

Clara NEHRKORN, Berlin, Lars JENSSEN, Berlin,  
Rita BORROMEO FERRI, Kassel & Katja EILERTS, Berlin

## ***Professionskompetenzen zum Lehren Mathematischen Modellierens in der Primarstufe erfassen.***

### **Mathematisches Modellieren in der Grundschule**

Mathematisches Modellieren ist als eine der prozessbezogenen Kompetenzen der Bildungsstandards ab der Grundschule in den Mathematikunterricht zu integrieren (KMK, 2004). Eine Analyse der Grundschul-Rahmenlehrpläne auf Vorgaben zu Mathematischem Modellieren, ergibt flächendeckende Übereinstimmungen. Jeweils mindestens 12 der 15 Lehrpläne fordern gemeinsam die Förderung der folgenden Fähigkeiten:

- relevante Informationen aus Sachtexten und anderen Darstellungen entnehmen
- Sachsituationen in die Sprache der Mathematik übersetzen
- Bearbeiten und Lösen der innermathematischen Aufgaben innerhalb eines aufgestellten Modells
- Beziehen der Lösung auf die gegebene Sachsituation
- Sachaufgaben und Rechengeschichten erfinden zu vorgegebenen Termen, Gleichungen oder Tabellen
- Prüfen der Richtigkeit und Plausibilität der Lösung und des Modells

Die anschlussfähige Förderung von Modellierungskompetenzen kann sowohl durch Modellierungsaufgaben an Themen aus der Lebenswelt der Grundschul Kinder als auch mit Übungen zum Aufbau der einzelnen Teilkompetenzen umgesetzt werden (Brand, 2014; Maaß, 2009). Gerade in den ersten Jahrgängen der Grundschule und bereits davor, wie Eilerts und van der Velden (2018) zeigen, kann hierbei mit Hilfe von Materialeinsatz überwiegend auf enaktiver Ebene gearbeitet werden.

### **Lehrkompetenzen zu Mathematischem Modellieren**

Das Umsetzen dieser Forderungen im Unterricht stellt vielfältige Herausforderungen an die Lehrpersonen (Blum, 2007). Die erlernbare Fähigkeit einer Person, domänenspezifische Herausforderungen in bestimmten Situationen zu bewältigen, wird in der Bildungsforschung als Kompetenz bezeichnet (Klieme et al., 2008). Um die erforderlichen fachlichen und fachdidaktischen Kompetenzen aufbauen zu können, sind entsprechende Lerngelegenheiten im Studium erforderlich (Yang et al., 2022). Die Analyse der Vorgaben auf Hochschulebene ergibt ein uneinheitliches Bild. So enthält ein Drittel der

Grundschullehramts-Prüfungsordnungen mathematisches Modellieren gar nicht. Daran wird bereits eine Lücke zwischen den (formal vorgegebenen) Lerngelegenheiten im Studium und den Erwartungen an den Unterricht der ausgebildeten Lehrkräfte ersichtlich. Damit Grundschüler\*innen aber, wie gefordert, im Mathematikunterricht Modellierungskompetenzen aufbauen können, brauchen ihre Lehrkräfte entsprechende Kompetenzen (Borromeo Ferri, 2018). Welche Kompetenzen sind dies und wie können sie in den verschiedenen Phasen der Lehrausbildung aufgebaut werden? Im Rahmen der forschungsbasierten Entwicklung eines Seminars gehen Borromeo Ferri und Blum (2010) der Frage nach, über welche Kompetenzen Lehrende verfügen müssen, um Mathematisches Modellieren unterrichten zu können (Borromeo Ferri, 2018). Sie unterscheiden vier Dimensionen von Lehrkompetenzen zu Mathematischem Modellieren: Theorie, Aufgaben, Unterricht und Diagnostik (Borromeo Ferri, 2018). Dieser Struktur folgend, erstellen Wess et al. (2021) auf Basis von etablierten Kompetenzmodellen (Baumert & Kunter, 2011; Blömeke et al., 2010) ein modellierungsspezifisches Modell der Lehrkompetenzen (siehe Wess, 2020, S.66-68; Wess et al., 2021). Auf dieser Grundlage ein Testinstrument (ein mehrteiliger Ankreuztest) für angehende Sekundarschullehrkräfte entwickelt worden, der das Modell empirisch bestätigt (Wess et al., 2021).

