

Carolin LOCH, Anke LINDMEIER, Aiso HEINZE, Kiel

Instrumententwicklung zur Erfassung professionellen Wissens von Lehramtsstudierenden

Im Beitrag wird eine Konzeptualisierung des mathematikspezifischen Wissens von (angehenden) Lehrkräften vorgestellt, die Grundlage der Operationalisierung des professionellen Wissens von Lehramtsstudierenden mit Unterrichtsfach Mathematik im KiL-Projekt ist (KiL = Messung professioneller Kompetenzen in mathematischen und naturwissenschaftlichen Lehramtsstudiengängen). Erste Ergebnisse aus Pilotierungsstudien erlauben dabei Untersuchungen bezüglich der Trennbarkeit unterschiedlicher Wissenskomponenten.

1. Theoretischer Hintergrund und Fragestellung

Die hier vorgestellte Konzeptualisierung des mathematikspezifischen Wissens von Lehrkräften greift den Rahmen theoretischer und empirischer Arbeiten im Bereich der Lehrerprofessionsforschung auf. Basis ist dabei die von Shulman (1986) vorgeschlagene Unterteilung des fachspezifischen Wissens von Lehrkräften in fachdidaktisches Wissen (pedagogical content knowledge, PCK) und Fachwissen (content knowledge, CK), auf die sich viele Studien zum Professionswissen von (angehenden) Lehrkräften beziehen. Doch trotz diverser Studien zum Wissen von Mathematiklehrkräften ist die Frage der Konzeptualisierung und darauf aufbauend der Operationalisierung der Konstrukte mathematischen und mathematikdidaktischen Wissens immer noch in der Diskussion. Dabei bleibt insbesondere die Frage nach der Struktur dieser fachspezifischen Lehrerwissensbasis zentral. Empirische Arbeiten im Rahmen von COACTIV (Krauss et al., 2011), TEDS-M (bzw. den zugehörigen Studien MT21 und TEDS-LT, Blömeke et al. 2008, 2010) und der Forschungsgruppe um D. Ball von der University of Michigan (Hill et al., 2004) weisen durchweg auf hohe Korrelationen zwischen dem mathematischen und mathematikdidaktischen Wissen von (angehenden) Lehrkräften hin. Deswegen kann zum einen gefragt werden, ob diese beiden Konstrukte überhaupt sinnvoll empirisch trennbar sind. Zum anderen können die bisher vorgeschlagenen Konzeptualisierungen und deren Operationalisierungen kritisch hinterfragt werden, z. B. in Bezug auf deren Konstruktrepräsentativität. Letzteres wird beispielsweise von Buchholtz und Kaiser (2012) verfolgt. Sie sehen die Ursache für die hohe Korrelation zwischen den Konstrukten (in TEDS-LT) in der überwiegend stoffdidaktischen Operationalisierung des mathematikdidaktischen Wissens wobei stärker erziehungswissenschaftlich-psychologisch geprägtes, aber genuin mathematikdidaktisches Wissen unterrepräsentiert ist. Daher schla-

gen sie eine Untergliederung des Konstrukts mathematikdidaktisches Wissen in stoffdidaktisch geprägtes und erziehungswissenschaftlich-psychologisch geprägtes Wissen vor (Buchholtz & Kaiser, 2012).

2. Konzeptualisierung im KiL-Projekt

Im seit 2011 laufenden KiL-Projekt werden professionelle Kompetenzen von Lehramtsstudierenden der Sekundarstufe untersucht, wobei ein Schwerpunkt das mathematikspezifische Professionswissen darstellt. Das zugrundeliegende Modell fachspezifischen Wissens unterscheidet zwischen drei Wissensbereichen, so dass dieses breiter konzeptualisiert wird als in den bisherigen Studien. Damit soll möglich sein, die Struktur des professionellen Wissens in Mathematik detaillierter zu untersuchen. Insbesondere wird neben dem *mathematikdidaktischen Wissen* (MDW) zwischen einem *mathematisches Wissen im schulischen Kontext* (MWsK) und einem *universitären mathematischen Wissen* (MW), wie es Gegenstand des Studiums ist, unterschieden. Dieses Modell wird im Folgenden kurz erläutert.

