

Natalie ROSS & Gabriele KAISER, Hamburg

Klassifikation von Mathematikaufgaben zur Untersuchung mathematisch-kognitiver Aspekte von Schülerleistungstests und von Unterrichtsqualität

Im Rahmen der Studien TEDS-Unterricht und TEDS-Validierung werden Zusammenhänge zwischen Kompetenzen von Mathematiklehrkräften und den Leistungszuwächsen der von ihnen unterrichteten Schülerinnen und Schüler untersucht, vermittelt über die durch Unterrichtsbeobachtungen erhobene Unterrichtsqualität. Teile der Validitätsüberprüfungen aus TEDS-Validierung fokussieren, ob sich strukturelle Zusammenhänge über verschiedene Bundesländer hinweg bestätigen lassen, wozu es u.a. notwendig wird, die konzeptionelle Ähnlichkeit der verschiedenen Schülerleistungstests zu prüfen, da bei der Messung der Leistungszuwächse in Hamburg, Thüringen und Sachsen auf unterschiedliche Instrumente zurückgegriffen wird. Außerdem soll untersucht werden, ob sich die mit dem für TEDS-Unterricht neu entwickelten Beobachtungsinstrument gemessene Unterrichtsqualität durch ein alternatives Instrument im Sinne einer Überprüfung der Konstrukt- bzw. Konvergenzvalidität bestätigen lässt.

In Anlehnung an die COACTIV-Studie ist für beide Zielsetzungen das dort eingesetzte Klassifikationsschema weiterentwickelt worden, um mithilfe einer rationalen Aufgabenanalyse mathematisch-kognitive Aspekte zu untersuchen. Aufgrund der nachweislich anerkannten hohen Bedeutungszuweisung können Aufgaben dabei bereits theoretisch als Indikatoren für die mathematisch-kognitiven Teildimensionen von Unterrichtsqualität angesehen werden (u.a. Bromme et al. 1990), wofür sich auch empirische Belege finden lassen (u.a. Neubrand et al. 2011). Dies gilt erst recht für die Untersuchung zur konzeptionellen Äquivalenz von Schülerleistungstests, da die zu messenden Konstrukte über Aufgaben operationalisiert werden (u.a. Ehmke, Köller & Stanat 2017).

Nach einer Auflistung ausgewählter theoretischer und methodischer Aspekte wird das überarbeitete Instrument grob vorgestellt und hinsichtlich der Einzelkategorie „sprachliche Komplexität auf Wortebene“ erläutert. Empirische Ergebnisse werden in späteren Publikationen folgen.

Ausgewählte theoretische und methodische Überlegungen

Aufgrund der projektinternen Zielsetzungen sollen vornehmlich Aufgabenmerkmale mit Blick auf das mathematisch-kognitive Anspruchsniveau betrachtet werden. Dies ist theoretisch angemessen, da kognitive Aktivierung ein wesentliches Merkmal von Aufgaben- und Unterrichtsqualität ist. In den

Aufgabenanalysen von COACTIV haben sich insbesondere diese Kategorien empirisch bewährt (u.a. Neubrand et al. 2011).

Weiter wird gemäß den Annahmen einer rationalen Aufgabenanalyse davon ausgegangen, dass es aufgabeninhärente Merkmalsausprägungen gibt, die man unabhängig von der Betrachtung konkreter Schülertätigkeiten oder des Kenntnisstandes der Lernenden beurteilen kann und die Aussagen über das Potenzial der Aufgaben zulassen. Derartige Analysen beschreiben einen „Möglichkeitsraum“ mathematischer Kognitionen (Bromme et al. 1990).

