

## **Das Prozentband als virtuelles Arbeitsmittel im Mathematikunterricht der Sekundarstufe. Erste Ergebnisse einer Interventionsstudie zur Prozentrechnung in Klasse 6**

Der Einsatz von (virtuellen) Arbeitsmitteln wird häufig zum Aufbau von konzeptuellem Wissen vorgeschlagen. Man nimmt dabei an, dass die Nutzung grundsätzlich lernförderlich ist und die Verwendung eines Arbeitsmittels einer rein symbolhaften Darstellung überlegen ist. Durch die Verwendung von Arbeitsmitteln soll insbesondere ein Aufbau von kognitiven Strukturen erfolgen, die den am Arbeitsmittel visualisierten Strukturen entsprechen (Wartha & Schulz, 2011).

Trotz der weitgehend gesicherten grundsätzlichen Eignung von Arbeitsmitteln im Allgemeinen zeigen empirische Studien uneinheitliche Ergebnisse (Carbonneau, Marley, & Selig, 2013). Offen ist zudem, welche instruktionale Unterstützung für einen wirksamen Einsatz von Arbeitsmitteln notwendig ist und welche individuellen Lernaktivitäten wirklich zu nachhaltigem Lernerfolg führen.

Für den Bereich „Prozentrechnung“ werden in Schulbüchern im Wesentlichen Arbeitsmittel wie das 100er-Quadrat, der Prozentstreifen oder Kreisdiagramme vorgeschlagen, um konzeptuelles Wissen zum Begriffsfeld aufzubauen (Hafner, 2012; Thiede, Holzäpfel, & Leuders, 2016). Dabei basieren die genannten Arbeitsmittel auf entsprechenden Visualisierungen der Bruchrechnung und schließen hier insbesondere an den Teil-Ganzes-Aspekt an (Padberg, 2017).

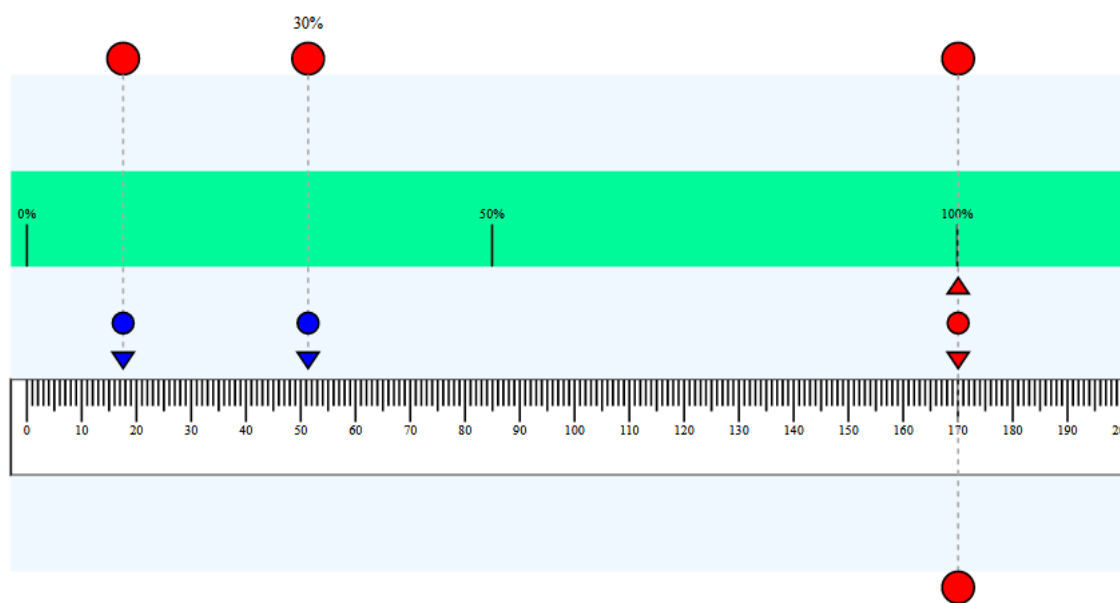
Ein eher auf einer Fundierung des Prozentbegriffs als zu einem Größenbereich proportionale, normierte Größe basierendes Arbeitsmittel ist das sogenannte Prozentband. Durch die Anordnung von zwei proportional verknüpften Größenbereichen auf einem Zahlenstrahl tritt der ordinale Zahlenaspekt deutlicher hervor als bei den o.g. Arbeitsmitteln.

