

Henning SIEVERT, Kiel, Ann-Katrin VAN DEN HAM, Kiel & Aiso HEINZE, Kiel

Schulbucheffekte auf Schülerleistungen bei quantitativen Vergleichsaufgaben in Klasse 1

Quantitative Vergleiche zählen zu den schwierigsten Typen von Textaufgaben zur Addition und Subtraktion in der Grundschule. Dies wird unter anderem darauf zurückgeführt, dass sie im Gegensatz zu dynamischen Situationstypen wie dem Hinzufügen oder Ausgleichen keine Handlung implizieren und die solchen Aufgaben inhärente Differenzmenge für Kinder schwer zugänglich ist (Stern, 1998). Trotz dieser bekannten Ergebnisse ist die Gestaltung effektiver Lernumgebungen für diesen Bereich noch ungeklärt (Gabler & Ufer, eing.). Die wichtigste und von Lehrkräften am meisten genutzte Lernressource im Mathematikunterricht der Grundschule ist das Schulbuch (Mullis et al., 2012). Entsprechend soll in der vorgestellten Studie der Frage nachgegangen werden, ob die Qualität der Lerngelegenheiten von Schulbüchern einen Einfluss auf die Fähigkeit der Kinder hat, Textaufgaben zum quantitativen Vergleich zu lösen. Dazu wurden die Längsschnittdaten einer Stichprobe von 1529 Kindern aus 89 ersten Klassen reanalysiert und die Qualität der von ihnen genutzten Schulbücher anhand eines dafür entwickelten Modells bewertet. Für dessen Entwicklung wurden Expertinnen und Experten aus Schule und Hochschule befragt. Die Ergebnisse der Sekundäranalyse der Längsschnittdaten indizieren einen Zusammenhang zwischen der Qualität der Lerngelegenheiten und den Fähigkeiten der Kinder.

Theoretischer Hintergrund und Forschungsfragen

Für den Erwerb eines tragfähigen Operationsverständnisses von Addition und Subtraktion müssen Kinder lernen, Aufgaben zu den verschiedenen additiven bzw. subtraktiven Situationen (Hinzufügen/Wegnehmen, Vereinen, Ausgleichen, Vergleichen/Unterschied) als Addition bzw. Subtraktion zu deuten sowie umgekehrt symbolischen Aufgaben entsprechende Situationen zuzuordnen (Padberg & Benz, 2011). Vor allem Textaufgaben zum quantitativen Vergleich von Mengen weisen dabei für Kinder in den ersten Schuljahren einen hohen Schwierigkeitsgrad auf (Stern, 1998). Während die Ausgleichsaufgaben, denen ein mathematisch isomorphes Problemmodell zugrunde liegt, von über 90 % der Erstklässler gelöst werden, liegen die Lösungsraten bei entsprechenden Vergleichsaufgaben bei teils weit unter 30 % (Stern, 1998).

Zum Lösen von Aufgaben wie „Paul hat 9 Murmeln. Lea hat 4 Murmeln. Wie viele Murmeln hat Paul mehr als Lea?“ müssen Kinder zunächst aus den

Informationen ein entsprechendes Situationsmodell aufbauen und dieses dann durch ein mathematisches Modell beschreiben (Stern, 1998). Für das Lösen der Aufgabe muss die Teilmengenbeziehung zwischen den Mengen 4 und 9 hergestellt werden sowie die Bedeutung der Differenzmenge als Unterschied bzw. Lösung des Problems erkannt werden. Die Modellierung durch eine geeignete Additions- oder Subtraktionsaufgabe liefert dessen Kardinalität, welche sich entsprechend im Situationsmodell als Unterschied interpretieren lässt.

