

Jüttner, Melanie; Neuhaus, Birgit Jana

## **Das Professionswissen von Biologielehrkräften. Ein Vergleich zwischen Biologielehrkräften, Biologen und Pädagogen**

*Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften : ZfDN 19 (2013), S. 31-49*



Quellenangabe/ Reference:

Jüttner, Melanie; Neuhaus, Birgit Jana: Das Professionswissen von Biologielehrkräften. Ein Vergleich zwischen Biologielehrkräften, Biologen und Pädagogen - In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften : ZfDN 19 (2013), S. 31-49 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-317049 - DOI: 10.25656/01:31704

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-317049>

<https://doi.org/10.25656/01:31704>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<https://www.leibniz-ipn.de>

### **Nutzungsbedingungen**

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

### **Terms of use**

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

### **Kontakt / Contact:**

peDOCS  
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation  
Informationszentrum (IZ) Bildung  
E-Mail: [pedocs@dipf.de](mailto:pedocs@dipf.de)  
Internet: [www.pedocs.de](http://www.pedocs.de)

MELANIE JÜTTNER UND BIRGIT JANA NEUHAUS

## Das Professionswissen von Biologielehrkräften – Ein Vergleich zwischen Biologielehrkräften, Biologen und Pädagogen

Biology Teachers' Professional Knowledge

A Comparison of biology teachers, biologists and pedagogues

### ZUSAMMENFASSUNG

Forschungsarbeiten zur Professionalität von Lehrkräften können für die Qualitätsverbesserung von Unterricht wegweisend sein (Baumert & Kunter, 2011). Allerdings untersuchen bisher nur vereinzelte Studien Teilaspekte des Professionswissens von Lehrkräften der Naturwissenschaften. Eben an diesem Punkt setzt das durch das BMBF geförderte Verbundprojekt *ProwiN* an. Im Rahmen der vorliegenden Studie wird die Validität von entwickelten Testinstrumenten, die im Rahmen von *ProwiN* zur Erfassung des fachdidaktischen und fachlichen Professionswissens von Biologielehrkräften konstruiert wurden, überprüft. Mit Hilfe eines Kontrastgruppenvergleichs ( $N=167$ ) wird anhand dreier Expertengruppen nachgewiesen, inwiefern das erhobene Wissen biologielehrerspezifisches Wissen darstellt. Im fachdidaktischen Wissen – welches als das für den Biologielehrer spezifische Wissen gilt – wiesen die Biologielehrkräfte signifikant höhere Testwerte auf als die Diplombiologen und Diplompädagogen. Im Fachwissenstest schnitten die Biologielehrkräfte tendenziell besser ab, als die Diplompädagogen. Dies impliziert, dass mit den entwickelten Tests biologielehrerspezifisches fachdidaktisches Wissen und Fachwissen erfasst und in Zukunft für weitere Forschungsziele bezüglich des Expertenwissens von Biologielehrkräften eingesetzt werden kann.

### Schlagwörter:

Professionswissen, Biologielehrkräfte, Fachdidaktisches Wissen, Fachwissen

### ABSTRACT

Research about teachers' professionalism might be helpful for increasing teaching effectiveness and quality of instruction (Baumert & Kunter, 2011). In science teaching, there have been only a few studies focused on taking a closer look at different aspects of teachers' professional knowledge in particular areas of science. Therefore, the study *ProwiN*, which is funded by the BMBF, concentrates on science teachers' professional knowledge for physics, biology and chemistry. In this paper group comparisons between biology teachers and other profession groups ( $N=167$ ) were conducted to ensure the construct validity of the in *ProwiN* developed pedagogical content knowledge and content knowledge test for biology teachers. The data indicates that the tests measure biology teacher specific knowledge dimensions: Biology teachers showed a higher con-

tent knowledge than pedagogues as well as a significant higher pedagogical content knowledge than biologists and pedagogues. In future, the developed test instruments might be used to evaluate education of future teachers at universities to enhance teachers' professional development, which may indirectly improve science teaching effectiveness.

**Keywords:**

professional knowledge, biology teachers, pedagogical content knowledge, content knowledge

## Theoretischer Hintergrund

Seit mehr als einem Jahrhundert liegen Kenntnisse aus zahlreichen Forschungsprojekten über Lehrerinnen und Lehrer vor (Weinert, 1996a), die in die aktuelle Bildungsforschung einfließen (Seidel, 2011). Die Forschungsprojekte entstammen einzelnen Forschungsdisziplinen – der pädagogischen Psychologie, der Soziologie, den Erziehungswissenschaften, der empirischen Bildungsforschung und den Fachdidaktiken. Diese beziehen sich hinsichtlich der Professionalität des Lehrerberufs auf unterschiedliche theoretische und empirische Ansätze (Baumert & Kunter, 2006), welche sich an allgemeinen Wandlungsprozessen der jeweiligen Forschungsrichtung orientieren (Terhart, 2001). Im Rahmen der hier vorliegenden Studie soll sich im folgenden Theorieteil schwerpunktmäßig auf das Expertenparadigma bezogen werden, da es im Rahmen dieser Studie die Grundlage für die Entwicklung der Fragebögen darstellte.

## 1 Das Expertenparadigma

In der Lern-Lehr-Forschung werden häufig drei Forschungsparadigmen unterschieden (Brunner et al., 2006a; Weinert, 1996b): das Persönlichkeitsparadigma, das Prozess-(Mediations-)Produkt-Paradigma und das Expertenparadigma.

Das Expertenparadigma wurde mit der ‚kognitiven Wende‘ (1980) vor allem durch Begründer der kognitionspsychologischen Expertenforschung definiert und stellt eine Ergänzung des bis dahin vorherrschenden Prozess-Produkt-Paradigmas dar (Helmke, 2009; Krauss, 2011). Ein wesentliches Ziel des Expertenparadigmas war es, die Lehrperson in den Vordergrund des Forschungsprozesses zu rücken. Demnach wird beim Expertenparadigma das erfolgreiche Lehrerhandeln in Abhängigkeit vom Wissen und Können der Lehrkraft analysiert (Baumert & Kunter, 2006; Bromme & Haag, 2008). Zugleich wird beim Expertenparadigma systematisch das Unterrichtsgeschehen untersucht und mit dem Lehrerhandeln in Verbindung gebracht (Schön, 1983).

Neben dem Wissen und Können werden subjektive Theorien und Überzeugungssysteme von Lehrkräften analysiert (Dann, Diegritz & Rosenbusch, 1999). Im Rahmen des Expertenparadigmas bezieht man sich auf die Expertiseforschung, auf die im Folgenden näher eingegangen werden soll. In der allgemeinen Expertiseforschung können drei Strömungen unterschieden werden. Diese drei Strömungen definieren Expertise unterschiedlich. Von Expertise wird demnach gesprochen, wenn eine spezielle Fähigkeit zum Erreichen überdurchschnittlicher Leistungen vorhanden ist (Gobet, 2001), permanente außergewöhnliche Höchstleistung erbracht wird (Gruber, 2001), oder ein besonderes individuelles Wissen vorliegt (Zimbardo, 1995). Dieses besondere individuelle Wissen wird im Hinblick auf die Expertise von Lehrkräften auch Lehrerprofessionswissen genannt. Das Expertenwissen wird demnach als ‚professionelles Wissen‘ – das Wissen, welches notwendig ist, um berufliche Aufgaben zu erfüllen (Baumert & Kunter, 2006) – definiert. Durch die Ambiguität der Begriffe Experte und Expertise ergibt sich ein Begriffsproblem (Bromme, 1992; Krauss, 2011). Der Lehrer als Experte impliziert, dass die Lehrkräfte als „Experten für das Lernen und Lehren in der Schule“ (Bromme, 2008, S. 159) angesehen werden. Laien, die kein Mitglied dieser Profession sind, also in diesem Fall keine Lehrkraft, werden hierbei von den Experten abgegrenzt (Besser & Krauss, 2009; Bromme, 2008). Im Gegensatz zu dieser Definition werden in der (Lehrer-) Expertiseforschung unter dem Experten sowie unter dem in der englischsprachigen

Literatur verwendeten Begriff *expert teacher* (Berliner, 2001; Leinhardt & Greeno, 1986), besonders erfolgreiche Vertreter innerhalb der Profession verstanden. Ausgehend vom ursprünglichen Expertenverständnis der kognitiven Psychologie wird somit die Gruppe der ‚Experten eines Faches‘ den anderen Mitgliedern derselben Profession, die als Novizen bezeichnet werden, gegenübergestellt (Baumert & Kunter, 2006). Allerdings darf beim Experten-Novizen Ansatz der Novize nicht mit Neuling gleichgesetzt werden (Bromme & Haag, 2008; Lipowsky, 2006). Im Rahmen der hier vorliegenden Studie wird das Lehrerprofessionswissen in Anlehnung an Bromme (2008) definiert.

