knowledge. Most often, three dimensions of professional knowledge are discussed in the research literature: content knowledge, pedagogical content knowledge, and pedagogical knowledge. Aim of the present study, funded by the German Federal Ministry of Education and Research, is to operationalize and thereby to measure these three dimensions of science teachers' professional knowledge by developing an adequate test instrument. Test results will be used to relate teachers' professional knowledge to their classroom behavior. Differentiated predictions of the effect of professional knowledge on students' learning outcome and motivation are intended.

Keywords: Science, professional knowledge, research on education, video study

Einleitung

In der Unterrichtsqualitätsforschung wird seit über 50 Jahren die Frage untersucht, was eine gute Lehrkraft ausmacht (Abell, 2007, S. 1105). Zur Untersuchung der Unterrichtsqualität wird dabei heute, als Synthese des Persönlichkeitsparadigmas und des Prozess-Produkt-Ansatzes und unter Rückgriff auf die Expertiseforschung (z. B. Bromme, 1997),

der Unterricht von erfolgreichen Lehrkräften untersucht (vgl. z. B. Schwippert, 2001). Dies erfolgt sowohl unter allgemeinen wie fachspezifischen Gesichtspunkten (Helmke, 2003; Neuhaus, 2007). Im Rahmen dieser Forschungsarbeiten rückt die Lehrkraft mit ihren subjektiven Theorien (vgl. Barth, 2002; Bromme, 1992; Fischler, 1994; Wahl, 1991) und ihrem professionellen Wissen (Shulman, 1986; 1987) stärker in den Fokus des For-

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

schungsinteresses. Abell (2007) bemängelt diesbezüglich, dass das Professionswissen von Lehrkräften in den Naturwissenschaften bisher nur beschrieben wurde und es noch keine Ergebnisse zur Wirkung des Professionswissens von Lehrkräften auf Schülerleistungen gibt. Ziel des ProwiN-Projektes ist es, diese Wirkung zu untersuchen. Hierzu soll das professionelle Wissen von Lehrkräften der naturwissenschaftlichen Fächer mit ihrem Unterricht und der Leistung und Motivation ihrer Schülerinnen und Schüler in Beziehung gesetzt werden. In diesem Artikel sollen die theoretischen Grundlagen, zentrale Fragestellungen und das Design des Projektes vorgestellt werden.

Professionswissen von Lehrkräften

Der Begriff Professionswissen bezieht sich zunächst auf alle theoretisch fundierten Wissensbestandteile, die im Rahmen der Ausbildung und unterrichtlichen Praxis von Lehrkräften erworben werden können (Clandinin & Connelly, 1995; Schön, 1987). In seiner Taxonomie identifiziert Shulman (1986, 1987) insgesamt sieben Bereiche des professionellen Lehrerwissens, von denen die drei Bereiche Fachwissen, fachdidaktisches Wissen und pädagogisches Wissen als besonders unterrichtsrelevant erachtet und dementsprechend häufig untersucht wurden (Baumert & Kunter, 2006; Abell, 2007; Fischer et al., accepted). Noch nicht hinreichend geklärt ist, welche Teile des Professionswissens im Unterricht bei der Handlungsregulation relevant werden (vgl. Fischler, Schröder, Tonhäuser & Zedler, 2002; Wahl, 1991). Hierbei ist eine simple Übertragung des Wissens auf das Unterrichtshandeln nicht zu erwarten. Vielmehr muss das Wissen auf konkrete dynamische Situationen angewendet werden, was andere Qualitäten von Lehrkräften erfordert (Fischler, 2008). Neuweg (2004) postuliert insgesamt zwölf verschiedene Konzepte für den Zusammenhang zwischen pädagogischem Wissen und Handeln im Unterricht,

welche noch nicht empirisch bestätigt werden konnten.