### **Das Prozentband als Arbeitsmittel**

Das Prozentband als konkretes Arbeitsmittel besteht aus einem Lineal und einem elastisch veränderbaren Gummiband, das mit Prozentsätzen markiert ist und durch Ziehen vergrößert bzw. verkleinert werden kann. Wird das Prozentband in der Weise an das Lineal angelegt, dass die Markierungen bei dem Wert 0 (bzw. 0 %) übereinstimmen, können weitere Wertepaare (Prozentsatz und korrespondierender Prozentwert) abgelesen werden.

Entsprechend scheint das Prozentband als Visualisierung zur Strukturierung von Situationsmodellen im Rahmen von Aufgaben zur Prozentrechnung geeignet, aber auch zur Erarbeitung operativer Beziehungen zwischen Prozentsätzen und -werten.

In einer tablet-basierten Version werden das Lineal und das Prozentband durch das Ziehen mit dem Finger skaliert und verschiedene Wertepaare durch einfügbare Hilfslinien dargestellt. Durch das Hinzufügen weiterer Hilfslinien können zusätzliche Wertepaare angezeigt werden. Zudem können die Hilfslinien an einer oder an beiden Skalen fixiert werden. Wird eine Hilfslinie an beiden Skalen fixiert, so werden die beiden Skalen fest miteinander verbunden, sodass sie gemeinsam skaliert werden können.



Das tablet-basierte Prozentbandes kann auf unterschiedliche Weise zur Unterstützung des Lernprozesses eingesetzt werden. So dient es als Strukturierungshilfe für Sachsituationen zur Prozentrechnung (Identifikation von Grundwert, Prozentwert und Prozentsatz), visualisiert Größenordnungen von Zahlen durch deren ordinale Darstellung und kann als epistemisches Tool zum Finden von Lösungsstrategien verwendet werden (Küchemann et al., 2009; Obersteiner, 2011; Teppo & van den Heuvel-Panhuizen, 2014).

### **Forschungsprojekt ViPro und Fragestellungen**

Im Rahmen des Forschungsprojekts „Visualisierungen und Arbeitsmittel in der Prozentrechnung“ wird der Einfluss von Visualisierungen und des Einsatzes von Arbeitsmitteln auf das Lernen im Bereich Prozentrechnung im gymnasialen Mathematikunterricht der Sekundarstufe I betrachtet.

Die vorliegende Studie untersucht, inwiefern der Einsatz des tablet-basierten Prozentbandes lernförderlich wirkt. Hierbei stehen folgende Fragestellungen im Vordergrund:

1. Zeigt der Einsatz eines tablet-basierten Prozentbandes (im Vergleich zu Unterricht ohne ein solches Arbeitsmittel) einen positiven Effekt auf den Lernzuwachs während einer mehrstündigen Unterrichtssequenz zur Prozentrechnung? 2. Lassen sich explorativ Faktoren identifizieren, die die Wirkungen des tablet-basierten Prozentbandes beeinflussen?

## **Methode**

Im Rahmen einer achtstündigen Unterrichtssequenz wurden in einem quasi-experimentellen Design insgesamt 14 sechste Klassen an bayerischen Gymnasien (N=313) nach einem vorgegebenen Skript von ihren Lehrkräften im Themengebiet „Erarbeiten grundlegender Kenntnisse der Prozentrechnung“ unterrichtet. Dabei arbeiteten 7 Klassen mit dem Prozentband (Experimentalgruppe) und 7 ohne das Prozentband (Kontrollgruppe). In einem jeweils 60-minütigen Vor- und Nachtest wurde das Vorwissen zur Bruchrechnung bzw. die Fähigkeiten im Prozentrechnen erhoben.

