

Diedrich, Martina; Thußbas, Claudia; Klieme, Eckhard

## **Professionelles Lehrerwissen und selbstberichtete Unterrichtspraxis im Fach Mathematik**

*Prenzel, Manfred [Hrsg.]; Doll, Jörg [Hrsg.]: Bildungsqualität von Schule: Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen. Weinheim : Beltz 2002, S. 107-123. - (Zeitschrift für Pädagogik, Beiheft; 45)*

urn:nbn:de:0111-opus-39426



in Kooperation mit / in cooperation with:

# **BELTZ**

<http://www.beltz.de>

### **Nutzungsbedingungen / conditions of use**

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.

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.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

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

### **Kontakt / Contact:**

**peDOCS**  
Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF)  
Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft  
Informationszentrum (IZ) Bildung  
Schloßstr. 29, D-60486 Frankfurt am Main  
E-Mail: [pedocs@dipf.de](mailto:pedocs@dipf.de)  
Internet: [www.pedocs.de](http://www.pedocs.de)

Zeitschrift für Pädagogik · 45. Beiheft

# **Bildungsqualität von Schule: Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen**

Herausgegeben von Manfred Prenzel und Jörg Doll

Beltz Verlag · Weinheim und Basel

Die in der Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache übertragen werden. Auch die Rechte der Wiedergabe durch Vortrag, Funk- und Fernsehsendung, im Magnettonverfahren oder auf ähnlichem Wege bleiben vorbehalten. Fotokopien für den persönlichen oder sonstigen eigenen Gebrauch dürfen nur von einzelnen Beiträgen oder Teilen daraus als Einzelkopie hergestellt werden. Jede im Bereich eines gewerblichen Unternehmens hergestellte oder genützte Kopie dient gewerblichen Zwecken gem. § 54 (2) UrhG und verpflichtet zur Gebührenzahlung an die VG Wort, Abteilung Wissenschaft, Goethestr. 49, 80336 München, von der die einzelnen Zahlungsmodalitäten zu erfragen sind.

© 2002 Beltz Verlag • Weinheim und Basel  
Herstellung: Klaus Kaltenberg  
Druck: Druckhaus »Thomas Müntzer«, Bad Langensalza  
Printed in Germany  
ISSN 0514-2717

Bestell-Nr. 41146

# Inhaltsverzeichnis

<i>Jörg Doll/Manfred Prenzel</i> Einleitung in das Beiheft .....	9
<b>Teil I:</b>	
<b>Unterrichtsforschung in Mathematik</b>	
Förderung des mathematischen Verständnisses, Problemlösens und der Herausbildung zutreffender mathematischer Weltbilder von Schülerinnen und Schülern .....	31
<i>Kristina Reiss</i> Einleitung .....	32
<i>Christoph Wassner/Laura Martignon/Peter Sedlmeier</i> Die Bedeutung der Darbietungsform für das alltagsorientierte Lehren von Stochastik .....	35
<i>Kristina Reiss/Frank Hellmich/Joachim Thomas</i> Individuelle und schulische Bedingungsfaktoren für Argumentationen und Beweise im Mathematikunterricht .....	51
<i>Ingmar Hosenfeld/Andreas Helmke/Friedrich-Wilhelm Schrader</i> Diagnostische Kompetenz: Unterrichts- und lernrelevante Schülermerkmale und deren Einschätzung durch Lehrkräfte in der Unterrichtsstudie SALVE .....	65
<i>Rudolf vom Hofe/Reinhard Pekrun/Michael Kleine/Thomas Götz</i> Projekt zur Analyse der Leistungsentwicklung in Mathematik (PALMA). Konstruktion des Regensburger Mathematikleistungstests für 5.–10. Klassen .....	83

**Teil II:**

**Lehrerexpertise und Unterrichtsmuster in Mathematik und Physik**

Videografie von Unterrichtssequenzen in Mathematik und Physik: Diagnose, Analyse und Training erfolgreicher Unterrichtsskripts ..... 101

*Eckhard Klieme*

Einleitung ..... 102

*Martina Diedrich/Claudia Thußbas/Eckhard Klieme*

Professionelles Lehrerwissen und selbstberichtete Unterrichtspraxis im Fach Mathematik ..... 107

*Hans E. Fischer/Thomas Reyer/Tina Wirz/Wilfried Bos/Nicole Höllrich*

Unterrichtsgestaltung und Lernerfolg im Physikunterricht ..... 124

*Manfred Prenzel/Tina Seidel/Manfred Lehrke/Rolf Rimmele/Reinders Duit/  
Manfred Euler/Helmut Geiser/Lore Hoffmann/Christoph Müller/Ari Widodo*

Lehr-Lernprozesse im Physikunterricht – eine Videostudie ..... 139

*Helmut Fischler/Hans-Joachim Schröder/Cornelia Tönhäuser/Peter Zedler*

Unterrichtsskripts und Lehrerexpertise: Bedingungen ihrer Modifikation ..... 157

**Teil III:**

**Entwicklung und Evaluation von Unterrichtsmodulen und Trainingsprogrammen**

Schulische Lehr-Lernumgebungen und außerschulische Trainings zur Förderung fächerübergreifender Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern ..... 173

*Bernhard Schmitz*

Einleitung ..... 174

*Kornelia Möller/Angela Jonen/Ilonca Hardy/Elsbeth Stern*

Die Förderung von naturwissenschaftlichem Verständnis bei Grundschulkindern durch Strukturierung der Lernumgebung ..... 176

*Beate Sodian/Claudia Thoermer/Ernst Kircher/Patricia Grygier/Johannes Günther*

Vermittlung von Wissenschaftsverständnis in der Grundschule ..... 192

<i>Elke Sumfleth/Elke Wild/Stefan Rumann/Josef Exeler</i>	
Wege zur Förderung der naturwissenschaftlichen Grundbildung im Chemie- unterricht: kooperatives Problemlösen im schulischen und familialen Kontext zum Themenbereich Säure-Base .....	207
<i>Tina Gürtler/Franziska Perels/Bernhard Schmitz/Regina Bruder</i>	
Training zur Förderung selbstregulativer Fähigkeiten in Kombination mit Problemlösen in Mathematik .....	222
<i>Claudia Leopold/Detlev Leutner</i>	
Der Einsatz von Lernstrategien in einer konkreten Lernsituation bei Schülern unterschiedlicher Jahrgangsstufen .....	240
<i>Alexander Renkl/Silke Schworm</i>	
Lernen, mit Lösungsbeispielen zu lehren .....	259
<b>Teil IV:</b>	
<b>Diagnose und Förderung von Interessen und Lernmotivation</b>	
Förderung des Interesses und der Motivation von Schülerinnen und Schülern für mathematisch-naturwissenschaftliche Fächer: Zum Einfluss schulischer und familiärer Lehr-Lernumgebungen .....	
	271
<i>Elke Wild</i>	
Einleitung .....	272
<i>Elke Wild/Katharina Remy</i>	
Quantität und Qualität der elterlichen Hausaufgabenbetreuung von Drittklässlern in Mathematik .....	276
<i>Annette Upmeyer zu Belzen/Helmut Vogt/Barbara Wieder/Franka Christen</i>	
Schulische und außerschulische Einflüsse auf die Entwicklungen von naturwissenschaftlichen Interessen bei Grundschulkindern .....	291
<i>Falko Rheinberg/Mirko Wendland</i>	
Veränderung der Lernmotivation in Mathematik: eine Komponentenanalyse auf der Sekundarstufe I .....	308

**Teil V:  
Einstellungen und Werte als förderliche oder hinderliche Bedingungen  
schulischer Leistungsfähigkeit**

Mathematisch-naturwissenschaftliche Fächer als Einstellungsobjekte: Einflüsse  
von Makro- und Mesoebene auf die Einstellungsbildung ..... 321

*Bettina Hannover*

Einleitung ..... 322

*Anna-Katharina Pelkner/Ralph Günther/Klaus Boehnke*

Die Angst vor sozialer Ausgrenzung als leistungshemmender Faktor?

