

## **Effekte des Schulbuchs auf die Nutzung Operativer Beziehungen in Klasse 1 – ein einjähriger Längsschnitt**

Die Ablösung vom zählenden Rechnen ist eine zentrale Aufgabe des Arithmetikunterrichts des ersten Schuljahrs (Padberg & Benz, 2011). Dazu ist das Erlernen, Erkennen und Nutzen Operativer Beziehungen notwendig (Rechtsteiner-Merz, 2013). Trotz übereinstimmender Forderungen aus Mathematikdidaktik und Bildungspolitik zeigen empirische Untersuchungen jedoch eine persistente Nutzung zählender Rechenstrategien vieler SuS über die erste Klasse hinaus. Da das Schulbuch als meistgenutztes Medium im Mathematikunterricht der Grundschule einen empirisch belegten Einfluss auf die Unterrichtsplanung der Lehrkräfte hat (Mullis et al., 2012), soll in der vorgestellten Studie untersucht werden, ob die Qualität der Lerngelegenheiten bezüglich Operativer Beziehungen der vier am häufigsten genutzten Bücher in einer Stichprobe von 1579 SuS aus 84 ersten Klassen einen Einfluss auf die Fähigkeiten der Kinder hat, am Ende des ersten Schuljahres Operative Beziehungen zu nutzen. In einer theoriegeleiteten Analyse dieser Schulbücher sowie einer Sekundäranalyse der Längsschnittdaten wurden entsprechende Effekte exploriert. Die Ergebnisse deuten auf einen substantiellen Zusammenhang von Schulbuchqualität und Fähigkeiten der SuS hin. Darüber hinaus liefern die Daten empirische Evidenz für eine Mediation der Schulbuchqualität über entsprechende Lernangebote im Unterricht.

### **Theoretischer Hintergrund und Forschungsfragen**

Beim Erlernen des kleinen 1+1 bzw. 1–1 durchlaufen Kinder in der Regel eine Entwicklung von anfangs zählenden Strategien über die Nutzung heuristischer bzw. operativer Rechenstrategien hin zum Auswendigwissen (Padberg & Benz, 2011; Rechtsteiner-Merz, 2013). Diese Entwicklung ist ein fortschreitender Prozess, der keineswegs direkt vom Nichtwissen zum Auswendigwissen der Zahlensätze führt, sondern sich durch eine sukzessiv sophisticatedere und beziehungsorientierte Wahl der Lösungsstrategie auszeichnet (Rechtsteiner-Merz, 2013). Das Verharren beim zählenden Rechnen bringt im weiteren Verlauf eine Reihe von Problemen mit sich, u. a. eine erhöhte Fehleranfälligkeit, großen Arbeitsaufwand oder die Schwierigkeit, Zusammenhänge zu erkennen (Padberg & Benz, 2011). Dennoch zeigen empirische Untersuchungen, dass Rechenstrategien die Zählstrategien erst im Laufe des zweiten Schuljahres als Hauptlösungsweg ablösen (Benz, 2005).

Den Kern Operativer Beziehungen im Zahlenraum bis 20 bilden die *operativen Grundaufgaben*, also die Strategien Tauschaufgabe ( $a+b = b+a$ ),

Umkehraufgabe ( $a+b = c \rightarrow c-b = a$ ,  $c-a=b$ ) und Nachbaraufgabe (bspw.  $a+b=c \rightarrow (a+1)+b = (c+1)$ ) (vgl. Radatz et al., 1996). Darüber hinaus werden die dekadischen Analogien sowie operative Strategien (bspw. Vereinfachen, Verdoppeln) zu diesen gezählt. Die Entwicklung strategischer Kompetenz unterteilt Siegler in vier Dimensionen (vgl. Lemaire & Siegler, 1995): *Repertoire*, die Kenntnis verschiedener Strategien; *Verteilung*, das Wissen um relative Nutzungshäufigkeiten; *Effizienz*, die Schnelligkeit und Sicherheit bei der Ausführung; *Flexible Wahl*, die Fähigkeit, flexibel zwischen Strategien zu wechseln.

Während Schulbücher die wichtigste Lernressource für den Grundschulunterricht darstellen (Mullis et al., 2012), sind die Ergebnisse zu deren Wirkung auf die Schülerleistungen inkonsistent (z. B. Törnroos, 2005; van Steenbrugge et al., 2013). Dennoch weisen Ergebnisse u. a. von Fagginger Auer et al. (2016) auf einen solchen Zusammenhang insbesondere bei der Nutzung von Strategien. In einer vorangegangenen Studie (Siefert et al., 2018) konnte zudem bereits ein Einfluss der Schulbuchqualität auf die adaptive Strategiewahl von SuS nachgewiesen werden. Um diesen für den Bereich der operativen Grundaufgaben 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 SuS aus dem ersten Schuljahr im Hinblick auf die folgenden Forschungsfragen analysiert: (1) Unterscheiden sich die vier Schulbuchreihen bezüglich der enthaltenen Lerngelegenheiten zur Nutzung operativer Grundaufgaben? (2) Welchen Effekt hat die Schulbuchqualität bezüglich operativer Grundaufgaben auf die Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler, diese am Ende der ersten Klasse zu nutzen? (3) Lässt sich ein Wirkungsmodell der Schulbücher über die Behandlung durch die Lehrkraft im Unterricht auf die SuS empirisch bestätigen?