## 2 Die Lehrerprofessionalität

In der Literatur besteht Einigkeit darüber, dass im Sinne des Experten-Paradigmas das Wissen und Können von Lehrkräften – neben Einstellungen, Überzeugungen, motivationalen Orientierungen und selbstregulativen Fähigkeiten – die zentralen Komponenten ihrer Professionalität darstellt. Betrachtet man das professionelle Wissen und Können detaillierter, besteht hingegen nur wenig Übereinstimmung über die Struktur und die Entwicklung des professionellen Wissens (Besser & Krauss, 2009; Neuweg, 2011; Reinisch, 2009). Diese Unstimmigkeiten sind einerseits auf den Mangel empirischer Forschungen und andererseits auf unterschiedliche Schwerpunktsetzungen verschiedener Forschergruppen zurückzuführen (Baumert & Kunter, 2011).

Zur Beschreibung der Struktur des Lehrprofessionswissens wird die Kategorisierung von Shulman (1987; 1986) in aktuellen Studien am häufigsten herangezogen (z. B. Borowski, Olszewski & Fischer, 2010; Schmelzing, 2010; Tepner et al., 2012; von Aufschnaiter & Blömeke, 2010; Woitkowski, Riese & Reinold, 2011). Shulman (1986) unterschied ursprünglich vier Wissenskategorien: das allgemeine pädagogische Wissen, das Fachwissen, das fachdidaktische Wissen und das Wissen über das Fachcurriculum. Diese Wissenskategorien wurden 1987 von Shulman um drei weitere Wissenskategorien erweitert: die Psychologie des Lerners, das Organisationswissen und das erziehungstheoretische und bildungstheoretische Wissen. An dieser ursprünglichen Definition von Shulman orientierten sich zahlreiche Forschergruppen und erweiterten sie um vielfältige theoretische Überlegungen (vgl. Reviews: Kind, 2009; Park & Oliver, 2008; van Driel, Verloop & de Vos, 1998). Vor allem das für Lehrkräfte als typisches Wissen benannte fachdidaktische Wissen (Tenorth, 2006) wurde hierbei häufig fokussiert und oftmals auch kontrovers diskutiert. Bis heute herrscht keine Einigkeit darüber, was genau das Lehrprofessionswissen und im Speziellen das fachdidaktische Wissen ausmacht.

In Deutschland hat sich weitestgehend eine Dreiteilung des Professionswissens von Lehrkräften in fachdidaktisches Wissen, Fachwissen und pädagogisches Wissen etabliert (Baumert et al., 2010; Blömeke et al., 2009; Helmke, 2009). Zweifelsohne kommt diesen drei Kategorien des Professionswissens eine zentrale Bedeutung

beim professionellen Handeln von Lehrkräften zu (Baumert et al., 2010; Grossman, 1990). Daher wurden in dem vom BMBF-finanzierten Verbundprojekt *Pro-wiN*<sup>1</sup> (Professionswissen von Lehrkräften in den Naturwissenschaften) das fachdidaktische Wissen, das Fachwissen und das pädagogische Wissen von Lehrkräften der Biologie, Chemie und Physik untersucht. Im Rahmen der hier beschriebenen Studie wird auf das fachdidaktische Wissen und auf das Fachwissen von Biologielehrkräften fokussiert. Fachdidaktisches Wissen und Fachwissen wurden als erklärungsmächtigste Faktoren vom Expertenwissen im Lehrberuf identifiziert (Baumert et al., 2004; Shulman, 1987).

Es wurden zahlreiche qualitative Studien durchgeführt, die sich der Konzeptualisierung des fachdidaktischen Wissens annehmen (z. B. Lee & Luft, 2008; Park & Chen, 2012; Putnam, Heaton, Prawat & Remillard, 1992). Insgesamt können die unterschiedlichen Konzeptualisierungen zwei Modellen des fachdidaktischen Wissens zugeordnet werden (Gess-Newsome, 1999): dem transformativen Modell und dem integrativen Modell. Das transformative Modell geht davon aus, dass das fachdidaktische Wissen aus einzelnen Facetten besteht, unabhängig davon, ob diese Facetten ebenfalls in anderen Wissensdimensionen eine Rolle spielen (vgl. Magnusson, Krajcik & Borko, 1999). Bei dieser Auffassung ist der Zusammenhang zwi-

1 Pro-wiN stellt ein Verbundprojekt der Universität München, der Universität Duisburg-Essen, der Universität Bochum, der Universität Regensburg sowie der RWTH Aachen dar. Das Projekt wird gefördert vom BMBF.

schen dem fachdidaktischen Wissen und anderen Wissensdimensionen unklar. Das Modell von Magnusson et al. (1999) lehnt sich stark an der ursprünglichen Definition von Shulman (1986, 1987) an. Sie nehmen an, dass andere Wissensdimensionen, wie beispielsweise das pädagogische Wissen und das Fachwissen, sich in dem fachdidaktischen Wissen vereinen. Hingegen bei dem integrativen Modell gilt die Annahme, dass das fachdidaktische Wissen über die Integration unterschiedlicher Wissensdimensionen definiert wird (Gess-Newsome, 1999). Vor allem die enge Verzahnung vom Fachwissen und dem pädagogischen Wissen mit dem fachdidaktischen Wissen (FdW) spielt hierbei eine bedeutende Rolle (Gardener & Gess-Newsome, 2011; Gess-Newsome, 1999) (vgl. Abbildung 1).

Zudem wird in diesem Modell zwischen Wissensdimensionen ‚innerhalb‘ und ‚außerhalb‘ des fachdidaktischen Wissens un-

terschieden (Gardener & Gess-Newsome, 2011). Das Fachwissen wird somit als separate Wissensdimension und zugleich als Basiswissen für das fachdidaktische Wissen definiert (Gardener & Gess-Newsome, 2011). Das Fachwissen wird daher auch als ein Teilbereich (innerhalb) des fachdidaktischen Wissens aufgefasst (Gardener & Gess-Newsome, 2011). Beispielsweise für die Beantwortung einer Frage hinsichtlich des fachdidaktischen Wissens über einen konkreten Schülerfehler benötigt eine Lehrkraft das spezielle Fachwissen als Basiswissen, um den Schülerfehler diagnostizieren zu können.

Hinsichtlich der im Detail verwendeten Facetten des fachdidaktischen Wissens kann diversen Reviews zusammenfassend entnommen werden, dass das Wissen über *Repräsentationsformen im Unterricht* und über *Schülerprobleme und -kognitionen* die zwei am häufigsten für die Konzeptualisierung des fachdidaktischen Wissens heran-

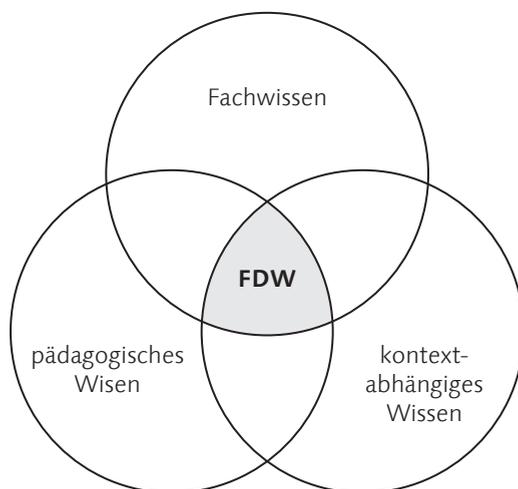


Abb. 1: Integratives Modell des fachdidaktischen Wissens (übernommen von Gardener & Gess-Newsome, 2011).

gezogenen Facetten sind (Schmelzing et al., 2012; van Driel et al., 1998).

