

WROSCH, Jessica; KOSCHWITZ, Constanze; SPORN, Femke; VAN DEN HAM, Ann-Katrin & HEINZE, Aiso
Kiel, Hamburg, Kiel, Hamburg, Kiel

Auf das Schulbuch kommt es an? Effekte der Schulbuchwahl auf den Erwerb des flexiblen Rechnens in der Grundschule

Schulbücher stellen sowohl in Deutschland als auch international die wichtigste Ressource für Mathematiklehrkräfte zur Unterrichtsgestaltung in der Grundschule dar (IEA, 2012). Studien deuten darauf hin, dass die Wahl des Mathematikschulbuchs bedeutsam für den Lernerfolg der Grundschüler*innen ist (u.a. van den Ham & Heinze, 2018). Um diese Schulbucheffekte aufzuklären, haben Sievert et al. (2019) mithilfe einer Detailanalyse Lerngelegenheiten zur adaptiven Rechenkompetenz – also zur Fähigkeit effiziente Rechenstrategien flexibel zu nutzen – in Schulbüchern bewertet. Die Bewertung erfolgte hinsichtlich der vier Dimensionen nach Lemaire & Siegler (1995), d.h. Lerngelegenheiten zum Repertoire an verfügbaren Strategien, zum Wissen um die relative Verteilung der Nutzungshäufigkeiten, zur Schnelligkeit und Sicherheit bei der Ausführung und zur Fähigkeit der flexiblen Strategiewahl. Mit dem Ziel, Aussagen zur adaptiven Rechenkompetenz zu treffen, verwendeten Sievert et al. (2019) einen strategie- und dimensionsübergreifenden Gesamtscore zur Analyse des Effekts der Lerngelegenheiten auf die adaptive Rechenkompetenz der Schüler*innen. Die Ergebnisse zeigen, dass Unterschiede im Schulbuch hinsichtlich der Qualität dieser Lerngelegenheiten einen Effekt auf die adaptive Rechenkompetenz der Schüler*innen haben. Mit diesem Ansatz konnten Schulbucheffekte auf Qualitätsunterschiede zwischen den Lehrwerken zurückgeführt werden.

Durch den Gesamtscore für die Strategien hinsichtlich der vier Dimensionen nach Lemaire & Siegler (1995) konnten Sievert et al. (2019) keine Aussagen darüber machen, inwieweit sich die Präsentation einzelner Strategien im Schulbuch auf das Strategielernen der Schüler*innen auswirkt. Die Berücksichtigung der einzelnen Strategien würde jedoch eine differenziertere Betrachtung der Effekte des Schulbuchs auf die adaptive Rechenkompetenz der Schüler*innen ermöglichen und es ließen sich Ansätze einer gezielten zusätzlichen Unterstützung zum Schulbuch im Rahmen des Mathematikunterrichts ableiten. Es ergeben sich folgende Forschungsfragen:

- (1) Inwiefern unterscheiden sich Mathematikschulbücher in ihren Lerngelegenheiten zur adaptiven Rechenkompetenz und insbesondere im Hinblick auf die Berücksichtigung unterschiedlicher Strategien?
- (2) Inwiefern zeigt sich ein Zusammenhang zwischen dem verwendeten Schulbuch und der Nutzung spezifischer Strategien von Schüler*innen?

In: L. Schick, M. Platz & A. Lambert (Hrsg.),
Beiträge zum Mathematikunterricht 2025.

58. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik. WTM.
<https://doi.org/10.37626/GA9783959873307.0>