Zum Stellenwert guter mathematischer Schulleistungen unter Gleichaltrigen ..... 326

*Bettina Hannover/Ursula Kessels*

Challenge the science stereotype! Der Einfluss von Technik-Freizeitkursen auf das

Naturwissenschaften-Stereotyp von Schülerinnen und Schülern ..... 341

*Juliane Strecker/Peter Noack*

Wichtigkeit und Nützlichkeit von Mathematik aus Schülersicht ..... 359

**Teil VI:  
Schulforschung**

Evaluation und Feedback auf Klassen- und Schulebene ..... 373

*Hartmut Ditton/Bettina Arnoldt/Eva Bornemann*

Entwicklung und Implementation eines extern unterstützenden Systems der

Qualitätssicherung an Schulen – QuaSSu ..... 374

Martina Diedrich/Claudia Thußbas/Eckhard Klieme

# Professionelles Lehrerwissen und selbstberichtete Unterrichtspraxis im Fach Mathematik<sup>1</sup>

## 1. Einleitung

Die PISA-Studie (Baumert u.a. 2001) hat unlängst den aus TIMSS (Baumert u.a. 1997) bekannten Befund bestätigt, dass deutsche Schüler im internationalen Vergleich lediglich unterdurchschnittliche bis mittelmäßige Mathematikleistungen erbringen. Für die Frage nach möglichen Ursachen und pädagogischen Konsequenzen sind sicherlich differenzielle Analysen noch wichtiger, wonach die deutschen Schüler bei komplexeren Problemlöseleistungen besonders schwach abschneiden, während ihre relative Stärke bei Routineaufgaben liegt (vgl. Klieme/Bos 2001 zur TIMS-Mittelstufenstudie, Klieme/Baumert zur TIMS-Oberstufenstudie und Klieme/Neubrand/Lüdtke 2001 zu PISA). Dieses ungünstige Leistungsprofil legt die Vermutung nahe, dass die „Unterrichtskultur“ in Deutschland das problemlösende Denken zu wenig fördert. In der Tat konnte innerhalb der TIMS-Videostudie die Dominanz eines eng geführten, kleinschrittigen fragend-entwickelnden Mathematikunterrichts nachgewiesen werden (vgl. Klieme/Bos 2001). Zugleich wurde belegt, dass kognitive Aktivierung der Schüler, beispielsweise über anspruchsvolle Übungsaufgaben und Fehlerdiskussionen, die Leistungsentwicklung fördert (Klieme/Schümer/Knoll 2001).

Das DFG-Projekt, aus dem hier berichtet wird, schließt daran an. Es untersucht, wie sich das Verständnis geometrischer Konzepte und die Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler, algebraische Anwendungsaufgaben zu lösen, in unterschiedlichen Unterrichtskontexten entwickeln (Klieme 1999). Die zentrale Hypothese lautet, dass Intensität und Tiefe des Austauschs von Argumenten – sei es im Unterrichtsgespräch oder in der kooperativen Schülerarbeit – eine zentrale Rolle spielen für das Ausmaß der kognitiven Aktivierung und somit für die Entwicklung eines tiefen Verständnisses mathematischer Begriffe. Allerdings wird auch angenommen, dass diese sog. Diskursivität der Unterrichtsführung nicht für alle Schüler gleich hilfreich ist. Aufgrund der Forschungen zur Aptitude-Treatment-Interaktion lässt sich vermuten, dass vom diskursiven Unterricht eher die Schüler mit höheren Eingangsfähigkeiten profitieren.

Als eine weitere Determinante des Unterrichtsgeschehens werden die kognitiven Voraussetzungen der Lehrpersonen in den Blick genommen. Im ersten Schritt wurden

1 Die Studie wurde gefördert durch Mittel der DFG (KL 1057/3-1) im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms BIQUA.



Mathematiklehrer in Deutschland und in der Schweiz schriftlich befragt mit dem Ziel, verschiedene Facetten des *professionellen Lehrerwissens* in Anlehnung an Bromme (1992, 1997) und Shulman (1987) differenziert zu diagnostizieren, ihre Binnenstruktur sowie ihre Zusammenhänge mit der unterrichtlichen Praxis zu untersuchen. Der vorliegende Aufsatz stellt Hintergrund und Ergebnisse dieser Befragung dar.<sup>2</sup>

## 2. Theoretischer Hintergrund

### 2.1 Unterrichtsqualität und Lehrerwissen

Die Fokussierung des Instruktionsverhaltens von Lehrern als maßgeblichem Bestimmungstück von Unterrichtsqualität ist bereits in der Begriffsdefinition angelegt, wie sie etwa Weinert, Schrader und Helmke (1989, S. 899) vorgelegt haben. Unterrichtsqualität wird demnach verstanden als „jedes stabile Muster von Instruktionsverhalten, das als Ganzes oder durch einzelne Komponenten die substantielle Vorhersage und/oder Erklärung von Schulleistung erlaubt“. Der von uns gewählte Zugang zum unterrichtlichen Verhalten von Lehrern versucht, dieses Verhalten wiederum auf das Wissen zurückzuführen, das im Laufe der beruflichen Entwicklung erworben wird (sog. Novizen-Experten-Paradigma; vgl. z.B. Fennema/Carpenter/Peterson 1989; Bromme 1992, 1997). Der Begriff des Wissens wird in dieser Forschungstradition in einem weiten Sinne verstanden; er umfasst verschiedene Arten von subjektiven Kognitionen wie beispielsweise auch Handlungsrouinen (prozedurales Wissen).

Mit dem Wissen sind insbesondere auch affektive und evaluativ-normative Aspekte eng verbunden. In jüngerer Zeit wird hierfür verstärkt der Begriff der *Beliefs* (wörtlich übersetzt: Überzeugungen) verwendet (vgl. dazu Schoenfeld 1983; Nespor 1987; Pajares 1992; Fischler 2000). Er entstammt ursprünglich der Kognitionsforschung, die *Beliefs* neben Wissen und Werthaltungen als Komponenten von Einstellungen begreift. *Beliefs* sind danach immer evaluativ geprägt, lassen sich jedoch durch faktische Hinweise untermauern (Aiken 1996). Die Unterscheidbarkeit zwischen kognitiven Aspekten im engeren Sinne von evaluativen Aspekten (*Beliefs*) wird bis heute in der Literatur kontrovers diskutiert (vgl. Abelson 1979; Fennema/Loef Franke 1992; Pejares 1992). Ein weiterer, auch praktisch sehr wichtiger Gegenstand der wissenschaftlichen Debatte ist die Frage, wie stark und eindeutig das tatsächlich beobachtbare Verhalten durch *Beliefs* und/oder Wissen gesteuert wird. Sowohl in theoretischen Arbeiten (z.B. zu Lehrer-*Beliefs* bei Schoenfeld 1983 oder zum verwandten Thema *Subjektive Theorien* bei Groeben/Wahl/Schlee/Scheele 1988) als auch in praktischen Interventionsansätzen (z.B. *Cognitively Guided Instruction*, Fennema/Carpenter/Peterson 1989; Fischler u.a., in diesem Band) wird die Handlungsrelevanz von subjektiven Kognitionen unterstellt.

2 Das Forschungsprojekt wird gemeinsam mit Prof. Dr. Kurt Reusser und Dr. Christine Pauli (Universität Zürich) durchgeführt. Wir danken den Züricher Kollegen für die Zusammenarbeit bei der Konzipierung der Studie und für die Erhebung der Lehrerdaten in der Schweiz.

