

Das digitale Arbeitsmittel „Prozentband“ – Gruppenunterschiede und differenzierte Analyse von Lernerfolgsmaßen in einer Interventionsstudie in Klasse 6

Konkrete Arbeitsmittel gelten als wirksame Unterstützung für den Erwerb mathematischer Konzepte (Carbonneau, Marley, & Selig, 2013). Im Zuge der Diskussion über digitale Bildung an Schulen wird auch der Einsatz von sogenannten digitalen Arbeitsmitteln im Mathematikunterricht als eine effektive Technik zum Aufbau von konzeptuellem Verständnis vorgeschlagen. Die grundsätzliche Eignung solcher digitaler Arbeitsmittel wird angenommen, allerdings ist bisher wenig untersucht, welche Rahmenbedingungen einen lernförderlichen Einsatz letztlich charakterisieren (Moyer-Packenham, 2012). Darüber hinaus wird häufig erwartet, dass sich Effekte virtueller Arbeitsmittel vorwiegend auch bei komplexeren Aufgabentypen zeigen.

Für den Einsatz von digitalen Arbeitsmitteln im Themenbereich Prozentrechnung liegen bisher wenig Forschungsergebnisse vor, obwohl die Prozentrechnung als ein sehr schwieriges Thema der elementaren Mathematik gilt (Parker & Leinhardt, 1995). Kleine, Jordan & Harvey (2005) unterscheiden Aufgaben zur Prozentrechnung gemäß den in ihnen angelegten Anforderungen, die zur erfolgreichen Bearbeitung der Aufgabe bewältigt werden müssen. Sie ordnen Grundaufgaben zur Prozentrechnung (zwei von den drei Größen Grundwert, Prozentwert und Prozentsatz sind gegeben; die dritte muss berechnet werden) dem Niveau 1 zu. Für Aufgaben auf Niveau 2 müssen mehrere Lösungsschritte, die zur Lösung von Aufgaben aus Niveau 1 nötig sind, ausgeführt oder kombiniert werden. Zudem gehören Aufgaben zum vermehrten bzw. verminderten Grundwert zu Niveau 2.

Eine weitere Differenzierungsmöglichkeit für die Anforderungen von Aufgaben zur Prozentrechnung ist die Unterscheidung zwischen kalkülhaften, technischen Aufgaben und in einen Sachzusammenhang eingebetteten, textuell eingekleideten Aufgaben.

Forschungsprojekt ViPro

Das Forschungsprojekt ViPro („Visualisierungen und Arbeitsmittel in der Prozentrechnung“) untersucht die Auswirkungen von virtuellen Arbeitsmitteln auf das Lernen im Bereich Prozentrechnung im gymnasialen Mathematikunterricht der Sekundarstufe I am Beispiel einer Tablet-basierten Version des sogenannten Prozentbandes. 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.

Fragestellung und Ziele

Die erste Studie des Projekts ViPro untersucht den Einsatz eines digitalen Prozentbands im Vergleich zu parallelisiertem Unterricht ohne ein solches Arbeitsmittel. Im Fokus steht die Frage, ob der Einsatz eines Tablet-basierten Prozentbandes (im Vergleich zu Unterricht ohne das Arbeitsmittel) einen positiven Effekt auf den Lernzuwachs bei verschiedenen Anforderungsniveaus der Prozentrechnung und bei Aufgaben zu approximativen Vorstellungen zeigt.

Methode und Design der Interventionsstudie

Zur Untersuchung dieser Frage wurde eine quasi-experimentelle Vergleichsstudie mit 14 Klassen (N=296 Schülerinnen und Schülern) durchgeführt. Die Klassen wurden zufällig in die Experimentalgruppe (EG; Nutzung des Prozentbandes) bzw. in die Kontrollgruppe (KG; keine Nutzung des Prozentbandes) eingeteilt und von ihren Lehrkräften 8 Unterrichtsstunden nach einem vorgegebenen Skript unterrichtet. Inhalt des Unterrichts war die Einführung in die Prozentrechnung bis hin zu Aufgaben des Niveau 2 (Kleine et al., 2005). Vor Beginn der Intervention bearbeiteten die Lernenden einen 60-minütigen Vortest, im Anschluss an die Intervention einen 60-minütigen Nachtest.

Teilskalen des Vor- und Nachtests

Als Vorwissensmaß wurde im Vortest das Wissen zu Brüchen erhoben. Hierbei wurde zwischen kalkülhaften (9 Items) und geometrischen Aufgaben (11 Items) differenziert (angelehnt an Wartha, 2009). Weiterhin wurden die Lernenden gebeten, die Position von gegebenen natürlichen Zahlen auf einem unmarkierten Zahlenstrahl (von 1 bis 1000) möglichst genau zu markieren (number line task, vgl. Siegler & Opfer, 2003, 10 Items).

Die Items des Nachtests wurden nach den Anforderungsniveaus nach Kleine et al. (2005) konzipiert (Niveau 1: 8 Items, Niveau 2: 10 Items), sowie nach technischen Aufgaben und textuell eingekleideten Aufgaben unterschieden. Zudem wurden den Lernenden Aufgaben zur Prozentrechnung vorgelegt, bei denen das Ergebnis auf einem markierten Zahlenstrahl mit einem Strich eingeordnet werden sollte; diese Items zur Erfassung von Größenvorstellungen zu Prozentsätzen und -werten sind eine Adaption der beim Vortest verwendeten number line tasks.