Der Unterrichtserfolg wurde bisher häufig indirekt über Drittvariablen wie staatliche Zertifizierungen, Abschlussnoten oder die Zahl der besuchten Fachkurse operationalisiert (Baumert & Kunter, 2006). Nach Untersuchungen, die Teile des Professionswissens mit dem Lernerfolg in Beziehung setzen, stellt das Fachwissen (*content knowledge*: CK) den möglichen Rahmen für die Entwicklung von fachdidaktischem Wissen für erfolgreichen Fachunterricht dar (Ball, Lubienski & Mewborn, 2001; Baumert, Kunter, Blum, Brunner, Voss, Jordan, et al., 2010; Rowan, Chiang & Miller, 1997). In der COACTIV-Studie wird das mathematische Fachwissen von Lehrkräften als vertieftes Hintergrundwissen zu den Inhalten des Schulstoffes über einen Test gemessen (Brunner et al., 2006a). Für den Lernerfolg ist demnach von Bedeutung, inwieweit und in welcher Tiefe die Lehrkräfte die für den Unterricht relevanten Inhalte ihres Faches durchdrungen haben. Ball et al. (2001) differenzieren für die Mathematik das Fachwissen in mathematisches Alltagswissen und Spezialwissen, können diese Unterscheidung aber nicht empirisch belegen (Hill, Schilling & Ball, 2004). Auch die von Riese & Reinhold (2008) für das Lehramt Physik aufgestellten Niveaustufen „universitäre Physik“, „vertieftes Wissen“ und „Schulniveau“ konnten in der Aufgabenschwierigkeit nicht getrennt dargestellt werden.

Das fachdidaktische Wissen (*pedagogical content knowledge*: PCK) bezieht sich, im Gegensatz zum Fachwissen, auf die Vermittlung von Wissen oder auf das Schaffen von Lerngelegenheiten. Shulman (1987, S. 8) sieht das fachdidaktische Wissen als „special amalgam of content and pedagogy“, was darauf hinweist, dass eine Trennung beider Bereiche schwierig zu sein scheint. Van Driel et al. (1998) und Park et al. (2007) fassen verschiedene Ansätze zur Beschreibung von fachdidaktischem Wissen (in den Naturwissenschaften) zusammen. Fast alle Ansätze enthalten das

Wissen über Schülerlernprozesse und -vorstellungen sowie das Wissen über Lehrstrategien und Darstellungsformen. Diese sogenannten Facetten des fachdidaktischen Wissens bezeichnen van Driel et al. (2002) als die zentralen Elemente des fachdidaktischen Wissens.

Pädagogisches Wissen (*pedagogical knowledge*: PK) umfasst nach Shulman (1986) Wissen über allgemeine Prinzipien der Klassenorganisation und des Klassenmanagements. Es enthält Wissen über Strategien und Maßnahmen, die nicht durch Fachinhalte oder fachdidaktisches Wissen geprägt sind und damit unabhängig von Fachwissen und fachdidaktischem Wissen zu modellieren sind. Dazu zählt als erstes Wissen über Strategien und Maßnahmen der Klassenführung, die zum Ziel haben, möglichst viel von der zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit als effektive Lernzeit zu nutzen (Renkl, 2008). Es umfasst sowohl Wissen über Strategien der Störungsprävention als auch über korrektive Maßnahmen im Umgang mit aufgetretenen Störungen, wobei den störungspräventiven Strategien eine stärkere Bedeutung für eine lernförderliche Klassenführung beigemessen wird als den korrektiven Strategien (Good & Brophy, 1997). Grossmann (1990) zählt außerdem Wissen über allgemeine Instruktionsprinzipien, Wissen über Lernprozesse und Personenmerkmale, die Lernprozesse beeinflussen, sowie Wissen über Lehrziele zu den weiteren Teilbereichen pädagogischen Wissens (vgl. Shulman, 1987).

Nach der COACTIV-Studie (Brunner et al., 2006b; Krauss et al., 2004) gibt es bei Lehrpersonen von Hauptschulen und Gymnasien für das Fach Mathematik große Unterschiede in den einzelnen untersuchten Bereichen des Professionswissens. Es ist anzunehmen, dass sich auch für die naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer, u. a. aufgrund unterschiedlicher Ausbildungsgänge, unterschiedliche Profile bei den Lehrpersonen der verschiedenen Schularten (z. B. Hauptschule und Gymnasium) identifizieren lassen.