Die Arbeitsgruppe um Fennema vertritt die Auffassung, dass dem Wissen der Lehrer die zentrale Rolle bei der Aufklärung von Unterschieden im Instruktionsverhalten zukommt (Peterson/Carpenter/Fennema 1989; Fennema/Loef Franke 1992). Für die empirische Forschung wurde eine Skala entwickelt, die es erlaubt, ein konstruktivistisches, d.h. selbstregulative Prozesse betonendes Verständnis des mathematischen Lernens (vgl. unten Abschnitt 2.4) von einer eher rezeptiven Auffassung zu unterscheiden (Fennema/Carpenter/Loef 1990). Staub und Stern (in press) haben diese Skala für eine Studie zum mathematischen Unterricht an deutschen Grundschulen adaptiert. Sie konnten etwa ein Drittel der Varianz im Leistungszuwachs der Schüler durch die handlungsleitenden Vorstellungen der Lehrer aufklären.

## 2.2 Modelle professionellen Lehrerwissens

Auch aus Gründen sprachlicher Klarheit wurde in vorliegender Studie in Anlehnung an Shulman (1987) und Bromme (1992, 1997) der Begriff des *professionellen Lehrerwissens* für die kognitiven Voraussetzungen unterrichtlichen Handelns verwendet. Dabei wird betont, dass nicht nur rein kognitive Aspekte, sondern auch eine evaluativ-normative Komponente, die ursprünglich stärker mit dem Beliefbegriff assoziiert ist, eingeschlossen wird. Professionelles Lehrerwissen im Sinne der hier vorzustellenden Untersuchung umfasst somit die Gesamtheit der kognitiven und evaluativ-normativen, damit auch bedingt affektiven Voraussetzungen, welche die individuelle Instruktionspraxis beeinflussen und erklären können.

Neben der Frage des Erklärungspotenzials von professionellem Lehrerwissen für die unterrichtliche Praxis interessiert insbesondere, welche Facetten dieses Konstrukts identifiziert werden können. Bei einer solchen Explikation kann auf verschiedene Ansätze unterschiedlichen Abstraktionsgrads zurückgegriffen werden. Die am stärksten differenzierende Taxonomie findet sich bei Shulman (1987), die in der Folge von Bromme (1992, 1997) weiter ausgeführt wurde. Bromme unterscheidet fünf inhaltliche Kategorien:

- *Allgemeines Pädagogisches Wissen* betrifft u.a. disziplinarische Fertigkeiten, Classroom Management sowie Vorstellungen über Bedingungsfaktoren des schulischen Lernerfolgs.
- *Fachliches Wissen* bezieht sich auf Methoden und Erkenntnisse der Referenzdisziplin des Schulfaches wie z.B. der Mathematik.
- *Curriculares Wissen* beinhaltet vor allem Vorstellungen über Ziele des Unterrichts, Auswahl und Sequenzierung von Lerninhalten.
- *Philosophie des Schulfaches*: Damit bezieht Bromme sich auf die Vorstellungen darüber, „wofür der Fachinhalt nützlich ist und in welcher Beziehung er zu anderen Bereichen menschlichen Lebens und Wissens steht“ (ebd., S. 197).
- *Fachspezifisch-pädagogisches Wissen*: Hiermit ist vor allem fachdidaktisches Wissen gemeint, also das Wissen um die angemessene Darstellung und Vermittlung der jeweiligen Unterrichtsinhalte.

Bromme (1992) hebt die kognitive Verknüpfung dieser unterschiedlichen Wissensbereiche hervor, die nicht unverbunden nebeneinander stehen, sondern im Verlaufe der Erfahrung und in Bezug auf die Praxis integriert werden.

Neben dieser stark differenzierenden Taxonomie wird häufig eine Dreiteilung der Domäne des professionellen Lehrerwissens vorgeschlagen. Es wird unterschieden zwischen dem (1) Wissen über das *Wesen* der Wissenschaft bzw. des Faches, das gelehrt wird, dem (2) Wissen über das *Lehren* und dem (3) Wissen über das *Lernen* des jeweiligen Faches. Eine solche Position findet sich u.a. bei Aguirre, Haggerty und Linder (1990), bei Fischler (2000) oder bei Ernest (1988). Eine noch weitergehende Reduktion der Dimensionalisierung professionellen Lehrerwissens findet sich bei Köller, Baumert und Neubrand (2000). Sie fassen die beiden Bereiche des Lehrens und Lernens zusammen und unterscheiden fortan Auffassungen über die „Struktur des Wissens“ einerseits und die „Struktur der Wissenserzeugung“ andererseits (ebd. S. 232).

Bei der Operationalisierung professionellen Lehrerwissens empfiehlt sich die Verwendung der Brommeschen Konzeption, da in ihr relevante Wissenskategorien am deutlichsten differenziert werden. Nichtsdestoweniger ist zu berücksichtigen, dass sich die fünf Kategorien – aufgrund ihrer engen kognitiven Verknüpfung – vermutlich den drei bzw. zwei Dimensionen anderer Modelle unterordnen lassen, und es wird Gegenstand der empirischen Analyse sein aufzuzeigen, inwiefern eine empirische Trennung tatsächlich möglich und sinnvoll ist. Im Folgenden sollen die beiden zuletzt genannten Komponenten der Brommeschen Taxonomie näher diskutiert werden.

### 2.3 „Philosophie des Schulfaches Mathematik“

Köller u.a. (2000) wie auch Grigutsch, Raatz und Törner (1998) haben verschiedene „mathematische Weltbilder“ beschrieben und in Fragebogenskalen umgesetzt, die letztlich das beschreiben, was nach Bromme die „Philosophie des Schulfaches“ ausmacht.

Köller u.a. (2000) bezeichnen mathematische Weltbilder in Anlehnung an Schoenfeld (1983) als „individuelle intuitive Theorien über das Wesen der Mathematik“ (S. 229). Sie unterscheiden (a) *Mathematik als kreatives Sprachspiel*, (b) *Mathematik als Entdecken eines finiten Kosmos von Ideen*, (c) *Schemaorientierung*, und (d) *Instrumentelle Relevanz von Mathematik*. Aufgrund der korrelativen Zusammenhänge, die bei Oberstufenschülern im Rahmen der TIMS-Studie ermittelt wurden, fassen die Autoren diese vier Konzeptionen zu Faktoren zweiter Ordnung zusammen, die als statisches (b und c) bzw. dynamisches Bild (a und d) von Mathematik interpretiert werden.

Grigutsch u.a. (1998) konnten in einer empirischen Untersuchung bei Lehrern faktorenanalytisch vier Skalen von jeweils zwölf Items bilden, die folgende Aspekte der Mathematik repräsentieren:

- *Formalismusaspekt*: Mathematik ist gekennzeichnet durch begriffliche und sprachliche Strenge und Exaktheit.

- *Anwendungsaspekt:* Mathematik weist einen hohen praktischen Nutzen auf, sie ist für das spätere Leben der Schüler wichtig.
- *Prozessaspekt:* Mathematik wird als Tätigkeit des Nachdenkens über Probleme begriffen. Betont werden Erschaffung, Erfindung und Nacherfindung, gleichzeitig aber auch das Verstehen und Einsehen von Zusammenhängen.
- *Schemaaspekt:* Mathematik ist eine Sammlung von Verfahren und Regeln (Mathematik als „Werkzeugkasten und Formelpaket“; Grigutsch u.a., S. 19).

Analog zur Analyse von Köller u.a. (2000) spiegeln Schema- und Formalismusaspekt eine statische Sicht von Mathematik als in sich geschlossenem System, während Prozess- und Anwendungsaspekt eine dynamische Sicht von Mathematik formen.