Ergebnisse

Die Ergebnisinstrumente erwiesen sich bei den Größenvorstellungen zu Prozenten als mäßig reliabel ($\alpha = .49$), ansonsten als insgesamt ausreichend reliabel ($\alpha = .63$ bis $.83$).

Zwischen den beiden Untersuchungsbedingungen lassen sich jeweils über den gesamten Leistungstest hinweg keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Leistung im Vortest und dem Leistungszuwachs während der Interventionsphase feststellen (vgl. Willms & Ufer, 2018). Eine genauere Analyse nach Teilskalen fokussierte daher auf spezifischere Voraussetzungen für den Lernerfolg im Themenbereich Prozentrechnung.

Hierzu wurde eine einfaktorische ANOVA mit Faktor Gruppe sowie Kovariaten „kalkülartige Items zum Bruchrechnung“ (KB), „geometrische Items zur Bruchrechnung“ (GB) und „Größenvorstellungen im Vortest“ (GV) durchgeführt. Als abhängige Variable wurden die unterschiedlichen Anforderungsniveaus und die Größenvorstellungen im Nachtest betrachtet.

Es zeigten sich Unterschiede in den betrachteten Teilskalen des Nachtests.

Die Leistungen bei Aufgaben mit Anforderungsniveau 1 wurden signifikant beeinflusst von KB (part. $\eta^2 = .10$) und GB (part. $\eta^2 = .01$). Unterschiede zwischen den Gruppen zeigten sich nicht.

Bei Aufgaben mit Anforderungsniveau 2 zeigt der Faktor Gruppe eine tendenzielle Signifikanz (KG > EG; part. $\eta^2 = .01$); die Leistungen wurden zudem ebenfalls signifikant beeinflusst von KB (part. $\eta^2 = .13$) und GB (part. $\eta^2 = .03$).

Bei den Leistungen zu Items zu Größenvorstellungen im Bereich Prozentrechnung hat die Gruppenzugehörigkeit eine tendenzielle Signifikanz (mittlerer proz. Fehler der KG: 13%; mittlerer proz. Fehler der EG: 16%; part. $\eta^2 = .03$); die Leistungen wurden zudem signifikant beeinflusst von KB (part. $\eta^2 = .04$), tendenziell signifikant beeinflusst von GB (part. $\eta^2 = .02$) und signifikant beeinflusst von GV (part. $\eta^2 = .04$).

Zusammenfassung und Diskussion

Die Ergebnisse zeigen insgesamt keinen höheren Lernzuwachs der Experimentalgruppe im Vergleich zu der Kontrollgruppe. Zudem konnte ein tendenzieller Effekt zugunsten der Kontrollgruppe bei den Posttestmaßen Anforderungsniveau 2 und Größenvorstellungen festgestellt werden. Die erwarteten Effekte des Prozentbandes konnten nicht nachgewiesen werden. Hieraus ergibt sich die Frage, welche Faktoren den hierbei festgestellten tendenziell negativen Einfluss des Prozentbandes erklären. Das Design dieser ersten Evaluationsstudie erlaubt hier noch keine Rückschlüsse, ob die Ursache

im Einsatz der Tablets oder in der Darstellung des Prozentbandes liegt. Außerdem erfordert die niedrige Reliabilität des neu konstruierten Maßes für Größenvorstellungen zu Prozentsätzen und Prozentwerten noch weitere Analysen. Eine weitere, experimentelle Studie soll hier Aufschluss geben. Weiter werden im Vortrag zusätzliche Erklärungen diskutiert, z.B. anhand von Daten zu den Erfahrungen der Lernenden mit Tablets aus dem heimischen Umfeld.

Zusammenfassend untermauern die Ergebnisse der Studie, dass nicht alleine der Einsatz digitaler Medien bzw. eines bestimmten digitalen Arbeitsmittels einen nachweisbar förderlichen Einfluss auf den Lernerfolg hat. Deshalb werden weitere Studien im Projekt die spezifischen Einsatzbedingungen des Prozentbands, insbesondere auf der Ebene des Lehrerhandelns, in den Blick nehmen.

Literatur

- Carbonneau, K. J., Marley, S. C., & Selig, J. P. (2013). A meta-analysis of the efficacy of teaching mathematics with concrete manipulatives. *Journal of Educational Psychology*, *105*(2), 380–400. <http://doi.org/10.1037/a0031084>
- Kleine, M., Jordan, A., & Harvey, E. (2005). With a focus on 'Grundvorstellungen' Part 2: 'Grundvorstellungen' as a theoretical and empirical criterion. *ZDM*, *37*(3), 234–239. <http://doi.org/10.1007/s11858-005-0014-4>
- Moyer-Packenham, P. S. (2012). Effects of Virtual Manipulatives on Student Achievement and Mathematics Learning.
- Parker, M., & Leinhardt, G. (1995). Percent: A Privileged Proportion. *Review of Educational Research*, *65*(4), 421–481. <http://doi.org/10.3102/00346543065004421>
- Siegler, R. S., & Opfer, J. E. (2003). The development of numerical estimation: Evidence for multiple representations of numerical quantity. *Psychological Science*, *14*(3), 237–250.
- Wartha, S. (2009). Zur Entwicklung des Bruchzahlbegriffs — Didaktische Analysen und empirische Befunde. *Journal Für Mathematik-Didaktik*, *30*(1), 55–79. <http://doi.org/10.1007/BF03339073>
- 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: WTM-Verlag.