Eine Analyse der veröffentlichten Items zur Erfassung des mathematikspezifischen Wissen in den oben genannten Studien legt nahe, dass nicht nur viele der mathematikdidaktischen Items durch schulmathematisches Wissen richtig beantwortet werden können, sondern dass auch die Items zum mathematischen Wissen überwiegend schulmathematisches Wissen erfassen (vgl. auch Buchholtz & Kaiser, 2012). Darauf stützt sich die Vermutung, dass in diesen Studien bisher ein eingeschränkter Bereich des mathematikspezifischen Wissens der (angehenden) Lehrkräfte erfasst wird. Es kann vermutet werden, dass der gefundene starke Zusammenhang zwischen dem mathematischen Wissen und fachdidaktischen Wissen teils auf einer zu geringen Konstruktrepräsentativität der Operationalisierungen beruht.

Im KiL-Projekt wurde daher versucht, eine umfassendere Konzeptualisierung des mathematikspezifischen Wissens zu entwickeln und auf deren Basis eine breitere Operationalisierung der Konstrukte zu realisieren. Aus diesem Grund verstehen wir – den KMK-Standards (2010) entsprechend – unter *mathematischem Wissen* dezidiert universitäres mathematisches Wissen, das zwar Bezug zur Schulmathematik aufweist, aber Gegenstand der Sekundarstufenlehrausbildung ist und deutlich (in Inhalt und Form) über Schulmathematik hinausgeht. Zur Beschreibung des *mathematikdidaktischen Wissens* haben wir uns an der Konzeptualisierung von COACTIV orientiert und unterscheiden zwischen den Facetten *Schülerkognition*, *Instruktionsstrategien* und *Aufgabenpotenzial*. Bei der Operationalisierung dieser Facetten wurde aber explizit darauf geachtet, genuin mathematikdidaktisches Wissen zu erfassen und Items zu vermeiden, die mit rein mathematischem Wissen (bzw. Denkprozessen) gelöst werden können.

Werden die Konstrukte des mathematischen und mathematikdidaktischen Wissens so gefasst, so wird allerdings ein wichtiger Teilbereich des mathematikspezifischen professionellen Lehrerwissens nicht berücksichtigt: Mathematisches Wissen, das sich direkt auf den schulrelevanten Inhalt bezieht (Konstrukt *Mathematisches Wissen im schulischen Kontext*). Dabei wird unter diesem Konstrukt in KiL vor allem *curriculares Wissen*, Wissen über *Verzerrungen durch die fachdidaktische Reduktion von Inhalten* (z. B. welche Probleme ergeben sich aus dem üblichen Umgang mit Grenzwertprozessen in der Sekundarstufe) sowie Wissen über die *Einbettung schulmathematischer Inhalte in die universitäre Mathematik* (z. B. welche Aspekte der Körpererweiterung von \mathbb{Q} nach \mathbb{R} spiegeln sich im Mathematikunterricht der Sekundarstufe I wieder) verstanden. Dieses *mathematische Wissen im schulischen Kontext* stellt die Grundlage dar, um schulmathematische Inhalte aus fachmathematischer Perspektive zu interpretieren und kann als Grundlage für die von der KMK geforderte Fähigkeit „mathematische Gebiete [...] durch Querverbindungen vernetzen und Bezüge zur Schulmathematik herstellen zu können“ (KMK, 2010) verstanden werden.