In den Klassen der Experimentalgruppe wurde in jeder Stunde zusätzlich ein geschulter Beobachter eingesetzt, der die Lehrkräfte hinsichtlich der genutzten Lernzeit, der kognitiven Aktivierung und der konstruktiven Unterstützung der Lernenden sowie die Lernenden hinsichtlich des Verhaltens während der Übungsphasen und der Nutzung des Arbeitsmittels in einem Beobachtungsbogen einschätzten.

## **Erste Ergebnisse**

Vor- und Nachtest wurden von zwei unabhängigen Ratern mit sehr guter Übereinstimmung kodiert. Es wurde anschließend mit einem linearen Regressionsmodell berechnet, wie die Leistung im Nachtest von dem Vortest und der Gruppenzugehörigkeit abhängt. Hierbei zeigt sich ein starker Zusammenhang zwischen Vorwissen und Leistung im Nachtest. Zwischen den Untersuchungsbedingungen (mit bzw. ohne Prozentband) lassen sich unter Kontrolle des Vortests jedoch keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Leistung im Nachtest beobachten.

Mittels einem linearem Mischmodell mit fixem Faktor „Gruppenzugehörigkeit“, Kovariate „Leistung im Vortest“ sowie Zufallsfaktor „Klassenzugehörigkeit“ zeigt sich bzgl. der Leistung im Nachtest eine hohe Varianz des Lernzuwachses zwischen den einzelnen Klassen.

Daher wurden die eingesetzten Beobachtungsbögen hinsichtlich möglicher moderierender Faktoren auf Klassenebene beim Einsatz des tablet-basierten

Prozentbandes untersucht. Hierbei zeigt sich, dass insbesondere die Verwendung von Repräsentationswechseln durch die Lehrkraft im Unterrichtsgespräch sowie die Dauer der eigenständigen Beschäftigung der Lernenden mit dem Prozentband solche Faktoren sein könnten.

### **Zusammenfassung und Ausblick**

Die Ergebnisse zeigen die grundsätzliche Eignung des Prozentbandes als virtuelles Arbeitsmittel. Ein höherer Lernzuwachs der Experimentalgruppe im Vergleich zu der Kontrollgruppe konnte jedoch nicht festgestellt werden. Es stellt sich damit die Frage, inwiefern das Potential des Prozentbandes bereits vollumfänglich genutzt werden konnte und welche Moderatoren auf Individual- und Klassenebene die Wirksamkeit beeinflussen. Zukünftige Studien sollen dieser Frage in noch besser kontrollierten experimentellen Untersuchungen nachgehen.

### **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.
- Hafner, T. (2012). *Proportionalität und Prozentrechnung in der Sekundarstufe I*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner.
- Küchemann, D., Hodgen, J., & Brown, M. (2011). Using the Double Number Line To Model Multiplication. *Proceedings of the Seventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME7), Universität Rzeszów, Polen*, 326–335.
- Obersteiner, A. S. (2011). Mentale Repräsentationen von Zahlen und der Erwerb arithmetischer Fähigkeiten: Konzeptionierung einer Förderung mit psychologisch-didaktischer Grundlegung und Evaluation im ersten Schuljahr. Münster: Waxmann.
- Padberg, F. (2017). *Didaktik der Bruchrechnung*. Berlin: Springer.
- Teppo, A., & van den Heuvel-Panhuizen, M. (2014). Visual representations as objects of analysis: the number line as an example. *ZDM, 46*(1), 45–58.
- Thiede, B., Holzäpfel, L., & Leuders, T. (2016). Von der Textaufgabe zum Ergebnis – Der Prozentstreifen als Hilfsmittel bei Prozentaufgaben. *Beiträge zum Mathematikunterricht 2016*, 979–982.
- Wartha, S., & Schulz, A. (2011). *Aufbau von Grundvorstellungen (nicht nur) bei besonderen Schwierigkeiten im Rechnen*. Kiel: IPN.