

Fachwissen über Zusammenhänge zwischen schulischer und akademischer Mathematik als berufsbezogenes Fachwissenskonstrukt

Es existiert eine Vielzahl an unterschiedlichen Konzeptualisierungen des professionellen Fachwissens von Mathematiklehrkräften. Diese unterscheiden sich insbesondere darin, ob sie eher von Schulfachwissen oder von akademischem Fachwissen ausgehen. Mit Blick auf die Sekundarstufenlehramtsausbildung schlagen wir vor hinsichtlich des mathematischen Fachwissens akademisches Fachwissen (CK) und schulbezogenes Fachwissen (school-related content knowledge, SRCK) zu unterscheiden. Dabei ist SRCK nicht lediglich Schulmathematik, sondern ein berufsbezogenes Fachwissen, das auf Zusammenhänge zwischen Mathematik als Schulfach und Mathematik als wissenschaftliche Disziplin abzielt. Während empirische Studien mit Lehramtsstudierenden zeigen konnten, dass SRCK valide erfasst werden kann und das Konstrukt sowohl von CK als auch von fachdidaktischem Wissen empirisch trennbar ist, steht eine Validierung dieses Modells hinsichtlich praktizierender Lehrkräfte noch aus.

Konzeptualisierung eines berufsbezogenen Fachwissenskonstrukts

Der bekannten Taxonomie von Shulman (1986) folgend, unterscheiden Studien, die fachspezifisches professionelles Wissen von Lehrkräften untersuchen, in der Regel die Konstrukte Fachwissen und fachdidaktisches Wissen. Obwohl in diesen Studien reliable Messinstrumente entwickelt wurden, zeigte sich meist, dass die beiden theoretisch unterscheidbaren Konstrukte empirisch stark korreliert oder sogar nicht trennbar waren (Hill et al., 2005; Blömeke, Kaiser, & Lehmann, 2008; Baumert et al., 2010). Um diesem Problem auf den Grund zu gehen, ist es unerlässlich entsprechende Konzeptualisierungen und Operationalisierungen im Detail zu betrachten und zu reflektieren. Vor diesem Hintergrund unterscheiden wir mit Blick auf die Lehramtsausbildung für die Sekundarstufe zwei Dimensionen mathematischen Fachwissens. Zunächst konzeptualisieren wir ein Konstrukt CK als akademisches Fachwissen. Das ist das Fachwissen, das Lehramtsstudierende mit den Mathematikstudierenden (fachwissenschaftlich) gemeinsam haben. Dieses Konstrukt geht damit deutlich über Schulmathematik hinaus und unterscheidet sich dadurch von den Konzeptualisierungen im MKT Framework sowie in bekannten Studien wie COACTIV und TEDS-M. Dass dieses akademische Fachwissen für Sekundarstufenlehrkräfte nicht ausreicht, sondern von einem berufsspezifischen Fachwissen ergänzt werden muss, wurde immer wieder betont (z.B. Fletcher, 1975). Im Vergleich zu fachwissenschaft-

lich Mathematikstudierenden, kann das mathematische Fachwissen von zukünftigen Lehrkräften nicht losgelöst von der Schulmathematik sein, sondern muss Zusammenhänge zwischen akademischer und schulischer Mathematik herstellen. Da Schulmathematik und akademische Mathematik in vielerlei Hinsicht sehr unterschiedlich sind, erkannte bereits Felix Klein (1908) die Diskontinuität zwischen diesen beiden Arten von Mathematik als ein zentrales Problem der Lehramtsausbildung für die Sekundarstufe. Folglich erscheint das Verständnis der nicht-trivialen Beziehung zwischen akademischer und schulischer Mathematik als ein Schlüssel zur Charakterisierung eines berufsspezifischen Fachwissens von Lehrkräften der Sekundarstufe.