Methode

Für die erste Forschungsfrage wurden die vier Schulbücher Denken und Rechnen (2017), Einstern (2021), Flex und Flo (2021) und MiniMax (2019) für die Klassenstufe 2 hinsichtlich ihrer Lerngelegenheiten zur adaptiven Rechenkompetenz analysiert. Alle Ausgaben der Schulbücher beziehen sich auf Schleswig-Holstein. Hierbei wurde sich an den von Sievert et al. (2019) für die Analyse von Schulbüchern adaptierten vier Dimensionen des Siegler-Modells orientiert: (1) Qualität der Einführung der Strategien (Repertoire), (2) Häufigkeit im Schulbuch (Verteilung), (3) Anzahl der Übungsaufgaben (Effizienz), (4) strategievergleichende Aufgaben (flexible Wahl). Es wurden fünf Strategien berücksichtigt: Schrittweise, Stellenweise, Hilfsaufgaben, gleich- bzw. gegensinniges Verändern, Ergänzen (vgl. Padberg & Benz, 2021). Die Lerngelegenheiten wurden für jede Strategie per Partial Credit Scoring unabhängig doppelt codiert ($\kappa_w > .88$) und mithilfe eines Konsensverfahrens eindeutig bewertet (0 Punkte: keine Einführung; 1 Punkt: Präsentation als „Rechentrick“ oder am Rand eines Aufgabenblocks; 2 Punkte: Einführung als Lösungsstrategie in einer Repräsentationsform; 3 Punkte: Einführung als Lösungsstrategie in mehreren Repräsentationsformen). In diesem Beitrag liegt der Fokus auf dem Strategierepertoire.

Zur Beantwortung der zweiten Forschungsfrage, wurden die Rechenwege von 903 Schüler*innen zu bisher drei von acht Additions- und Subtraktionsaufgaben im Zahlenraum bis 100 unabhängig doppelt kodiert ($\kappa > .90$) und in Anlehnung an Heinze et al. (2018) einer von 11 Strategien zugeordnet. Hierbei wurden neben den in den Schulbüchern dargebotenen Strategien auch diverse Mischformen und schriftliche Rechenverfahren mitkodiert. Für jede*n Schüler*in wurde pro Strategie ein vorläufiger Summenscore gebildet, der angibt, wie oft die einzelnen Strategien genutzt wurden. Mithilfe von paarweisen Vergleichen beim Kruskal-Wallis-Test wurden Unterschiede zwischen den Gruppen der Schüler*innen, die dasselbe Schulbuch nutzen, für die Wahl spezifischer Rechenstrategien betrachtet.

Ergebnisse

(FF1) Für die Universalstrategien „Schrittweise“ und „Stellenweise“ zeigte die Analyse der Lerngelegenheiten die Einführung dieser Strategien als Lösungsstrategien für Additions- und Subtraktionsaufgaben in allen vier Schulbüchern. Allerdings unterscheiden sich die Schulbücher je Strategie in der Anzahl der Repräsentationsformen.

Die Strategie „Hilfsaufgabe“ wird in allen vier Schulbüchern als Lösungsstrategie eingeführt. In drei der vier Schulbücher wird diese Strategie in

mehreren Repräsentationsformen eingeführt, in „Denken und Rechnen“ (2017) nur in einer Repräsentationsform.

Die Strategie „Gleich- bzw. gegensinnigen Verändern“ hingegen findet sich in keinem der vier analysierten Schulbücher als explizite Lösungsstrategie.

Die Strategie „Ergänzen“ findet sich in allen vier Büchern, häufig allerdings nur als Lösungsstrategie für Platzhalteraufgaben (s. Abb. 1) und nicht explizit als Strategie für Subtraktionsaufgaben.

The image shows a worksheet titled "Ergänzen" with the following content:

- Problem:** "1 Jasper hat 65 € gespart. Wie viel Geld fehlt ihm noch?"
- Illustration:** A bicycle and a 100 € banknote. A speech bubble says "Wie rechnest du?".
- Method 1 (Tim):** "Mein Weg:" followed by equations: $65 + 5 = 70$, $70 + 30 = 100$, and $5 + 30 = \square$.
- Method 2 (Leonita):** A 10x10 grid with 65 cells shaded. Below it: $65 + \square = 100$.

Abb. 1: Einführung der Strategie „Ergänzen“ bei Platzhalteraufgaben (Denken und Rechnen, 2017)

MiniMax (2019) enthält als einziges der vier Schulbücher Lerngelegenheiten für die Strategie „Ergänzen“ in mehreren Repräsentationsformen (symbolisch und am Rechenstrich) und zeigt diese auch als explizite Lösungsstrategie für Subtraktionsaufgaben (s. Abb. 2).