#### 2.4 *Fachspezifisches pädagogisches Wissen: konstruktivistische vs. rezeptive Konzeption des mathematischen Lernens*

Fachspezifisches pädagogisches Wissen beinhaltet Vorstellungen über die „Erzeugung“ von mathematischem Verständnis durch den Schulunterricht. Angesichts der hohen Popularität so genannter *konstruktivistischer* Unterrichtskonzeptionen (Duffy/Jonassen 1992; Dubs 1995) stellt sich aktuell die Frage, welche Rolle solche Positionen im Denken der Lehrpersonen spielen. Zu einer konstruktivistischen Sicht des Mathematik-Lernens gehört, dass Wissen nicht einfach auf dem Wege der Instruktion in die Köpfe der Lernenden „übertragen“ wird, sondern das Ergebnis eines aktiven Konstruktionsprozesses darstellt, der kulturell und sozial vermittelt ist (Cobb 1994; Ernest 2000). „Konstruktivistisch orientierte“ Lernumgebungen zielen – bei aller Unterschiedlichkeit der epistemologischen und lerntheoretischen Grundlagen – darauf ab, die kooperative und selbstregulative Auseinandersetzung der Schüler mit den Lerninhalten in authentischen Anwendungskontexten zu fördern (Dubs 1995). Eine der offenen Forschungsfragen ist, inwieweit solche Lernumgebungen für verschiedene Schülergruppen unterschiedlich gut geeignet sind.

Zu vermuten ist, dass die Vorstellungen, die Lehrer zum mathematischen Lernen entwickeln, mit ihrem Bild vom Fach selbst zusammenhängen. Wer mathematisches Wissen nicht mehr als „platonisches“ Objekt betrachtet, sondern als kulturelles Produkt, wird vermutlich auch der Re-Konstruktion dieses Wissens durch die Schüler hohe Bedeutung einräumen.

#### 2.5 *Forschungsfragen*

Mithilfe einer standardisierten Befragung wollten wir die Struktur professionellen Lehrerwissens sowie dessen systematische Zusammenhänge mit der unterrichtlichen Praxis im Fach Mathematik analysieren. Folgende Forschungsfragen waren dabei handlungsleitend:

- 1) Ist es möglich, das von Bromme (1992, 1997) entwickelte Modell professionellen Lehrerwissens zu operationalisieren und jedem seiner theoretisch spezifizierten Komponenten ein empirisches Korrelat zuzuordnen?
- 2) Können bei Mathematiklehrern komplexe Überzeugungsstrukturen identifiziert werden, die sich in Übereinstimmungen zwischen den Auffassungen über das Wesen sowie über das Lehren und Lernen von Mathematik ausdrücken? Konkret interessierte uns, ob zwei Syndrome mathematischer Grundüberzeugungen gefunden werden können: zum einen eine dynamische Sicht auf die Mathematik, die einhergeht mit einer eher konstruktivistischen Lerntheorie und der Überzeugung, dass Unterricht die Schüler vor allem zu selbstständigem Lernen aktivieren muss, und zum Zweiten einer eher statischen Sicht, die formalistische und schematisierte Aspekte der Mathematik sowohl in ihrer Theorie als auch in ihrer Didaktik betont.
- 3) Falls solche Einstellungssysteme aufgezeigt werden können: In welchem Zusammenhang stehen sie mit der konkreten, von den Lehrern im Fragebogen berichteten Unterrichtspraxis? Ist eine dynamische Sicht von Mathematik verbunden mit einem hohen Grad der Aktivierung von Schülern, etwa durch Diskursivität und anspruchsvolle Aufgaben? Diese Forschungsfrage stellt gleichzeitig einen Ausgangspunkt für Hypothesen einer geplanten Videostudie dar.

### 3. Methode

Zur Erfassung der theoretisch explizierten Facetten professionellen Lehrerwissens wurde ein Fragebogen entwickelt, der teilweise auf standardisierte, bereits erprobte Verfahren zurückgreift. Anhand zweier Inhaltsbereiche (Satzgruppe des Pythagoras und mathematische Textaufgaben) wurden auch Angaben zur Unterrichtspraxis in der 9. Jahrgangsstufe erfragt. Schließlich wurden schulische Rahmenbedingungen, Selbstwirksamkeitsüberzeugungen sowie Angaben zur Berufsbiographie erhoben. Im Folgenden wird lediglich über die für die Fragestellung relevanten Verfahren berichtet.

#### 3.1 Erfassung professionellen Lehrerwissens

Unter Bezug auf das bereits dargestellte Modell von Bromme (1992, 1997) wurden fünf Facetten professionellen Lehrerwissens operationalisiert. Die Erfassung *fachlichen Wissens* von Mathematiklehrern in einer postalischen Befragung ist sicherlich nicht einfach. Als proximalen Indikator haben wir erhoben, wie viele unterschiedliche Informationsquellen bei der Unterrichtsvorbereitung zum Thema „Pythagoras“ genutzt werden.

Zur Erfassung des *curricularen Wissens* wurden 16 mögliche Ziele für den Einsatz mathematischer Textaufgaben in der 9. Klasse vorgegeben. Als Indikator wurde die mittlere Zustimmung (auf einer vierstufigen Likert-Skala) zu jenen Items ermittelt, die deutlich auf anspruchsvollen prozess- und problemorientierten Unterricht abheben (Itembeispiel: „Mathematische Textaufgaben setze ich im Wesentlichen mit dem Ziel ein, neue Regeln bzw. Konzepte eigenständig entwickeln zu lassen“).

Zur Operationalisierung der *Philosophie des Schulfaches* wurden aus dem Instrument von Grigutsch u.a. (1998) die jeweils fünf ladungsstärksten Items der Facetten Anwendungsorientierung, Prozess-, Schema- und Formalismusorientierung zusammengestellt. Auf der Grundlage der Voruntersuchung wurden weitere vier Items ausgeschlossen, so dass in der endgültigen Fassung eine Skala von 16 Items (Format Zustimmung, vierstufig) resultierte.

Mit dem *allgemeinen pädagogischen Wissen* werden vom Fach weitgehend unabhängige Aspekte von Lehrerkognitionen i.S. von Kausalattributionen erfasst. Dabei wurde unterschieden, ob die Befragten ein Ge- bzw. Misslingen ihres Unterrichts eher auf äußere Rand- und Rahmenbedingungen, auf schülerbezogene Variablen oder auf die eigene Person zurückführen.

Das *fachspezifisch-pädagogischen Wissen* wurde durch die in Abschnitt 2.1 dargestellten Fragebogenskalen von Fennema, Carpenter und Loef (1990) in der deutschsprachigen Adaptation von Staub und Stern (in press) nach einer weiteren Bearbeitung durch Reusser, Pauli und Staub erhoben. Die verbliebenen 18 Items wurden mit der Besonderheit vorgegeben, dass zwischen eher leistungsstarken und eher leistungsschwachen Schülern differenziert werden konnte. Damit sollte der Erwartung Rechnung getragen werden, dass auch aus Lehrersicht konstruktivistische Lernprinzipien eher für leistungsstarke Schüler geeignet sind.

### 3.2 Indikatoren für die Unterrichtspraxis

Am Beispiel des Themas „Satzgruppe des Pythagoras“ wurden drei Indizes zur eigenen, *selbstberichteten* Unterrichtspraxis gebildet:

- *Lehrerzentrierte Behandlung*: Es wurden mehrere Aussagen zu einem Index zusammengefasst, die eine Tendenz zum lehrerzentrierten Vorgehen, z.B. im Lehrervortrag, anzeigen.
- *Diskursivität*: Andere Aussagen des Fragebogens beschreiben Vorgehensweisen beim Satz des Pythagoras, die den wechselseitigen Austausch der Schüler und eine weitgehend selbst gesteuerte Form der Auseinandersetzung unterstützen. Derartige Items wurden in einem Summenindex zusammengefasst.
- *Intensität der Aufgabennutzung*: Den Befragten wurde eine Liste unterschiedlicher Aufgaben zur Behandlung der Satzgruppe des Pythagoras vorgegeben, bei welcher die Häufigkeit ihrer Verwendung im Unterricht interessierte. Dahinter stand die Überlegung, dass ein intensiver Einsatz von unterschiedlichen, in ihrem Anforderungsgehalt variierenden Aufgaben insgesamt zu einer stärkeren Beteiligung bzw. Aktivierung der Schüler führt.