Vor diesem Hintergrund wurden verschiedene Ansätze zur Analyse dieser Beziehung zurückverfolgt und daraufhin das Konstrukt des schulbezogenen Fachwissens (SRCK) als ein berufsspezifisches Fachwissen über Zusammenhänge zwischen schulischer und akademischer Mathematik konzeptualisiert (Dreher, Lindmeier & Heinze, 2016). Es können dabei drei Facetten von SRCK beschrieben werden: Erstens beinhaltet es curriculares Wissen im Sinne eines Wissens über die Struktur der Schulmathematik sowie zu zugehörigen Begründungen des Aufbaus und der inhaltlichen Auswahl, die sich in der Regel aus fundamentalen Ideen der akademischen Mathematik speisen (Schweiger, 2006). Zweitens umfasst SRCK Wissen, das benötigt wird, um Inhalte der akademischen Mathematik so zu transformieren, dass sie im schulischen Kontext anschlussfähig gelehrt werden können (Wissen über Zusammenhänge zwischen akademischer und schulischer Mathematik in top-down- Richtung). Es handelt sich dabei sowohl um Reduktions- also auch um Dekonstruktionsprozesse (vgl. Bass & Ball, 2000; Freudenthal, 1973; McCrory et al., 2012). Drittens enthält SRCK Wissen darüber, welche akademische Mathematik hinter konkreten Begriffen und Aussagen der Schulmathematik, wie sie Lehrkräfte in Schulbüchern, Lernmaterialien und im Unterricht antreffen, steht (vgl. Vollrath, 1979) (Wissen über Zusammenhänge zwischen akademischer und schulischer Mathematik in bottom-up- Richtung).

Die beiden Fachwissenskonstrukte CK und SRCK sowie fachdidaktisches Wissen (PCK) wurden bereits für eine Längsschnittstudie mit Lehramtsstudierenden der Sekundarstufe im Paper-Pencil Testformat operationalisiert. Im Rahmen der Instrumentenentwicklung wurden zwei Studien durchgeführt (Heinze, Dreher & Lindmeier, 2016): In einer Studie mit $N = 505$ Lehramtsstudierenden wurde auf Basis von Modellvergleichen gezeigt, dass SRCK empirisch sowohl von CK als auch von PCK trennbar ist. Außerdem wurde in einer vertiefenden Interviewstudie mit $N = 18$ Lehramtsstudierenden auf Basis von Antwortprozessen gezeigt, dass Studierende für das Lösen von

SRCK-Items im Wesentlichen ihr entsprechendes SRCK verwenden und dass diejenigen, die diese Items korrekt beantworten, tatsächlich über das notwendige SRCK verfügen.

Validierungsfragen in Bezug auf praktizierende Lehrkräfte

Die Ergebnisse der beiden erwähnten Studien weisen darauf hin, dass sich fachspezifisches Wissen von Lehramtsstudierenden für Mathematik der Sekundarstufe mit Hilfe unseres Modells und den entsprechenden Operationalisierungen der Konstrukte valide beschreiben und messen lässt. Inwieweit dies auch für praktizierende Lehrkräfte der Sekundarstufe gilt, ist jedoch noch nicht geklärt. Bevor die Frage beantwortet werden kann, ob sich auch bei praktizierenden Lehrkräften schulbezogenes Fachwissen empirisch von akademischem Fachwissen sowie fachdidaktischem Wissen trennen lässt, sollte zunächst der Frage nachgegangen werden, ob und gegebenenfalls wie SRCK von praktizierenden Lehrkräften valide erfasst werden kann.