3. Itementwicklung und erste Ergebnisse der Pilotierung

Zu den drei Konstrukten mathematikspezifischen Professionswissens wurden insgesamt 204 Items entwickelt und in einer Pilotstudie mit $N = 264$ Lehramtsstudierende mit Unterrichtsfach Mathematik von 12 verschiedenen Hochschulen eingesetzt (Studiengang: $n = 79$ Sek I, $n = 180$ Sek II und $n = 3$ Berufsschule). In der dreidimensionalen IRT-Skalierung erweisen sich zum derzeitigen Stand der Auswertung 116 Items als modellkonform. Dabei lassen sich das mathematische Wissen im schulischen Kontext und das mathematische Wissen reliabel erfassen ($Rel_{MWsK} = 0.67$, 40 Items; $Rel_{MW} = 0.67$, 54 Items). Die Reliabilität der kürzeren Skala zum mathematikdidaktischen Wissen (22 Items) liegt zum jetzigen Stand der Auswertung bei $Rel_{MDW} = 0.53$. Die ersten Auswertungen lassen zudem vermuten, dass die so operationalisierten Konstrukte auf latenter Ebene trennbar sind (latente Korrelationen $r_{MDW,MW} = 0.48$, $r_{MWsK,MW} = 0.79$, $r_{MDW,MWsK} = 0.82$). Diese Befunde weisen darauf hin, dass Teilscores für die einzelnen Konstrukte sinnvoll sind und eine Reduktion der Dimensionen einen Informationsverlust zur Folge hätte. Hierauf weist auch ein Modellvergleich mithilfe informationstheoretischer Indizes hin, wobei Modelle mit niedrigeren Indexwerten bessere Passung aufweisen. In Tabelle 1 sind unterschiedliche Kennwerte des 3D Modells sowie zweier alternativer 2D Modelle und des Generalfaktormodells (1D) angegeben. Es zeigt sich, dass das dreidimensionale und ein zweidimensionales Modell, in dem das Wissen im schuli-

schen Kontext und das fachdidaktische Wissen zusammengefasst wurden eine nahezu gleich gute Passung aufweisen.

Tabelle 1: Kennwerte für Modelle unterschiedlicher Dimensionalität

Modellfit- indizes	3-dimen. Modell (3D)	^a 2-dimen. Modell (2Da)	^b 2-dimen. Modell (2Db)	1-dimen. Modell (1D)
AIC	13063	13066	13134	13173
BIC	13560	13552	13620	13652
CAIC	13699	13688	13756	13786

^a Erste Dimension: MWsK und MDW; zweite Dimension: MW

^b Erste Dimension: MDW; zweite Dimension: MWsK und MW

4. Ausblick

Auf Basis der Daten der Pilotierungsstudie sind differenzierte Analysen u. a. bezüglich der Zusammenhänge der Skalen, der verschiedenen Lehramtszugänge und der fachlichen Inhaltsgebiete geplant. Zudem soll die Validität der Aufgaben im Rahmen einer qualitativen Interviewstudie überprüft und sich als geeignet erweisende Items in einer Kalibrierungsstudie weiter untersucht werden.

Literatur

- Ball, D.L. et al. (2005), Knowing mathematics for teaching: Who knows mathematics well enough to teach third grade, and how can we decide? *American Educator*, 29(1), 14-46.
- Blömeke, S. et al. (2008). *Professionelle Kompetenz angehender Lehrerinnen und Lehrer*. Münster: Waxmann.
- Blömeke, S. et al. (2010). *TEDS-M: Professionelle Kompetenz und Lerngelegenheiten angehender Mathematiklehrkräfte für die Sekundarstufe I im internationalen Vergleich*. Münster: Waxmann.
- Buchholtz, N. & Kaiser, G. (2012). Zur Konzeptualisierung des mathematikdidaktischen Wissens. Beitrag im Rahmen der AK Vergleichsuntersuchungen im Mathematikunterricht. In: Beiträge zum Mathematikunterricht 2012, (997-1000).
- Hill, et al. (2004). Developing measures of teachers' mathematics knowledge for teaching. *The Elementary School Journal*, 150(1), 11-30.
- KMK (2010). Länder gemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung: Beschluss der KMK vom 16.10.2008 i. d. F. vom 16.09.2010
- Krauss S., et al. (2011). Konzeptualisierung und Testkonstruktion zum fachbezogenen Professionswissen von Mathematiklehrkräften. In: M. Kunter et al. (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV*, (S. 135-161). Münster: Waxmann.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.