

Michael NEUBRAND, Oldenburg, Alexander JORDAN, Bielefeld

Mathematikbezogenes Lehrerwissen: Konzepte und Ergebnisse aus der COACTIV-Studie

In den Jahren 2003 und 2004 ergab sich eine günstige Konstellation, das professionelle Wissen von Mathematik-Lehrerinnen und Lehrern zu untersuchen. In Deutschland wurde zur internationalen PISA-Studie (Prenzel & al., 2004) die Option gewählt, in jeder gezogenen Schule zwei vollständige Klassen der neunten Jahrgangsstufe zusätzlich zu ziehen. So hatte man zu Analysezwecken einen repräsentativen Querschnitt auf Klassenebene. Zudem hatte PISA-2003 in Deutschland auch eine längsschnittliche Komponente (Prenzel & al., 2006). Bis auf die Hauptschulen konnten die Schülerinnen und Schüler von der Klasse 9 in 2003 zur Klasse 10 im Jahr 2004 in der Untersuchung gehalten werden.

Die Lehrerinnen und Lehrer, die in diesen Klassen das Fach Mathematik unterrichteten, bilden die Stichprobe für COACTIV. Auf diese Weise kam wohl erstmals ein repräsentativer Querschnitt durch die deutsche Lehrerschaft für das Fach Mathematik zustande.

COACTIV steht als Abkürzung für das Projekt „Professionswissen von Lehrkräften, kognitiv aktivierender Mathematikunterricht und die Entwicklung mathematischer Kompetenz“ (Leitung: J. Baumert, W. Blum und M. Neubrand) innerhalb des DFG -Schwerpunktprogramms „Bildungsqualität von Schule“. Mehrere direkt auf das Fach Mathematik bezogene Linien dieser Studie sind bisher verfolgt worden:

- a) Das theoretische und konzeptionelle Grundproblem bestand darin, den schillernden Begriff „Lehrerwissen“ so zu definieren und zugänglich zu machen, dass gerade die fachlichen Aspekte sichtbar bleiben. Darüber wurde auf der vergangenen Tagung für Didaktik der Mathematik ausführlich berichtet (Neubrand, 2006).
- b) Ein zweiter Untersuchungsstrang von COACTIV bezog sich direkt auf den Mathematikunterricht. Daten hierzu wurden einerseits durch Befragungen der Lehrerinnen und Lehrer bzw. der Schülerinnen und Schüler erhoben. Darüber wurde ebenfalls bereits berichtet (Baumert & al., 2004).
- c) Aussagen über bestimmte inhaltliche Charakteristika des Mathematikunterrichts gewann COACTIV aber auch auf anderem Wege, nämlich über eine Klassifikation real eingesetzter Aufgaben aus dem Mathematikunterricht. Einen ersten Überblick über diese Auswertung geben wir hier.
- d) Durch die längsschnittliche Anlage von PISA-2003/2004 konnte die entscheidende Frage an die Professionalität der Mathematik-Lehrerinnen

und -Lehrer gestellt werden: Inwieweit wirkt höheres professionelles Wissen – festgemacht an den Konzepten von COACTIV – auf den Lernfortschritt, den die Klasse im Verlauf dieses einen Schuljahrs zeigte – gemessen an den Ergebnissen im PISA-Test? Darüber wird hier erstmals vorläufig berichtet. Ausführlichere Publikationen sind in Vorbereitung.

e) Flankierend wurden in COACTIV verschiedene Validierungsstudien durchgeführt, die der Frage nachgehen: Wie professionsspezifisch sind das fachdidaktische Wissen und das Fachwissen von Mathematiklehrkräften? In diesem Band berichtet dazu Stefan Krauss (Krauss, 2007).

f) Einen Überblick über bisherige Ergebnisse von COACTIV geben Brunner & al., 2006 a; Kunter & al., 2006; Brunner & al., 2006 b; Kunter & al., 2007, sowie www.mpib-berlin.mpg.de/coactiv/index.htm.

Die mathematischen Aufgaben, die im Mathematikunterricht in Deutschland gestellt werden.