### **Das Testinstrument ProMoPri**

Mit dem Forschungsziel, die grundschulspezifischen Lehrkompetenzen zu Mathematischem Modellieren zu untersuchen, wurde im Rahmen der Kooperation *ProMoPri* ein gemeinsames Erfassungsinstrument entwickelt. Aus beiden Arbeitsgruppen flossen Vorarbeiten in Form von bereits pilotierten Tests ein (u.a. Borromeo Ferri, 2019).

Es wurden 59 grundschulspezifische Items zum Wissen über Mathematisches Modellieren formuliert. Ergänzt worden sind diese durch 15 angewandte Items mit Bezügen zu konkreten Modellierungsaufgaben und durch Textvignetten gegebene Unterrichtssituationen. Im Rahmen einer ersten Pilotstudie mit 240 Studierenden des ersten Semesters an der Humboldt Universität zu Berlin wurden die Items und ihre Dimensionszugehörigkeit geprüft. Die Itemselektion erfolgte nach dem von Pohl und Carstensen (2012) empfohlenen Vorgehen zur Skalierung von Kompetenztests. Es wurden reliable Subskalen mit latenten Faktoren, die hinreichend Varianz aufweisen und gut diskriminierenden Items identifiziert. Die theoriegeleitet angenommenen vier Dimensionen zeigten sich hierbei als nicht differenziert genug (interdimensionale Korrelationen über 0.90). Daher sind die zuvor selektierten 42 Wissens-Items in eine Skala zusammengefasst und durch eine weitere aus den 7 angewandten Items ergänzt worden.

Subskala	Wissen über Mathematisches Modellieren	Anwendung
Anzahl Items	42	7
WLE Reliabilität	0.84	0.67
Varianz	1.085	0.629
Korrelation	0.74	
Beispiel-Items	<p><b>Grundschüler*innen fehlt außermathematisches Vorwissen für Modellierungsaufgaben.</b></p> <p>(Wahr/Falsch/Weder Wahr noch Falsch/Ich weiß es nicht)</p> <p><b>Schüler*innenschwierigkeiten beim Modellieren können entlang der Phasen diagnostiziert werden.</b></p> <p>(Wahr/Falsch/Weder Wahr noch Falsch/Ich weiß es nicht)</p>	<p><b>Welches der Kriterien für Modellierungsaufgaben ist NICHT erfüllt?</b> (Offen, Problemhaltig, Realitätsbezogen, Authentisch)</p> <p><i>Jedes Mal beim Hände waschen benötigen wir Wasser aus dem Wasserhahn. Pro Sekunde laufen 10ml Wasser aus dem Wasserhahn.</i></p> <p><i>Wenn ich mir 20 Sekunden die Hände wasche, wie viel Wasser verbrauche ich dabei?</i></p>

**Tab. 1:** Das Testinstrument

## Fazit

Das dargestellte Testinstrument wurde zum Erfassen der modellierungsspezifischen Professionskompetenzen der Studierenden des Grundschullehramts entwickelt. Die gebildeten Subskalen und ihre Reliabilitätswerte basieren auf der Stichprobe mit Studierenden aus dem ersten Semester. Ein möglicher Grund für die Eindimensionalität der Wissensskala ist die fehlende oder nur geringe Vorerfahrung zu mathematischem Modellieren. In Validierungsstudien mit Studierenden unterschiedlicher Semester an verschiedenen Standorten wird derzeit untersucht, ob sich das Wissen nach mehr Lerngelegenheiten und Vorerfahrungen weiter ausdifferenziert erfassen lässt. Die Erlernbarkeit der getesteten Kompetenzen wird genauer durch Prä-/Post-Studien zu entsprechenden Lehrveranstaltungen zu untersuchen. Gemäß der zugrundeliegenden Kompetenzmodelle werden zusätzlich zu dem Wissen motivationale Faktoren wie Überzeugungen und Selbstwirksamkeitserwartungen erhoben, um Zusammenhänge zu identifizieren.