Schulbücher repräsentieren zwar die wichtigste Lernressource für Grundschullehrkräfte (Mullis et al., 2012), die Ergebnisse zu ihrer Wirkung auf die Schülerleistungen sind allerdings nicht konsistent (z. B. Törnroos, 2005; van Steenbrugge et al., 2013). Es gibt allerdings Hinweise für einen Zusammenhang zwischen Schulbüchern und Schülerleistungen insbesondere für den Bereich der Strategienutzung (Fagginger Auer et al., 2016). In zwei vorangegangenen Studien (Sievert et al., 2019a, 2019b) konnte zudem ein Einfluss der Schulbuchqualität auf die Strategienutzung von Kindern in den Klassenstufen 1, 2 und 3 nachgewiesen werden. Obwohl Vergleichsaufgaben in deutschen Schulbüchern kaum bzw. nicht thematisiert werden (vgl. Wessel, 2014), zeigen sich signifikante Unterschiede zwischen den Schulbuchgruppen beim Lösen von Vergleichsaufgaben in unserer Stichprobe. Um einen Zusammenhang zwischen den Lerngelegenheiten in den Schulbüchern und dem Lösen quantitativer Vergleichsaufgaben empirisch zu untersuchen, wurden die vier am häufigsten genutzten Schulbuchreihen in unserer Stichprobe („Denken und Rechnen“, „Einstern“, „Flex und Flo“ und „Welt der Zahl“) sowie die Testergebnisse der Kinder aus dem ersten Schuljahr in Bezug auf die beiden folgenden Forschungsfragen analysiert: (1) Unterscheiden sich die vier Schulbuchreihen bezüglich der enthaltenen Lerngelegenheiten zum Lösen quantitativer Vergleiche? (2) Welchen Effekt hat diese Schulbuchqualität bezüglich quantitativer Vergleiche auf die Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler, entsprechende Textaufgaben am Ende der ersten Klasse zu lösen?

Methode

Um die erste Forschungsfrage zu adressieren, wurden die Lerngelegenheiten aller vier Schulbücher analysiert. Da in der Literatur bisher kein geeignetes Modell existiert (Gabler & Ufer, eing.), wurden dafür Gespräche mit Studien- bzw. Seminarleitenden mit Expertise aus der Schulpraxis sowie mit Personen aus der Mathematikdidaktik mit Expertise aus der Wissenschaft geführt. Auf Basis der Literatur und der Impulse der Expertengespräche konnten wir ein Kategoriensystem für Lerngelegenheiten zu Vergleichsaufgaben erstellen, aus welchem wir Kriterien zur Bewertung der Schulbücher

abgeleitet haben. Die resultierenden Kategorien sind das Modellieren statischer Vergleiche, die Komplementarität von Addition und Subtraktion, additive und subtraktive Zahlzerlegungen, die Subtraktion als Unterschiedsbildung sowie das Ergänzen. Bei den Schulbüchern wurde für jede Kategorie zudem bewertet, ob die drei Bruner'schen sowie die sprachliche Darstellungsform angesprochen werden, ob die Thematisierung von inter- und intramodalen Zusammenhängen angeregt wird, und ob es zusätzliche didaktische Hinweise gibt. Die Ergebnisse wurden jeweils z-standardisiert und in einer Schulbuchqualität-Skala zusammengefasst.

Anschließend wurden die Längsschnittdaten von 1529 Kindern der ersten Klasse im Hinblick auf das Lösen von Vergleichsaufgaben mithilfe von Mehrebenenmodellen untersucht. Dazu wurden die Ergebnisse von sechs Items zum quantitativen Vergleich aus dem Abschlusstest von Klasse 1 IRT-skaliert. Die resultierenden Personenschätzwerte (WLEs) zeigten eine solide Reliabilität von 0.76.

Um weitere mögliche Einflussfaktoren zu kontrollieren wurden auf Individualebene die sprachlichen und mathematischen Lernvoraussetzungen sowie die kognitiven Grundfähigkeiten bei Schuleintritt in die Modelle aufgenommen. Auf Klassenebene wurde für die Lehrkraftqualifikation (fachfremd oder nicht) und die Klassenkomposition kontrolliert.

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Schulbuchanalyse zeigen deutliche Unterschiede sowohl bei der Qualität als auch bei der Quantität der Lerngelegenheiten für quantitative Vergleiche. Die resultierende Skala zeigt – relativ betrachtet – jeweils eine Schulbuchreihe mit geringer und mittlerer Qualität und zwei Schulbücher mit hoher Qualität.

