

Ann-Kristin ADLEFF, Hamburg, Natalie ROSS, Hamburg & Gabriele KAISER, Hamburg

## **Eine Untersuchung von Aufgabenmerkmalen und Unterrichtsqualität im Mathematikunterricht**

Diskussionen in der Politik, der Wirtschaft und in den Medien führen häufig zu Forderungen nach mehr guten Lehrkräften und besserem Unterricht – vor allem in Mathematik. A priori ist jedoch nicht klar, was sich hier hinter dem Begriff *gut* verbirgt. So unterscheidet Berliner (2005) zwischen *gutem* und *effektivem* Unterricht. Auch Ditton (2002) beschreibt den Gegensatz zwischen dem eher normativen, theoriegeleiteten und dem empirischen Blick auf Unterrichtsqualität. Effektiver oder erfolgreicher Unterricht kann aus empirischer Sicht durch positive Auswirkungen auf Seiten der Lernenden – wie fachlicher Lernerfolg oder intrinsische Lernmotivation – bestimmt werden. Unterrichtsqualität bezieht sich somit auf Aspekte des Unterrichts, die diese fachlichen und affektiven Lernerfolge beeinflussen (Fischer et al., 2019).

Den im Unterricht eingesetzten Aufgaben wird häufig eine hohe Bedeutung für das Unterrichtsgeschehen beigemessen, da sie als Träger der mathematischen Schüleraktivitäten und auch als Impulse für Interaktionen von Lernenden und Lehrkraft fungieren. Die Aufgabenqualität kann dabei als ein Indikator für kognitive Aktivierung und damit als ein Teilaspekt von Unterrichtsqualität betrachtet werden (Neubrand et al., 2011). Im Rahmen der Studie TEDS-Validierung sollen nun Zusammenhänge zwischen Aspekten der Unterrichtsqualität und Merkmalen der eingesetzten Aufgaben untersucht werden, um ein tiefergreifendes Verständnis beider Konzepte zu ermöglichen.

### **Unterricht und Aufgaben im Angebots-Nutzungs-Modell**

Basierend auf einem konstruktivistischen Verständnis von Lehren und Lernen sowie dem Konzept der OTL (Opportunities to learn; Brophy, 2000) hat Helmke (2012) das Angebots-Nutzungs-Modell für den Unterricht weiterentwickelt. Das Angebot besteht hierbei aus der fächerübergreifenden sowie fachspezifischen Prozessqualität des Unterrichts und aus der Qualität des Lehr-Lern-Materials, zu dem auch die Aufgaben gehören. Beide Aspekte würden durch die Dispositionen und das Handeln der Lehrkraft beeinflusst, während sie sich wiederum – mittelbar durch die Ebene der stattfindenden Lernaktivitäten (Nutzung) – auf die fachlichen und affektiven Lernerfolge der Schüler\*innen auswirken. Unklar bleibt jedoch zunächst, in welchem Verhältnis die Unterrichtsqualität und die Merkmale des Lehr-Lern-Materials zueinander und zu anderen relevanten Faktoren im Modell stehen.

## **Zur Messung von Unterrichtsqualität und Aufgabenqualität**

Im Rahmen der Studien TEDS-Unterricht und TEDS-Validierung werden Zusammenhänge zwischen Professionswissen und professioneller Kompetenz von Mathematiklehrkräften und den Lernerfolgen ihrer Schüler\*innen untersucht. Zusätzlich wird die Unterrichtsqualität erhoben und als Mediatorvariable in die Analysen einbezogen. Auf der Seite der Lehrkräfte wurden die etablierten Instrumente aus der TEDS-M-Studie (Kaiser et al., 2017) genutzt, um Professionswissen und Fähigkeiten im Bereich der professionellen Unterrichtswahrnehmung zu erheben. Zur Messung der Unterrichtsqualität wurde im Rahmen der Studie TEDS-Unterricht ein Beobachtungsinstrument entwickelt, das sowohl Items aus drei fächerübergreifenden Dimensionen (vgl. Klieme & Rakoczy, 2008) – Klassenführung (6 Items), Kognitive Aktivierung (6) und Konstruktive Unterstützung (7) – als auch 14 Items zu mathematikspezifischer Unterrichtsqualität enthält (Schlesinger & Jentsch, 2018). Mithilfe des Instruments wurde durch geschulte Rater\*innen die Unterrichtsqualität von 28 Lehrkräften eingeschätzt. Zudem wurden alle in den beobachteten Unterrichtsstunden eingesetzten Aufgaben eingesammelt. Dies resultierte in einer Stichprobe von etwa 2600 Mathematikaufgaben aus Schulen in Hessen, Sachsen und Thüringen.

