

Das virtuelle Arbeitsmittel Prozentband – Ergebnisse einer Interventionsstudie

Der Einbezug von digitalen Werkzeugen in den Mathematikunterricht wird häufig von Gesellschaft und Politik als bildungspolitische Notwendigkeit erachtet. Im Zuge der damit zusammenhängenden Diskussionen wird der Einsatz von virtuellen Arbeitsmitteln im Mathematikunterricht als eine effektive Technik zum Aufbau von konzeptuellem Verständnis vorgeschlagen (Moyer-Packenham et al., 2013). Als zugrunde liegender Wirkmechanismus wird hierbei häufig die Verknüpfung verschieden strukturierter Repräsentationen (Bruner, 1966; Duval, 2006) und der daraus resultierende Aufbau einer zum Arbeitsmittel strukturähnlichen mentalen Repräsentation genannt (Schnotz & Bannert, 2003). Als potentiell hilfreich gesehen wird hier auch, verschieden strukturierte Repräsentationen in eine gemeinsame Visualisierung zu integrieren (Darstellungsintegration, Ainsworth, 2006), um die Verknüpfung verschieden strukturierter Repräsentationen zu unterstützen.

Ein alternativer Erklärungsansatz nimmt an, dass Lernende graphische Repräsentationen als Visualisierungsstrategie bei der Lösung der vorgegebenen Aufgabe übernehmen, ohne zwingend eine mentale Repräsentation aufzubauen (z. B. Schukajlow, 2011).

Zur Bearbeitung einfacher Anwendungsaufgaben aus dem Themenbereich Prozentrechnung wird häufig eine Dreisatztafel als Repräsentation herangezogen. Als unterstützende Visualisierung wird in der Literatur dabei zu meist der Prozentstreifen genannt. Dieser basiert auf entsprechenden Visualisierungen von Brüchen und schließt hier insbesondere an den Teil-Ganzes-Aspekt an (Padberg, 2017).

Die double number line (DNL) bietet eine alternative Visualisierung für Prozentsätze, die die Verhältnisse zwischen den in einer Situation gegebenen Größen darstellt und einen starken Bezug zur Proportionalität aufweist (siehe Abbildung 1).



Abb. 1: Beispiel einer double number line (DNL) und eines Dreisatzes als separate Repräsentationen

Die Umsetzung der ordinalen Struktur der DNL in einem virtuellen Arbeitsmittel erfolgt mit dem Prozentband, bei dem die Skala „Prozentsätze“ dynamisch angepasst werden kann.

Bei einer Darstellungsintegration der Visualisierungen double number line und Dreisatztablelle können die Pfeile mit den zugehörigen Operatoren des Dreisatzes auf die double number line übertragen werden, indem diese Pfeile und Operatoren jeweils zwischen den Wertepaaren ergänzt werden (siehe Abbildung 2).

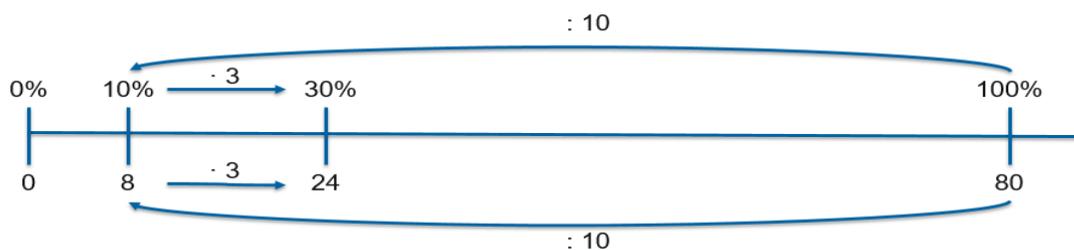


Abb. 2: Beispiel einer Darstellungsintegration einer double number line und Dreisatz durch Einfügen von Pfeilen und Operatoren

Die Auswirkung des Einsatzes der double number line bzw. des Prozentbandes ist bisher zwar in Fallstudien und Lehrexperimenten untersucht (Küchermann, Hodgen & Brown, 2011; van den Heuvel-Panhuizen, 2003), systematische Evidenz zu ihrem Einsatz liegt jedoch kaum vor. Erste Ergebnisse deuten darauf hin, dass allein der Einbezug des Prozentbandes in eine längere Unterrichtssequenz nicht direkt zu erhöhtem Lernzuwachs führt (Willms & Ufer, 2018). Es stellt sich somit die Frage, ob ein Mehrwert des Prozentbandes feststellbar wird, wenn die beiden genannten Wirkmechanismen während des Einsatzes gezielt angesprochen werden.

Fragestellungen

1. Hat der Einsatz des Prozentbandes und die getrennte bzw. mit der Dreisatztablelle integrierte Visualisierung der double number line positive Auswirkungen auf den Lernerfolg im Prozentrechnen (im Vergleich zum Unterricht ohne eine solche Visualisierung und ohne ein solches Arbeitsmittel)?
2. Zeigen Lernende, die die double number line als Visualisierungsstrategie übernehmen, einen stärkeren Lernzuwachs im Prozentrechnen als Lernende, die dies nicht tun?

Methode

Im Rahmen des Forschungsprojektes ViPro („Visualisierungen und Arbeitsmittel in der Prozentrechnung“) wurde eine tablet-basierte Version des Pro-

zentbandes entwickelt. Dieses besteht aus zwei Skalen, einer für Prozentwerte und einer für Prozentsätze. Beide Skalen sind proportional verknüpfbar und jeweils durch das Ziehen mit dem Finger skalierbar. Als Strukturierungshilfe ist das Einfügen von Hilfslinien möglich.

