

Kim Lange  
Thilo Kleickmann  
Kornelia Möller

Universität Münster

## Zusammenhänge zwischen PCK von Grundschullehrkräften und dem Verständnis naturwissenschaftlicher Konzepte bei Grundschülern

Dieser Beitrag berichtet von einem Dissertationsvorhaben, das die Zusammenhänge zwischen naturwissenschaftsbezogenem fachspezifisch-pädagogischem Wissen von Grundschullehrkräften und den Lernfortschritten im Verständnis naturwissenschaftlicher Konzepte bei Grundschülern untersucht. Die Studie ist in das im vorangestellten Klammerbeitrag beschriebene DFG-Forschungsprojekt PLUS eingebettet, in dessen Untersuchungsfokus Facetten des professionellen Wissens von Lehrkräften, deren Unterrichtshandeln und Zielkriterien auf Schülerebene stehen. Im Beitrag stehen der theoretische Hintergrund des Dissertationsvorhabens sowie die Entwicklung von Instrumenten zur Erfassung des fachspezifisch-pädagogischen Wissens von Lehrkräften und des konzeptuellen naturwissenschaftlichen Verständnisses seitens der Schüler im Vordergrund.

**Fachspezifisch-pädagogisches Wissen als Facette des professionellen Lehrerwissens**  
Lehrkräfte als zentrale Akteure institutionellen Lehrens und Lernens sind verstärkt in den Mittelpunkt des Interesses fachdidaktischer sowie pädagogisch-psychologischer Forschung gerückt. Nachdem man sich eine Zeit lang vorwiegend mit der Untersuchung allgemeiner Merkmale der Lehrerpersönlichkeit auseinandergesetzt und sich dann im Rahmen von Prozess-Produkt-Studien verstärkt dem Unterricht selbst zugewandt hatte, ist aktuell, insbesondere durch den Experten-Novizen-Ansatz inspiriert, die professionelle Wissensbasis für unterrichtliches Handeln von Lehrkräften zum Gegenstand der Forschung geworden (Bromme, 1997).

Für die vorgestellte Untersuchung dient das professionelle Lehrerwissen, wie es Bromme (1997) in Anlehnung an Shulman (1987) beschrieben hat, als theoretische Modellierung der kognitiven Voraussetzungen für unterrichtliches Handeln von Lehrkräften. Bromme unterscheidet fünf Bereiche professionellen Lehrerwissens, wobei das fachspezifisch-pädagogische Wissen als zentraler Bereich angesehen wird (Gess-Newsome & Lederman, 1999; Bromme, 1997; Shulman, 1987). Fachspezifisch-pädagogisches Wissen ist Wissen darüber, wie fachliche Inhalte Schülern zugänglich gemacht werden können (Shulman, 1986). Es stellt ein persönliches Wissen von Lehrkräften dar, das als Verschmelzung von fachlichem Wissen mit pädagogisch-psychologischen Kenntnissen und eigenen Lehr-/Lernerfahrungen der Lehrperson beschrieben wird (Shulman, 1987; Bromme, 1997).

Auch wenn es in gewisser Weise der Annahme des integrierten Wissens widerspricht, so sind für das fachspezifisch-pädagogische Wissen unterschiedliche Gliederungsansätze entwickelt worden. Magnusson, Krajcik und Borko (1999) haben einen Gliederungsansatz speziell für das naturwissenschaftsbezogene fachspezifisch-pädagogische Wissen erarbeitet. Sie unterscheiden dabei in ihrem Modell zwischen eher allgemeinen, auf das Lehren und Lernen in einem Fach bezogenen Vorstellungen und themenspezifischen Wissenskomponenten. Neben der Komponente der „allgemeinen Vorstellungen zum Lehren und Lernen von Naturwissenschaften“ beschreiben Magnusson et al. für den Bereich der themenspezifischen Wissenskomponenten vier Komponenten:

Eine erste Komponente (Wissen über naturwissenschaftliche Curricula) enthält zum einen Wissen über Zielsetzungen im naturwissenschaftlichen Unterricht und Möglichkeiten der vertikalen Vernetzung, zum anderen umfasst diese Komponente auch Wissen über spezifisch ausgearbeitete Curricula und Unterrichtsmaterialien. Die zweite Komponente (Wissen über