### 3.3 Stichprobe und Durchführung

Die postalische Befragung erfolgte in zwei repräsentativen Stichproben Deutschlands und der Schweiz<sup>3</sup>. Sie wurde im Herbst des Jahres 2001 durchgeführt. Die Grundgesamtheit in der Schweiz umfasste dabei alle öffentlichen bzw. staatlich subventionierten Schulen in den Kantonen Bern und Zürich, in Deutschland staatliche und private Schulen aus den Bundesländern Brandenburg, Berlin und Baden-Württemberg. An die Schulleitungen der zufällig ausgewählten Schulen wurden Schreiben versandt mit der Bitte, den Fragebogen an eine Lehrperson in der Schule weiterzugeben, die im aktuellen Schuljahr in der 8. (Schweiz) bzw. 9. Jahrgangsstufe (Deutschland) Mathematik unterrichtet. Für den Fall, dass nach diesem Kriterium mehrere Lehrpersonen an einer Schule in Frage kämen, wurde um die Einhaltung eines zufälligen Auswahlverfahrens gebeten. Aus der deutschen Stichprobe wurden 146 Fragebögen ausgefüllt zurückgesandt, was einer Rücklaufquote von 58,4% entspricht. Die durchschnittliche Bearbeitung betrug 2.5 Stunden. In der Schweiz antworteten 116 (46,4%) der Befragten mit einer durchschnittlichen Bearbeitungszeit von 2.3 Stunden.

Hinsichtlich demographischer bzw. berufsbiographischer Merkmale bestanden kaum Unterschiede zwischen den schweizerischen und deutschen Lehrpersonen, die sich an der Untersuchung beteiligt haben. Alter, Dauer der Unterrichtstätigkeit, aber auch die Erfahrung im Unterrichten von Mathematik sind in den beiden Stichproben annähernd gleich. Von den antwortenden deutschen Lehrern unterrichteten 34% am Gymnasium, 30% an einer Realschule, 19% an einer Hauptschule und 17% an Gesamtschulen. 37,2% der Befragten waren Frauen, 62,8% Männer; das durchschnittliche Alter lag bei 46,9 Jahren. Das Durchschnittsalter in der schweizerischen Stichprobe betrug 48,6 Jahre; Frauen waren zu 14,7% vertreten, Männer zu 84,5%. 14% der Schweizer Lehrer unterrichteten an einem Untergymnasium, 64% an einer Sekundarschule (die in etwa der deutschen Realschule entspricht) und 20% an einer Realschule (die der deutschen Hauptschule vergleichbar ist). Da sich auch im Hinblick auf die Binnenstruktur der Lehrerkognitionen keine signifikanten Unterschiede gezeigt haben, wird in der weiteren Darstellung auf eine Trennung der beiden Stichproben verzichtet.

## 4. Ergebnisse

Die Ergebnisdarstellung folgt einer dreiteiligen Gliederung: Zunächst werden deskriptive Analysen für die beschriebenen Skalen und Indizes professionellen Lehrerwissens und der selbstberichteten Unterrichtspraxis berichtet. Danach wird deren Interdependenz dargestellt. Für die abschließende Analyse der Beziehungen zwischen Kognitionen und Unterrichtsvariablen wird eine Auswahl der beschriebenen Skalen getroffen.

3 Wir danken Erich Ramseier (Bern) und Heiko Sibberns (Hamburg) für die Ziehung der Stichproben sowie den Behörden in Berlin, Brandenburg und Baden-Württemberg für ihre Unterstützung.

#### 4.1 Skalen zum professionellen Lehrerwissen

##### Mathematische Weltbilder

Zur Überprüfung der Dimensionalität der Items, die mathematische Weltbilder erfassen, wurde eine explorative Hauptkomponentenanalyse durchgeführt. Als Kriterium zur Bestimmung der angemessenen Faktorzahl diente der Scree test, der erwartungsgemäß vier Faktoren anzeigte. Die wiederholte Durchführung der Analyse mit der Vorgabe, vier Faktoren zu extrahieren, zeigte eine klare Bestätigung der in der Arbeit von Grigutsch u.a. (1998) gefundenen Faktorstruktur. Somit ließen sich Prozess-, Anwendungs-, Schema- und Formalismusaspekt unterscheiden (die vier Faktoren klärten 56,7% der Gesamtvarianz auf). Die Reliabilitätsanalyse der jeweils zu einem Aspekt gehörenden Items erlaubte ihre Aggregation zu vier Skalen (s. Tabelle 1). Da unsere Studie einen Schwerpunkt auf ein konstruktivistisches Verständnis von Lehr- und Lernprozessen legt, wird in den nachfolgenden Analysen nur noch ein prozessorientiertes mathematisches Weltbild berücksichtigt.

**Tab. 1: Skalenkennwerte mathematischer Weltbilder**

	Anwendung	Prozess	Formalismus	Schema
N	261	261	261	261
Mittelwert*	3.21	2.92	3.05	2.67
Standardabweichung	.45	.53	.59	.64
Reliabilität (Cronbachs $\alpha$ )	.67 (5 Items)	.72 (5 Items)	.79 (4 Items)	.60 (2 Items)
* Antwortformat vierstufig (1–4)				

##### Konstruktivistisches vs. rezeptives Mathematikverständnis

Den Befragten war bei dieser Skala die Möglichkeit gegeben, zwischen leistungsstarken und -schwachen Schülern zu differenzieren, was von 225 Personen genutzt wurde (das entspricht etwa 86% der Stichprobe). Die 37 Personen, welche beide Leistungsgruppen in ihren Antworten gleich behandelten, unterschieden sich in demographischer Hinsicht nicht vom Rest; auch konnten keine systematischen Länderunterschiede festgestellt werden. Sie wurden bei den weiteren Analysen ausgeschlossen.

Die Ergebnisse einer explorativen Faktorenanalyse, in die sämtliche zu dieser Skala gehörenden Items mit jeweils beiden Antwortmöglichkeiten eingingen, sprachen deutlich für eine Zwei-Faktorlösung (35,2% der Gesamtvarianz wurden durch diese Faktoren aufgeklärt). Sie unterscheidet Aussagen, die einem konstruktivistischen Mathematikverständnis entsprechen, von jenen Items, die ein rezeptives Mathematikverständnis indizieren. Bis auf zwei Items, die ausgeschlossen wurden, konnte die entsprechende Zuordnung auf der Grundlage der Voruntersuchung beibehalten werden. Es wurden zwei Skalen gebildet, deren Kennwerte Tabelle 2 entnommen werden können.



Tab. 2: **Skalenwerte für rezeptives und konstruktivistisches Verständnis vom Mathematiklernen und -lehren.**

	Konstrukt. MA-Verständnis	Rezeptives MA-Verständnis
N	261	261
Mittelwert*	3.01	2.55
Standardabweichung	.48	.47
Reliabilität (Cronbachs $\alpha$ )	.82 (16 Items)	.89 (20 Items)

\* Antwortformat vierstufig (1–4)

Darüber hinaus wurde untersucht, inwieweit bei gleicher Faktorstruktur Niveauunterschiede zwischen den Angaben zu leistungsstarken und -schwachen Schülern bestehen. Wie Abbildung 1 aufzeigt, scheinen die Befragten deutlich zwischen den beiden Leistungsgruppen zu differenzieren. Während die Befragten für die Gruppe der Leistungsschwächeren eher ein rezeptives Verständnis vom Lernen und Lehren zugrunde legen, beschreiben sie das Lernen und Lehren für leistungsstarke Schüler eher im Sinne einer konstruktivistischen Auffassung.