An der experimentellen Studie im Prä-Post-Test-Design mit 3 Gruppen nahmen N=338 Schülerinnen und Schüler der sechsten Jahrgangsstufe an 14 Gymnasien in München und Umgebung teil. Für den Prä-Test wurde eine Skala zum Vorwissen zur Prozentrechnung (6 Items, z. B. „Berechne 30 % von 170.“) entwickelt.

Während der anschließenden 90-minütigen tablet-gestützten Intervention zum Thema „Erhöhter bzw. Verminderter Grundwert“ wurde jede Klasse zufällig in zwei Gruppen geteilt und jede Gruppe einer der drei Untersuchungsbedingungen zugewiesen. In der Kontrollgruppe wurde nur der Dreisatz zur Lösung von Aufgaben der Prozentrechnung thematisiert. In der Experimentalgruppe 1 wurden zusätzlich das Prozentband als Arbeitsmittel und die DNL als eigenständige Visualisierung eingeführt. In der Experimentalgruppe 2 wurden neben dem Einsatz des Prozentbandes die DNL und die Dreisatzdarstellung in einer integrierten Visualisierung (Darstellungsin- tegration) verwendet. In beiden Experimentalgruppen wurde der Aufbau einer Visualisierungsstrategie explizit angeregt.

Im Post-Test wurden 9 Items zum Thema „Erhöhter bzw. Verminderter Grundwert“ entwickelt (z. B. „Der Preis einer CD wird um 14 % reduziert. Nun kostet die CD noch 12,90 €. Wie viel kostete die CD ursprünglich?“). Für jede Lösung im Post-Test wurde auch kodiert, ob eine double number line zur Visualisierung genutzt wurde.

Ergebnisse

Die entwickelten Skalen zeigen gute interne Konsistenzen. In die Analysen mit linearen Mischmodellen wurden neben dem Gruppenfaktor das Vorwissen als Kovariate einbezogen. Klassenunterschiede wurden mit einem Zufallsfaktor kontrolliert.

Im Prä-Test zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen. Auch im Post-Test zeigten sich keine signifikanten Gruppenunterschiede.

Nur eine Lernende der Kontrollgruppe nutzte die DNL im Post-Test als Visualisierung. Lernende der Experimentalgruppen, die die DNL im Post-Test mindestens einmal als Visualisierung einsetzten (39 % der Lernenden), zeigten einen signifikant stärkeren Lernzuwachs als Lernende, die die DNL nicht nutzen, jedoch keine signifikant besseren Leistungen im Prä-Test.

Diskussion

Die Studie weist darauf hin, dass der alleinige Einsatz der DNL und des Prozentbandes sowie die Integration des Prozentbandes und der DNL mit der Dreisatzdarstellung nicht per se relevant für einen Leistungszuwachs in der Prozentrechnung sind. Vielmehr scheint relevant zu sein, ob die Lernenden die Struktur der double number line als eigene Visualisierungsstrategie übernehmen oder nicht. Die Ergebnisse der Studie bestätigen damit die Auffassung, dass nicht alleine der Einsatz digitaler Medien bzw. eines bestimmten virtuellen Arbeitsmittels einen nachweisbar förderlichen Einfluss auf den Lernerfolg hat. Weitere Forschung sollte hier untersuchen, unter welchen instruktionalen Rahmenbedingungen die Lernenden zur Verwendung hilfreicher Visualisierungen angeregt werden können und was die Lernenden auszeichnet, die diese Visualisierungsstrategie nutzen.

Hinweis: Dies ist ein Forschungsprojekt an der LMU München.

Literatur

- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, 16(3), 183–198.
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction*. Cambridge: Harvard University Press.
- Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61, 103–131.
- Küchemann, D., Hodgen, J. & Brown, M. (2011). Using the Double Number Line To Model Multiplication. In M. Pytlak, T. Rowland & T. Swoboda (Hrsg.), *Proceedings of the Seventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME7)* (S. 326–335). Poland: University of Rzesów.
- Moyer-Packenham, P. S., Baker, J., Westenskow, A., Anderson, K., Shumway, J., Rodzon, K. & Jordan, K. (2013). A Study Comparing Virtual Manipulatives with Other Instructional Treatments in Third- and Fourth-Grade Classrooms. *Journal of Education*, 193(2), 25–40.
- Padberg, F. & Wartha, S. (2017). *Didaktik der Bruchrechnung*. Berlin: Springer.
- Schnotz, W. & Bannert, M. (2003). Construction and interference in learning from multiple representation. *Learning and Instruction*, 13(2), 141–156.
- Schukajlow, S. (2011). *Mathematisches Modellieren: Schwierigkeiten und Strategien von Lernenden als Bausteine einer lernprozessorientierten Didaktik der neuen Aufgabekultur*. Münster: Waxmann.
- van den Heuvel-Panhuizen, M. (2003). The didactical use of models in realistic mathematics education: An example from a longitudinal trajectory on percentage. *Educational Studies in Mathematics*, 54(1), 9–35.
- Willms, A. & Ufer, S. (2018). Das Prozentband als Arbeitsmittel im Mathematikunterricht der Sekundarstufe. Erste Ergebnisse einer Interventionsstudie zur Prozentrechnung in Klasse 6. In Fachgruppe Didaktik der Mathematik der Universität Paderborn (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2018* (S. 1991–1994). Münster: Waxmann.