Videoanalyse als Methode der Unterrichtsforschung

Um einen Zusammenhang zwischen dem Professionswissen der Lehrenden, dem unterrichtlichen Handeln und den personenbezogenen Variablen auf Schülerseite darstellen zu können, muss das Handeln der Lehrpersonen und das der Schülerinnen und Schüler im Unterricht untersucht werden. Hierzu bietet sich eine Videoanalyse an, die die Untersuchungsebenen Lehrer-Unterricht-Schüler über die Kategorien des Untersuchungsmodells zum Professionswissen und zur Unterrichtsqualität theoretisch verbindet (vgl. Janík & Seidel, 2009, Fischer, Borowski, Kauertz & Neumann, 2010).

Initiiert und maßgeblich beeinflusst wurde die Nutzung von Videoanalysen zur Untersuchung der Unterrichtsqualität durch die TIMSS-Videostudien (vgl. Hiebert et al., 2003). Während in diesen Studien keine Zusammenhänge zwischen Oberflächenmerkmalen und Schülerleistung hergestellt werden konnten (Reusser & Pauli, 2003, Roth et al., 2006), erbrachte die Reanalyse verschiedener TIMSS-Videodaten Hinweise darauf, dass insbesondere ein angemessenes Niveau an kognitiver Aktivierung die Schülerleistungen positiv beeinflusst (Lipowsky et al., 2005). Videoanalysen des Physikunterrichts von Seidel, Prenzel & Rimmel (2006) zeigen allerdings, dass auch die eher allgemeindidaktischen Bereiche Klassenorganisation, Zielorientierung, Lernbegleitung, Fehlerkultur und Rolle des Experiments für die Lernentwicklung der Schülerinnen und Schüler relevant sind, während personenbezogene Eigenschaften, wie z. B. Alter und Lehrerfahrung der Lehrkräfte keinen Einfluss auf Unterrichtspraktiken und Lernerfolg zu haben scheinen. Ein positiver Zusammenhang zwischen Lehrzielen der Lehrperson und Lernhandlungen der Schülerinnen und Schüler konnte von Fischer et al. (2002) und Reyer (2004) hergestellt werden. Für erfolgreichen naturwissenschaftlichen Unterricht spielen wahrscheinlich eine gute

Lehrer-Schüler-Passung im Vernetzungsniveau, ein möglichst hoher Sprechanteil der Schülerinnen und Schüler und ein an Lehrerfragen orientierter Unterricht eine Rolle (Glemnitz & Sumfleth, 2006). Für das Fach Biologie konnte außerdem gezeigt werden, dass sich ein hoch vernetzender Unterricht positiv auf das Interesse der Lernenden und ihre Vernetzungsleistung in Concept-Maps auswirkt (Wadouh, Sandmann & Neuhaus, 2009). Desweiteren führt ein stärker an Aufgaben orientierter Biologieunterricht insbesondere bei leistungsschwächeren Schülerinnen und Schülern zu höheren Lernerfolgen (Jatzwauk, Rumann & Sandmann, 2009).

