

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

Effekte des Schulbuchs auf das geschickte Rechnen von Grundschulkindern: Ergebnisse einer dreijährigen Längsschnittstudie

Seit Ende der 1990er Jahre hat sich in der mathematikdidaktischen Diskussion ein breiter Konsens über den Nutzen und die Bedeutung des adaptiven bzw. flexiblen Rechnens und damit der Betonung der Rolle halbschriftlicher Rechenstrategien in der Grundschule entwickelt. Trotz dessen haben empirische Untersuchungen in der Grundschule wiederholt ein unbefriedigendes Maß an Adaptivität in der Strategiewahl von Schülerinnen und Schülern gezeigt (z. B. Selter, 2001; Torbeyns & Verschaffel, 2016). Da Schulbücher die wichtigste Lernressource in der Grundschule darstellen (Mullis, Martin, Foy & Alka, 2012) und es darüber hinaus Hinweise auf einen Einfluss auf die Strategiewahl von Schülerinnen und Schülern gibt (z. B. Fagginger Auer, Hickendorff, van Putten, Béguin & Heise, 2016), wurde die Hypothese eines Effektes der Schulbuchqualität auf die Adaptivität der Strategiewahl von Lernenden überprüft. Dazu wurden die Daten einer dreijährigen Längsschnittstudie (Klasse 1–3) von 1404 Grundschulkindern aus 93 Klasse in einer Sekundäranalyse mit Fokus auf Addition und Subtraktion untersucht. Es zeigt sich ein substantieller Effekt der Schulbuchqualität auf die Adaptivität der Strategiewahl der Schülerinnen und Schüler.

Theoretischer Hintergrund und Forschungsfragen

Während die beiden Begriffe adaptives und flexibles Rechnen in der Literatur zum Teil synonym verwendet werden, liegt dieser Studie die Definition von Adaptivität von Selter (2009) zugrunde. Nach dieser ist Adaptivität die Fähigkeit, adäquate Lösungswege entweder kreativ zu entwickeln oder Strategien flexibel zu wählen und zu nutzen, was sowohl bewusst als auch unbewusst geschehen kann und stets im Zusammenhang mit dem mathematischen Problems, dem bearbeitenden Individuum sowie dem soziomathematischen Kontext zu betrachten ist (vgl. Selter, 2009). Im Gegensatz zu den schriftlichen Verfahren bieten sich für das adaptive Rechnen besonders die halbschriftlichen Verfahren an, da sie in Abhängigkeit der Aufgabe unterschiedlich effiziente Strategien darstellen. Eine Übersicht über idealtypische Strategien findet sich unter anderem bei Padberg (2005). Bei der Addition und Subtraktion bis Klasse 3 zählen hierbei vor allem die Strategien „Hilfsaufgabe“, „gleich- bzw. gegensinnig Verändern“ und „Ergänzen“ zu den Strategien, die bei bestimmten Aufgaben effiziente Lösungen zulassen.

Die Entwicklung strategischer Kompetenz unterteilt Siegler in vier Dimensionen (vgl. Lemaire & Siegler, 1995): das Repertoire an verfügbaren Strategien, das Wissen um die relative Verteilung der Nutzungshäufigkeiten, die Schnelligkeit und Sicherheit bei der Ausführung und die Fähigkeit zur flexiblen Strategiewahl. Verschiedene Interventionsstudien haben außerdem bereits effektive Methoden zur Förderung von Adaptivität im Unterricht gefunden, wie beispielsweise dem Vergleichen verschiedener Strategien (Rittle-Johnson & Star, 2007) oder der frühen Behandlung einer flexiblen Strategienutzung (Klein, Beishuizen & Treffers, 1998).

Während Schulbücher auch international die wichtigste Lernressource für den Grundschulunterricht darstellen (Mullis et al., 2012), sind die Ergebnisse zu Effekten auf Schülerleistungen inkonsistent (z. B. Törnroos, 2005; van Steenbrugge et al., 2013). Dennoch deuten Ergebnisse u.a. von Fagginer Auer et al. (2016) auf einen solchen Zusammenhang insbesondere bei der Strategiewahl hin. Um diesen empirisch zu untersuchen, wurden die vier am häufigsten genutzten Schulbuchreihen in unserer Stichprobe („Denken und Rechnen“, „Einstern“, „Flex und Flo“ und „Welt der Zahl“) im Hinblick auf die folgenden Forschungsfragen analysiert: (1) Unterscheiden sich die vier Schulbuchreihen im Hinblick auf die Lerngelegenheiten zum adaptiven Rechnen? (2) Welchen Effekt hat die Schulbuchqualität bezüglich des adaptiven Rechnens auf die adaptive Rechenkompetenz der Schülerinnen und Schüler am Ende der Klassenstufe 3?

Methode

Um die erste Forschungsfrage zu adressieren, wurden die Lerngelegenheiten von allen vier Schulbuchreihen für die Klassenstufen 2 und 3 theoriegeleitet analysiert. Als Grundlage wurden dafür die folgenden Kriterien aus den Dimensionen des Siegler-Modells abgeleitet: Qualität der Einführung der einzelnen Strategien (Repertoire), Häufigkeit im Schulbuch (Verteilung), strategievergleichende Aufgaben (flexible Wahl). Das Kriterium Übungsaufgaben (Schnelligkeit und Sicherheit) brachte aufgrund der großen Menge an Übungsaufgaben in allen Schulbüchern keine zusätzliche Varianz und wurde nicht in die Analyse aufgenommen. Die Lerngelegenheiten der Schulbücher wurden von drei geschulten Ratern per Partial Credit Scoring (Repertoire & Verteilung) bzw. dichotom (Vergleich) bewertet. Über ein Konsensverfahren wurde anschließend ein eindeutiges Rating erzielt, auf dessen Grundlage eine Skala zur Schulbuchqualität gebildet wurde.