Basierend auf existierenden Instrumenten von COACTIV und PISA (Jordan et al., 2006, Turner et al., 2015) wurde ein Klassifikationsschema zur Analyse von Mathematikaufgaben entwickelt. Resnick (1975) unterscheidet an dieser Stelle zwischen rationaler und empirischer Aufgabenanalyse. Während erstere lediglich die Aufgabenstellung selbst sowie idealtypische Lösungswege betrachtet, werden bei der empirischen Aufgabenanalyse reale Lösungsprozesse in Form von Transkripten oder Mitschriften einbezogen. So haben etwa Blömeke et al. (2006) Mathematikaufgaben zunächst anhand der Aufgabenstellung analysiert und dieses Potenzial anschließend mit den Intentionen der Lehrkraft sowie dem realisierten Potenzial bei der Implementation der Aufgabe verglichen. In der vorliegenden Studie wurde die rationale Aufgabenanalyse gewählt, um Überschneidungen mit den Messungen der Kompetenzen der Lehrkräfte und der Unterrichtsqualität zu vermeiden.

Mit dem Ziel, ein möglichst umfassendes Verständnis der in den beobachteten Unterrichtsstunden eingesetzten Aufgaben zu erreichen, wurden Analysekategorien entwickelt, die sich sowohl auf organisationale Oberflächenmerkmale und die behandelten fachlichen Inhalte als auch auf die Ausprägung der allgemeinen mathematischen Kompetenzen und die kognitive und sprachliche Komplexität der jeweiligen Aufgabenstellungen beziehen. Auch spezielle Aufgabenmerkmale wie die Offenheit des Lösungsweges und des

Ergebnisses sowie die Realitätsnähe wurden einbezogen. Sofern möglich wurden alle Kategorien auf vierstufigen Ordinalskalen abgebildet. Bei der Entwicklung der Kategorien wurde sowohl deduktiv anhand von thematischer Literatur als auch induktiv durch die Analyse zahlreicher Mathematikaufgaben aus verschiedenen Schulbüchern und Leistungstests vorgegangen.

Vor den Ratings der 2600 Aufgaben aus der Stichprobe wurden intensive Schulungen mit den Rater\*innen durchgeführt. Die Analysen sind aktuell noch nicht abgeschlossen, jedoch sind die bisherigen zufriedenstellenden bis sehr guten Werte der Interrater-Übereinstimmung erfolgversprechend.

### **Erste Ergebnisse**

Erste Analysen deuten darauf hin, dass sich bezüglich des kognitiven Aktivierungspotenzials der im Mathematikunterricht eingesetzten Aufgaben die ernüchternden Ergebnisse aus der Datenerhebung der COACTIV-Studie 15 Jahre zuvor bestätigen. Hier wurde „ein insgesamt sehr niedriges Anregungspotenzial im deutschen Mathematikunterricht“ diagnostiziert (Neubrand et al., 2011, S. 126). Dies zeigt sich auch an exemplarischen Analyseergebnissen im Rahmen von TEDS-Validierung. So erlauben etwa nur weniger als 10% der Aufgaben potenziell mehr als eine mathematisch korrekte Lösung, während gut die Hälfte aller Aufgaben zudem nicht mehrere Lösungswege zulässt, da dieser entweder bereits in der Aufgabenstellung vorgegeben ist oder die Schüler\*innen lediglich eine einzelne arithmetische Operation ausführen bzw. deklaratives Wissen reproduzieren müssen. Dabei wird gerade Offenheit in Bezug auf die Lösungsstrategie und auch das Vorkommen unterschiedlicher Lösungen als „ein typisches Merkmal eines authentischen Umgangs mit Mathematik“ (Bücher & Leuders, 2005, S. 88) sowie als eine Möglichkeit zur Förderung von Problemlösefähigkeiten gesehen (Achmetli, Krug & Schukajlow, 2015). Auch hier zeigte sich jedoch, dass 80% der Aufgaben keine oder nur geringe Problemlöseaktivitäten erfordern.