Forschungsdiesiderata

Bisherige Untersuchungen und Ergebnisse zur Unterrichtsqualität und zum Professionswissen von Lehrkräften lassen erwarten, dass das Professionswissen einer Lehrkraft auf verschiedene Aspekte der Unterrichtsqualität wie z. B. die kognitive Aktivierung der Schülerinnen und Schüler (Neumann, Fischer & Sumfleth, 2008), die fachspezifische, an Lernprozessen orientierte Strukturierung des (Physik)-Unterrichts (Trendel, Wackeremann & Fischer, 2007; Wüsten, Schmelzing, Sandmann & Neuhaus, 2010) sowie die Anwendung allgemeiner Merkmale der Unterrichtsqualität (Clausen, 2002) Einfluss hat. Darüber hinaus kann die COACTIV-Studie für das Fach Mathematik eine mittlere bis hohe Korrelation ($r = .60$) zwischen Fachwissen und fachdidaktischem Wissen zeigen (Krauss et al., 2009). Weiter ergab die Studie, dass fachdidaktisches Wissen die kognitive Struktur der im Unterricht verwendeten Lerngelegenheiten bestimmt (vgl. auch Leutner, Fischer, Kauertz, Schabram & Fleischer, 2008, zur Aufgabenschwierigkeit im Physikunterricht). Hierdurch konnte, unter Kontrolle der Schulart auf der individuellen Ebene, 39% der Varianz im Lernerfolg der Schüler am Ende der Klasse 10 durch das fachdidaktische Wissen

der Lehrkräfte gebunden werden (Baumert et al., 2010). Offen ist jedoch, inwieweit die Ergebnisse der COACTIV-Studie auf die naturwissenschaftlichen Fächer übertragen werden können. Darüber hinaus ist bisher ungeklärt, ob und wie sich das Professionswissen der Lehrpersonen über ihr konkretes Unterrichtshandeln auf die Unterrichtsqualität und die Lernergebnisse der Schülerinnen und Schüler auswirkt. Dies erfordert neben der Erhebung des Wissens von Lehrpersonen sowie Schülerinnen und Schülern durch Papier-Bleistift-Tests eine Videoanalyse des Unterrichts.

Projektziele

Aufbauend auf Untersuchungen zum Professionswissen von Lehrkräften, wie z. B. der COACTIV-Studie (Krauss et al., 2004), der Untersuchung des fachdidaktischen Wissens im QuIP-Projekt (Olszewski, Neumann & Fischer, 2009) oder von Schmelzing et al. (2009), sowie Untersuchungen von Studierenden, wie z. B. der MT21-Studie (Blömeke, Kaiser & Lehmann, 2008) und der Untersuchung von Riese & Reinhold (2008), soll in diesem Projekt das Professionswissen von Lehrkräften in den Fächern Biologie, Chemie und Physik untersucht werden. Hierbei wird zunächst der Zusammenhang von Fachwissen, fachdidaktischem Wissen und pädagogischem Wissen der Lehrkräfte beschrieben werden, und zwar zunächst separat für die Fächer Biologie, Chemie und Physik und danach im Vergleich der drei Fächer. In einem zweiten Schritt wird der Einfluss dieser drei Dimensionen des Professionswissens auf für Unterrichtsqualität relevanten Variablen untersucht. Hierzu zählen z. B. Sachstrukturanalysen (vgl. Brückmann, 2009; Wüsten et al., 2010), Zielklarheit und kognitive Aktivierung sowie der Lernzuwachs und die Motivation von Schülerinnen und Schülern im Rahmen einer Unterrichtsreihe. Zur Klärung der Zusammenhangsstruktur sollen die folgenden Hypothesen überprüft werden:

H1 In jedem der drei naturwissenschaftlichen Fächer lassen sich Fachwissen, fachdidaktisches Wissen und pädagogisches Wissen als drei Dimensionen des Professionswissens von Lehrpersonen unterscheiden.

H2 In jedem der drei naturwissenschaftlichen Fächer lassen sich in Abhängigkeit vom Schultyp unterschiedliche Profile des Professionswissens der Lehrpersonen identifizieren.

Zur Klärung des Einflusses der einzelnen Bereiche des Professionswissens sind die folgenden Hypothesen zu überprüfen:

H3 In jedem der drei naturwissenschaftlichen Fächer korrelieren Fachwissen, fachdidaktisches Wissen und pädagogisches Wissen der Lehrpersonen positiv mit der Unterrichtsqualität, der Inhaltsstruktur, der Zielklarheit im Unterricht und der kognitiven Aktivierung der Schülerinnen und Schüler.

