

Werner BLUM, Stefan KRAUSS, Kassel und Michael NEUBRAND, Oldenburg

Zusammenhänge des Professionswissens mit Lehrermerkmalen, Unterrichtsqualität und Leistungszuwächsen der Schüler

1. Das Projekt COACTIV

In den letzten Jahren wird zunehmend die Bedeutung des – insbesondere fachbezogenen – *Professionswissens von Lehrkräften* betont. Die diesbezügliche Forschungslage ist aber defizitär. Das Projekt COACTIV¹ (Leiter: Jürgen Baumert, MPI Berlin/ Werner Blum, Universität Kassel/ Michael Neubrand, Universität Oldenburg) hat sich zum Ziel gesetzt, erstens das Professionswissen von Mathematik-Lehrerinnen und -Lehrern der Sekundarstufe I unter dezidiert fachbezogener Perspektive zu konzeptualisieren und mittels geeignet konstruierter Tests zu messen sowie zweitens Zusammenhänge zwischen diesem Wissen und anderen Lehrer-, Unterrichts- und Schülermerkmalen herzustellen (zur Details siehe Krauss u.a., 2004; Brunner u.a., 2006a). PISA 2003/04 bot die einmalige Gelegenheit, repräsentative Schülerdaten mit zugehörigen Lehrerdaten zu verbinden, indem die Mathematiklehrer der deutschen PISA-Klassen (Jahrgangsstufen 9 und 10) mit dem COACTIV-Instrumentarium umfassend befragt werden konnten. Zudem wurden sämtliche Klassenarbeiten sowie ausgewählte Unterrichts- und Hausaufgaben der PISA-Klassen analysiert (Jordan u.a. 2006).

Die COACTIV-Tests (für Details und Itembeispiele siehe Krauss u.a., eing.) basieren auf der gängigen Unterscheidung von fachdidaktischem und fachlichem Wissen. Betrachtet man Unterrichten von Mathematik vereinfacht als *Zugänglichmachen* mathematischer *Inhalte* für *Lernende*, so kann man beim *fachdidaktischen Wissen* zwischen drei Facetten differenzieren: Wissen über Lernende, über Inhalte und über Zugänglichmachen. COACTIV spezialisierte diese drei Facetten auf

- 1) Erkennen, Analyse und Vorhersage von typischen Fehlern und Schwierigkeiten,
- 2) Erkennen des multiplen Lösungspotentials von Aufgaben,
- 3) Erklären, Darstellen und Repräsentieren mathematischer Sachverhalte.

Der entsprechende COACTIV-Fachdidaktiktest 2004 enthielt 7 Items zum ersten, 4 Items zum zweiten und 11 Items zum dritten Aspekt, insgesamt also 22 Items. *Fachwissen* wurde konzeptualisiert als vertieftes Hintergrundwissen über den Stoff des Mathematikcurriculums der Sekundarstufe und ist damit vom Wissen der Schülerinnen und Schüler genauso abgegrenzt wie vom rein universitären Fachwissen. Der Fachwissenstest enthielt 2004 insgesamt 13 Items. Alle 35 Items waren offen (Dauer des Gesamttests mit diesen 35 Items: im Mittel zwei Stunden pro Lehrkraft).

2. Einige Befunde zum Professionswissen von Mathematiklehrern

Den COACTIV-Test zum fachdidaktischen und Fach-Wissen absolvierten 2004 die 198 Lehrkräfte, die ihre PISA-Klasse im ganzen zehnten Schuljahr unterrichtet haben, und zwar 85 aus Gymnasien und 113 aus anderen Schulformen (Hauptschulklassen waren 2004 nicht mehr beteiligt). Der Test wurde am Nachmittag des PISA-Testtages (in der Schule) von einem geschulten Testleiter durchgeführt. Die Tests wurden von 8 intensiv geschulten Kodierern ausgewertet, jedes Item wurde unabhängig von zwei

¹ Von der DFG gefördert wurde COACTIV von 2002 bis 2006 im Schwerpunktprogramm BiQua, ebenso wie Folgestudien von Stefan Krauss, Universität Kassel, von 2007 bis 2009.