Bezogen auf das Fachwissen existieren bisher vor allem konkrete Konzeptualisierungen für das Lehrerberufswissen von Mathematiklehrkräften (Baumert et al., 2010). In der Mathematik ist auffällig, dass vor allem hinsichtlich der strukturellen Modellierung weltweit Einigkeit über die Inhaltsbereiche besteht. Hierbei werden in den large-scale Studien die Arithmetik, Algebra, Geometrie und Stochastik von nahezu allen Forschergruppen erfasst (Blömeke et al., 2008b; Döhrmann et al., 2010; Hill, Rowan & Ball, 2005; Krauss et al., 2011). Im internationalen Raum gibt es eine solche Einigung für die Biologie noch nicht. In Deutschland zeigten Lehrplananalysen in zwei Bundesländern Schnittpunkte in unterschiedlichen Jahrgangsstufen und Schultypen (vgl. Jüttner, Spangler, & Neuhaus, 2009). Hinsichtlich der theoretischen Modellierung des Fachwissens gibt es jedoch auch innerhalb des Faches Mathematik kontroverse Auffassungen. Zusammenfassend werden von den Studien unterschiedliche Kompetenzstufen definiert, wobei nicht alle Studien das Alltagswissen (z. B. Blömeke et al., 2008a) beziehungsweise das universitäre Wissen (Krauss et al., 2011) mit in ihr Konzept integrieren. Diese unterschiedlichen Ansätze sind zum einen auf unterschiedliche Zielsetzungen der Forschungsprojekte zurückzuführen und zum anderen auf die bisher fehlenden Erkenntnisse darüber, welches Fachwissen für einen ‚guten‘ Unterricht notwendig ist. Neben Kompetenzstufen wurden zudem Verknüpfungsleistungen und kognitive

Anforderungen für die kriteriumsorientierte Modellierung herangezogen (Blömeke et al., 2008a).

### 3 Theoretische Konzeptualisierung von fachdidaktischem Wissen und Fachwissen in der *ProwiN*-Studie

Im Rahmen der *ProwiN*-Studie wurde das fachdidaktische Wissen in drei Facetten unterteilt: (1) das *Wissen über Schülervorstellungen und -fehler*; bezüglich des *Wissens über Repräsentationsformen* im Unterricht wird zwischen dem (2) *Wissen über Modelle* und dem (3) *Wissen über Experimente* unterschieden (Tepner et al., 2012). Zudem wurden drei Wissensbereiche, das *deklarative, prozedurale* und *konditionale Wissen* definiert. Für das vorliegende Projekt wurden vier Themenkomplexe gewählt, die in zwei an der Studie beteiligten Bundesländern in der gleichen Jahrgangsstufe in der Hauptschule und im Gymnasium vorkommen: *Neurobiologie, Zytologie, Zoologie* und *Botanik*. Die Unterteilung in die drei Wissensbereiche, sowie die zusätzliche Differenzierung in Themen wurde für das fachdidaktische und das fachliche Wissen analog konzipiert (Tepner et al., 2012). Dieses theoretische Modell wurde für alle Fächer im *ProwiN*-Projekt für die Entwicklung der Items herangezogen. Ziel in der Biologie war es, möglichst jede Zelle des theoretischen Modells mit mindestens drei Items zu füllen.

Das deklarative fachdidaktische Wissen umfasst die Frage nach reinem Faktenwis-

sen wie beispielsweise Vor- und Nachteile eines Modells. Items zum prozeduralen fachdidaktischen Wissen versuchen ein Anwendungs- oder Handlungswissen zu erfassen. Hierfür wird beispielsweise eine bestimmte Situation geschildert, wie diese im Alltag einer Lehrkraft auftreten könnte. Anschließend wird die Lehrkraft gebeten, mögliche Reaktionen niederzuschreiben. Diese Aufgabe kann sich zum Beispiel auf den Umgang mit Schülerfehlern im Biologieunterricht beziehen. Das konditionale fachdidaktische Wissen bezeichnet das Wissen über Kausalzusammenhänge. Für die Erfassung dieses Wissens wurden Items entwickelt, die beispielsweise nach möglichen Ursachen (aus Alltag und Unterrichtsmaterialien) eines gegebenen Schülerfehlers fragen (vgl. Jüttner & Neuhaus, 2012). Es wurde folglich versucht, die einzelnen Wissensbereiche und Wissensfacetten deutlich voneinander getrennt abzufragen.

Entsprechend dem theoretischen Modell wurden ebenfalls Items für die Erfassung des Fachwissens entwickelt. Das deklarative Fachwissen wurde in Anlehnung an Fenstermacher (1994) und de Jong und Ferguson-Hessler (1996) als reines Faktenwissen definiert. Hinsichtlich der Itementwicklung bedeutet dies, dass Benennungen biologischer Strukturen in diesen Wissensbereich einzuordnen sind. Um das prozedurale Wissen zu erheben, wurden Items entwickelt, die biologische Zusammenhänge erfragen. Bei diesen Items werden von Schülern notierte Fragestellungen in einem Itemstamm an die Lehrkraft gestellt. Bezüglich dieser Fragestellung werden unterschiedliche, das

Hintergrundwissen betreffende, biologische Aussagen angegeben, welche tiefer als das Schulwissen reichen. Jede dieser Aussagen muss von der Lehrkraft bezüglich der fachlichen Korrektheit beurteilt werden. Das konditionale Wissen wurde getestet, indem mehrere unterschiedliche biologische Themen über verschiedene biologische Konzepte verknüpft werden sollten. Die Fragen bezüglich des prozeduralen und konditionalen Wissens erfolgten vor allem vor dem Hintergrund der im Jahr 2004 eingeführten Bildungsstandards der KMK.

### Zielsetzung

Ziel der hier beschriebenen Teilstudie ist es, für die entwickelten Testinstrumente (Jüttner & Neuhaus, 2012; Jüttner, Boone, Park, & Neuhaus, 2013) zur Erfassung des biologischen und biologiedidaktischen Lehrberufswissens zu untersuchen, inwiefern diese tatsächlich ein lehrerspezifisches Professionswissen prüfen (Krauss et al., 2011; Hill, Dean & Goffney, 2007). Es wird theoretisch in Anlehnung an das Expertenparadigma angenommen, dass die verschiedenen Populationen (Biologielehrkräfte, Diplombiologen, Diplompädagogen) ein spezifisches von den jeweils anderen Populationen abgrenzbares Ergebnis in den entwickelten Tests zeigen (Hill et al., 2007; Krauss et al., 2008).

Diese Hypothese betrifft das Abschneiden der verschiedenen Kontrastpopulationen im fachdidaktischen Wissens- und Fachwissenstest. Es werden für jede Expertengruppe ihrer Profession entsprechend unterschiedliche Ergebnisse erwartet:

Da das Testinstrument für die Erfassung des Lehrerprofessionswissens entwickelt wurde, wird erwartet, dass die Lehrkräfte in beiden fachspezifischen Professionswissenskategorien sehr hohe Werte erzielen. Am deutlichsten werden Unterschiede zu beiden Kontrastpopulationen im fachdidaktischen Wissen vermutet, da dieses einzigartig für den Lehrberuf ist (Krauss et al., 2008; Park & Oliver, 2008; Besser & Krauss, 2009). Hier wird davon ausgegangen, dass die Biologielehrkräfte am besten abschneiden. Im Fachwissenstest wird davon ausgegangen, dass Diplombiologen und Lehrkräfte deutlich höhere Werte erzielen werden als Diplompädagogen. Da sich das Testinstrument jedoch auf unterschiedliche Bereiche der Schulbiologie bezieht, wäre es denkbar, dass Diplombiologen, welche sich auf ein im Test nicht auftauchendes Inhaltsgebiet der Biologie spezialisiert haben, etwas schlechter als die Biologielehrkräfte abschneiden.

