

Timo FLÜCKIGER, Kassel, Lea NEMETH, Kassel &
Frank LIPOWSKY, Kassel

Verschachteltes Lernen im Mathematikunterricht der Grundschule – Anlage und Ergebnisse des Projekts LIMIT

1. Einleitung

Forschungsbefunde zeigen, dass Grundschüler*innen nach der Einführung des schriftlichen Normalverfahrens selten adaptiv rechnen, sondern das schriftliche Normalverfahren häufig als Universalstrategie nutzen (Selter, 2001; Torbeyns & Verschaffel, 2015). Adaptivität wird hierbei als die Fähigkeit betrachtet, eine effiziente Strategie für eine gegebene Aufgabe auszuwählen (Heinze et al., 2009). In diesem Zusammenhang stellt das verschachtelte Lernen (interleaved practice) einen vielversprechenden Ansatz zur Förderung der adaptiven Strategiewahl dar. Ein zentrales Merkmal des verschachtelten Lernens ist die abwechselnde Behandlung von Inhalten (abcdabcdabcd). Im Vergleich zur häufig in der Unterrichtspraxis anzutreffenden geblockten Behandlung von Lerninhalten (aaaabbbbccccdddd) kann das verschachtelte Lernen als wünschenswerte Erschwernis (Bjork & Bjork, 2011; Dunlosky et al., 2013) und damit als Strategie zur kognitiven Aktivierung von Lernenden (Lipowsky et al., 2019) betrachtet werden. Die vermischte Behandlung der Lerninhalte evoziert anspruchsvolle Diskriminations- und Vergleichsprozesse (Carvalho & Goldstone, 2015), wodurch nicht nur der Erwerb von prozeduralem und konditionalem Wissen unterstützt (Birnbaum et al., 2013; Dunlosky et al., 2013; Ziegler & Stern, 2014), sondern – über die abwechselnde Behandlung und den gezielten Vergleich von Strategien – auch die adaptive Strategiewahl gefördert werden kann. Allerdings ist die Befundlage zur Effektivität des verschachtelten Lernens für mathematische Inhalte uneinheitlich (Brunmair & Richter, 2019). Weiterhin fehlen Studien, die die Wirksamkeit des verschachtelten Lernens bei jüngeren Schüler*innen in authentischen Unterrichtssituationen untersuchen.

2. Fragestellungen und Methodik

Eines der zentralen Ziele des Projekts LIMIT (Verschachteltes Lernen im Mathematikunterricht) ist die Überprüfung potenzieller Effekte des verschachtelten Lernens im Grundschulunterricht. In diesem Kontext wird den Fragen nachgegangen, ob verschachteltes Lernen beim Erwerb von Subtraktionsstrategien geblocktem Lernen überlegen ist und welche Rolle hierbei kognitive und motivationale Voraussetzungen der Lernenden spielen.

2.1. Die Schulintervention

An der experimentellen Studie nahmen 236 Schüler*innen aus 12 Klassen des dritten Schuljahres teil. Die Intervention umfasste 14 Unterrichtsstunden und bezog sich auf den Erwerb von Subtraktionsstrategien. Die an der Intervention teilnehmenden Klassen wurden randomisiert aufgeteilt: Jeweils eine Klassenhälfte erlernte die Subtraktionsstrategien geblockt, die andere verschachtelt. Aus zwei Parallelklassen wurden eine geblockt und eine verschachtelt unterrichtete Lerngruppe gebildet.

In beiden Bedingungen wurden das „Schriftliche Normalverfahren“ und die vier halbschriftlichen Strategien „Schrittweise“, „Stellenweise“, „Hilfsaufgabe“ und „Ergänzen“ von geschulten Mitarbeiter*innen mit Hilfe von vorstrukturierten Stundenverlaufsplänen unterrichtet. Jede*r der Mitarbeiter*innen unterrichtete beide Bedingungen. In der verschachtelten Lernbedingung wurden diese Subtraktionsstrategien abwechselnd behandelt und von den Schülern*innen hinsichtlich ihrer Adaptivität für bestimmte Aufgaben verglichen. In der geblockten Bedingung wurden die genannten Subtraktionsstrategien dagegen nacheinander behandelt und die Charakteristika der einzelnen Strategie erarbeitet, bevor eine weitere Strategie thematisiert wurde. Um die Lernenden an das adaptive Rechnen heranzuführen, wurde in beiden Bedingungen das „geschickte Rechnen“ eingeführt, welches sich durch das richtige und schnelle Lösen von Aufgaben und einem Rechenweg mit möglichst einfachen und wenigen Zwischenschritten auszeichnet.

2.2. Methode

Vor der Intervention wurden das Wissen und die Strategien der Schüler*innen mit einem Vorwissenstest (T0) und einem Strategie-Vortest (T1) erfasst. Nach dem Treatment wurden u.a. die Korrektheit der Aufgabenlösung und die Adaptivität der Strategiewahl der Schüler*innen in einem Posttest (T2), einem ersten Follow-Up-Test (T3) und einem zweiten Follow-Up-Test (T4) ermittelt (Abb. 1). Die Interraterreliabilität für die Adaptivität der gewählten Strategien betrug $\kappa_w \geq .63$.