Zentraler Ausgangspunkt für das Klassifikationssystem, das für die Aufgabenanalysen genutzt wird, stellt das durch COACTIV entwickelte Instrument dar (Jordan et al. 2006). Anders als im Vorgehen von Scheja (2017) wurde das Klassifikationsschema abgeändert, allerdings nur dort, wo Anpassungen an die konkreten Untersuchungsbedingungen von TEDS-Validierung und den aktuellen Forschungsstand geboten erschienen. Die Überarbeitung und Neuentwicklung von Einzelkategorien geschah dabei gemäß den Prinzipien der qualitativen Inhaltsanalyse von Mayring (2010). Hierbei wurden verschiedene Anforderungen an das Klassifikationsschema berücksichtigt: U.a. wurde darauf geachtet, eine einheitliche Unterscheidung von vier Niveaustufen zu finden, die klar abgrenzbar und unabhängig von einer Jahrgangsstufe oder Schulform erreichbar sind, die realistische Merkmalsausprägungen beinhalten, so dass alle Ausprägungen in der Stichprobe ausreichend oft vorkommen werden und die so durch kriteriale Beschreibungen und Beispiele operationalisiert werden, dass eine hohe Reliabilität bei der Kodierung erreicht werden kann.

Grobe Übersicht über das Klassifikationsschema

Bei den zu untersuchenden Aufgaben werden *formale und relationale Charakteristika* erhoben, wie z.B. die Klassenstufe, in der diese eingesetzt wurden, äußere Hinweise auf die Differenzierung bzw. den Medieneinsatz oder die Position im Gesamtzusammenhang des Unterrichts bzw. Tests. Der Fokus der Untersuchungen liegt auf den *fachbezogenen Charakteristika*: Die Einteilung der *inhaltlichen Kompetenzen* folgt der stofflichen Gliederung der KMK-Bildungsstandards, ermöglicht eine klare Zuweisung zu einer curricularen Wissensstufe, so dass die curriculare Distanz bestimmt werden kann. Auch der Bereich der *mathematischen Tätigkeiten* folgt den KMK-Standards, insbesondere bilden die Skalenabstufungen die Anspruchsniveaus I, II und III ab; allerdings sind zum Zwecke der notwendigen Abgrenzung Anpassungen erfolgt (Turner et al. 2015). Außerdem umfasst das Klassifikationsschema Kennzeichen der *kognitiven und sprachlichen Komplexität* sowie *besondere Aufgabenmerkmale* (wie Offenheit und Realitätsnähe).

Vertiefende Vorstellung einer Kategorie

Die Stärke der in COACTIV nach Cohors-Fresenborg und Kaune operationalisierten Kategorie der „Sprachlogischen Komplexität“ liegt darin, dass kein rein linguistischer Ansatz gewählt, sondern der Fokus auf der Übersetzung in ein mathematisches Modell gesetzt wurde. Dennoch bedurfte diese der Überarbeitung, da seit der Entwicklung der Klassifikation viele Erkenntnisse zur sprachlichen Komplexität identifiziert wurden, die berücksichtigt werden mussten. Dabei ergab die Literaturrecherche zunächst, dass bislang nicht ausreichend geklärt ist, welche Aspekte tatsächlich schwierigkeitsgenerierend für die Bearbeitung von Textaufgaben sind (u.a. Leiss et al. 2017). Etabliert hat sich die Unterscheidung in Wort-, Satz- und Textebene (u.a. Leuders & Prediger 2016), wobei allerdings die Zuweisung einzelner Aspekte zu den Ebenen uneinheitlich geschieht.