Die Mathematik-Lehrerinnen und -Lehrer, deren Klassen an den Erhebungen zu PISA-2003 und PISA-2004 teilnahmen, waren gebeten worden, Klassenarbeiten und Hausaufgaben aus den Jahrgangsstufen 9 und 10 sowie ausgewählte Einstiegsaufgaben aus dem Unterricht in Klasse 10 einzureichen, die sie in der PISA-Klasse zu festgelegten Themengebieten (Potenzen mit rationalen Exponenten und Körper und Körperberechnungen) gestellt hatten. Die Aufgaben dienen als Indikatoren, um das mathematische und kognitive Potenzial des Unterrichts zu rekonstruieren.

Alle diese Mathematikaufgaben (ca. 45 000) wurden dazu in einer Aufgabendatenbank zusammengestellt und mit Hilfe eines in COACTIV spezifisch entwickelten Klassifikationsschemas (Jordan & al., 2006) kodiert. Als erstes Ergebnis ergab sich, dass die mathematische Aufgabenkultur in Deutschland offenbar sehr homogen ist: Weder die unterschiedliche Funktion der Aufgabe, noch die Schulform bewirken eine größere Variation in den Merkmalen des kognitiven Potenzials. Diese Aufgabenkultur wird zweitens deutlich durch die Orientierung an den Kalkülen dominiert. Die gestellten Aufgaben bieten nur selten Gelegenheit zur gehaltvollen Auseinandersetzung mit mathematischen Inhalten.

So findet sich ein hoher Anteil an technischen Aufgaben, die mittels bekannter mathematischer Prozeduren gelöst werden können: Knapp die Hälfte aller Aufgaben aus Klassenarbeiten der Jahrgangsstufe 10 gehören diesem Typ an. Sehr selten werden dagegen von den Mathematik-Lehrerinnen und -Lehrern Aufgaben eingesetzt, für deren Lösung problembezogenes Modellieren und konzeptuelles Denken erforderlich sind; unter 10 % aller Aufgaben aus Klassenarbeiten der Jahrgangsstufe 10 zeigen solche

Merkmale. Betrachtet man Aufgaben, die Übersetzungsprozesse im Sinne des außermathematischen Modellierens erfordern, so zeigt sich: Mehr als zwei Drittel der eingesammelten Aufgaben aus Klassenarbeiten im 10. Schuljahr sind gänzlich frei von Übersetzungsprozessen, gut ein Fünftel der Aufgaben erfordert einen maximal einschrittigen Übersetzungsvorgang und weniger als 1 % der Aufgaben verlangen den Vergleich mathematischer Modelle oder deren kritische Beurteilung. Ähnliches gilt auch für weitere anspruchsvollere Kompetenzen, wie z.B. mathematisches Argumentieren und Kommunizieren.

Schülerwissen und Lehrerwissen

Gesichert gilt nach dem bisherigen Stand der Forschung (Helmke, 2003), dass Klarheit der Instruktion, effektive Zeitnutzung und Störungsprävention den Lernfortschritt der Schülerinnen und Schüler eindeutig positiv beeinflussen. Die mathematikdidaktisch ausgerichteten Teile von COACTIV zeigen nun ergänzend, dass auch das fachdidaktische Wissen der Lehrerinnen und Lehrer einen Effekt in vergleichbarer Stärke hat. Dieser Einfluss hat eine zentrale Instanz, nämlich das fachdidaktische Wissen über Aufgaben, und ist damit in besonderem Maße auf das Fach Mathematik selbst bezogen. Bei Lehrerinnen und Lehrern mit höherem fachdidaktischen Wissen findet man verstärkt kognitiv aktivierende Aufgaben bei der Gestaltung des Mathematikunterrichts.

Das fachdidaktische Wissen der Lehrerinnen und Lehrer wird seinerseits durch das vorhandene mathematische Fachwissen in hohem Maße gestützt (Brunner & al., 2006; Kunter & al, im Druck). Die Zusammenhänge auf der Basis der COACTIV-Instrumente sind hoch. Der Effekt auf den Lernfortschritt der Schülerinnen und Schüler ist jedoch vollständig über das fachdidaktische Wissen vermittelt.