H4 In jedem der drei naturwissenschaftlichen Fächer korrelieren Fachwissen, fachdidaktisches Wissen und pädagogisches Wissen der Lehrpersonen jeweils positiv mit der Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler.

Studien-Design

Die Tests zur Erhebung des Fachwissens und des fachdidaktischen Wissens der Lehrkräfte werden fachspezifisch, der Test zur Erfassung des pädagogischen Wissens wird fächerübergreifend entwickelt und validiert. Die Entwicklung der Tests erfolgt in enger Zusammenarbeit mit Lehrkräften und Fachseminarleiterinnen und -leitern. Die geplante Hauptstudie zur Untersuchung der Zusammenhangsstruktur wird voraussichtlich von Oktober bis Dezember 2010 durchgeführt. Hieran nehmen jeweils 300 Lehrkräfte aus den Fächern Biologie, Chemie und Physik teil. Die Rekrutierung der Lehrkräfte erfolgt in einem ersten Schritt

über eine repräsentative Ziehung des IEA-DPC (International Association for the Evaluation of Educational Achievement – Data Processing and Research Center) von Schulen in den Bundesländern Bayern und Nordrhein-Westfalen. Die Teilnahme der so gewonnenen Schulen und Lehrkräfte ist freiwillig. Bei Nichtteilnahme wird eine vergleichbare andere Schule ersatzweise gezogen und in das Sample aufgenommen. Die an den videographierten Unterrichtsstunden teilnehmenden Lehrpersonen stammen zu gleichen Teilen von Hauptschulen und Gymnasien. Die Datenerhebung wird in Bayern und Nordrhein-Westfalen durchgeführt, um unterschiedliche Ausbildungssysteme einzubeziehen.

Die 300 teilnehmenden Lehrpersonen je Fach werden bezüglich der drei Dimensionen des Professionswissens Extremgruppen zugeordnet, um – so weit wie möglich – ein quasi-experimentelles $2 \times 2 \times 2$ Design (mit insgesamt $2^3 = 8$ Zellen) realisieren zu können (Fachwissen hoch/niedrig * fachdidaktisches Wissen hoch/niedrig * pädagogisches Wissen hoch/niedrig). Nach der Zuordnung wird für jedes Fach der Unterricht von zehn Lehrkräften je Extremgruppe, also von insgesamt 80 Lehrkräften pro Fach, in einer Unterrichtsstunde über einen in den Fachtests abgedeckten Inhalt videographiert und analysiert, wobei der Inhalt innerhalb eines Faches konstant gehalten wird. Die Analyse der Videos erfolgt im Hinblick auf Oberflächen- und Tiefenstrukturmerkmale, wie z. B. Unterrichts- und Interaktionsform, sowie Umgang mit Experimenten, Aufgaben und Schülervorstellungen sowie Unterrichtsmanagement. Zur Erfassung der Schülerleistung werden vor und nach der jeweiligen Unterrichtsreihe Lernerfolgstests sowie Fragebögen zu Motivation und Interesse eingesetzt. Das Design ermöglicht es somit, Wissen und Motivation von Lehrenden und Lernenden mit der Qualität des Unterrichts in Beziehung zu setzen.