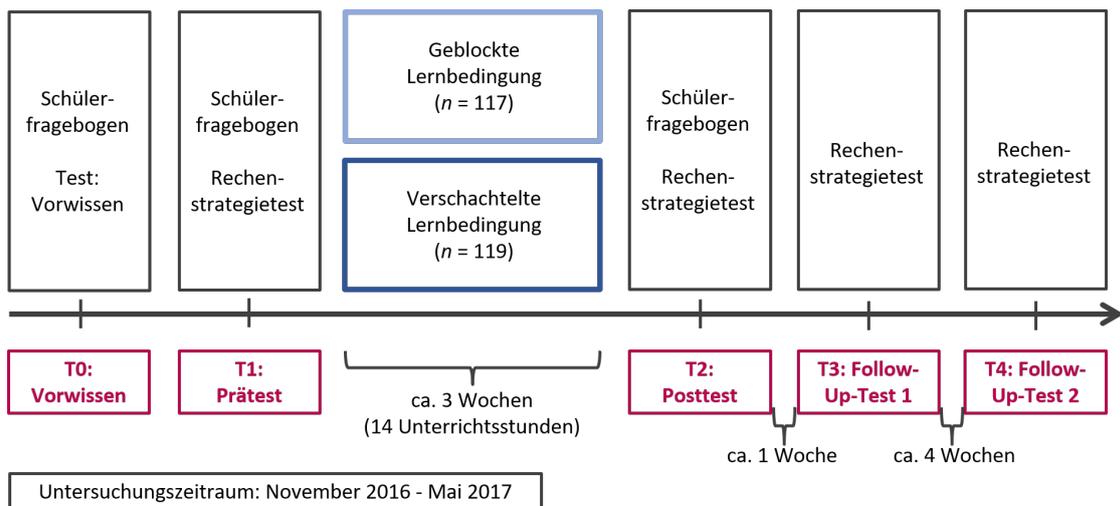


Abb. 1: Gesamtübersicht des Interventionsverlaufes

Der eingesetzte Rechenstrategietest bestand zu jedem Messzeitpunkt aus elf Subtraktionsaufgaben im Zahlenraum bis 1000. Sechs der elf Aufgaben wurden als Ankeritems verwendet, um die Tests zu allen vier Messzeitpunkten miteinander verknüpfen zu können.

Vor der Intervention (T0) wurden verschiedene Voraussetzungen der Lernenden erfasst, wie das Vorwissen, das mathematische Interesse sowie das Kognitionsbedürfnis (need for cognition), um deren – möglicherweise moderierenden – Einfluss auf den Lernzuwachs in den beiden Bedingungen zu untersuchen.

3. Ergebnisse

Erste Ergebnisse aus dem LIMIT-Projekt zeigen, dass das verschachtelte Lernen den adaptiven Strategieeinsatz fördert (Nemeth et al., 2019). Weitere und detailliertere Ergebnisse werden im Vortrag präsentiert.

Literatur

- Birnbaum, M. S., Kornell, N., Bjork, E. L. & Bjork, R. A. (2013). Why interleaving enhances inductive learning: The roles of discrimination and retrieval. *Memory & Cognition*, 41(3), 392–402.
- Bjork, E. L. & Bjork, R. A. (2011). Making things hard on yourself, but in a good way: Creating desirable difficulties to enhance learning. In M. A. Gernsbacher, R. W. Pew, L. M. Hough & J. R. Pomerantz (Hrsg.), *Psychology and the real world: Essays illustrating fundamental contributions to society* (S. 56–64). New York, NY: Worth Publishers.
- Brunmair, M. & Richter, T. (2019) Similarity matters: A meta-analysis of interleaved learning and its moderators. *Psychological Bulletin*, 145(11), 1029–1052.
- Carvalho, P. F. & Goldstone, R. L. (2015). The benefits of interleaved and blocked study: Different tasks benefit from different schedules of study. *Psychonomic Bulletin & Review*, 22(1), 281–288.
- Dunlosky, J., Rawson, K. A., Marsh, E. J., Nathan, M. J. & Willingham, D. T. (2013). Improving students' learning with effective learning techniques: Promising directions from cognitive and educational psychology. *Psychological Science in the Public Interest*, 14, 4–58.
- Heinze, A., Marschick, F. & Lipowsky, F. (2009). Addition and subtraction of three-digit numbers: adaptive strategy use and the influence of instruction in German third grade. *ZDM*, 41(5), 591–604.
- Lipowsky, F., Hess, M., Arend, J., Böhnert, A., Denn, A.-K., Hirstein, A. & Rzejak, D. (2019). Lernen durch Kontrastieren und Vergleichen – Ein Forschungsüberblick zu wirkmächtigen Prinzipien eines verständnisorientierten und kognitiv aktivierenden Unterrichts. In U. Steffens & R. Messner (Hrsg.), *Unterrichtsqualität. Konzepte und Bedingungen gelingenden Lehrens und Lernens. Grundlagen der Qualität von Schule* (Band 3) (S. 373–402). Münster: Waxmann.
- Nemeth, L., Werker, K., Arend, J., Vogel, S. & Lipowsky, F. (2019). Interleaved learning in elementary school mathematics: Effects on the flexible and adaptive use of subtraction strategies. *Frontiers in Psychology*, 10:86.
- Selter, C. (2001). Addition and subtraction of three-digit numbers: German elementary children's success, methods and strategies. *Educational Studies in Mathematics*, 47(2), 145–173.
- Torbeyns, J. & Verschaffel, L. (2015). Mental computation or standard algorithm? Children's strategy choices on multi-digit subtractions. *European Journal of Psychology of Education*, 31(2), 99–116.
- Ziegler, E. & Stern, E. (2014). Delayed benefits of learning elementary algebraic transformations through contrasted comparisons. *Learning and Instruction*, 33, 131–146.