Kodierern bewertet mit zufriedenstellender Interraterreliabilität (im Mittel $\rho = 0,81$).

Die größten Unterschiede im professionellen Wissen ergaben sich aus der Schulformzugehörigkeit der Lehrkräfte. Der Mittelwert in der gesamten Stichprobe beträgt beim fachdidaktischen Wissen 18,6 (SD = 5,6, empirisches Maximum 37) und beim Fachwissen 5,9 (SD = 3,4, theoretisches und empirisches Maximum 13). Diese Mittelwerte betragen für die Gymnasiallehrer 21,0 bzw. 8,5 und für die Nicht-Gymnasiallehrer 16,8 bzw. 4,0. Während der Unterschied beim Fachwissen erwartbar war, überrascht der Unterschied beim fachdidaktischen Wissen. Dieser verschwindet allerdings, wenn das Fachwissen kontrolliert wird (für eine genauere Diskussion und Interpretation dieser Werte siehe Krauss u.a., eingereicht). Die latente Korrelation zwischen fachdidaktischem und Fach-Wissen ist bei Gymnasiallehrern nahezu 1, d.h. die beiden Wissens-kategorien sind hier (was typisch für Expertenwissen ist) empirisch nicht trennbar. Allerdings zeigt eine Gruppe von Realschullehrkräften, dass auch mit sehr wenig Fachwissen ein überdurchschnittliches fachdidaktisches Wissen möglich ist, d.h. es scheint mindestens zwei Wege zum fachdidaktischen Wissen zu geben. Interessant ist auch der Befund, dass keine Alters- oder Berufserfahrungsabhängigkeit des Professionswissens feststellbar ist (siehe Brunner u.a. 2006b). Das von uns erhobene fachnahe Wissen scheint demnach i.W. in der Lehrerausbildung erworben worden zu sein.

3. Zusammenhänge von Professionswissen mit anderen Merkmalen

Besonders interessant ist die Frage: Wodurch zeichnen sich Lehrkräfte mit hohen Werten im fachbezogenen Professionswissen aus? Welche Merkmale hat deren Unterricht? Was lernen deren Schülerinnen und Schüler? Dabei liegt bei COACTIV die Annahme zugrunde, dass *Lehrer*, vermittelt über den von ihnen erteilten *Unterricht*, die Leistungen und Einstellungen ihrer *Schüler* kausal beeinflussen (neben anderen wichtigen Einflussfaktoren wie Vorwissen, Intelligenz oder Elternhaus). Aus jeder dieser drei „Untersuchungssäulen“ greifen wir hier je einen Aspekt heraus:

3.1. Lehrer: *Überzeugungen* über das Fach und das Lernen

3.2. Unterricht: Disziplin und Art der *Lenkung*

3.3. Schüler: *Lernzuwachs* in Klasse 10 (von PISA 2003 zu PISA 2004)

Dabei basieren die Befunde zu den beiden ersten Aspekten ausschließlich auf Selbstberichten der Lehrer, objektive Unterrichtsbeobachtungen fanden nicht statt.

3.1. Bei den epistemologischen **Überzeugungen** der COACTIV-Lehrer zum Fach Mathematik unterscheiden wir grob zwischen einer eher statischen „Toolbox-Sichtweise“ („Mathematik besteht vor allem aus Fakten, Regeln und Verfahren“) und einer eher dynamischen „Prozess“-Sichtweise („Mathematik zu betreiben bedeutet, ständig Neues zu entdecken“). Bei den Überzeugungen über das Lernen von Mathematik kann man analog unterscheiden zwischen einer „Transmissions-Sichtweise“ („Mathematik ist am besten durch aufmerksames Zuhören zu lernen“) und einer „Konstruktivistischen Sichtweise“ („Eigenaktivität ist für das Lernen von Mathematik ganz entscheidend“). Die Zusammenhänge zum Professionswissen sind der folgenden Tabelle zu entnehmen („**“: signifikant auf 1%-Niveau):