Literatur

- Abell, S. K. (2007). Research on science teacher knowledge. In S.K. Abell (Ed.), *Handbook of research on science education* (pp. 1105–1149). Mahwa, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ball, D. L., Lubienski, S. T., & Mewborn, D. S. (2001). Research on teaching mathematics. The unsolved problem of teachers' mathematical knowledge. In V. Richardson (Ed.), *Handbook of research on teaching* (pp. 433–456). New York: Macmillan.
- Baumert, J. & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9, 469–520.
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., Klusmann, U., Krauss, S., Neubrand, M., & Tsai, Y. M. (2010). Teachers' mathematical knowledge, cognitive activation in the classroom, and student progress. *American Educational Research Journal*, 133–180.
- Blömeke, S., Kaiser, G. & Lehmann, R. (2008). Professionelle Kompetenz angehender Lehrerinnen und Lehrer – Wissen, Überzeugungen und Lerngelegenheiten deutscher Mathematikstudierender und -referendare – Erste Ergebnisse zur Wirksamkeit der Lehrerausbildung. Münster: Waxmann Verlag.
- 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.
- Bromme, R. (1992). *Der Lehrer als Experte*. Bern: Huber.
- Brückmann, M. (2009). Sachstrukturen im Physikunterricht. Ergebnisse einer Videostudie. In H. Niedderer, H. Fischler & E. Sumfleth (Hrsg.), *Studium zum Physik- und Chemielehrern*, Band 94. Berlin: Logos.
- Brunner, M., Kunter, M., Krauss, S., Baumert, J., Blum, W., Dubberke, T. et al. (2006a). Welche Zusammenhänge bestehen zwischen dem fachspezifischen Professionswissen von Mathematiklehrkräften und ihrer Ausbildung sowie beruflichen Fortbildung? *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9, 521–544.
- Brunner, M., Kunter, M., Krauss, S., Klusmann, U., Baumert, J., Blum, W. et al. (2006b). Die professionelle Kompetenz von Mathematiklehrkräften: Konzeptualisierung, Erfassung und Bedeutung für den Unterricht. Eine Zwischenbilanz des COACTIV-Projekts. In M. Prenzel & L. H. Allolio-Näcke (Hrsg.), *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms* (S. 54–82). Münster: Waxmann.
- Clandinin, D. J. & Connelly, F. M. (1995). *Teachers' professional knowledge landscapes*. New York: Teachers College Press.
- Clausen, M. (2002). *Unterrichtsqualität: Eine Frage der Perspektive?* Münster: Waxmann.
- Fischer, H. E., Klemm, K., Leutner, D., Sumfleth, E. & Wirth, J. (2002). Framework for empirical research on science teaching and learning. *Journal of Science Teacher Education*, 4, 309–349.
- Fischer, H. E., Borowski, A. & Tepner, O. (accepted). Professional knowledge of science teachers. In B. Fraser; K. Tobin, & C. McRobbie (Eds.). *Second International Handbook of Science Education*, New York: Springer.
- Fischer, H. E., Borowski, A., Kauertz, A. & Neumann, K. (2010). Fachdidaktische Unterrichtsforschung – Unterrichtsmodelle und die Analyse von Physikunterricht, *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 77–93.
- Fischler, H. (1994). Concerning the difference between intention and action: teachers' conceptions and actions in physics teaching. In I. Carlgren, G. Handal & S. Vaage (Eds.), *Research on teachers' thinking and practice* (pp. 165–180). London: Routledge.
- Fischler, H. (2008). Physikdidaktisches Wissen und Handlungskompetenz. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 14, 51–55.
- Fischler, H., Schröder, H.-J., Tönhäuser, C. & Zedler, P. (2002). Unterrichtsskripts und Lehrerexpertise: Bedingungen ihrer Modifikation. *Zeitschrift für Pädagogik, Beiheft 45*, 157–172.
- Glemnitz, I. & Sumfleth, E. (2006). Vertikale Vernetzung im Chemieunterricht an ausgewählten Beispielen. In A. Pitton (Hrsg.), *Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik: Lehren und Lernen mit neuen Medien* (S. 222–224). Münster: Lit.
- Good, T. L. & Brophy, J. E. (1997). *Looking in classroom (7th ed.)* New York: Longman.
- Grossmann, P. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. New York: Teachers College Press.
- Helmke, A. (2003). *Unterrichtsqualität Erfassen, Bewerten, Verbessern* (2. Aufl.). Seelze: Kallmeyer.
- Hiebert, J., Gallimore, R., Garnier, H., Givvin Bogard, K., Hollingsworth, H., Jacobs, J. et al. (2003). *Teaching mathematics in seven countries – results from the TIMSS 1999 video study*. Washington D.C.: National Center for Education Statistics.
- Hill, H. C., Schilling, S. G. & Ball, D. L. (2004). Developing measures of teachers' mathematics knowledge for teaching. *Elementary School Journal*, 105, 11–30.