## Methoden

### *Stichprobenbeschreibung*

Insgesamt nahmen an der Studie 136 Biologielehrkräfte des Gymnasiums, 20 Diplombiologen und 11 Diplompädagogen teil (Tabelle 1). Die Probandinnen und Probanden waren im Mittel 39.5 Jahre alt ( $SD = 11.9$ , Altersspanne von 23–67 Jahre) und hatten durchschnittlich 12.2 Jahre Berufserfahrung ( $SD = 11.5$ , Spanne von 0–38 Jahre). Insgesamt nahmen 54 Männer und 112 Frauen an der Umfrage teil ( $N = 167$ , eine Person nannte kein Geschlecht).

### *Material und Durchführung*

Das Testinstrument bestand insgesamt aus einem Fragebogen zu persönlichen Angaben (10 Minuten), einem Fragebogen zum pädagogischen Wissen (Thillmann & Wirth, in Vorb.) (30 Minuten) und zwei fachlichen Fragebögen, dem fachdidaktischen Wissenstest (ca. 50 Minuten) und dem Fachwissenstest (ca. 40 Minuten). Der fachdidaktische Wissenstest bestand aus 24 Items, der Fachwissenstest aus 21 Items. Die Lehrkräfte hatten ca. 120 Minuten Zeit, die kompletten Fragebögen unter Aufsicht einer Testleiterin beziehungsweise eines Testleiters in der Schule auszufüllen. Die Erhebung der Daten von Diplompädagogen und Diplombiologen fand mit Hilfe eines Online-Fragebogens statt. Hierbei wurde die Zeit, die für das Ausfüllen einer jeweiligen Seite in Anspruch genommen wurde, elektronisch erfasst und kontrolliert, damit keine externe Hilfe in Anspruch genommen werden konnte. In einer Pilotierungsstudie an 64 Biologielehrkräften konnte gezeigt werden, dass es keine zeitlichen Differenzen zwischen dem Ausfüllen des Papier- und Bleistifttests und des Online-Fragebogens gab. Zudem wurden die Zeitmittelwerte der Pilotierungsstudie mit denen der Validierungsstudie verglichen. Dies ergab für die Bearbeitung der Fachwissensitems, die von der Pilotierungsstudie unverändert übernommen wurden, vergleichbare Werte. Beim fachdidaktischen Wissenstest benötigten die Diplombiologen und Diplompädagogen im Vergleich zu den Lehrkräften der Pilotierungsstudie im Mittel lediglich ein Zehntel der Zeit für die Beantwortung der Fragen.

Tab. 1: Detaillierte Stichprobenbeschreibung der Expertengruppen

Profession	n	Geschlecht		Alter	Berufserfahrung
		männlich	weiblich	Mittelwerte (M), Standardabweichung (SD)	
Lehrkräfte	136	51	84	M=41.7, SD=12.0	M=14.3, SD=11.7
Diplombiologen	20	3	27	M=29.2, SD=4.25	M=2.5, SD=3.4
Diplompädagogen	11	0	11	M=31.18, SD=4.09	M=4.8, SD=4.7

Anmerkung: Die Lehrkräfte entsprechen den Gymnasiallehrkräften der Stichprobe der Hauptstudie (vgl. Dissertationsprojekt).

Die Rekrutierung der Biologielehrkräfte wurde vom IEA-DPC<sup>2</sup> in Hamburg übernommen.

Die Teilnehmer und Teilnehmerinnen der anderen Expertengruppen wurden nicht vom DPC erhoben, erhielten aber analoge Instruktionen und Bearbeitungszeiten in einem elektronischen Anschreiben.

### Statistische Auswertverfahren

Die Daten wurden mit dem Partial Credit Modell unter Verwendung des Programms *Winsteps* (2012) ausgewertet (Bond & Fox, 2007). Die Parameterschätzung erfolgte mit der JML-(joint maximum likelihood) Methode.

Für den fachdidaktischen Wissenstest (FdW) und den Fachwissenstest (FW) wurden die Itemschwierigkeit- und Personenfähigkeitsschätzwerte im Detail analy-

siert. Da der Modellfit die Voraussetzung für alle weiteren Berechnungen darstellt, werden die wichtigsten Kennwerte für die gesamte Validierungsstichprobe ( $N=167$ ) im Folgenden kurz berichtet.

Beim fachdidaktischen Wissenstest (24 Items) und beim Fachwissenstest lag der Mittelwert der Personenfähigkeit jeweils etwas unter dem auf null gesetzten Mittelwert der Items (FdW:  $M=-0.99$  Logits,  $SD=0.48$  Logits; FW:  $M=-0.97$  Logits,  $SD=0.55$  Logits). Dies zeigt, dass die entwickelten Items eine Tendenz zur Schwere aufweisen und daher zu wenig leichte Items für eine präzise Schätzung der unterschiedlichen Personenfähigkeiten vorhanden sind. In der Hauptstudie waren diese Werte beim Fachwissenstest allerdings nahe der Null ( $M=0.05$  Logits,  $SD=0.45$  Logits) (vgl. Jüttner et al., 2013). Für den fachdidaktischen Wissenstest ergaben sich für die 24 Items eine Itemreliabilität von .96 und eine Personenreliabilität von .69 bei einer Itemseparierbarkeit von 5.0 Logits und einer Personenseparierbarkeit von 1.5 Logits. Für die 20 Fachwissenstests ergaben sich ähnliche Werte für die

2 IEA stellt eine Abkürzung für *International Association for the Evaluation of Educational Achievement* dar. Hierbei handelt es sich um eine gemeinnützige Stiftung mit Sitz in Amsterdam. Das *Data Processing and Research Center* (DPC) in Hamburg ist ein Teil der IEA.

Itemreliabilität (.98) und die Personenreliabilität (.68) bei einer Itemseparierbarkeit von 6.5 Logits und einer Personenseparierbarkeit von 1.5 Logits. Der Wert der Personenreliabilität kann ähnlich wie die klassische ‚Test‘-Reliabilität interpretiert werden (Linacre, 2009). Hingegen der Wert der Itemreliabilität gibt Auskunft darüber, inwiefern eine ausreichend umfangreiche Stichprobe an der Untersuchung teilnahm und somit eine präzise Schätzung der Itemschwierigkeit gegeben ist (Boone, Straver, & Yale, in Druck). Zusammenfassend liegen für beide Teste zufriedenstellende Werte vor (ebd.). Zusätzlich kann der *Item-Separation-Index* herangezogen werden, um die Aussagekraft der hierarchischen Anordnung der Items hinsichtlich deren Schwierigkeit zu überprüfen. Für beide Testhefte lag eine Itemseparierbarkeit  $>3$  Logits vor. Dies ist ein Hinweis dafür, dass die Stichprobengröße ausreichend ist, um die hierarchische Anordnung der Items (vgl. Jüttner et al., 2013) bestätigen zu können (Boone et al., in Druck). Der *Personen-Separation-Index* gibt zusätzlich Aufschluss darüber, ob das entwickelte Instrument ausreichend sensibel ist, um zwischen unterschiedlich gut abschneidenden Probanden differenzieren zu können (Boone et al., in Druck). Die Werte von 1.5 Logits weisen auf eine akzeptable Separierbarkeit hin. Die Testinstrumente können in diesem Fall lediglich zwischen zwei Niveaustufen der Personenfähigkeiten präzise genug differenzieren (Boone et al., in Druck). Die Testitems ergaben folglich ein Messinstrument, welches eine präzise Schätzung der Personenfähigkeiten und daher deren

Differenzierung auf unterschiedlichem Schwierigkeitsniveau, sowohl bezogen auf das fachdidaktische Wissen als auch bezogen auf das Fachwissen, erlauben.