Bedingungen naturwissenschaftlichen Lernens) beinhaltet insbesondere Wissen über die vor dem Unterricht bestehenden Schülervorstellungen zu naturwissenschaftlichen Konzepten und Verfahren sowie Wissen über potenzielle Lernschwierigkeiten. Eine dritte Komponente wird als Wissen über instruktionale Aktivitäten beschrieben. Sie umfasst Wissen über Lehrstrategien, wie Wissen über geeignete unterrichtliche Aktivitäten (z.B. Schüler- oder Demonstrationsexperimente), Wissen über geeignete Repräsentationsformen und geeignete Maßnahmen zur Sequenzierung des Unterrichts. Die vierte Komponente beinhaltet Wissen über zu bewertende Dimensionen naturwissenschaftlichen Lernens und Wissen über konkrete Methoden zur Erfassung dieser Dimensionen.

Hinsichtlich der Relevanz von fachspezifisch-pädagogischem Wissen für die Lernfortschritte im Verständnis von Schülerinnen und Schülern gibt es im Bereich allgemeiner Vorstellungen zum Lehren und Lernen in der Mathematik, aber aktuell auch in den Naturwissenschaften, Studien, die positive Zusammenhänge mit Schülerleistungen belegen (Staub & Stern, 2002; Peterson, Fennema, Carpenter & Loef, 1989; Kleickmann, in Vorb.). Seit jüngster Zeit liegen Studien im Bereich Mathematik vor, die das themenspezifische fachspezifisch-pädagogische Wissen erfasst und mit dem Lernerfolg von Schülern in Beziehung gesetzt haben. Es zeigte sich, dass dieses Wissen der Lehrkräfte einen bedeutsamen Prädiktor der Lernzuwächse der Schüler darstellt (Hill, Rowan & Ball, 2005; Brunner et al., 2006). Im Bereich der Naturwissenschaften fehlen solche Studien zum themenspezifischen fachspezifisch-pädagogischen Wissen bisher völlig.

### **Untersuchungsanlage, Stichproben und Instrumente**

Für die vorliegende Untersuchung ist bzgl. der Untersuchungsanlage relevant, dass die Lehrkräfte eine von ihnen konzipierte Unterrichtsreihe zum Thema „Aggregatzustände und ihre Übergänge am Beispiel Wasser“ im Umfang von drei Doppelstunden durchführten. Nach Abschluss der Unterrichtsreihe bearbeiteten die Lehrkräfte einen Fragebogen zum Professionswissen, der sich aus fachspezifisch-pädagogischem Wissen und Fachwissen zum Thema „Aggregatzustände“ zusammensetzt. Im Rahmen dieser Unterrichtsreihe werden zusätzlich Schülerleistungen erhoben (s.u.). Der Unterricht wurde von insgesamt 60 Lehrkräften mit deren ca. 1500 SchülerInnen durchgeführt.

Die theoretische Grundlage für die Erfassung des fachspezifisch-pädagogischen Wissens im Inhaltbereich „Aggregatzustände“ bildet das oben vorgestellte Modell von Magnusson et al. (1999). Da man besonders für die Komponenten „Wissen über Bedingungen des Lernens“ und „Wissen über instruktionale Aktivitäten“ in den vorliegenden (mathematikbezogenen) Studien bedeutsame Hinweise auf eine positive Auswirkung auf die Entwicklung konzeptuellen Wissens findet (Hill, Rowan & Ball, 2005; Brunner et al., 2006), liegt der Schwerpunkt des Instrumentes auf diesen beiden Wissensfacetten. Es wurden dazu sowohl Aufgaben mit offenem als auch mit geschlossenem Antwortformat entwickelt.

Für die Analyse der Antworten auf die offenen Items wurde ein Kategoriensystem gebildet. Die Kategorien, anhand derer die Angemessenheit der Antworten beurteilt wurde, wurden dabei sowohl aus empirischen Studien als auch aus Theorien zum naturwissenschaftlichen Lehren und Lernen abgeleitet. Anhand einer Pilot-Stichprobe von 114 Lehrkräften wurde die Übereinstimmung zwischen zwei unabhängigen Kodierern mittels Berechnung der Intraklassenkorrelation bestimmt, die als gut bezeichnet werden kann (mittlere  $ICC_{UNJUST, ZWEIFAKT.} = .94$ , Range: .80 - 1.0). Auf der Basis von Kriterien der klassischen Testtheorie wurden 16 Items ausgewählt (13 offene-, 3 multiple-choice-Items; Interne Konsistenz: Cronbachs  $\alpha = 0.71$ ), die den Test für die Hauptstudie bilden.