Geht man von den Items der bisherigen Operationalisierung für Lehramtsstudierende aus, so ist insbesondere fraglich, ob diese in Bezug auf praktizierende Lehrkräfte als kognitiv valide angesehen werden können: Stellen Lehrkräfte zur Beantwortung der Items überhaupt noch aktiv Zusammenhänge zwischen schulischer und akademischer Mathematik her oder wird das eigentliche SRCK häufig durch Erfahrungswissen abgelöst? Erste Diskussionen von Beispielitems mit erfahrenen Lehrkräften lassen vermuten, dass insbesondere einige Items, die auf die curriculare oder die top-down Facette abzielen von Lehrkräften häufig nicht mit Wissen im Sinne von SRCK beantwortet werden. Daher stellt sich die Frage, wie man dem berufsbezogenen Verknüpfungswissen besser „auf die Spur kommen“ kann. Items, die auf Wissen über Zusammenhänge zwischen akademischer und schulischer Mathematik in bottom-up-Richtung abzielen, sind hinsichtlich ihrer Übertragbarkeit auf praktizierende Lehrkräfte weniger bedenklich, da diese vom schulischen Kontext ausgehen (z.B. Schulbuch oder Schüleräußerung). Eine Möglichkeit, auch die Herstellung von Zusammenhängen in top-down-Richtung in authentischer Weise zu initiieren, stellen Vignetten dar, die neben bottom-up-Prozessen zusätzlich top-down-Prozesse im Sinne eines Kreislaufs erfordern. Dies ist beispielsweise meist dann der Fall, wenn eine Schüleräußerung von der Lehrkraft nicht nur vor dem fachmathematischen Hintergrund evaluiert, sondern anschließend auch eine lernendengerechte Rückmeldung dazu gegeben wird. Erste Erprobungen mit solchen Item-Formaten zeigen, dass die Items von praktizierenden Lehrkräften als authentisch und das benötigte Wissen als sehr relevant eingeschätzt werden.

Literatur

- Ball, D. L., & Bass, H. (2000). Interweaving content and pedagogy in teaching and learning to teach: Knowing and using mathematics. In J. Boaler (Ed.), *Multiple perspectives on mathematics teaching and learning* (83–104). Westport, CT: Ablex.
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., ... & Tsai, Y. M. (2010). Teachers' mathematical knowledge, cognitive activation in the classroom, and student progress. *American Educational Research Journal*, 47(1), 133–180.
- Blömeke, S., Kaiser, G., & Lehmann, R. (Eds.) (2008). *Professionelle Kompetenz angehender Lehrerinnen und Lehrer. Wissen, Überzeugungen und Lerngelegenheiten deutscher Mathematikstudierender und –referendare. Erste Ergebnisse zur Wirksamkeit der Lehrerausbildung*. Münster: Waxmann.
- Dreher, A., Lindmeier, A. & Heinze, A. (2016). Conceptualizing professional content knowledge of secondary teachers taking into account the gap between academic and school mathematics. In Csíkós, C., Rausch, A., & Szitányi, J. (Eds.). *Proceedings of the 40th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 2, 219–226). Szeged, Hungary: PME.
- Fletcher, T. (1975). Is the teacher of mathematics a mathematician or not? In H. Bauersfeld, M. Otte, & H.-G. Steiner (Hrsg.), *Schriftenreihe des IDM* (203–218). Universität Bielefeld, Institut für Didaktik der Mathematik, Bielefeld.
- Freudenthal, H. (1973). *Mathematics as an educational task*. Dordrecht: D. Reidel.
- Heinze, A., Dreher, A., Lindmeier, A., & Niemand, C. (2016). Akademisches versus schulbezogenes Fachwissen – ein differenzierteres Modell des fachspezifischen Professionswissens von angehenden Mathematiklehrkräften der Sekundarstufe. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 19(2), 329–349.
- Hill, H. C., Rowan, B., & Ball, D. L. (2005). Effects of teachers' mathematical knowledge for teaching on student achievement. *American educational research journal*, 42(2), 371–406.
- Klein, F. (1908). *Elementarmathematik vom höheren Standpunkte aus: Teil I: Arithmetik, Algebra, Analysis. Vorlesung gehalten im Wintersemester 1907-08*. Leipzig: Teubner.
- McCrary, R., Floden, R. E., Ferrini-Mundy, J., Reckase, M., & Senk, S. (2012). Knowledge of algebra for teaching: A framework of knowledge and practices. *Journal for Research in Mathematics Education*, 43(5), 584–615.
- Schweiger, F. (2006). Fundamental ideas: A bridge between mathematics and mathematical education. In J. Maass & W. Schlöglmann (Hrsg.), *New mathematics education research and practice* (63–73). Rotterdam: Sense.
- Shulman, L.S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Vollrath, J. (1979). Die Bedeutung von Hintergrundtheorien für die Bewertung von Unterrichtssequenzen. *Der Mathematikunterricht* 25(5), 77–8.