Im zweiten Schritt wurden die Längsschnittdaten bestehend aus 1404 Schülerinnen und Schülern in Hinblick auf adaptives Rechnen mithilfe von Mehrebenenmodellen untersucht. Dazu wurde ein Score für die Adaptivität

der Strategiewahl anhand von den vier Aufgaben aus dem Abschlusstest am Ende von Klasse 3 gebildet, welche bestimmte adaptive Strategien nahelegen (482+218, 473+398, 381-99, 702-698). Dazu wurden aufgabenspezifisch effiziente, teilweise effiziente und nicht effiziente Strategien festgelegt, und solche in Verbindung mit einer korrekten Lösung als Indikatoren für adaptives Rechnen gewertet. Die resultierende Skala von 0–8 Punkten hat sich mit Cronbachs $\alpha = .71$ als ausreichend reliabel herausgestellt.

Zur Untersuchung bzw. Kontrolle von weiteren Einflussfaktoren auf diese Skala für adaptives Rechnen wurden auf Klassenebene neben der Schulbuchqualität auch die Qualifikation sowie die Beliefs der Lehrkraft im Hinblick auf eine eher konstruktivistische Sichtweise ins Modell aufgenommen. Auf Individualebene wurden die sprachliche und mathematische Lernvoraussetzungen zu Schulbeginn, kognitive Grundfähigkeiten und die Arithmetikleistung am Ende von Klasse 1 kontrolliert.

Ergebnisse

Die Analyse der Schulbücher zeigt deutliche Unterschiede in deren Qualität der Lerngelegenheiten zum adaptiven Addieren und Subtrahieren. Die entsprechenden Skalen gehen von relativ geringer Qualität bis zu relativ hoher Qualität, wobei die Reihenfolge in beiden Klassenstufen fast identisch ist.

Diese Unterschiede der Schulbuchqualität in Klasse 2 haben einen substantiellen Effekt auf die Strategiewahl der Schülerinnen und Schüler am Ende der dritten Klasse. Lernende, die in Klasse 2 ein Schulbuch mit höherer Qualität genutzt haben, zeigen am Ende von Klasse 3 auch eine adaptivere Strategiewahl. Die Schulbuchqualität in Klasse 3 hingegen hat keinen zusätzlichen Effekt, was sich mit Erkenntnissen von Klein et al. (1998) deckt. Ein ebenfalls signifikanter wie plausibler Effekt zeigt sich beim arithmetischen Vorwissen vom Ende der ersten Klasse, ein kleiner Effekt durch die Klassenkomposition bezüglich kognitiver Grundfähigkeiten.

Fazit und Ausblick

Die präsentierte Studie zielt darauf ab, einen Beitrag zur Erklärung des unbefriedigenden Status quo bei der adaptiven Rechenkompetenz von Grundschülerinnen und -schülern zu leisten. Sie zeigt einen substantiellen Effekt der Schulbuchqualität auf das adaptive Rechnen der Lernenden und verweist damit auf die bedeutsame Rolle der Lernressourcen in diesem Bereich. Somit können die Schulbucheffekte in diesem Bereich durch die Qualität der Lerngelegenheiten in den Schulbüchern erklärt werden. Im Weiteren ist geplant, die Daten aus Klassenstufe 4 auszuwerten, um langfristige Effekte zu prüfen. Limitierend ist anzumerken, dass es sich bei

den beschriebenen Effekten um statistische Zusammenhänge handelt und der Einfluss der Lehrkraft bei der Schulbuchwahl unklar ist.

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>
- Klein, A. S., Beishuizen, M., & Treffers, A. (1998). The Empty Number Line in Dutch Second Grades. Realistic Versus Gradual Program Design. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(4), 443–464.
- Lemaire, P., & Siegler, R. S. (1995). Four Aspects of Strategic Change. Contributions to Children's Learning of Multiplication. *Journal of Experimental Psychology: General*, 124(1), 83–96.
- 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. (2005). *Didaktik der Arithmetik*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Rittle-Johnson, B., & Star, J. R. (2007). Does Comparing Solution Methods Facilitate Conceptual and Procedural Knowledge? An Experimental Study on Learning to Solve Equations. *Journal of Educational Psychology*, 99(3), 561–573.
- Selter, C. (2001). Addition and Subtraction of Three-digit Numbers. German Elementary Children's Success, Methods and Strategies. *Educational Studies in Mathematics*, 47(2), 145–174.
- Selter, C. (2009). Creativity, flexibility, adaptivity, and strategy use in mathematics. *ZDM – The International Journal on Mathematics Education*, 41(5), 619–625. <http://doi.org/10.1007/s11858-009-0203-7>
- Torbeyns, J., & Verschaffel, L. (2016). Mental computation or standard algorithm? Children's strategy choices on multi-digit subtractions. *European Journal of Psychology of Education*, 31(2), 99–116. <http://doi.org/10.1007/s10212-015-0255-8>
- 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.