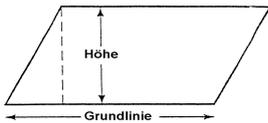


## Wie professionsspezifisch sind das fachdidaktische Wissen und das Fachwissen von Mathematiklehrkräften?

Im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms „Bildungsqualität von Schule“ (BiQua) wurden im Projekt COACTIV (Berlin/Kassel/Oldenburg) Tests zum fachdidaktischen Wissen und zum Fachwissen von Mathematiklehrkräften der Sekundarstufe konstruiert und im Jahr 2004 mit den Lehrkräften der PISA-Klassen 2003/04 durchgeführt (N=198). Konstruktion und Rationale dieser Tests ist an verschiedenen Stellen ausführlich beschrieben worden (Krauss & al., 2006; Brunner & al., 2006; Krauss & al., eingereicht). Die folgende Tabelle zeigt Beispielitems zu den drei Facetten des fachdidaktischen Wissens (Wissen über multiple Lösbarkeit von *Aufgaben*, über typische *Schülerfehler* und über fachspezifische *Instruktion*) sowie für das eindimensional erfasste Fachwissen (konzeptualisiert als vertieftes Hintergrundwissen über den Schulstoff).

<p><b>Fachdidaktisches Wissen: <i>Aufgaben</i></b></p> <p>Item “Quadrat”</p> <p>Wie ändert sich der Flächeninhalt eines Quadrats, wenn man die Seitenlänge verdreifacht? Begründe deine Antwort!</p> <p>Bitte schreiben Sie möglichst viele verschiedene Lösungsmöglichkeiten (Begründungen) zu dieser Aufgabe kurz auf.</p>	<p><b>Fachdidaktisches Wissen: <i>Schülerfehler</i></b></p> <p>Item “Parallelogramm”</p> <p>Die Fläche eines Parallelogramms lässt sich berechnen aus Länge der Grundlinie mal Länge der Höhe.</p>  <p>Geben Sie bitte ein Beispiel eines Parallelogramms (anhand einer Skizze), an dem Schüler bei dem Versuch, diese Formel anzuwenden, eventuell scheitern könnten.</p>
<p><b>Fachdidaktisches Wissen: <i>Instruktion</i></b></p> <p>Item “-1 mal -1”</p> <p>Eine Schülerin sagt: Ich verstehe nicht, warum <math>(-1) \cdot (-1) = 1</math> ist.</p> <p>Bitte skizzieren Sie möglichst viele verschiedene Wege, mit denen Sie der Schülerin diesen Sachverhalt klar machen könnten.</p>	<p><b>Fachwissen</b></p> <p>Item “Primzahl”</p> <p>Ist <math>2^{1024} - 1</math> eine Primzahl?</p>

## **Ergebnisse der Mathematiklehrkräfte bei COACTIV**

Insgesamt erreichten die Lehrkräfte beim Fachdidaktik-Test (21 Items; teilweise multiple Antwortformate) einen Mittelwert von 18,6 (SD: 5,6; Min: 2; Max: 34) und beim Fachwissenstest (13 Items) einen Mittelwert von 5,9 (SD: 3,4; Min: 0; Max: 13). Die Performanz in beiden Tests war unabhängig von Alter und Geschlecht, aber es ergaben sich deutliche Schulformunterschiede: Die Lehrerinnen und Lehrer an Gymnasien erzielten in beiden Tests signifikant bessere Ergebnisse als ihre Kollegen von anderen Sekundarschulformen (Realschule, Gesamtschule, Sekundarschule, etc., die im Folgenden unter „Nicht-Gymnasium“ subsumiert werde; siehe Tabelle 1). Eine detaillierte Beschreibung dieser Ergebnisse findet sich in Krauss & al. (eingereicht) und in Brunner & al. (2006).

## **Konstruktvalidierung**

Um mehr über die beiden getesteten Konstrukte „Fachwissen“ und „Fachdidaktisches Wissen“ zu erfahren wurden die beiden Tests zur Konstruktvalidierung auch Stichproben aus weiteren Populationen vorgelegt. Die Rationale zur Auswahl dieser Populationen war die folgende: Mathematiklehrkräfte sind Professionelle auf zwei Dimensionen, sie sind professionelle Lehrer und sie sind professionelle Mathematiker. Diese beiden Dimensionen wurden auf folgende Weise systematisch variiert.

	Mathematiker	Nicht-Mathematiker
Lehrer	COACTIV-Lehrkräfte	Biologie/Chemielehrkräfte
Nicht-Lehrer	Diplom-Mathematikstudenten	Mathematikleistungskursschüler

Es wurden Biologie/Chemielehrkräfte (Gymnasium) gewählt, da sich Physiklehrkräfte, die nicht auch gleichzeitig Mathematik unterrichten, nur schwer finden lassen und andererseits davon auszugehen ist, dass Lehrkräfte nicht-naturwissenschaftlicher Fächer (z.B. Sprachen) in beiden Tests nur sehr wenige bzw. gar keine Items richtig beantworten können. Weiterhin wurden Studenten mit dem Ziel Diplom-Mathematik gegen Ende ihres Studiums gewählt (anstelle von Diplom-Mathematikern), weil diese eine homogenere Gruppe bilden und sich an ihnen besser die direkten Auswirkungen des Studiums untersuchen lassen. Schülerinnen und Schüler mit Leistungskurs in Mathematik schließlich wurden gewählt, um eine konservative Schätzung des Wissensstandes vor der eigentlichen Professionalisierung zur Mathematiklehrkraft zu erhalten; bei einer reinen Zufallsstichprobe Erwachsener wären in beiden Tests nur sehr wenige bis gar keine richtigen Antworten zu erwarten.