Korrelationen	Überzeugungen über das Fach Mathematik		Überzeugungen über das Lernen von Mathematik	
	„Toolbox“	„Prozess“	„Rezeptive Lerntheorie“	„Konstruktivist. Lerntheorie“

Fachdidaktisches Wissen	-.37**	.12	-.34**	.30**
Fachwissen	-.33**	.12	-.27**	.21**
Skalen: Itemzahl / Cronbach's α	5 / 0,75	4 / 0,66	12 / 0,87	12 / 0,88

Man sieht, dass Lehrkräfte mit hohen Werten in beiden Wissensbereichen

- in starker Tendenz die sogenannte „Toolbox“-Sicht von Mathematik ablehnen,
- dazu tendieren (nicht signifikant), Mathematik als „Prozess“ anzusehen,
- tendenziell deutlich „rezeptive Lerntheorien“ ablehnen,
- erkennbar zu konstruktivistischen Sichtweisen vom Lernen tendieren.

3.2. Über ihren **Unterricht** sollten die Lehrerinnen und Lehrer in mehreren Selbstberichtsskalen Auskunft geben (einige wurden parallel auch auf Schülerseite eingesetzt; Baumert u.a., 2004). Wir berichten hier exemplarisch über vier dieser Skalen, zwei zu *Klassenführung und Schülerorientierung* und zwei zu den eingesetzten *Lehrstrategien*, genauer: zur Disziplin („In der Klasse wird in der Regel wenig gestört“), zur sozialen Unterstützung der Schüler („Ich helfe auch bei persönlichen Anliegen“), zur Art der Anleitung der Schüler („Ich gebe meistens jeden Schritt einzeln vor“) und zum Umgang mit Erklärungen und Begründungen („Ich verlange, dass Antworten auch begründet werden“). Die folgende Tabelle zeigt die Zusammenhänge zum Professionswissen („*“: signifikant auf 5%-Niveau; „***“: signifikant auf 1%-Niveau):

Korrelationen	Klassenführung und Schülerorientierung		Lehrstrategien	
	Disziplin	Soziale Unterstützung	Kleinschrittige Anleitung	Insistieren auf Begründen
Fachdidaktisches Wissen	.16*	-.02	-.24**	.12
Fachwissen	.09	-.12	-.31**	.35**
Skalen: Itemzahl / Cronbach's α	8 / 0,93	6 / 0,84	6 / 0,70	4 / 0,73

Es ist also zu erkennen, dass

- die Disziplin in der Klasse tendenziell mit dem fachdidaktischen Wissen, nicht aber mit dem Fachwissen einer Lehrkraft zusammenhängt,
- das soziale Unterstützungsverhalten unabhängig ist vom Professionswissen,
- Lehrkräfte mit hohen Werten in beiden Wissensbereichen es tendenziell ablehnen, ihre Schüler immer kleinschrittig anzuleiten,
- das Bestehen auf Erklärungen und Begründungen vor allem mit dem Fachwissen der Lehrkraft in deutlichem Zusammenhang steht.

3.3. Die vielleicht spannendste Frage ist, ob das Professionswissen der Lehrkräfte mit den **Leistungszuwächsen** der Schülerinnen und Schüler zusammenhängt. Dazu wurde ein Mehrebenenmodell mit den 181 Klassen konstruiert, die keinen Lehrerwechsel zwischen Klasse 9 und 10 in Mathematik zu verzeichnen hatten. Auf der Individual-ebene der Schüler wurden dabei bekannte Prädiktoren mathematischer Leistung wie Vorwissen (Testleistung PISA 2003), Lesekompetenz, Intelligenz, Beruf der Eltern, sozioökonomischer Status und Migrationshintergrund statistisch kontrolliert.