## **Methode**

Um die erste Forschungsfrage zu adressieren, wurden die Lerngelegenheiten aller vier Schulbücher theoriegeleitet analysiert. Dafür wurden die folgenden Kriterien aus den Dimensionen des Siegler-Modells abgeleitet und die Schulbücher anhand dieser bewertet: Qualität der Einführung der einzelnen Strategien (*Repertoire*), Häufigkeit der Darstellung (*Verteilung*), Anzahl der Übungsaufgaben (*Effizienz*) sowie strategievergleichende Aufgaben, operativ-strukturierte Aufgabenpäckchen und die 1+1-Tafel (*Flexible Wahl*). Die Ergebnisse der Analysen wurden z-standardisiert und in einer Schulbuchqualität-Skala zusammengefasst.

In einer Sekundäranalyse wurden anschließend die Längsschnittdaten von 1579 SuS der ersten Klasse mit Fokus auf die Nutzung operativer Grundaufgaben anhand von Mehrebenenmodellen untersucht. Hierfür wurden die Ergebnisse von sechs Items zu operativen Grundaufgaben aus dem Abschlussstest von Klasse 1 IRT-skaliert. Die resultierenden Personenschätzwerte (WLEs) zeigten eine solide Reliabilität von 0.82.

Zur Untersuchung bzw. Kontrolle von weiteren Einflussfaktoren auf die Nutzung der Aufgabenbeziehungen durch die SuS wurden auf Individual-ebene die sprachlichen und mathematischen Lernvoraussetzungen, die kognitiven Grundfähigkeiten sowie ihr Vorwissen zu Teil-Ganzes-Beziehungen zur Hälfte des ersten Schuljahres in die Modelle integriert. Auf Klassenebene wurden die Qualifikation der Lehrkraft (fachfremd oder nicht), Angaben zur Intensität der Thematisierung operativer Grundaufgaben im Unterricht sowie die Zusammensetzung der Klassen bezüglich der oben genannten Eingangsvoraussetzungen kontrolliert. Ob eine Mediationswirkung der Schulbücher über den Unterricht auf die SuS empirisch belegt werden kann (Forschungsfrage 3), soll mithilfe eines 2-2-1-Mediationsmodells geprüft werden, welches auf den vorherigen Mehrebenenmodellen aufbaut.

## **Ergebnisse**

Die Ergebnisse der Schulbuchanalyse zeigen deutliche Unterschiede in der Qualität sowie der Quantität der Lerngelegenheiten für die Nutzung operativer Grundaufgaben. Die resultierende Skala zeigt – relativ betrachtet – eine Schulbuchreihe mit eher geringer Qualität und drei Schulbücher mit höherer Qualität der Lerngelegenheiten.

Diese Unterschiede der Schulbuchqualität zeigen einen substantiellen Effekt auf die Strategiewahl der Schülerinnen und Schüler am Ende der ersten Klasse. Lernende, die ein Schulbuch mit höherer Qualität genutzt haben, zeigen am Ende des ersten Schuljahres eine höhere Fähigkeit, Operative Beziehungen zu nutzen. Ebenfalls signifikant – wie auch plausibel – ist die Intensität der Thematisierung durch die Lehrkraft im Unterricht. Das Mediationsmodell zeigt neben direkten Effekten an, dass die Wirkung der Schulbuchqualität durch die Lehrkraft bzw. deren Unterricht partiell mediiert wird, das heißt bei Schulbüchern mit höherer Qualität wird das Thema im Unterricht intensiver behandelt und dies wirkt sich auf die Leistung der Kinder aus.

## **Fazit und Ausblick**

Die präsentierte Studie zielt zum einen darauf ab, einen Beitrag zum Kenntnisstand über die Rolle von Lernressourcen bei der Entwicklung von

Beziehungsorientierung und damit dem Lösen vom zählenden Rechnen zu leisten. Zum anderen liefert sie empirische Evidenz für einen Zusammenhang von Schulbuchqualität und der Mathematikleistung von SuS. Wie bereits für den Bereich des Adaptiven Rechnens (Sievert et al., 2018) lassen sich die Schulbucheffekte durch eine theoriebasiert ermittelte Qualität ihrer Lerngelegenheiten erklären. Große Längsschnittstichproben ermöglichen die Analyse dieser Effekte unter Kontrolle von individuellen sowie unterrichtlichen Einflussfaktoren. Mit dieser Methode lassen sich – auch für weitere Bereiche der Arithmetik – theoriebasierte Qualitätskriterien für Schulbücher empirisch untersuchen und somit langfristig eine Optimierung der Lernressourcen anstreben. Die Bestätigung einer Mediationswirkung durch den Unterricht auf die SuS leistet außerdem einen Beitrag zum Verständnis von Wirkmechanismen von Schulbüchern.

## Literatur

- Benz, C. (2005). *Erfolgsquoten, Rechenmethoden, Lösungswege und Fehler von Schülerinnen und Schülern bei Aufgaben zur Addition und Subtraktion im Zahlenraum bis 100*. Hildesheim, Berlin: Verlag Franzbecker.
- 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>
- 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.
- Radatz, H., Schipper, W., Ebeling, A. & Dröge, R. (1996). *Handbuch für den Mathematikunterricht 1. Schuljahr*. Hannover: Schroedel.
- Rechtsteiner-Merz, C. (2013). Flexibles Rechnen und Zahlenblickschulung. Entwicklung und Förderung von Rechenkompetenzen bei Erstklässlern, die Schwierigkeiten beim Rechnenlernen zeigen. Münster: Waxmann.
- Sievert, H., van den Ham, A-K., Niedermeyer, I., & Heinze, A. (2018). Textbook effects on the development of adaptive expertise. In E. Bergqvist, M. Österholm, C. Granberg, & L. Sumpter (Eds.): *Proceedings of the 42nd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 179–186.
- 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.