## Stichproben

Es wurden 12 Biologie/Chemielehrkräfte aus Berliner Gymnasien, 30 Mathematikleistungskursler von 3 Berliner Gymnasien im zweiten bzw. dritten Oberstufensemester und 137 Diplommathematikstudenten aus 5 deutschen Universitäten am Ende des Hauptstudiums mittels der beiden COACTIV-Tests befragt. Allen wurden die selben Items wie den COACTIV-Lehrkräften vorgelegt. Für die drei Stichproben der Konstruktvalidierung gab es - wie auch für die COACTIV-Lehrkräfte - bei der Bearbeitung keine Zeitbegrenzung.

## Ergebnisse

Die Ergebnisse für die drei Stichproben der Konstruktvalidierung (grau unterlegt) sind - zusammen mit den nach Schulform getrennten Ergebnissen der COACTIV-Lehrkräfte - in Tabelle 1 aufgeführt.

<i>Mittelwerte</i>	Fachwissen	Fachdidaktisches Wissen
COACTIV-Lehrkräfte Gymnasium (N = 85)	8,51	21,02
COACTIV-Lehrkräfte Nicht-Gymnasium (N = 113)	4,02	16,79
Biologie/Chemielehrkräfte Gymnasium (N = 12)	0,33	7,58
Mathematikleistungskurs- schüler (N = 30)	2,63	9,67
Diplom-Mathematik- studenten (N = 137)	8,59	19,67

Tabelle 1: Ergebnisse im Fachwissenstest und im Fachdidaktiktest

Die Ergebnisse zum Fachwissenstest fallen erwartungsgemäß aus: Diplommathematikstudenten können durchschnittlich in etwa so viele Aufgaben wie Gymnasiallehrkräfte lösen, die anderen Stichproben schneiden deutlich schlechter ab (für die „mathematikfernen“ Biologie/Chemielehrkräfte sind die mathematischen Fachwissensitems nahezu unlösbar).

Erstaunlicher mag auf den ersten Blick sein, dass sich auch beim fachdidaktischen Wissen ein annähernd gleiches Niveau von Gymnasiallehrkräften und Diplomstudierenden im Fach Mathematik einstellt. Eine genauere Aufschlüsselung des fachdidaktischen Wissens in seine Unterfacetten (Tabelle 2) ermöglicht eine weitere Analyse dieses Ergebnisses zwischen den beiden Gruppen.

	COACTIV-Gymnasiallehrkräfte	Diplommathematikstudenten	Signifikanz	Effektgröße
Fachwissen	8,51	8,59	$p > .05$	$d = -.03$
Fachdidakt. Wissen	21,02	19,67	$p = .06$	$d = .26$
<i>Schülerfehler</i>	5,81	5,95	$p > .05$	$d = -.08$
<i>Aufgaben</i>	7,45	7,09	$p > .05$	$d = .19$
<i>Instruktion</i>	7,76	6,63	$**p < .01$	$d = .40$

Tabelle 2: Vergleich Gymnasiallehrkräfte (COACTIV) und Diplomstudenten

Erwartungsgemäß zeigt sich, dass die Lehrerinnen und Lehrer an den Gymnasien genau dort ihren Wissensvorsprung haben, wo es um Fragen der konkreten Gestaltung des Mathematikunterrichts geht, nämlich bei der interaktiven Kompetenz des Erklärens und Darstellens mathematischer Sachverhalte (Instruktion).

Die so spezifizierten Ergebnisse verstärken insgesamt den Eindruck, dass eine solide fachmathematische Wissensbasis eine unabdingbare Grundlage für professionelles Wissen von Lehrerinnen und Lehrern ist; siehe dazu auch Neubrand & Jordan, in diesem Band). Keineswegs aber ist dieses Wissen ausreichend für das Unterrichten selbst. Hierzu sind noch weitere Wissensbestände notwendig (z.B. Pädagogisches Wissen), die über die in diesem Beitrag vorgestellten beiden Wissenskategorien hinausgehen (siehe z.B. Baumert & Kunter, 2006).

## Literatur

- [1] Krauss, S., Brunner, M., Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Neubrand, M. & Jordan, A. (*eingereicht*). Pedagogical content knowledge and content knowledge of secondary mathematics teachers.
- [2] Krauss, S., Baumert, J., Blum, W., Neubrand, M., Jordan, A., Brunner, M., Kunter, M., Löwen, K. (2006). Die Konstruktion eines Tests zum fachlichen und zum fachdidaktischen Wissen von Mathematiklehrkräften. In: *Beiträge zum Mathematikunterricht 2006*. S. 319 - 322.
- [3] Baumert, J. & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 9 (4), 469-520.
- [4] Brunner, M., Kunter, M., Krauss, S., Baumert, J., Blum, W., Dubberke, T., Jordan, A., Klusmann, U., Tsai, Y.-M. & Neubrand, M. (2006). Welche Zusammenhänge bestehen zwischen dem fachspezifischen Professionswissen von Mathematiklehrkräften und ihrer Ausbildung sowie beruflichen Fortbildung? *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 9(4), S. 521-544.