In der Kategorienbildung zur sprachlichen Komplexität auf Wortebene nach Mayring (2010) wurden in einem ersten Schritt alle Merkmale in der Literatur identifiziert, die einzelne Wörter oder Ausdrücke betreffen und *potenziell* komplexitäts-generierend sind. Dies umfasst bildungssprachliche Wörter oder Ausdrücke, Fachbegriffe, die Schülerinnen und Schüler eines Jahrgangs noch nicht kennen oder die alltags- oder bildungssprachlich eine andere Bedeutung haben, mehrdeutige Wörter, Nominalisierungen, idiomatische Ausdrücke oder Redewendungen, intransparente Wortbildungsprozesse wie Komposita und Derivationen und Präfix- bzw. Partikelverben (die drei letztgenannten Aspekte sind daraufhin einzuschränken, ob sich die Bedeutung aus den einzelnen Bestandteilen ergibt oder sich durch Präfix bzw. Partikel entscheidend ändert). In der weiterführenden Anwendung auf konkrete Aufgabenbeispiele ergaben sich mehrere Einschränkungen: Das in einer Aufgabe enthaltene Kompositum „Turnschuh“, dessen Bedeutung sich nicht aus den Einzelbestandteilen ergibt, konnte schlechterdings als komplexitätsgenerierend betrachtet werden, da davon ausgegangen werden muss, dass die meisten Lernenden mit diesem Begriff vertraut sind. Ähnliches gilt, wenn die Bedeutung durch Erklärungen, Bilder, Zeichnungen oder andere zusätzliche Informationen ersichtlich ist. Basierend auf diesen Überlegungen wurden Bedingungen formuliert, die festlegen, wann potenzielle Indikatoren nicht mehr als komplexitätsgenerierend zu betrachten sind. In ähnlicher Weise ergab sich aus der Anwendung auf konkrete Aufgaben Einschränkungen für den Fall, dass die Bedeutung eines potenziell komplexitätsgenerierenden Merkmals durch den Kontext des Items erschlossen werden kann oder er irrelevant für die korrekte Lösung des Items ist.

Zusammenfassung

In der erneuten Arbeit an dem COACTIV-Klassifikationsschema haben sich die Stärken des Instrumentes gezeigt, d.h. auch wenn dieses in Teilen angepasst wurde, so können doch weite Teile übernommen werden. Im Hinblick auf sprachliche Komplexität wurden die aktuellen Erkenntnisse dieses Forschungsbereiches in das Kategoriensystem eingearbeitet und ergänzt. Dabei ist eine Operationalisierung entstanden, die intendiert, eine Forschungslücke zu schließen, indem für die Vielzahl an potentiell komplexitätsgenerierenden Merkmalen mathematisch-inhaltlich begründete Einschränkungen formuliert wurden. Die empirische Überprüfung ist noch nicht abgeschlossen.

Literatur (Auswahl)

- Bromme, R., Seeger, F. & Steinbring H. (1990). *Aufgaben als Anforderungen an Lehrer und Schüler* (IDM-Untersuchungen zum Mathematikunterricht, Bd. 14). Köln: Aulis.
- Ehmke, T., Köller, O. & Stanat, P. (2017). Äquivalenz der Erfassung mathematischer Kompetenzen in PISA 2012 und im IQB-Ländervergleich 2012. In *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 2017(2), 37-59.
- 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.
- Leuders, T. & Prediger, S. (2016). *Flexibel differenzieren und fokussiert fördern im Mathematikunterricht – Ein fachdidaktisch fundiertes Praxishandbuch*. Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Leiss, D., Domenech, M, Ehmke, T. & Schwippert, K. (2017). Schwer – schwierig – diffizil: Zum Einfluss sprachlicher Komplexität von Aufgaben auf fachliche Leistungen in der Sekundarstufe I. In D. Leiss, M. Hagen, A. Neumann & K. Schwippert (Hrsg.), *Mathematik und Sprache – Empirischer Forschungsstand und unterrichtliche Herausforderungen*, (S. 99-125). Münster: Waxmann.
- Mayring, P. (2010). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken* (11. Auflage). Weinheim: Beltz.
- Neubrand, M., Jordan, A., Krauss, S., Blum, W. & Löwen, K. (2011). Aufgaben im COACTIV-Projekt: Einblicke in das Potenzial für kognitive Aktivierung im Mathematikunterricht. In M. Kunter et al. (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (116-132). Münster: Waxmann.
- Scheja, B. (2017): Kognitive Aktivierung durch Mathematikaufgaben zentraler Abschlussprüfungen. Eine Vergleichsanalyse der polnischer Mittelschulprüfung und der Zentralen Prüfung in Nordrhein-Westfalen. In *Journal für Mathematik-Didaktik*, 38(2), 291-322.
- 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* (85-115). Cham: Springer.