Die Infit- und Outfit-MNSQ Werte liegen für jedes einzelne Item sowie für jeden Probanden bei beiden Testinstrumenten zwischen 0.5–1.5 Logits, was einer produktiven Messung entspricht (Linacre, 2009, S. 284). Die Analyse liefert zudem für alle fachdidaktischen und fachlichen Items und fast alle Probanden  $t$ -Werte im konventionellen Cut-Off-Wertebereich von  $-2$  bis  $+2$  (Bond & Fox, 2007). Die detaillierte Analyse der Personeneinzelwerte der Gesamtstichprobe von  $N=167$  zeigte, dass 1.7% bzw. 1.2% der Probanden eine nicht erwartete Antwort im fachdidaktischen Wissenstest bzw. im Fachwissenstest gaben, d. h. ein  $t > \pm 2$  aufwies. Da dies einem sehr geringen Anteil der Gesamtstichprobe entspricht, können trotz der Abweichung weitere parametrische Tests durchgeführt werden (Bond & Fox, 2007). Dies wird dadurch, dass die Streuung um die Fit-Werte der Personen (FdW: Infit  $t SD=1.1$ ; Outfit  $t SD=1.2$ ; FW: Infit  $t SD=1.1$ ; Outfit  $t SD=1.3$ ) innerhalb des Bereichs von  $-2$  und  $+2$  liegen, unterstützt (Bond & Fox, 2007). Der fachdidaktische Wissenstest und der Fachwissenstest sind somit raschhomogen. Weitere parametrische Tests dürfen somit mit den intervallskalierten Rasch Measure Werten durchgeführt werden (Boone, Townsend & Staver, 2011), welche im Folgenden dargestellt werden.

Für den Gruppenvergleich der drei Expertengruppen wurden die Rasch Measure Werte der einzelnen Personen separat für

den fachdidaktischen Wissenstest und den Fachwissenstest herangezogen, um anschließend in SPSS (2012) die einfaktorielle ANOVA zu berechnen. Für den Test der Varianzhomogenität innerhalb der Gruppen wurde zudem der Levene-Test durchgeführt. Der Levene-Test zeigte sowohl für das fachdidaktische Wissen als auch für das Fachwissen signifikante Ergebnisse. Aufgrund dieser Verletzungen der Varianzhomogenität, sowie aufgrund der ungleichen Verteilung der Stichprobengrößen, wurde für die Post-hoc Analysen der Games-Howell Test herangezogen.

## Ergebnisse

Es liegen sowohl für das fachdidaktische Wissen ( $F_{(2,164)} = 34.78$ ,  $p < .001$ ,  $\eta^2 = .30$ ) als auch für das Fachwissen ( $F_{(2,164)} = 30.78$ ,  $p < .001$ ,  $\eta^2 = .28$ ) hoch signifikante Unterschiede zwischen den Kontrastgruppen vor (vgl. Abbildung 2 und Abbildung 3). Beim fachdidaktischen Wissen weisen die Biologielehrkräfte das höchste Wissen auf (vgl. Abbildung 2). Die Post-hoc Analysen mittels des Games-Howell Tests ergeben sowohl für den Gruppenvergleich des fachdidaktischen Wissens der Lehrkräfte

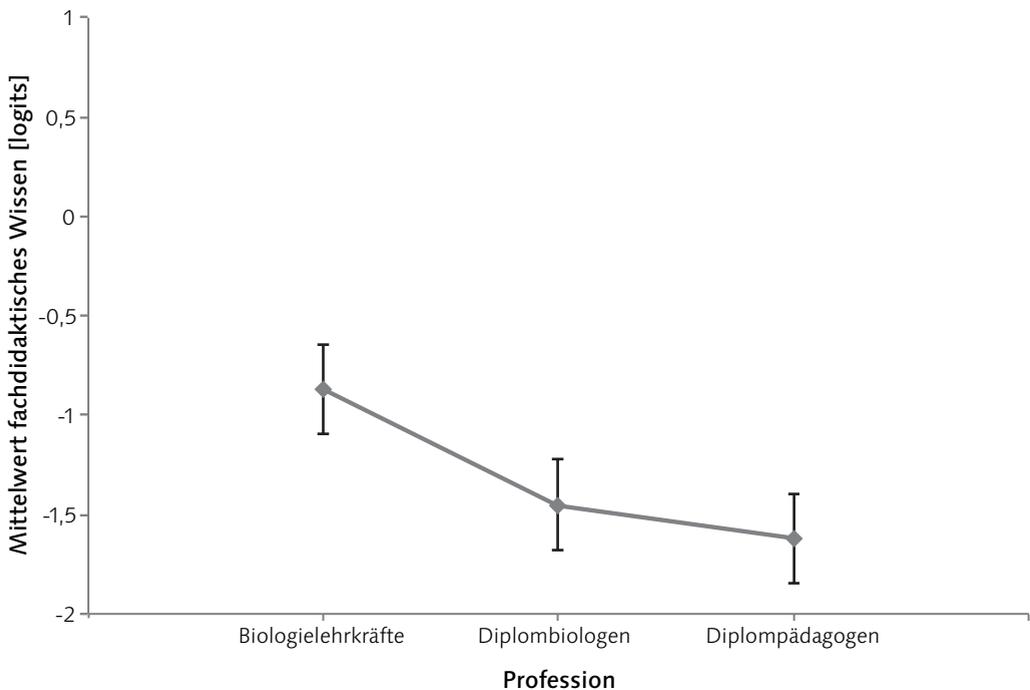


Abb. 2: Grafische Darstellung der mittleren Testleistung (in Logits) des fachdidaktischen Wissenstests der drei unterschiedlichen Teilstichproben (Expertengruppen). Dargestellt sind Mittelwerte und Standardfehler für den Vergleich der drei Gruppen ( $F(2,164) = 34.78$ ,  $p < .001$ ,  $\eta^2 = .30$ ). Es liegen signifikante Unterschiede zwischen den Lehrkräften und den Diplombiologen ( $p < .001$ ), als auch zwischen den Lehrkräften und den Diplompädagogen vor ( $p = .008$ ).

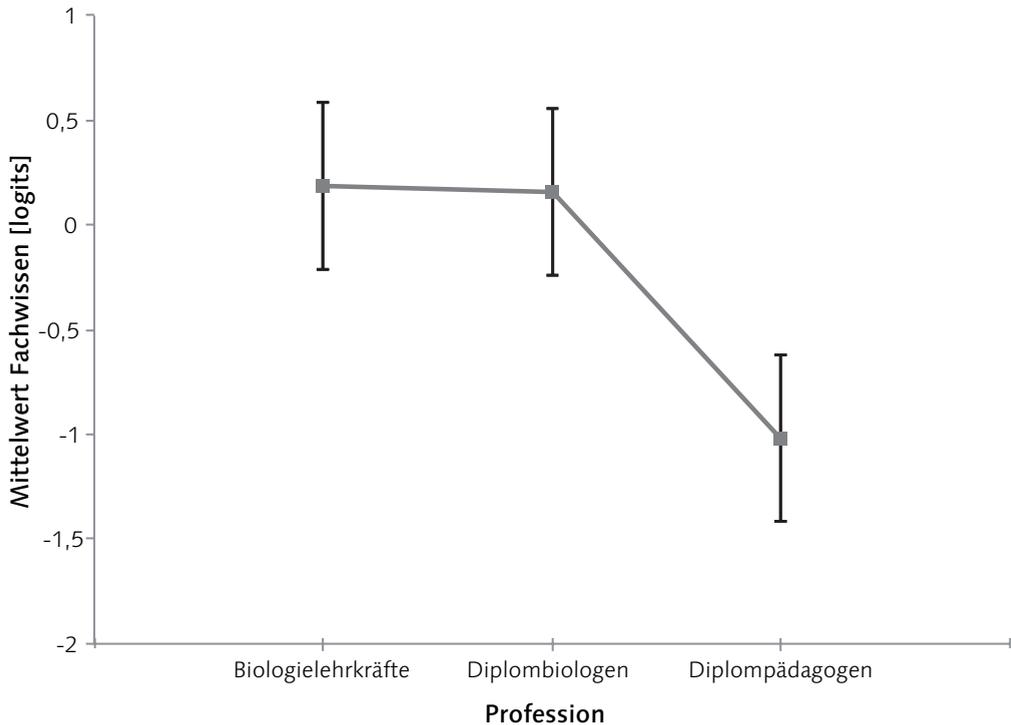


Abb. 3: Grafische Darstellung der mittleren Testleistung (in Logits) des Fachwissenstests für drei unterschiedliche Teilstichproben (Expertengruppen). Illustriert sind Mittelwerte und Standardfehler für den Vergleich der drei Gruppen ( $F(2,164) = 30.78, p < .001, \eta^2 = .28$ ).