Das zentrale Resultat ist, dass das fachdidaktische Lehrer-Wissen, substantiell gespeist durch einschlägiges Fachwissen, tatsächlich Leistungsfortschritte der Schüler in nicht-trivialer Weise erklären kann. Auf Klassenebene wird diese Wirkung durch drei Medi-

atoren beschrieben: Bekannt ist bereits aus allgemein-erziehungswissenschaftlichen Studien, dass das Unterrichtsmanagement signifikant auf den Leistungszuwachs wirkt und ebenso die konstruktive Lernunterstützung (die Quelle der erstgenannten Lehrer-Fähigkeit ist aber nicht das fachdidaktische Wissen). Neu hingegen ist nach COACTIV, dass das kognitive Potential des Unterrichts einen entscheidenden Einfluss auf den Leistungszuwachs der Schülerinnen und Schüler hat. Indikator dafür ist die kognitive Qualität der Aufgaben aus den Klassenarbeiten dieses zehnten Schuljahrs, wobei deren Argumentationsniveau, deren innermathematisches Modellierungsniveau (zur Definition: Jordan u.a., 2006) und das Vorkommen anderer als nur technischer Aufgaben bei den „Typen mathematischen Arbeitens“ (Neubrand & Neubrand, 2004) die maßgeblichen Parameter sind. Bemerkenswert und neu ist dabei der „fachbezogene Pfad“. Er führt mit lauter signifikanten Koeffizienten vom fachlichen zum fachdidaktischen Wissen und von dort über das kognitive Potential zur Schülerleistung. Auf Klassenebene konnte so immerhin 30 % der Varianz der Schülerleistung in Klasse 10 erklärt werden (in Kürze werden Details hierzu publiziert).

3.4. Man kann diese Ergebnisse plakativ so zusammenfassen: Es zeichnet sich ein „*Profil eines Expertenlehrers*“ ab, charakterisiert durch hohes fachbezogenes Professionswissen, dynamische Sichtweisen von Fach und Lernen, gutes Unterrichtsmanagement, Bestehen auf Begründungen und damit hohen Lernzuwachs der Schüler.

Literatur

- Baumert, J., Kunter, M., Brunner, M. et al. [2004]: Mathematikunterricht aus Sicht der PISA-Schülerinnen und Schüler und ihrer Lehrkräfte. In: M. Prenzel et al. (Hrsg.), *PISA 2003 – Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland: Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs*. Münster: Waxmann, S. 314-354.
- Brunner, M., Kunter, M., Krauss, S. et al. [2006a]: 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, S. 54-82.
- Brunner, M., Kunter, M., Krauss, S. et al. [2006b]: Welche Zusammenhänge bestehen zwischen dem fachspezifischen Professionswissen von Mathematiklehrkräften und ihrer Ausbildung sowie beruflichen Fortbildung? In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 9 (4), 521-544.
- Jordan, A., Ross, N., Krauss, S. et al. [2006]: *Klassifikationsschema für Mathematikaufgaben: Dokumentation der Aufgabenkategorisierung im COACTIV-Projekt*. (Materialien aus der Bildungsforschung, Nr. 81.) Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.
- Krauss, S., Kunter, M., Brunner, M. et al. [2004]: COACTIV: Professionswissen von Lehrkräften, kognitiv aktivierender Mathematikunterricht und die Entwicklung von mathematischer Kompetenz. In: J. Doll & M. Prenzel (Eds.), *Bildungsqualität von Schule: Lehrerprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülerforderung als Strategien der Qualitätsverbesserung*. Münster: Waxmann, S. 31-53.
- Krauss, S., Neubrand, M., Blum, W. et al. [eingereicht]: Die Untersuchung des professionellen Wissens deutscher Mathematik-Lehrerinnen und -Lehrer im Rahmen der COACTIV-Studie.
- Neubrand J. & Neubrand, M. [2004]: Innere Strukturen mathematischer Leistung im PISA-2000-Test. In: M. Neubrand (Hrsg.), *Mathematische Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in Deutschland: Vertiefende Analysen im Rahmen von PISA-2000*. Wiesbaden: VS – Verlag für Sozialwissenschaften, S. 87-107.