### **Ausblick**

Parallel zur Fertigstellung der Analysen der Mathematikaufgaben in allen Kategorien sollen anhand etablierter Methoden aus der empirischen Sozialforschung Zusammenhänge zwischen den verschiedenen erhobenen Merkmalen der Aufgaben- und Unterrichtsqualität ermittelt werden. Auf der Basis vorangegangener Studien werden Zusammenhänge zwischen Merkmalen der Aufgabenqualität und sowohl mathematikspezifischen Aspekten als auch Aspekten der kognitiven Aktivierung im Mathematikunterricht vermutet. Da ausschließlich Methoden der rationalen Aufgabenanalyse eingesetzt wurden, sind nur geringe Zusammenhänge zu den Dimensionen Klassenführung sowie konstruktive Unterstützung zu erwarten.

## Literatur

- Achmetli, K., Krug, A. & Schukajlow, S. (2015). Multiple Lösungsmöglichkeiten und ihre Nutzung beim mathematischen Modellieren. In G. Kaiser & H.-W. Henn (Hrsg.). *Werner Blum und seine Beiträge zum Modellieren im Mathematikunterricht. Festschrift zum 70. Geburtstag von Werner Blum* (S. 25–41). Wiesbaden: Springer.
- Berliner, D. C. (2005). The Near Impossibility of Testing for Teacher Quality. *Journal of Teacher Education*, 56(3), 205–213.
- Blömeke, S., Risse, J., Müller, C., Eichler, D. & Schulz, W. (2006). Analyse der Qualität von Aufgaben aus didaktischer und fachlicher Sicht. Ein allgemeines Modell und seine exemplarische Umsetzung im Unterrichtsfach Mathematik. *Unterrichtswissenschaft*, 34(4), 330–357.
- Brophy, J. (2000). *Teaching*. Brüssel: International Academy of Education.
- Büchter, A. & Leuders, T. (2005). *Mathematikaufgaben selbst entwickeln*. Berlin: Cornelsen.
- Ditton, H. (2002). Unterrichtsqualität – Konzeptionen, methodische Überlegungen und Perspektiven. *Unterrichtswissenschaft* 30(3), 197–212.
- Fischer, J., Praetorius, A.-K. & Klieme, E. (2019). The impact of linguistic similarity on cross-cultural comparability of students' perceptions of teaching quality. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability* 31(2), 201–220.
- Helmke, A. (2012). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität*. Seelze: Klett Kallmeyer.
- Hiebert, J. & Grouws, D. A. (2007). The effects of classroom mathematics teaching on students' learning. In F. K. Lester (Hrsg.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (S. 371–404). Charlotte: Information Age.
- Jordan, A., Ross, N., Krauss, S., Baumert, J., Blum, W., Neubrand, M. et al. (2006). *Klassifikationsschema für Mathematikaufgaben: Dokumentation der Aufgabenklassifikation im COACTIV-Projekt*. Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.
- Kaiser, G., Blömeke, S., Koenig, J., Busse, A., Doehrmann, M. & Hoth, J. (2017). Professional competencies of (prospective) mathematics teachers—cognitive versus situated approaches. *Educational Studies in Mathematics*, 94(2), 161–182.
- Klieme, E., & Rakoczy, K. (2008). Empirische Unterrichtsforschung und Fachdidaktik. Outcome-orientierte Messung und Prozessqualität des Unterrichts. *Zeitschrift für Pädagogik*, 54(2), 222–237.
- Neubrand, M., Jordan, A. et al. (2011). Aufgaben im COACTIV-Projekt: Einblicke in das Potenzial für kognitive Aktivierung im Mathematikunterricht. In M. Kunter, J. Baumert et al. (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 115–132). Münster: Waxmann.
- Resnick, L. B. (1975). *Task analysis in instructional design: Some cases from mathematics* (S. 51–80). ERIC Clearinghouse.
- Schlesinger, L., Jentsch, A., Kaiser, G., König, J. & Blömeke, S. (2018). Subject-specific characteristics of instructional quality in mathematics education. *ZDM Mathematics Education*, 50(3), 475–490.
- Turner, R., Blum, W. & Niss, M. (2015). Using competencies to explain mathematical item demand: A work in progress. In K. Stacey & R. Turner (Hrsg.), *Assessing mathematical literacy. The PISA experience* (S. 85–115). Springer: Cham.