

Verständnis von Verfahren digital gestützt fördern: Interventionsstudie zum Umrechnen von Gewichtseinheiten

Verständnis für Verfahren digital gestützt fördern

Für mathematische Verfahren muss neben der *prozeduralen Fertigkeit*, ein Verfahren sicher anzuwenden, auch *konzeptuelles Verständnis* aufgebaut werden, die Bedeutung des Verfahrens zu verstehen und seine Richtigkeit begründen zu können (Kilpatrick et al., 2001). Für digitale interaktive Lernumgebungen wurde bereits potentielle Lernwirksamkeiten empirisch nachgewiesen, auch für den Verständnisaufbau (z. B. Sacristán et al., 2010). In der Praxis werden digitale interaktive Lernumgebungen aber bisher primär zum Trainieren von prozeduralen Fertigkeiten genutzt und nicht zum systematischen Verständnisaufbau (Thurm & Graevert, 2022).

Design der divomath-Lehr-Lernumgebung zum Umwandeln von Gewichtseinheiten

Für das Umwandeln von Größeneinheiten, insbesondere für Gewichtseinheiten liegen bislang wenig forschungsbasierte Lernumgebungen vor (Cheeseman et al., 2017), nur für prozedurale Fertigkeiten (z.B. Nguyen et al., 2023). In einem Design-Research Projekt wurde daher eine digitale Lehr-Lernumgebung für den Verständnisaufbau für das Umwandeln entwickelt mit zwei zentralen Designprinzipien, (1) *Darstellungsvernetzung* (Lesh, 1979) und (2) *Reichhaltige Diskursanregungen* (Prediger, 2020), und zwar entlang des Lernpfads in Abb. 1.



Abb. 1: Lernpfad der digitalen divomath-Lehr-Lernumgebung

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

In der qualitativen Analyse der initiierten Lernprozesse wurden drei zugrundeliegende Strukturen als relevant identifiziert für den Verständnisaufbau: Bündelstrukturen, Stellenwertstrukturen und Verfeinerungsstrukturen, wobei letztere die anspruchsvollsten zu sein scheinen (Bielinski & Prediger, re-submitted). Die Lehr-Lern-Umgebung wurde so weiterentwickelt, dass über mehrere Lernstufen hinweg die zugrundeliegenden Strukturen gezielt fokussiert (Häsel-Weide, 2016) und die Lernenden beim expliziten Versprachlichen der Strukturen während der Darstellungsvernetzung unterstützt werden (Prediger, 2018).

Die Lernwirksamkeit der weiterentwickelten digitalen Lehr-Lern-Umgebung wurde in einer Interventionsstudie mit folgender Forschungsfrage untersucht, die in diesem Beitrag kurz vorgestellt werden soll:

Inwieweit kann das Verständnis von Kindern der Klasse 5 zum Umwandeln von Gewichtseinheiten in einer digitalen Lehr-Lernumgebung (mit Darstellungsvernetzung und reichhaltigen Diskursanregungen) gefördert werden?

Methodik

Die Studie wurde in 17 Klassen der Jahrgangsstufe 5 im Rahmen eines klassenweise randomisierten Prä-Post-Kontrollgruppen-Designs durchgeführt (N = 451). Die Kontrollgruppe KG arbeitete in einer digitalen Lehr-Lern-Umgebung zu Stützpunktvorstellungen und Schätzen von Gewichten. Zwei Interventionsgruppen IG und IG+SE arbeiteten mit der divomath-Lehr-Lern-Umgebung zum Umwandeln von Gewichtseinheiten mit Darstellungsvernetzung und reichhaltigen Diskursanregungen. Interventionsgruppe IG+SE hatte zusätzliche Arbeitsaufträge und diskursive und lexikalische Unterstützung zur Strukturexplication (SE). Vor und nach der Intervention bearbeiteten die Lernenden einen Test zum Umwandeln von Gewichtseinheiten, der Verständnis erfasste.

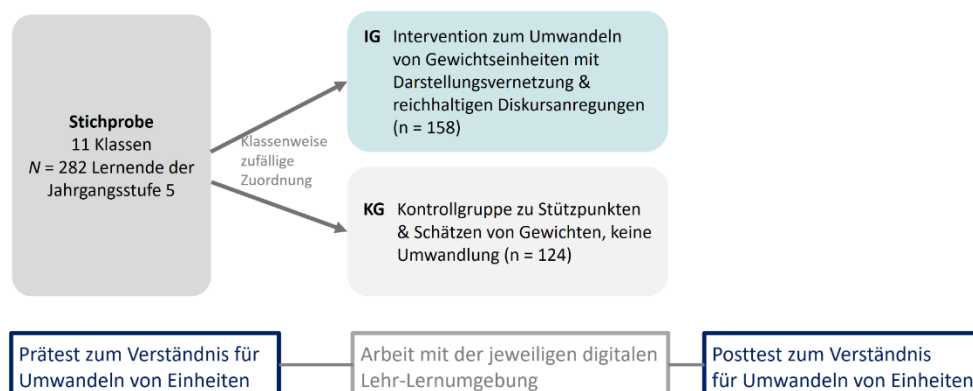


Abb. 2: Design der Interventionsstudie

Empirische Ergebnisse

Abb. 3 dokumentiert deskriptiv die Prä- und Post-Test-Werte für Kontroll- und Interventionsgruppe. Die Kontrollgruppe profitierte vom Aufbau von Stützpunktvorstellungen und Erklären von Schätzstrategien für das nicht behandelte Verständnis von Verfahren, die Interventionsgruppe jedoch deutlich stärker. Nach Kontrolle relevanter Lernvoraussetzungen im Mehrebenenmodell zeigten sich die Lernzuwächse der Interventionsgruppe als signifikant höher als in der Kontrollgruppe.