( $M = -0.87, SD = 0.38$ ) und der Diplompädagogen ( $M = -1.62, SD = 0.65$ ) als auch für den Vergleich zwischen den Lehrkräften und den Diplombiologen ( $M = -1.48, SD = 0.65$ ) einen signifikanten Unterschied ( $p < .05$  bzw.  $p < .001$ ). Die Biologielehrkräfte schneiden somit im Fachwissen signifikant besser als die Diplombiologen und als die Diplompädagogen ab. Zwischen den Diplompädagogen und den Diplombiologen liegt kein signifikanter Unterschied vor ( $p = .80$ ).

Post-hoc Analysen mittels Games-Howell Test hinsichtlich des Fachwissens zeigen

eine Tendenz ( $p = .052$ ), dass die Biologielehrkräfte ( $M = 0.19, SD = 0.33$ ) besser abschneiden als die Diplompädagogen ( $M = 1.02, SD = 1.47$ ) (vgl. Abbildung 3). Gleiches gilt für den Gruppenvergleich zwischen den Diplombiologen ( $M = 0.17, SD = 0.40$ ) und den Diplompädagogen ( $p = .057$ ) – die Diplombiologen erzielen tendenziell bessere Ergebnisse im Fachwissenstest als die Diplompädagogen. Zwischen den Biologielehrkräften und den Diplombiologen liegt kein signifikanter Unterschied vor ( $p = .98$ ).

## Diskussion

Der Vergleich der Kontrastgruppen konnte zeigen, dass vor allem das Testinstrument zur Erfassung des fachdidaktischen Wissens von Biologielehrkräften wie gewünscht ein spezifisches Professionswissen von Biologielehrkräften erfasst. In diesem Test schneiden sowohl Diplombiologen als auch Diplompädagogen signifikant schlechter ab als Biologielehrkräfte. Ein analoges Ergebnis brachte eine Untersuchung von Schmelzing et al. (2012): Es wurde hierbei das fachdidaktische Wissen bezüglich des Themenschwerpunktes Blutkreislauf von Fachbiologen und Biologielehrkräften miteinander verglichen. Es ergab sich ebenfalls ein signifikanter Unterschied, wobei die Biologielehrkräfte besser abschnitten als die Fachbiologen. Im Rahmen der *ProwiN*-Studie konnte auch in der Chemie ein signifikant höheres fachdidaktisches Wissen von Chemielehrkräften im Gegensatz zu Fachchemikern festgestellt werden (Dollny, 2011). Zusätzlich wurde teilweise die diskriminante Validität über die Untersuchung der Wissenszunahme unter Beachtung der Berufserfahrung empirisch überprüft (z. B. Borowski, Olszewski & Fischer, 2010; Schmelzing et al., 2012). In der Physikdidaktik war sogar eine Validierung des fachdidaktischen Wissenstests anhand einer Testkombination möglich (Borowski et al., 2010).

Im Test zum Fachwissen schneiden Biologielehrkräfte und Diplombiologen im Rahmen der hier beschriebenen Studie ähnlich gut ab, während Diplompädagogen tendenziell schlechtere Ergebnisse erzielen. Zu analogen Ergebnissen kam die

*COACTIV*-Studie (Krauss et al., 2011) für Mathematiklehrkräfte. Mathematiklehrkräfte des Gymnasiums wiesen hierbei ein ähnlich hohes Fachwissen wie Mathematikdiplomstudenten auf. Dies wurde im Rahmen der *COACTIV*-Studie als empirischer Beleg für die theoretische Annahme von Shulman (1987) herangezogen, nämlich dass das Fachwissen von Lehrkräften dem Wissen der entsprechenden Fachspezialisten vergleichbar ist. Im Rahmen von *ProwiN* konnte dieser Effekt ebenfalls für die Physik und die Chemie empirisch nachgewiesen werden. Physiklehrkräfte wiesen tendenziell bessere Ergebnisse im Fachwissenstest auf als die Fachphysiker und die Fachphysiker signifikant bessere Werte als Lehrkräfte anderer Fächer (Mathematik, Chemie, Biologie) (Borowski, Kirschner, Liedtke, & Fischer, 2011). Hingegen in der Chemie konnte gezeigt werden, dass bei einem direkten Gruppenvergleich zwischen den gymnasialen Chemielehrkräften und den Fachchemikern ein mittlerer starker, signifikanter Unterschied ( $p = .01$ ;  $d = .72$ ) zwischen den Testleistungen vorliegt (Dollny, 2011). Zu beachten gelten jedoch die unterschiedlichen Konzeptionen der Items in den unterschiedlichen Studien: In der Physik wurden zwei Niveaustufen, das Schulwissen und das vertiefte Schulwissen geprüft (Borowski et al., 2010). In der Chemie wurde hingegen zwischen Sekundarstufe I und II sowie dem Wissen aus dem Grundstudium differenziert (Dollny, 2011). In der Biologie wurden hingegen Items auf der Phänomenebene als auch vertiefte Schulwissensitems jedoch keine Items, die explizit das universitäre Wis-

sen prüfen, erstellt. Des Weiteren wurden bei den Gruppenvergleichen die Biologie und die Physik betreffend mehrere Gruppen miteinander verglichen, hingegen bei der Chemie lediglich die Gymnasiallehrkräfte mit den Fachchemikern. Bei einem Vergleich zwischen den Chemielehrkräften (Gymnasium, Hauptschule), den Fachchemikern, den Chemielehramtsstudenten, sowie den Biologie- und Physiklehrkräften hingegen konnte lediglich ein tendenzieller Unterschied für die Fachwissensleistung der Chemielehrkräfte und der Fachchemiker herausgefunden werden (Dollny, 2011). Es müssten aufgrund dieser differierenden Ergebnisse weitere Untersuchungen durchgeführt werden, inwiefern das Fachwissen von Lehrkräften ebenfalls spezifisch und somit signifikant unterschiedlich vom Fachwissen von den entsprechenden Fachwissenschaftlern ist. Hierfür ist vor allem die Analyse des Zusammenhangs vom Fachwissen und dem fachdidaktischen Wissen aber auch die jeweilige Auswirkung auf das unterrichtliche Handeln von großer Bedeutung. Für die *COACTIV*-Studie konnte beispielsweise bereits empirisch nachgewiesen werden, dass das Fachwissen eine notwendige Bedingung für das Entwickeln des fachdidaktischen Wissens ist, allerdings keinen direkten Einflussfaktor für ‚guten‘ Unterricht darstellt (Baumert et al., 2010). Diese detaillierten Analysen, in Zusammenhang mit Unterrichtsvideographien, erfolgen in der zweiten Phase von *ProwiN* für die Fächer Biologie, Physik und Chemie. Im Hinblick auf die angewandte Methode muss diskutiert werden, dass es sich im Rahmen der hier beschriebenen Studie

um sehr ungleich verteilte Kontrastgruppen mit sehr unterschiedlichen Ausbildungshintergründen handelt. Um diese Probleme statistisch zu berücksichtigen, wurden die Rohdaten der Kontrastgruppen mit der gesamten Lehrerstichprobe in einer gemeinsamen Raschanalyse untersucht. Da die Daten der zwei Kontrastgruppen mit der Gesamtstichprobe der Lehrkräfte der Hauptstudie in einer Datenmatrix zusammengefasst werden konnten und weiterhin raschhomogen sind, sind Aussagen über die Konstruktvalidität der entwickelten Testinstrumente möglich. Es ist beachtlich, dass die Modellpassung (Partial Credit Modell) für den fachdidaktischen Wissenstest und den Fachwissenstest nicht nur für die Lehrerstichprobe, sondern für die gesamte Stichprobe des Kontrastgruppenvergleichs weiterhin gegeben ist. Für die Messinstrumente, die das fachdidaktische Wissen und das Fachwissen messen, sind die Fit-Werte weiterhin im Rahmen einer produktiven Messung verortet (Linacre, 2009). Aufgrund der Modellpassung liegen für die weiteren Berechnungen metrische Daten aller teilnehmenden Personen vor. Durch die Raschanalyse liegen alle Probanden ihrer Fähigkeit entsprechend auf ein und derselben Skala und können somit direkt miteinander verglichen werden.