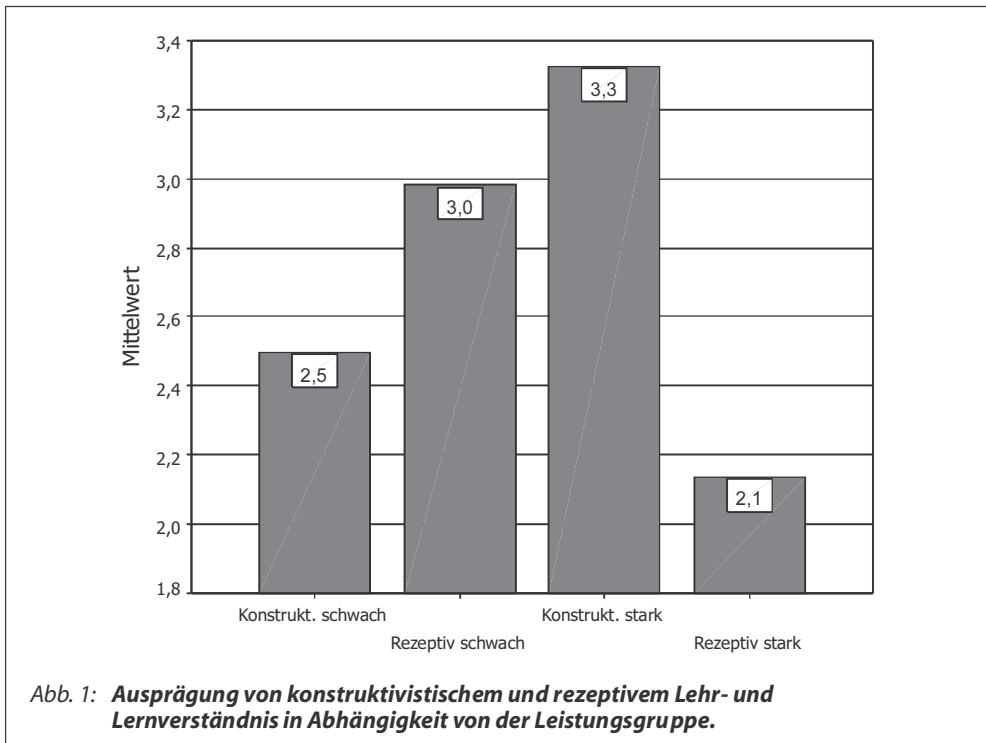


Abb. 1: **Ausprägung von konstruktivistischem und rezeptivem Lehr- und Lernverständnis in Abhängigkeit von der Leistungsgruppe.**

### **Ziele mathematischer Textaufgaben**

Die 16 Items, welche Ziele beim Einsatz von Textaufgaben beschreiben, lassen sich den Dimensionen „Übung“, „Anwendung“, „Aktivierung der Schüler“, „Förderung bestimmter Schülergruppen“ und „Nicht-mathematische Zielsetzungen“ zuordnen. Diese fünf Dimensionen klären gemeinsam 61,1% der Varianz auf. Es wurden entsprechend fünf Skalen gebildet, die jeweils eine Dimension abbilden. Für unsere Fragestellung interessiert von diesen Faktoren in besonderer Weise der Aspekt der Aktivierung, da in ihr eigenständiges, selbstreguliertes Lernen betont wird, was mit der von uns gewählten Definition konstruktivistischen Unterrichts übereinstimmt. Im Folgenden wird deshalb lediglich dieser Zielaspekt weiter berücksichtigt (die Skala weist bei einem vierstufigen Antwortformat einen Mittelwert von  $M = 2,89$  und eine Standardabweichung von  $s = ,52$  auf).

### **Fachliches und allgemeines pädagogisches Wissen**

Der Schwierigkeit der direkten Erfassung von fachlichem Wissen wurde begegnet, indem ein approximativer Indikator gebildet wurde, der die Anzahl verwendeter Materialien bei der Vorbereitung der Satzgruppe des Pythagoras berücksichtigt. Von sieben möglichen Arbeitsgrundlagen kreuzten die Befragten durchschnittlich 3,7 Möglichkeiten an; die Standardabweichung lag bei  $s = 1,36$ .

Für den Bereich allgemeinen pädagogischen Wissens wurden die subjektiven Erfolgstheorien über das Gelingen von Unterricht zugrunde gelegt. Es interessierten dabei insbesondere solche potenziellen Ursachen, die in der Person des Lehrers begründet sind. Berücksichtigt wurde deshalb die Nennung von guter Unterrichtsplanung, Zusammenarbeit mit Fachkollegen und der Fähigkeit, auch leistungsschwache Schüler zu motivieren, als ausschlaggebende Gründe für das Gelingen von Unterricht. Die daraus resultierende Skala hat bei einem vierstufigen Antwortformat einen Mittelwert von  $M = 3,2$  und eine Standardabweichung von  $s = ,50$ .

### **Indikatoren für die Unterrichtspraxis**

Zur approximativen Beschreibung der Unterrichtsführung wurden aus den Angaben der Befragten drei Indikatoren gebildet, welche die theoretisch explizierten Aspekte eines prozessorientierten, diskursiven (konstruktivistischen) Lehr- und Lernverständnisses umfassten. Für den ersten Indikator, der spezifisch die diskursiven Elemente der selbstberichteten Unterrichtspraxis beschreiben sollte, wurden die Durchführung von Kleingruppenarbeit bei der Einführung und dem Beweisen des Satzes des Pythagoras sowie deren Erarbeitung im Unterrichtsgespräch berücksichtigt. Die lehrerzentrierte Behandlung der Satzgruppe des Pythagoras (Bevorzugung des Lehrervortrags) wurde als einer diskursiven Auffassung entgegengesetzt verstanden; sie bildete den zweiten Indikator. Des Weiteren wurde die Intensität der Aufgabennutzung als Ausdruck für die Aktivierung der Schüler im Unterricht betrachtet. Es wurde erfasst, wie häufig Textaufgaben unterschiedlichen Anspruchsniveaus im Unterricht eingesetzt werden. Die Verteilungen können Tabelle 3 entnommen werden.

**Tab. 3: Kennwerte (oberer Tabellenteil) und Korrelationen (unterer Teil) der Indikatoren für die Unterrichtspraxis**

	Diskursive Unterrichts-führung	Lehrerzentriertheit (Satz d. Pyth.)	Intensität der Aufgabennutzung
N	258	252	257
Mittelwert	3.1	.6	16.0
Standardabweichung	1.82	.74	3.46
Minimum	.00	.00	5.00
Maximum	8.00	2.00	24.00
Unterrichtsführung	–		
Lehrerzentriertheit	–.23**	–	
Aufgabennutzung	.23**	–.12	–

\*\* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Bei diesen Ergebnissen fällt auf, dass die Befragten stark in ihren Antworten variieren, was sich in vergleichsweise hohen Standardabweichungen der Indikatoren ausdrückt. Während die Lehrer seltener eine diskursive Unterrichtsführung berichten (der Mittelwert liegt mit 3,1 eher im unteren Bereich der Verteilung), drückt sich in den mittleren Antworten zur Lehrerzentriertheit ( $M = ,6$ ) und zur Aufgabennutzung ( $M = 16,0$ ) deutlich ein die Schüler aktivierendes Instruktionsverhalten aus.

#### 4.2 Zusammenhänge zwischen den Indikatoren professionellen Lehrerwissens

Da die Studie neben der Spezifizierung von relevanten Bestimmungsstücken professionellen Lehrerwissens insbesondere deren Binnenrelationen klären wollte, wurden Korrelationen zwischen den einzelnen Skalen berechnet (vgl. Forschungsfrage 2). Die Ergebnisse können Tabelle 4 entnommen werden.