Diese Unterschiede in der Schulbuchqualität weisen einen substanziellen Effekt auf die Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler auf, statische Vergleichsaufgaben zu lösen. Lernende aus Schulklassen, die ein Schulbuch mit höherer Qualität genutzt haben, zeigen am Ende des ersten Schuljahres eine höhere Fähigkeit, Vergleichsaufgaben zu lösen.

Fazit und Ausblick

Die präsentierte Studie zielt darauf ab, den Einfluss von Schulbüchern beim Aufbau des Operationsverständnisses von Addition und Subtraktion im Hinblick auf statische Vergleichssituationen zu untersuchen und empirische Evidenz für einen Zusammenhang von Schulbuchqualität und der Mathematikleistung von Kindern zu gewinnen. Wie bereits für den Bereich des adaptiven Rechnens und der operativen Beziehungen (Sievert et al., 2019a,

2019b) lassen sich Schulbucheffekte durch eine theorie- bzw. empiriebasiert ermittelte Qualität ihrer Lerngelegenheiten erklären. Die große Längsschnittstichprobe ermöglicht die Analyse dieser Effekte unter Kontrolle individueller und unterrichtlicher Einflussfaktoren. Durch Transfer dieser Methode auch auf andere Bereiche der Mathematik in der Primarstufe sollen weitere theoriebasierte Qualitätskriterien für Schulbücher empirisch untersucht werden mit dem langfristigen Ziel der Optimierung der Lernressource Schulbuch.

Literatur

- Fagginger Auer, M. F., Hickendorff, M., van Putten, C. M., Béguin, A. A. & Heiser, W. J. (2016). Multilevel Latent Class Analysis for Large-Scale Educational Assessment Data. Exploring the Relation Between the Curriculum and Students' Mathematical Strategies. *Applied Measurement in Education*, 29(2), 144-159. <http://doi.org/10.1080/08957347.2016.1138959> (09.12.2019)
- Gabler, L. & Ufer, S. (eingereicht). *Flexibilität im Umgang mit mathematischen Situationsstrukturen – Eine Vorstudie zu einem Förderkonzept zum Lösen von Textaufgaben zu Addition und Subtraktion*. Manuscript.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P. & Arora, A. (2012). *TIMSS 2011 international results in mathematics*. Chestnut Hill, Mass.: TIMSS & PIRLS International Study Center.
- Padberg, F. & Benz C. (2011). *Didaktik der Arithmetik. Für Lehrerbildung und Lehrerfortbildung*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Sievert, H., van den Ham, A.-K., Niedermeyer, I. & Heinze, A. (2019a). Effects of mathematics textbooks on the development of primary school children's adaptive expertise in arithmetic. *Learning and Individual Differences* 74, 101716, 1-13. <http://doi.org/10.1016/j.lindif.2019.02.006> (09.12.2019)
- Sievert, H., van den Ham, A.-K. & Heinze, A. (2019b). Why the textbook matters — A two-domain impact analysis. In S. Rezat, L. Fan, M. Hattermann, J. Schumacher, H. Wuschke (Hrsg.), *Proceedings of the Third International Conference on Mathematics Textbook Research and Development: 16-19 September 2019 Paderborn, Germany* (S. 311-316). Universitätsbibliothek Paderborn. <http://doi.org/10.17619/UNIPB/1-768> (09.12.2019)
- Stern, Elsbeth (1998). *Die Entwicklung des mathematischen Verständnisses im Kindesalter*. Lengerich: Pabst.
- Törnroos, J. (2005). Mathematics textbooks, opportunity to learn and student achievement. *Studies in Educational Evaluation*, 31(4), 315-327.
- van Steenbrugge, H., Valcke, M. & Desoete, A. (2013). Teachers' views of mathematics textbook series in Flanders. Does it (not) matter which mathematics textbook series schools choose? *Journal of Curriculum Studies*, 45(3), 322-353.
- Wessel, Jan (2014). *Grundvorstellungen und Vorgehensweisen bei der Subtraktion*. Dissertation. Fakultät für Mathematik, Technische Universität Dortmund. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-658-11386-5> (09.12.2019)