- Janík T. & Seidel (2009). *The power of video studies in investigating and learning in the classroom*. Münster: Waxmann Publishing.
- Jatzwauk, P., Rumann, S., Sandmann, A. (2009). Der Einfluss des Aufgabeneinsatzes im Biologieunterricht auf die Lernleistung der Schüler – Ergebnisse einer Videostudie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 14, 263–283.
- Krauss, S., Kunter, M., Brunner, M., Baumert, J., Blum, W., Neubrand, M. et al. (2004). COACTIV: Professionswissen von Lehrkräften, kognitiv aktivierender Mathematikunterricht und die Entwicklung von mathematischer Kompetenz. In J. Doll & M. Prenzel (Hrsg.), *Die Bildungsqualität von Schule: Lehrerprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülervorstellungen als Strategien der Qualitätsverbesserung* (S. 31–53). Münster: Waxmann.
- Krauss, S., Neubrand, M., Blum, W., Baumert, J., Brunner, M., Kunter, M. et al. (2009). Die Untersuchung des professionellen Wissens deutscher Mathematik-Lehrerinnen und -Lehrer im Rahmen der COACTIV-Studie. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 29, 223–258.
- Leutner, D., Fischer, H.E., Kauertz, A., Schabram, N. & Fleischer, J. (2008). Instruktionspsychologische und fachdidaktische Aspekte der Qualität von Lernaufgaben und Testaufgaben im Physikunterricht. In J. Thonhauser (Hrsg.), *Aufgaben als Katalysatoren von Lernprozessen* (S. 169–181). Münster: Waxmann.
- Lipowsky, F., Rakoczy, K., Vetter, B., Klieme, E., Reusser, K. & Pauli, C. (2005). *Quality of geometry instruction and its impact on the achievement of students with different characteristics*. Paper presented at the AERA Conference, Montreal.
- Neuhaus, B. (2007): Unterrichtsqualität als Forschungsfeld für empirische biologiedidaktische Forschung. In D. Krüger & H. Vogt, *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung*. Heidelberg: Springer, 243–254.
- Neumann, K., Fischer, H.E., & Sumfleth, E. (2008). Vertikale Vernetzung und kumulatives Lernen im Chemie- und Physikunterricht. In E.-M. Lankes (Hrsg.), *Pädagogische Professionalität als Gegenstand empirischer Forschung* (S. 141–151). Münster: Waxmann.
- Neuweg, G.H. (2004). Figuren der Relationierung von Lehrerwissen und Lehrerkönnen. In B. Hackl & G.H. Neuweg (Hrsg.), *Zur Professionalisierung pädagogischen Handelns*, S. 1–26. Münster: LIT Verlag.
- Olszewski, J. Neumann, K., & Fischer, H. E. (2009). Zusammenhang von fachdidaktischem Wissen und kognitiver Aktivierung im Physikunterricht, In D. Höttecke: *Chemie- und Physikdidaktik für die Lehrerbildung. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in Schwäbisch Gmünd 2008* (S. 369–371). LIT-Verlag, Münster.
- Park, S. & Oliver, J. S. (2007). 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.
- Renkl, A. (2008). *Lehrbuch Pädagogische Psychologie* (1. Aufl.). Bern: Huber.
- Reusser, K. & Pauli, C. (2003). *Mathematikunterricht in der Schweiz und in weiteren sechs Ländern. Bericht über die Ergebnisse einer internationalen und schweizerischen Video-Unterrichtsstudie*. Zürich: Pädagogisches Institut.
- Reyer, T. (2004). *Oberflächenmerkmal und Tiefenstruktur im Unterricht. Exemplarische Analyse im Physikunterricht der gymnasialen Sekundarstufe*. 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), S. 625–640.
- Roth, K. J., Druker, S. L., Garnier, H. E., Lemmens, M., Kawanaka, T., Rasmussen, D. et al. (2006). *Teaching science in five countries: Results from the TIMSS 1999 video study. Statistical analysis report*. NCES 2006–011.
- Rowan, B., Chiang, F. & Miller, R. J. (1997). Using research on employees' performance to study the effects of teachers on students' achievement. *Sociology of Education*, 70, 256–283.
- Schmelzing, S., Fuchs, C., Wüsten, S., Sandmann, A. & Neuhaus, B. (2009). Entwicklung und Evaluation eines Instruments zur Erfassung des fachdidaktischen Reflexionswissens von Biologielehrkräften. *Lehrerbildung auf dem Prüfstand* 2 (1), 56–80
- Schön, A. D. (1987). *Educating the reflective practitioner: Toward a new design for teaching and learning in the profession*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Schwippert, K. (2001). *Optimalklassen: mehrbenenanalytische Untersuchungen. Eine Analyse hierarchisch strukturierter Daten am Beispiel des Leseverständnisses*. Münster: Waxmann.
- Seidel, T., Prenzel, M. & Rimmele, R. (2006). Unterrichtsmuster und ihre Wirkungen: eine Videostudie im Physikunterricht. In M. Prenzel & L. Allolio-Näcke (Hrsg.), *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule* (S. 99–123). Münster: Waxmann.