The image shows a worksheet titled "Subtraktion mit Zehnerübergang" with the following content:

- Problem:** $52 - 36$
- Number Line:** A number line from 36 to 52 with jumps of +4, +10, and +2. A frog character says "Ich ergänze von 36 zu 52.".
- Equation:** $52 - 36 = 16$, denn $36 + 16 = 52$.
- Character:** A dog character says "Von 36 bis 52 sind es $4 + 10 + 2 = 16$."

Abb. 2: Einführung der Strategie „Ergänzen“ zur Lösung von Subtraktionsaufgaben (MiniMax, 2019)

(FF2) Die Analyse der Rechenwege der Schüler*innen zeigt, dass die Strategiewahl bei der Additions- und den zwei Subtraktionsaufgaben im Zahlenraum bis 100 sowohl innerhalb als auch zwischen den Klassen deutlich variiert. Es finden sich Klassen, in denen kein Kind adaptive Strategien verwendet und solche in denen ein Großteil der Kinder adaptiv rechnet. Der paarweise Vergleich (Kruskal-Wallis-Test) zeigt, dass sich die Strategiewahl zwischen den Gruppen von Schüler*innen, die unterschiedliche Schulbücher nutzen, für jede Strategie unterscheidet.

Diskussion und Ausblick

Die Ergebnisse der Analyse der Lerngelegenheiten zur adaptiven Rechenkompetenz zeigen, dass Unterschiede in der Qualität der Einführung der einzelnen Strategien in den verschiedenen Schulbüchern bestehen. Die Ausprägungen dieser Unterschiede variieren zwischen den Strategien. Für eine Analyse des Effekts der Schulbuchqualität auf die adaptive Rechenkompetenz von Schüler*innen scheint demnach eine Differenzierung nach Strategien sinnvoll. Zur Stärkung sollten die Lerngelegenheiten in weiteren Analysen auch hinsichtlich Strategieverteilung, -effizienz und -flexibilität für die einzelnen Strategien untersucht werden. Daraus ließe sich ein Qualitätsrating der Schulbücher auf Ebene der Strategien ableiten.

Wenngleich bisher nur drei der acht Aufgaben analysiert wurden, unterstreicht der Zusammenhang zwischen dem verwendeten Schulbuch und der Wahl spezifischer Strategien von den Schüler*innen bei der Lösung der Additions- und Subtraktionsaufgaben, dass die Wahl des Schulbuchs einen Einfluss auf die adaptive Rechenkompetenz hat (Sievert et al., 2019). Ausgehend von den Ergebnissen der Forschungsfrage 1 sollte bei der Analyse des Effekts des Schulbuchs auf die adaptive Rechenkompetenz die Qualität der Lerngelegenheiten auf der Ebene der Strategien berücksichtigt werden.

Literatur

- Heinze, A., Arend, J., Grüßing, M., & Lipowsky, F. (2018). Instructional approaches to foster third graders' adaptive use of strategies: an experimental study on the effects of two learning environments on multi-digit addition and subtraction. *Instructional Science*, 46(6), 869-891.
- IEA (2012). *TIMSS 2011 international results in mathematics*. TIMSS & PIRLS International Study Center.
- 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.
- Padberg, F. & Benz, C. (2021). *Didaktik der Arithmetik: Fundiert, vielseitig, praxisnah* (5., überarbeitete Auflage). Mathematik Primarstufe und Sekundarstufe I + II. Berlin: Springer Spektrum.
- Sievert, H., van den Ham, A.-K., Niedermeyer, I. & Heinze, A. (2019). Effects of mathematics textbooks on the development of primary school children's adaptive expertise in arithmetic. *Learning and Individual Differences*, 74, 101716.
- van den Ham, A.-K. & Heinze, A. (2018). Does the textbook matter? Longitudinal effects of textbook choice on primary school students' achievement in mathematics. *Studies in Educational Evaluation*, 59, 133-140.