Verständnis zum Umwandeln von Gewichtseinheiten	<i>Kontrollgruppe KG zu Stützpunktvorstellungen und Schätzen von Gewichten</i>	<i>Interventionsgruppe IG mit Darstellungsvernetzung und reichhaltigen Diskursanregungen</i>
Prätest <i>M (SD)</i>	1.06 (1.62)	1.61 (2.23)
Posttest <i>M (SD)</i>	1.34 (1.90)	3.60 (2.25)
Effektstärke <i>d</i>	0.095	0.673

Abb. 3: Deskriptive Prä- und Posttestwerte von Interventionsgruppe und Kontrollgruppe zum konzeptuellen Verständnis im Vergleich (mit gepoolter SD)

Diskussion & Ausblick

Die Interventionsstudie zeigt, dass ein digital gestützter Verständnisaufbau zum Umrechnen von Gewichtseinheiten lernwirksam werden kann, wenn Darstellungsvernetzung und reichhaltige Diskursanregungen über alle Lernstufen hinweg eingefordert und unterstützt werden. Damit lassen sich Befunde zur Wirksamkeit digital gestützter Lehr-Lern-Umgebungen (Sacristán et al., 2010; Hillmayr et al., 2019) auf die wenig beforschten Gewichtseinheiten (Cheeseman et al., 2017) und anspruchsvolle Diskurspraktiken wie das verständnisfundierte Begründen tatsächlich digital gestützt fördern.

In zukünftigen Analysen werden auch prozedurale Fertigkeiten und Sprachwissen einbezogen sowie verschiedene Interventionsbedingungen verglichen (Bielinski et al., submitted).

Bereits jetzt zeigen sich die Daten als so vielversprechend, dass ein Transfer auf digital gestützte Lehr-Lern-Umgebungen für andere Lerngegenstände mit gleichen Designprinzipien angestrebt werden sollten, um die Transferierbarkeit weiter zu untersuchen. Künftige Studien sollten auch längere Interventionen untersuchen und die Nachhaltigkeit durch Follow-Up-Studien überprüfen.

Förderhinweis. Das Projekt divomath wird von den Schulministerien des Landes Nordrhein-Westfalen und des Landes Brandenburg finanziell unterstützt (Zuwendung an S. Prediger / C. Selter) und die kontrollierte Studie für

das Projekt Startchancen durchgeführt und ausgewertet (BMBF-Förderung mit Kennzeichen 01PL2401C/G an S. Prediger).

Literatur

- Bielinski, S., & Prediger, S. (resubmitted). Enhancing students' understanding of unit conversion by explicating underlying structures: Design research on schematization in middle schools. *Resubmitted manuscript*.
- Bielinski, S., Prediger, S. & Weiß, J. (submitted). Fostering conceptual knowledge of procedures by focusing and explicating structures: Randomized controlled trial for the case of unit conversion. *Submitted Manuscript*.
- Cheeseman, J., McDonough, A., & Golemac, D. (2017). Investigating children's thinking about suspended balances. *New Zealand Journal of Educational Studies*, 52(1), 143–158. <https://doi.org/10.1007/s40841-016-0073-9>
- Häsel-Weide, U. (2016). *Vom Zählen zum Rechnen: struktur-fokussierende Deutungen in kooperativen Lernumgebungen* (Vol. 21). Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-10694-2>
- Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S. I., & Reiss, K. M. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. *Computers & Education*, 153(103897), 1-25. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103897>
- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findel, B. (2001). Adding it up. *Helping children learn mathematics*. National Academy Press. <https://doi.org/10.17226/9822>
- Lesh, R. (1979). Mathematical learning disabilities. In R. Lesh, D. Mierkiewicz, & M. Kantowski (Eds.), *Applied Mathematical Problem Solving* (pp. 111–180). Ericismeac.
- Nguyen, H., An, T., & Maher, E. M. (2023). Impact of designed task-based interventions on K–8 preservice teachers' knowledge and ability to solve measurement unit conversion problems. *International Journal on Studies in Education*, 5(3), 232–244. <https://doi.org/10.46328/ijonse.126>
- Prediger, S. (2018). Design-Research als fachdidaktisches Forschungsformat: Am Beispiel Auffalten und Verdichten mathematischer Strukturen. In Fachgruppe Didaktik Paderborn“ (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht* (S. 33-40). WTM.
- Prediger, S. (Hrsg.). (2020). *Sprachbildender Mathematikunterricht in der Sekundarstufe. Ein forschungsbasiertes Praxisbuch* (Scriptor Praxis). Berlin: Cornelsen.
- Sacristán, A. I., Calder, N., Rojano, T., Santos-Trigo, M., Friedlander, A., & Meissner, H. (2010). The influence and shaping of digital technologies on the learning – and learning trajectories – of mathematical concepts. In C. Hoyles & J.-B. Lagrange (Eds.), *Mathematics Education and Technology – Rethinking the Terrain* (pp. 179–226). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0146-0_9
- Thurm, D., & Graewert, L. A. (2022). *Digitale Mathematik-Lernplattformen in Deutschland*. Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-37520-1>