- Shulman, L. (1986). Those who understand. Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15, 4–14.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1–22.
- Trendel, G., Wackermann, R. & Fischer, H. E. (2007). Lernprozessorientierte Lehrerfortbildung in Physik. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 13, 9–31.
- van Driel, J. H., De Jong, O. & Verloop, N. (2002). The development of preservice chemistry teachers' pedagogical content knowledge. *Science Education*, 86, 572–590.
- van Driel, J. H., Verloop, N., & de Vos, W. (1998). Developing science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 6, 673–695.
- Wadouh, J., Sandmann, A. & Neuhaus, B. (2009). Vernetzung im Biologieunterricht– deskriptive Befunde einer Videostudie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15, 69–87.
- Wahl, D. (1991). *Handeln unter Druck: Der weite Weg vom Wissen zum Handeln bei Lehrern, Hochschullehrern und Erwachsenenbildnern*. Weinheim: Deutscher Studien Verlag.
- Wüsten, S., Schmelzing, S., Sandmann, A. & Neuhaus, B. (2010). Sachstrukturdiagramme – eine Methode zur Erfassung inhaltspezifischer Merkmale der Unterrichtsqualität, *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 7–23.

Kontakt

Dr. Andreas Borowski
 Universität Duisburg-Essen
 Fakultät für Physik
 Schützenbahn 70
 D-45127 Essen
andreas.borowski@uni-due.de

Autoreninformation

Dr. Andreas Borowski ist abgeordneter Lehrer in der AG Didaktik der Physik von Prof. Fischer an der Fakultät für Physik der Universität Duisburg-Essen und Mitantragsteller in der DFG-Forschergruppe naturwissenschaftlicher Unterricht. Seine Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich der fachspezifischen Lehrer-Professionswissenschaft, sowie Schülerkompetenzen in der Sekundarstufe II.

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 Arbeitsschwerpunkte liegen im Bereich der fachspezifischen Unterrichtsqualitätsforschung, fachspezifischen Analysen zur Lehrerprofessionalisierung sowie der videobasierten Unterrichtsforschung.

Dr. Oliver Tepner ist Akademischer Rat in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Elke Sumfleth an der Fakultät für Chemie der Universität Duisburg-Essen und Mitantragsteller 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. 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.

Dr. rer. nat. Hans Ernst Fischer ist Professor für Didaktik der Physik in der Fakultät für Physik der Universität Duisburg-Essen und Sprecher der DFG-Forschergruppe naturwissenschaftlicher Unterricht. Seine Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich der fachspezifischen Unterrichtsforschung, der fachspezifischen Analysen zur Lehrerprofessionalisierung unter Berücksichtigung von Lernvoraussetzungen und Lernergebnissen.

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. 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.

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.