Einige Schlussfolgerungen

Ein solides Fachwissen über die Hintergründe der Schulmathematik ist offenbar eine unabdingbare Voraussetzung für fachdidaktisches Wissen. Keinesfalls gilt aber, dass Fachwissen das fachdidaktische Wissen ersetzen kann. Generelles pädagogisches Wissen und Können sind zudem wichtig, weil sie die allgemeine Klassenführung leiten können.

Literatur

Baumert, J., Kunter, M., Brunner, M., Krauss, St., Blum, W. & Neubrand, M. (2004). Mathematikunterricht aus Sicht der PISA-Schülerinnen und -Schüler und ihrer Lehrkräfte. In M. Prenzel & al. (Hrsg.), *PISA 2003: Der Bildungsstand der Jugend-*

lichen in Deutschland - Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs (S. 314-354). Münster: Waxmann.

- Brunner, M., Kunter, M., Krauss, St., Klusmann, U., Baumert, J., Blum, W., Neubrand, M., Dubberke, Th., Jordan, A., Löwen, K., & Tsai, Y.-M. (2006 a). 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* (S. 54-83). Münster: Waxmann.
- Brunner, M., Kunter, M., Krauss, St., Baumert, J., Blum, W., Dubberke, Th., Jordan, A., Klusmann, U., Tsai, Y.-M. & Neubrand, M. (2006 b). Welche Zusammenhänge bestehen zwischen dem fachspezifischen Professionswissen vom Mathematiklehrkräften und ihrer Ausbildung sowie beruflichen Fortbildung? *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 9(4), 521-544.
- Helmke, A. (2003). *Unterrichtsqualität erfassen, bewerten, verbessern*. Seelze: Kallmeyer Verlag
- Jordan, A., Ross, N., Krauss, St., Baumert, J., Blum, W., Löwen, K., Brunner, M., Kunter, M. (2006). *Klassifikationsschema für Mathematikaufgaben: Dokumentation der Aufgabenklassifikation im COACTIV-Projekt*. (= Materialien aus der Bildungsforschung, Nr. 81). Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, 2006.
- Krauss, St. (2007). Wie professionsspezifisch sind das fachdidaktische Wissen und das Fachwissen von Mathematiklehrkräften? *Beiträge zum Mathematikunterricht 2007* (in diesem Band).
- Kunter, M., Dubberke, Th., Baumert, J., Blum, W., Neubrand, M., Brunner, M., Jordan, A., Klusmann, U., Krauss, St., Löwen, K., & Tsai, Y.-M. (2006). Mathematikunterricht in den PISA-Klassen 2003: Rahmenbedingungen, Formen und Lehr-Lernprozesse. In M. Prenzel & al. (Hrsg.), *PISA 2004: Untersuchungen zur Kompetenzentwicklung im Verlauf eines Schuljahres* (S. 161-194). Münster: Waxmann.
- Kunter, M., Klusmann, U., Dubberke, Th., Baumert, J., Blum, W., Neubrand, M., Brunner, M., Jordan, A., Krauss, St., Löwen, K. & Tsai, Y.-M. (2007). Linking Aspects of Teacher Competence to Their Instruction: Results from the COACTIV Project. In M. Prenzel (Hrsg.). *Studies on the Educational Quality of Schools. The final report on the DFG Priority Programme* (im Druck). Münster: Waxmann
- Neubrand, M. (2006). Professionalität von Mathematik-Lehrerinnen und -Lehrern: Konzeptualisierungen und Ergebnisse aus der COACTIV- und der PISA-Studie. *Beiträge zum Mathematikunterricht 2006*, S. 5-12.
- Prenzel, M., Baumert, J., Blum, W., Lehmann, R., Leutner, D., Neubrand, M., Pekrun, R., Rolff, H.-G., Rost, J. & Schiefele, U. (Hrsg.) (2004). *PISA 2003: Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland - Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs*. Münster: Waxmann.
- Prenzel, M., Baumert, J., Blum, W., Lehmann, R., Leutner, D., Neubrand, M., Pekrun, R., Rost, J. & Schiefele, U. (Hrsg.) (2006). *PISA 2003: Untersuchungen zur Kompetenzentwicklung im Verlauf eines Schuljahres*. Münster: Waxmann 2006.