Die Wissensindikatoren weisen deutliche Zusammenhänge in erwartungsgemäßer Richtung auf. So geht die Betonung des Prozessaspekts in der Mathematik mit einer konstruktivistischen Lehr- und Lerntheorie und mit einer hohen Bewertung der Aktivierung der Schüler bei den Unterrichtszielen einher. Auch wird der Erfolg von Unterricht eher der eigenen Person zugeschrieben. Die Daten geben Hinweise darauf, dass ein Syndrom pädagogischer Überzeugungen besteht, das eine dynamische Sicht der Mathematik mit einem konstruktivistischen, die Schüler aktivierenden Lehr- und Lernverständnis vereint und dabei die Eigenverantwortlichkeit für den Unterricht betont. Dagegen bestehen negative Zusammenhänge zwischen einer prozessorientierten, die Schüler aktivierenden Haltung und einem rezeptiven Verständnis vom Mathematiklernen und -lehren.

Tab. 4: **Zusammenhänge zwischen den Indikatoren professionellen Lehrerwissens (N > 250).**

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1) Prozessaspekt	—					
2) Konstruktivistisches MA-Verständnis	.52**	–				
3) Rezeptives MA-Verständnis	–.32**	–.43**	–			
4) Ziele math. Textaufgaben: Aktivierung	.43**	.41**	–.14*	–		
5) N Materialien (S.d.Pyth.)	.11	.15*	–.18**	.13*	–	
6) Kausalattribution: Lehrer	.23**	.34**	.04	.30**	.05	–

\* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0.05 (2-seitig) signifikant.  
\*\* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0.01 (2-seitig) signifikant.

#### 4.3 Zusammenhänge zwischen professionellem Lehrerwissen und der Unterrichtspraxis

In einem weiteren Schritt wurden Zusammenhänge zwischen den Komponenten des Lehrerwissens und den Indikatoren für die Unterrichtspraxis ermittelt (vgl. Forschungsfrage 3). Damit sollte ansatzweise überprüft werden, inwieweit unterrichtsbezogene Kognitionen auf Unterrichts- bzw. Instruktionsverhalten Einfluss nehmen.

Tab. 5: **Einfluss unterrichtsbezogener Kognitionen auf die selbstberichtete Unterrichtspraxis (angegeben sind die standardisierten  $\beta$ -Koeffizienten).**

	diskursive Unterrichtsführung	Lehrerzentriertheit (Satz d. Pyth.)	Intensität der Aufgabennutzung
Prozessaspekt	0.03	–0.01	0.03
Konstruktivistisches MA-Verständnis	0.14	–0.21*	0.10
Rezeptives MA-Verständnis	–0.09	0.17*	–0.01
Ziele math. Textaufgaben: Aktivierung	0.13*	–0.09	0.25**
N Materialien (S.d.Pyth.)	0.14*	0.05	0.16*
Kausalattribution: Lehrer	0.07	–0.06	0.01
Multiple R	<b>.37</b>	<b>.36</b>	<b>.38</b>

\* Der Koeffizient ist auf dem Niveau von 0.05 (2-seitig) signifikant.  
\*\* Der Koeffizient ist auf dem Niveau von 0.01 (2-seitig) signifikant.

Zur Überprüfung dieses Zusammenhangs wurden multiple Regressionen berechnet, die den Einfluss der Wissensfacetten auf die berichtete Unterrichtspraxis spezifizieren soll-

ten. Durch die in Tabelle 5 aufgeführten multiplen Regressionskoeffizienten von  $R = .37$ ,  $R = .36$  und  $R = .38$  werden 14% bzw. 13% der Varianz im jeweiligen Unterrichtsindikator aufgeklärt. Somit bestehen Zusammenhänge zwischen unterrichtsbezogenen Kognitionen und dem selbstberichteten Instruktionsverhalten.

Die Qualität der selbstberichteten Unterrichtspraxis hat vor allem mit jenen Facetten des professionellen Wissens zu tun, die explizit in der Fachdidaktik vermittelt werden. Statistisch signifikante Zusammenhänge finden sich nämlich beim curricularen und beim fachlichen Wissen sowie beim fachspezifischen pädagogischen Wissen, nicht jedoch beim allgemeinpädagogischen Wissen und bei der „Philosophie des Schulfaches“. Je stärker ein Lehrer aktivierende Ziele befürwortet, und je vielfältiger er sich vorbereitet, desto intensiver und vielfältiger nutzt er mathematische Aufgaben, und desto stärker unterstützt er den diskursiven Austausch von Argumenten im Mathematikunterricht. Wer sich mathematisches Lernen eher als rezeptiven Prozess vorstellt, nutzt auch häufiger lehrerzentrierte Methoden, während Lehrer mit konstruktivistischen Ansichten dies seltener tun.

## 5. Diskussion

Unsere Studie hat in einem ersten Schritt aufgezeigt, dass die Facetten professionellen Lehrerwissens i.S. der von Bromme (1992, 1997) spezifizierten Taxonomie unterscheidbar sind. So wurden seine fünf inhaltlichen Bereiche durch teils standardisierte, teils neue Skalen erfasst. Darüber hinaus hat sich gezeigt, dass diese Facetten interdependent sind, sodass zwei komplexe Syndrome unterrichtsbezogener Kognitionen unterschieden werden können: eine eher dynamische Sichtweise, welche die Mathematik, ihr Lehren und Lernen als kreativen Prozess begreift, und eine eher statische, wonach mathematisches Wissen aus regelhaften Zusammenhängen besteht, die in fest stehenden Formeln beschrieben und eher rezeptiv erlernt werden. Aufbauend auf diesen Ergebnissen wurde versucht, Unterschiede der selbstberichteten Unterrichtspraxis auf der Basis zugrunde liegender unterrichtlicher Kognitionen zu erklären. Es fanden sich deutliche Hinweise darauf, dass die Unterrichtspraxis von den kognitiven Voraussetzungen, dem Wissen und Beliefs der Lehrer, beeinflusst wird.

Zu diskutieren ist die Validität dieser Ergebnisse. Die gewählte Operationalisierung aufseiten der Prädiktoren wäre zum Teil verbesserungsbedürftig, insbesondere im Bereich des fachlichen Wissens (hier nur distal als Anzahl zur Unterrichtsvorbereitung eingesetzter Materialien operationalisiert) sowie des allgemeinen pädagogischen Wissens (hier: Kausalattributionen über das Gelingen von Unterricht). Aufseiten der abhängigen Variablen ist zu fragen, ob die hier verwendeten Indikatoren die Unterrichtspraxis angemessen abbilden. Ihre Auswahl kann jedoch damit begründet werden, dass die berichtete Unterrichtspraxis lediglich auf die Aspekte eingeschränkt wurde, die für (bzw. explizit gegen) ein konstruktivistisches Unterrichtsverständnis bzw. eine diskursive Unterrichtsführung sprechen. Somit wurden bewusst solche Unterrichtsmerkmale gewählt, die sinnvoll in Beziehung zu den Lehrerkognitionen gesetzt werden können.

Des Weiteren wäre zu fragen, inwieweit die schriftliche Form der Lehrerbefragung anfällig für Antworttendenzen ist. So ist es denkbar, dass aufgrund der öffentlichen Forderung nach verändertem, stärker konstruktivistisch orientiertem Mathematikunterricht die Befragten im Sinne sozialer Erwünschtheit antworteten. Diesem Argument kann jedoch entgegengetreten werden, dass wir empirisch ein Erklärungsmodell identifizieren konnten, das interindividuelle Unterschiede erklärt. Eventuelle Antworttendenzen könnten also die mittlere Ausprägung der berichteten Einstellungen beeinflusst haben, nicht jedoch die hier untersuchten Zusammenhänge.

Abschließend ist zu diskutieren, welche Aussagekraft unsere Ergebnisse für die Erklärung und Vorhersage der tatsächlichen Unterrichtspraxis haben. Einen Beleg für die Validität der Selbstauskünfte in der schriftlichen Befragung kann erst die geplante Videostudie geben. Erste Zusammenhänge zwischen Lehrerkognitionen und beobachtetem Instruktionsverhalten in der TIMS-Videostudie (Research Report 1998–2000, S. 95) lassen erwarten, dass unsere Videostudie den Einfluss unterrichtsbezogener Kognitionen auf die Unterrichtspraxis bestätigen wird.