## Literatur

Baumert, J. & Kunter, M. (2011). Das Kompetenzmodell von COACTIV. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 29–54). Waxmann.

- Blömeke, S., Kaiser, G. & Lehmann, R. (Hrsg.). (2010). *TEDS-M 2008. Professionelle Kompetenz und Lerngelegenheiten angehender Primarstufenlehrkräfte im internationalen Vergleich*. Waxmann.
- Blum, W. (2007). Mathematisches Modellieren - zu schwer für die Schüler und Lehrer? *Beiträge Zum Mathematikunterricht 2007*, 3–12.
- Borromeo Ferri, R. (2018). Universitäre Lehrerbildung zum mathematischen Modellieren - Innovationen durch Design-Based Research. In R. Borromeo Ferri & W. Blum (Hrsg.), *Lehrerkompetenzen zum Unterrichten mathematischer Modellierung* (S. 153–170). Springer Spectrum.
- Borromeo Ferri, R. (2019). Assessing Teaching Competencies for Mathematical Modelling. In U. T. Jankvist, M. van den Heuvel-Panhuizen & M. Veldhuis (Hrsg.), *Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (S. 1154–1161). Utrecht University; ERME.
- Borromeo Ferri, R. & Blum, W. (2010). Mathematical Modelling in Teacher Education - Experiences from a Modelling Seminar. In V. Durand-Guerrier, S. Soury-Lavergne & F. Arzarello (Hrsg.), *Proceedings of the Sixth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (S. 2046–2055).
- Brand, S. (2014). *Erwerb von Modellierungskompetenzen. Empirischer Vergleich eines holistischen und eines atomistischen Ansatzes zur Förderung von Modellierungskompetenzen*. Springer Spektrum.
- Eilerts, K. & van der Velden, D. (2018). Wie viel Wasser verbrauchen wir in der Kita? In K. Eilerts & K. Skutella (Hrsg.), *Neue Materialien für einen realitätsbezogenen Mathematikunterricht 5. Ein ISTRON-Band für die Grundschule* (S. 43–50). Springer.
- Klieme, E., Hartig, J. & Rauch, D. (2008). The concept of competence in educational contexts. In J. Hartig, E. Klieme & D. Leutner (Hrsg.), *Assessment of Competencies in Educational Contexts* (S. 3–22). Hogrefe.
- KMK (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland). (Hrsg.). (2004). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich Beschlüsse der Kultusministerkonferenz*. Luchterhand.
- Maaß, K. (2009). *Mathematikunterricht weiterentwickeln*. Cornelsen.
- Pohl, S. & Carstensen, C. H. (2012). NEPS Technical Report - Scaling the Data of the Competence Tests. *NEPS Working Papers/Survey Papers, 14*. [https://www.neps-data.de/Portals/0/Working%20Papers/WP\\_XIV.pdf](https://www.neps-data.de/Portals/0/Working%20Papers/WP_XIV.pdf)
- Wess, R. (2020). *Professionelle Kompetenz zum Lehren mathematischen Modellierens Konzeptualisierung, Operationalisierung und Förderung von Aufgaben- und Diagnosekompetenz*. Springer Spektrum.
- Wess, R., Klock, H., Siller, H. S. & Greefrath, G. (2021). *Measuring Professional Competence for the Teaching of Mathematical Modelling: A Test Instrument*. Springer Cham.
- Yang, X., Schwarz, B. & Leung, I. K. C. (2022). Pre-service mathematics teachers' professional modeling competencies: a comparative study between Germany, Mainland China, and Hong Kong. *Educational Studies in Mathematics, 109*(2), 409–429.