Der Schülerleistungstest wurde vor und nach der Unterrichtsreihe „Aggregatzustände“ zu den Inhaltsbereichen „Verdunstung“ und „Kondensation“ durchgeführt. Er erfasst neben einem „einfachen konzeptuellen Verständnis“ auch ein „integriertes konzeptuelles Verständnis“. Ersteres erfordert den Erwerb wissenschaftlich angemessener Vorstellungen, wobei tief

verwurzelte Schülervorstellungen eine untergeordnete Rolle spielen. Letzteres ist durch die Notwendigkeit gekennzeichnet, alternative Vorstellungen aktiv abzulehnen und wissenschaftliche Konzepte anzunehmen. Nach der Pilotierung an 506 Schülern besteht der Test aus 26 Multiple-Choice-Items. Die mittels Rasch-Analysen ermittelte Reliabilität (EAP/PV-rel. = .60) so wie Item-Fit-Indices (.8 < MNSQ < 1.2) der Pilotierungsdaten können als zufriedenstellend gelten.

### **Auswertungsverfahren und erwartete Ergebnisse**

Die Zusammenhänge zwischen dem erfassten fachspezifisch-pädagogischen Wissen von Grundschullehrkräften im Inhaltsbereich „Aggregatzustände“ und den Lernfortschritten im konzeptuellen Verständnis von Grundschülern in ebendiesem Inhaltbereich sollen anhand von Mehrebenenanalysen geprüft werden. Dabei werden diverse Merkmale der Lehrkräfte, wie z.B. die Berufserfahrung und das physikbezogene Interesse sowie verschiedene Lernvoraussetzungen auf Seiten der Schüler, wie z.B. allgemeine kognitive Fähigkeiten, Alter und sozioökonomischer Hintergrund, kontrolliert.

Vor dem Hintergrund der vorliegenden Studien aus dem Bereich Mathematik erwarten wir positive Zusammenhänge zwischen dem erfassten fachspezifisch-pädagogischen Wissen der Lehrkräfte und den Lernfortschritten der Schüler.

Mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie hoffen wir die Bedeutung des fachspezifisch-pädagogischen Wissens für die Unterrichtsqualität im naturwissenschaftlichen Unterricht weiter klären und darüber hinaus ein themenspezifisches und testtheoretisch geprüftes Instrument zur Erfassung dieses Wissens bereitstellen zu können.

### **Literatur**

- Bromme, R. (1997). Kompetenzen, Funktionen und unterrichtliches Handeln des Lehrers. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Psychologie des Unterrichts und der Schule*. Göttingen: Hogrefe, 177 – 212
- Brunner, M., Kunter, M., Krauss, S., Klusmann, U., Baumert, J., Blum, W., Neubrand, M., Dubberke, T., Jordan, A., Löwen, K., & Tsai, Y.-M. (2006). Die professionelle Kompetenz von Mathematiklehrkräften: Konzeptualisierung, Erfassung und Bedeutung für den Unterricht. Eine Zwischenbilanz des COACTIV-Projekts. In M. Prenzel & L. Allolio-Näcke (Hrsg.), *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule*. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms. Münster: Waxmann, 54 - 82
- Gess-Newsome, J., & Lederman, N. (1999). Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers
- 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
- Kleickmann, T. (i. Vorb.). Zusammenhänge fachspezifischer Vorstellungen von Grundschullehrkräften zum Lehren und Lernen mit Fortschritten von Schülerinnen und Schülern im konzeptuellen Verständnis. Münster: Inaugural-Dissertation
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, Sources and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching. In J. Gess-Newsome & N. Lederman. (Eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 95 - 132
- Peterson, P.L., Fennema, E., Carpenter, T.P., & Loef, M. (1989). Teachers' pedagogical content beliefs in mathematics. *Cognition and Instruction*, 6 (1), 1 - 40
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Research*, 57 (1), 1-22
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), 4 - 14
- Staub, F., & Stern, E. (2002). The nature of teachers' pedagogical content beliefs matters for students' achievement gains: Quasi-experimental evidence from elementary mathematics. *Journal of Educational Psychology*, 93, 344 - 355