Des Weiteren wurde bei den Post-hoc Analysen der Varianzgruppenvergleiche der Games-Howell Test genutzt, welcher sich besonders gut für den Vergleich unterschiedlich großer Stichprobengrößen und ungleicher Varianz eignet. Die *COACTIV*-Studie ging mit einer ähn-

lichen Problematik in ähnlicher Weise um (Krauss, 2011). Kritisch muss hierbei jedoch weiterhin beachtet werden, dass der Games-Howell Test ursprünglich für asymmetrisch verteilte Stichproben von umfangreichen Stichproben Verwendung findet. In der vorliegenden Studie handelt es sich lediglich um kleine Teilstichproben ( $n = 11$ ,  $n = 20$ ).

Hinsichtlich der Durchführung sowie der unterschiedlichen Untersuchungsbedingungen müssen zudem Einschränkungen der Aussagekraft in Betracht gezogen werden. Zum Beispiel könnte es zu Verzerrungen kommen, da die Lehrkräfte die Fragebögen auf Papier ausgefüllt haben unter ständiger Aufsicht von Testleitern. Die Diplombiologen und -pädagoginnen hingegen beantworteten diese online und zwar allein von zu Hause aus. Es wurde im Rahmen dieser Studie versucht dies zu kontrollieren, indem bei den Onlinefragebögen eine Zeitmessung erfolgte. Zudem konnte die Studie von Dollny (2011) in der Chemiedidaktik Ergebnisse liefern, dass es keinen bedeutenden Unterschied liefert, ob ein Fragebogen online oder per Papier ausgefüllt wird.

Zusammenfassend kann die Aussage getroffen werden, dass im fachdidaktischen Wissenstest die Biologielehrkräfte signifikant besser abschneiden als die anderen beiden Kontrastgruppen. Dies zeigt deutlich, dass der fachdidaktische Wissenstest lehrerspezifisches Wissen erfasst, welches weder durch das pädagogische Wissen, noch durch das Fachwissen ausreichend kompensiert werden kann. Dies würde mit der Auffassung über das theoretische Konstrukt des fachdidaktischen Wissens

nach Shulman (1987) im Einklang stehen.

*Dieses Dissertationsprojekt wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung als Verbundprojekt ProWiN im Rahmenprogramm „Empirische Bildungsforschung“ gefördert (01JH0904) und wurde in einer Dissertationsschrift veröffentlicht (Jüttner, 2013).*

*Die hier berichtete Teilstudie wurde in Zusammenarbeit mit dem Zulassungskandidaten Korbinian Ballweg erhoben.*

## Literaturverzeichnis

- Baumert, J., Blum, W. & Neubrand, M. (2004). Drawing the lessons from PISA 2000. Long-term research implications: Gaining a better understanding of the relationship between system inputs and learning outcomes by assessing instructional and learning processes as mediating factors. In D. Lenzen, J. Baumert, R. Watermann & U. Trautwein (Hrsg.), *PISA und die Konsequenzen für die erziehungswissenschaftliche Forschung* (S. 143–158). Münster: Waxmann.
- 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. 29–54). Münster: Waxmann.
- Baumert, J. & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 469–520.
- 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.

- Berliner, D. C. (2001). Learning about and learning from expert teachers. *International Journal of Educational Research*, 35(5), 463–482.
- Besser, M. & Krauss, S. (2009). Zur Professionalität als Expertise. In O. Zlatkin-Troitschanskaia, K. Beck, D. Sembill, R. Nickolaus & R. Mulder (Hrsg.), *Lehrer-professionalität. Bedingungen, Genese, Wirkungen und ihre Messung* (S. 71–82). Weinheim: Beltz.
- Blömeke, S., Felbrich, A. & Müller, C. (2008). 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., Lehmann, R., Seeber, S., Schwarz, B., Kaiser, G., Felbrich, A. et al. (2008a). Niveau- und institutionsbezogene 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., Schwarz, B., Kaiser, G., Seeber, S. & Lehmann, R. (2009). Untersuchungen zum mathematischen und mathematikdidaktischen Wissen angehender GHR- und Gymnasiallehrkräfte. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 30 (3–4), 232–255.
- Blömeke, S., Seeber, S., Lehmann, R., Kaiser, G., Schwarz, B., Felbrich, A. et al. (2008b). 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 Mathematik-studierender und -referendare* (S. 49–88). Münster: Waxmann.
- Bond, T.G. & Fox, C.M. (2007). *Applying the Rasch model: Fundamental measurement in the human sciences*. Mahawah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Boone, W., Staver, J., & Yale, M. (in Druck). *Rasch Analysis in the Human Sciences*. Berlin: Springer.
- Boone, W. J., Townsend, J. S. & Staver, J. (2011). Using Rasch theory to guide the practice of survey development and survey data analysis in science education and to inform science reform efforts: An exemplar utilizing STEBI self-efficacy data. *Science Education*, 95(2), 258–280.
- Borowski, A., Kirschner, S. Liedtke, S. & Fischer, H.E. (2011). Vergleich des Fachwissens von Studierenden, Referendaren und Lehrenden in der Physik. *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*, 1(10), 1–9.
- Borowski, A., Olszewski, J & Fischer, H.E. (2010). Fachdidaktisches Wissen von Physikreferendaren. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 63(5), 260–263.
- Bromme, R. (1992). *Der Lehrer als Experte: Zur Psychologie des professionellen Wissens*. Bern: Huber.
- Bromme, R. (2008). Lehrerexpertise. In W. Schneider & W. Hasselhorn (Hrsg.), *Handbuch der Pädagogischen Psychologie* (S. 159–167). Göttingen: Hogrefe.
- Bromme, R. & Haag, L. (2008). Forschung zur Lehrerpersönlichkeit. In W. Helsper & J. Böhme (Hrsg.), *Handbuch der Schulforschung* (2. Aufl.) (S. 803–820). Wiesbaden: VS Verlag.
- Brunner, M., Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Neubrand, M., Dubberke, T. et al. (2006a). Welche Zusammenhänge bestehen zwischen dem fachspezifischen Professionswissen von Mathematiklehrkräften und ihrer Ausbildung sowie beruflichen Fortbildung? *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 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. In M. Prenzel & L. Allolio-Näcke (Hrsg.), *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms* (S. 54–82). Münster: Waxmann.