## Literatur

- Abelson, R.P. (1979). Differences between belief and knowledge systems. In: *Cognitive Science* 3, S. 355–366.
- Aguirre, J.M./Haggerty, S.M./Linder, C.J. (1990). Student-teachers' conceptions of science, teaching and learning: a case study in preservice science education. In: *International Journal of Science Education* 12, H. 4, S. 381–390.
- Aiken, L.R. (1996). Rating scales and checklists. Evaluating behavior, personality, and attitudes. New York: John Wiley & Sons.
- Baumert, J./Lehmann, R./Lehrke, M./Schmitz, B./Clausen, M./Hosenfeld, I./Köller, O./Neubrand, J. (1997). TIMSS – Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Deskriptive Befunde. Opladen: Leske + Budrich.
- Baumert, J./Klieme, E./Neubrand, M./Prenzel, M./Schiefele, U./Schneider, W./Stanat, P./Tillmann, K.-J./Weiß, M. (Hrsg.). (2001). PISA 2000: Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich. Opladen: Leske + Budrich.
- Bromme, R. (1992). Der Lehrer als Experte. Zur Psychologie des professionellen Wissens. Bern: Hans Huber.
- Bromme, R. (1997). Kompetenzen, Funktionen und unterrichtliches Handeln des Lehrers. In: Weinert, F. E. (Hrsg.): *Enzyklopädie der Psychologie: Themenbereich D Praxisgebiete. Serie I Pädagogische Psychologie, Band 3 Psychologie des Unterrichts und der Schule*. Göttingen: Hogrefe, S. 177–212.
- Cobb, P. (1994). Where is the mind? Constructivist and sociocultural perspectives on mathematical development. In: *Educational Researcher* 23, H. 7, S. 13–20.
- Diedrich, M. (2001). Professionelles Lehrerwissen von Mathematiklehrern. Entwicklung und Erprobung eines Fragebogens. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Mannheim.
- Dubs, R. (1995). Konstruktivismus: Einige Überlegungen aus der Sicht der Unterrichtsgestaltung. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 41, H. 6, S. 889–903.
- Duffy, T.M./Jonassen, D.H. (1992). Constructivism: New implications for instructional technology. In: Duffy, T.M./Jonassen, D.H. (Eds.): *Constructivism and the technology of instruction: A conversation*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, S. 1–16.

- Ernest, P. (1988, August). The impact of beliefs on the teaching of mathematics. Paper presented at the 6<sup>th</sup> International Congress of Mathematical Education, Budapest. Verfügbar unter: <http://www.ex.ac.uk/~PERnest/impact.htm> [31.03.2001].
- Ernest, P. (2000). Social constructivism as a philosophy of mathematics: Radical constructivism rehabilitated? [Online Paper]. Verfügbar unter: <http://www.ex.ac.uk/~PERnest/soccon.html> [28.06.2000].
- Fennema, E./Carpenter, T.P./Loef, M. (1990). Teacher belief scale: Cognitively guided instruction project. Madison, WI: University of Wisconsin.
- Fennema, E./Carpenter, T.P./Peterson, P.L. (1989). Learning mathematics with understanding: Cognitively guided instruction. In: *Advances in Research on Teaching* 1, S. 195–221.
- Fennema, E./Loef Franke, M. (1992). Teachers' knowledge and its impact. In: Grouws, D.A. (Ed.): *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. New York: Macmillan, S. 147–164.
- Fischler, H. (2000). Über den Einfluss von Unterrichtserfahrungen auf die Vorstellungen vom Lehren und Lernen bei Lehrerstudenten der Physik. Teil 1: Stand der Forschung sowie Ziele und Methoden einer Untersuchung. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 6, S. 27–36.
- Grigutsch, S./Ratz, U./Törner, G. (1998). Einstellungen gegenüber Mathematik bei Mathematiklehrern. In: *Journal für Mathematikdidaktik* 19, H. 1, S. 3–45.
- Groeben, N./Wahl, D./Schlee, J./Scheele, B. (1988). *Das Forschungsprogramm Subjektive Theorien*. Tübingen: Francke.
- Klieme, E. (1999). Unterricht und mathematisches Verständnis in verschiedenen Unterrichtskulturen. Antrag auf Gewährung einer Sachbeihilfe im Schwerpunktprogramm „Bildungsqualität von Schule“. Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.
- Klieme, E./Baumert, J. (2001). Identifying national cultures of mathematics education: Analysis of cognitive demands and differential item functioning in TIMMS. In: *European Journal of Psychology of Education* 16, H. 3, S. 383–400.
- Klieme, E./Bos, W. (2000). Mathematikleistung und mathematischer Unterricht in Deutschland und Japan: Triangulation quantitativer und qualitativer Forschungsansätze im Rahmen der TIMS-Studie. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 3, H. 3, S. 359–379.
- Klieme, E./Neubrand, M./Lütke, O. (2001). Mathematische Grundbildung: Konzepte und Befunde. In Baumert, J. u.a. (Hrsg.). *Programme for International Student Assessment*. Nationaler Bericht. Opladen: Leske & Budrich, S. 141–190.
- Klieme, E./Schümer, G./Knoll, S. (2001). Mathematikunterricht in der Sekundarstufe I: „Aufgabenkultur“ und Unterrichtsgestaltung. In: Klieme, E./Baumert, J. (Hrsg.): *TIMSS – Befunde für Schule und Forschung*. Bonn: Bundesministerium für Bildung und Forschung, S. 43–58.
- Köller, O./Baumert, J./Neubrand, J. (2000). Epistemologische Überzeugungen und Fachverständnis im Mathematik- und Physikunterricht. In: Baumert, J./Bos, W./Lehmann, R. (Hrsg.): *TIMSS/III. Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie – Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn*. Band 2 Mathematische und physikalische Kompetenzen am Ende der gymnasialen Oberstufe. Opladen: Leske + Budrich, S. 229–270.
- Nespor, J. (1987). The role of beliefs in the practice of teaching. In: *Journal of Curriculum Studies* 19, H. 4, S. 317–328.
- Pajares, M.F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. In: *Review of Educational Research* 62, H. 3, S. 307–332.
- Peterson, P.L./Carpenter, T.P./Fennema, E. (1989). Teachers' knowledge of students' knowledge in mathematics problem solving: Correlational and case analysis. In: *Journal of Educational Psychology* 81, H. 4, S. 558–569.
- Research Report 1998 – 2000. Max-Planck-Institut für Bildungsforschung. Berlin 2001.
- Schoenfeld, A. (1983). Beyond the purely cognitive: Belief systems, social cognitions, and metacognitions as driving forces in intellectual performance. In: *Cognitive Science* 7, S. 329–363.
- Shulman, L.S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. In: *Harvard Educational Research* 57, H. 1, S. 1–22.

Staub, F./Stern, E. (in press). The nature of teachers' pedagogical content beliefs matters for students' achievement gains: quasi-experimental evidence from elementary mathematics. *Journal of Educational Psychology*.

Weinert, F.E./Schrader, F.W./Helmke, A. (1989). Quality of instruction and achievement outcomes. In: *International Journal of Educational Research* 13, S. 895–914.

*Anschrift der Autoren:*

Martina Diedrich, Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung. Arbeitseinheit Bildungsqualität und Evaluation, Schloßstr. 29, 60486 Frankfurt a.M.

Dr. Claudia Thußbas, Technische Universität Berlin, Institut für Psychologie und Arbeitswissenschaft, Franklinstr. 5–7, 10587 Berlin.

Prof. Dr. Eckhard Klieme, Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung. Arbeitseinheit Bildungsqualität und Evaluation, Schloßstr. 29, 60486 Frankfurt a.M.