- Dann, H.-D., Diegritz, T. & Rosenbusch, H.S. (Hrsg.). (1999). *Gruppenunterricht im Schul-alltag: Realität und Chance* (Erlanger Forschungen Reihe A Geisteswissenschaften, Bd. 90). Erlangen: Universitätsbund Erlangen-Nürnberg.
- de Jong, T. & Ferguson-Hessler, M.G.M. (1996). Types and Qualities of Knowledge. *Educational Psychologist*, 31(2), 105–113.
- Dollny, S. (2011). *Entwicklung und Evaluation eines Testinstruments zur Erfassung des fachspezifischen Professionswissens von Chemielehrkräften*. Berlin: Logos.
- Döhrmann, M., Kaiser, G. & Blömeke, S. (2010). Messung des mathematischen und mathematikdidaktischen Wissens: Theoretischer Rahmen und Teststruktur. In S. Blömeke, G. Kaiser & R. Lehmann (Hrsg.), *TEDS-M 2008. Professionelle Kompetenz und Lerngelegenheiten angehender Mathematiklehrkräfte für die Sekundarstufe I im internationalen Vergleich* (S. 169–196). Münster: Waxmann.
- Fenstermacher, G.D. (1994). The knower and the known. The nature of knowledge research on teaching. In L. Darling-Hammond (Hrsg.), *Review of research in Education*. 20 (S. 3–56). Washington: AERA.
- Gardner, A.L., & Gess-Newsome, J. (2011, April). *A rubric to measure teachers' knowledge of inquiry-based instruction using three data sources*. Paper presented at the NARST Annual meeting, Orlando, FL.
- Gess-Newsome, J. (1999). Pedagogical content knowledge: An introduction and orientation. In J. Gess-Newsome & N. Lederman (Hrsg.), *Examining pedagogical content knowledge. The construct and its implications for science education* (S. 3–17). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Gobet, F. (2001). Cognitive psychology of chess expertise. In N.J. Smelser, P.B. Baltes & F.E. Weinert (Hrsg.), *International encyclopedia of the behavioral sciences: Education* (S. 1663–1667). London: Pergamon.
- Grossman, P.L. (1990). *The making of a teacher. Teacher knowledge and teacher education*. New York: Teachers College Press (Professional development and practice series).
- Gruber, H. (2001). Acquisition of expertise. In N. J. Smelser, P. B. Baltes & F. E. Weinert (Hrsg.), *International encyclopedia of the behavioral sciences: Education* (S. 5145–5150). London: Pergamon.
- Helmke, A., (2009). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität. Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts*. Seelze-Velber: Klett/Kallmeyer.
- Hill, H.C., Rowan, B. & Ball, D. (2005). Effects of teachers' mathematical knowledge for teaching on student achievement. *American Educational Research Journal*, 42(2), 371–406.
- Hill, H.C., Dean, C. & Goffney, I.M. (2007). Assessing elemental and structural validity: Data from teachers, non-teachers, and mathematics. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, 5(2–3), 81–92.
- Jüttner, M. (2013). *Entwicklung, Evaluation und Validierung eines Fachwissenstests und eines fachdidaktischen Wissenstests für die Erfassung des Professionswissens von Biologielehrkräften* (Dissertationsschrift, Didaktik der Biologie, LMU München, Deutschland).
- Jüttner, M., Boone, W., Park, S., & Neuhaus, B. J. (2013). Development and use of a test instrument to measure biology teachers' content knowledge (CK) and pedagogical content knowledge (PCK). *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*. doi: 10.1007/s11092-013-9157-y.
- Jüttner, M., & Neuhaus, B. J. (2012). Development of items for a pedagogical content knowledge-test based on empirical analysis of pupils' errors. *International Journal of Science Education*, 34(7), 1125–1143. doi: 10.1080/09500693.2011.606511.
- Jüttner, M., Spangler, M., & Neuhaus, B. J. (2009). Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Bereichen des Professionswissens von Biologielehrkräften. In D. Krüger, A. Upmeyer zu Belzen, S. Hof, K. Kremer, & J. Mayer (Hrsg.), *Erkenntnisweg Biologiedidaktik 8* (S. 69–82). Gießen: Universitätsdruckerei Kassel.
- Kind, V. (2009). Pedagogical content knowledge in science education: perspectives and potential for progress. *Studies in Science Education*, 45(2), 169–204.

- KMK (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland) (2004). *Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10) (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004)*. München: Luchterhand.
- Krauss, S. (2011). Das Experten-Paradigma in der Forschung zum Lehrberuf. In E. Terhart, H. Bennewitz & M. Rothland (Hrsg.), *Handbuch der Forschung zum Lehrberuf* (S. 171–191). Münster: Waxmann.
- 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. 135–162). 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, 716–725.
- Lee, E. & Luft, J.A. (2008). Experienced secondary science teachers' representation of pedagogical content knowledge. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1343–1363.
- Leinhardt, G. & Greeno, J.G. (1986). The cognitive skill of teaching. *Journal of Educational Psychology*, 78(2), 75–95.
- Linacre, J.M. (2009). *A user's guide to Winsteps/Ministep. Rasch-model computer programs*. Verfügbar unter <http://www.winsteps.com/alwinsteps.pdf>
- Lipowsky, F. (2006). Auf den Lehrer kommt es an: Empirische Evidenzen für Zusammenhänge zwischen Lehrerkompetenzen, Lehrerhandeln und dem Lernen der Schüler. In C. Allemann-Ghionda (Hrsg.), *Kompetenzen und Kompetenzentwicklung von Lehrerinnen und Lehrern (Zeitschrift für Pädagogik, 51. Beiheft, S. 47–70)*. Weinheim: Beltz.
- Magnusson, S., Krajcik, J. & Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge. In J. Gess-Newsome & N. Lederman (Hrsg.), *Examining pedagogical content knowledge. The construct and its implications for science education* (S. 95–132). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Neuweg, G.H. (2011). Das Wissen der Wissensvermittler. In E. Terhart, H. Bennewitz & M. Rothland (Hrsg.), *Handbuch der Forschung zum Lehrberuf* (S. 451–477). Münster: Waxmann.
- Park, S. & Chen, Y.-C. (2012). Mapping out the integration of the components of pedagogical content knowledge (PCK): Examples from high school biology classrooms. *Journal of Research Science Teaching*, 49(7), 922–941.
- 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.
- Putnam, R.T., Heaton, R.M., Prawat, R.S. & Remillard, J. (1992). Teaching mathematics for understanding: Discussing case studies of four fifth-grade teachers. *The Elementary School Journal*, 93, 213–228
- Reinisch, H. (2009). „Lehrerprofessionalität“ als theoretischer Term: Eine begriffssystematische Analyse. In O. Zlatkin-Troitschanskaia, K. Beck, D. Sembill, R. Nickolaus & R. Mulder (Hrsg.), *Lehrprofessionalität. Bedingungen, Genese, Wirkungen und ihre Messung* (S. 33–44). Weinheim: Beltz.
- Schmelzing, S. (2010). *Das fachdidaktische Wissen von Biologielehrkräften: Konzeptualisierung, Diagnostik, Struktur und Entwicklung im Rahmen der Biologielehrerbildung*. Berlin: Logos.
- Schmelzing, S., van Driel, J., Jüttner, M., Brandenbusch, S., Sandmann, A. & Neuhaus, B.J. (2012). Development, Evaluation, and Validation of a Paper-and-pencil Test for Measuring two Components of Biology Teachers' Pedagogical Content Knowledge Concerning the 'Cardiovascular System'. *International Journal of Science and Mathematics Education*.
- Schön, D.A. (1983). *The reflective practitioner*. New York: Basic Books.

- Seidel, T. (2011). Lehrerhandeln im Unterricht. In E. Terhart, H. Bennewitz & M. Rothland (Hrsg.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf* (S. 605–629). Münster: Waxmann.
- Shulman, L. S. (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.
- Tepner, O., Borowski, A., Fischer, H.E., Jüttner, M., Kirschner, S., Leutner, D. et al. (2012). Modell zur Entwicklung von Testitems zur Erfassung des Professionswissens von Lehrkräften in den Naturwissenschaften. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 18, 7–28.
- Terhart, E. (2001). *Lehrerberuf und Lehrerbildung: Forschungsbefunde, Problemanalysen, Reformkonzepte*. Weinheim: Beltz.
- Thillmann, H. & Wirth, J. (in Vorb.). Assessment of science teachers' pedagogical knowledge.
- van Driel, J.H., Verloop, N. & de Vos, W. (1998). Developing science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(6), 673–695.
- von Aufschnaiter, C. & Blömeke, S. (2010). Professionelle Kompetenz von (angehenden) Lehrkräften erfassen – Desiderata. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 303–309.
- Weinert, F.E. (1996a). ‚Der gute Lehrer‘, ‚die gute Lehrerin‘ im Spiegel der Wissenschaft. Was macht Lehrende wirksam und was führt zu ihrer Wirksamkeit? *Beiträge zur Lehrerbildung*, 14, 141–151.
- Weinert, F.E. (1996b). *Enzyklopädie der Psychologie. Band 2: Psychologie des Lernens und der Instruktion*. Göttingen: Hogrefe.
- Woitkowski, D., Riese, J. & Reinhold, P. (2011). Modellierung fachwissenschaftlicher Kompetenz angehender Physiklehrkräfte. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 17, 289–313.
- Zimbardo, P.G. (1995). *Psychologie* (6. Aufl.). Berlin: Springer.

#### KONTAKT

Dr. Melanie Jüttner  
Didaktik der Biologie, LMU München  
Winzererstraße 45/II  
80797 München  
[melanie.juettner@lrz.uni-muenchen.de](mailto:melanie.juettner@lrz.uni-muenchen.de)

#### AUTORENINFORMATION

Dr. Melanie Jüttner ist zurzeit wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Didaktik der Biologie an der Ludwig-Maximilians-Universität München. Ihre Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich der biologiespezifischen Analyse von Lehrerprofessionalisierung und Schülerfehlern.

Prof. Dr. Birgit Jana Neuhaus ist Professorin für Didaktik der Biologie an der Ludwig-Maximilians-Universität München. Ihre Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich der fachspezifischen Analyse von Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalisierung.