

SCHARLAU, Johanna  
Dortmund

## **„Stellenwerte üben“ - Untersuchung zu Wirksamkeit und Nutzung von Übungssoftware im dritten Schuljahr**

Die App „Stellenwerte üben“ ist eine Tablet-App, die zur Übung des Stellenwertverständnisses (SWV) entwickelt wurde. Im Dissertationsprojekt wird die Leistungsveränderung von Drittklässler\*innen hinsichtlich der Fähigkeit zum Darstellungswechsel beim SWV sowie ihre Nutzung der App durch einen Mix aus quantitativen und qualitativen Methoden erforscht.

### **Stellenwertverständnis**

Das SWV wird als wesentlich für ein gut entwickeltes Zahlverständnis gesehen. Lernende müssen in der Lage sein, verschiedene Darstellungsformen miteinander in Beziehung zu setzen und dabei das Bündelungs- und das Positionsprinzip anzuwenden (van de Walle et al., 2020). Das Bündelungsprinzip bezeichnet die fortgesetzte Bündelung von Elementen in Zehnergruppen. Das Positionsprinzip bezieht sich auf Zahlsymbole, in denen die Ziffer die Anzahl und die Position der Ziffer den Stellenwert der Bündel angibt (Krauthausen, 2018). Folglich müssen die Lernenden sowohl mit vollständig gebündelten und sortierten Standard-Darstellungen, als auch mit ungebündelten und unsortierten Nicht-Standard-Darstellungen umgehen können.

### **Stellenwerte üben mit digitalen Medien**

Die App „Stellenwerte üben“ wurde entwickelt, um das SWV als Fähigkeit, zwischen verschiedenen Zahldarstellungen auf Basis des Bündelungs- und Positionsprinzips zu wechseln, abzubilden. Anstatt nur automatisierendes Üben zu fokussieren, das vielfach formal-unstrukturiert angelegt ist (Walter & Schwätzer, 2024), werden auch verstehensorientierte Übungsaufgaben eingesetzt. Die App enthält Aktivitäten, die Darstellungswechsel zwischen Zahlwörtern, Zahlsymbolen und Würfelmaterial einfordern, sowie Aufgaben zum Bündelungs- und Positionsprinzip, in denen digitales Würfelmaterial in einer Sortiertafel gebündelt und sortiert wird (Schulz & Walter, o.J.). Fachdidaktische Potenziale digitaler Medien werden durch (1) die Darstellung des Bündelns als Trennen und Zusammenfügen von Würfelmaterial, (2) die synchrone Vernetzung von symbolischer und enaktiver Darstellungsebene sowie (3) informativem Feedback implementiert (Walter, 2018). Aus theoretischer Perspektive erscheinen die beschriebenen Potenziale vielversprechend für das Mathematiklernen. Bisher wurde die App aus fachdidaktischer Sicht entwickelt und in einer qualitativen Untersuchung bei wenigen Lernenden hinsichtlich zweier mathematikdidaktischer Potenziale digitaler Medien

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

beforscht (Schulz & Walter, 2019). Es konnte bereits gezeigt werden, dass Kinder diese Potenziale auf unterschiedliche und nicht immer auf fachdidaktisch erwünschte Weise nutzen (Schulz & Walter, 2019). In der Folge wird vorgeschlagen, dass einige Kinder von Unterstützung hinsichtlich der Nutzung und Reflexion der Potenziale profitieren können (z.B. Steffen, 2022).

### **Forschungsinteresse und -design**

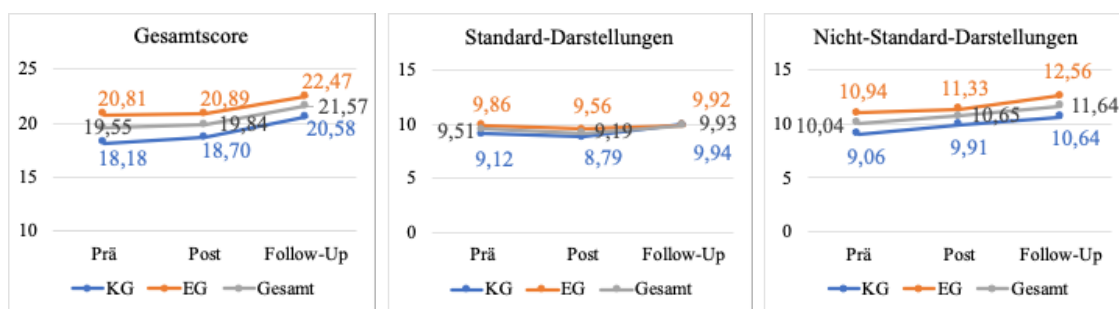
Es fehlen bisher empirische Erkenntnisse zur Wirkung möglicher Unterstützungsmaßnahmen bei der Nutzung fachdidaktischer Potenziale sowie weitere Informationen zu Nutzungsweisen von Lernenden. Daraus ergibt sich Forschungsfrage (1): Wie verändert sich die Fähigkeit zum Darstellungswechsel bei Aufgaben zum Stellenwertsystem durch den Einsatz der App mit und ohne Unterstützung mit Fokus auf fachdidaktische Potenziale digitaler Medien? Die zweite Perspektive bezieht sich auf die Nutzung der App durch die Lernenden. Demzufolge wird Forschungsfrage (2) formuliert: Inwiefern nutzen Lernende die in der Software ‚Stellenwerte üben‘ implementierten mathematikdidaktischen Potenziale digitaler Medien?

Zur Beantwortung der Forschungsfrage (1) wird ein Prä-Post-Follow-Up-Interventionsdesign (Döring & Bortz, 2016) gewählt, um die Leistung der Kinder bezüglich des SWV vor und nach dem Einsatz der App zu vergleichen. Die Kontrollgruppe (KG) bearbeitete die Übungsaufgaben in der App selbstständig. Die Experimentalgruppe (EG) erhält eine zusätzliche Unterstützung durch eine Lehrkraft, um die Nutzung und Reflexion der implementierten fachdidaktischen Potenziale digitaler Medien zu fördern. Dazu wurden Impulse mit Bezug zum SWV sowie zu verschiedenen mathematikdidaktischen Potenzialen digitaler Medien formuliert, die adaptiv gesetzt werden. In fünf Sitzungen wurden die verschiedenen Übungsaufgaben bearbeitet sowie kurze Reflexionsphasen im Plenum durchgeführt. Insgesamt nahmen 126 Kinder aus acht dritten Klassen aus Bremen teil. Davon wurden 64 Kinder der EG und 62 Kinder der KG innerhalb der Klassen zufällig zugeordnet, wobei auf Basis der Prä-Test-Ergebnisse auf eine leistungsbezogen gleichmäßige Zuteilung geachtet wurde. Zwischen Prä- und Post-Test lagen circa zweieinhalb Wochen, zwischen Post- und Follow-Up-Test circa sieben Wochen. Zur Messung der Leistungsveränderung wurde an den drei Erhebungszeitpunkten ein selbst entwickeltes digitales Erhebungsinstrument eingesetzt, das jegliche intermodale Darstellungswechsel, Aufgaben mit Standard- und Nicht-Standard-Darstellungen sowie Zahlbeispiele aus dem Hunderter- und Tausenderraum berücksichtigt. Mögliche Veränderungen der Leistungen wurden mittels Varianzanalysen mit Messwiederholung (Döring & Bortz, 2016) auf signifikante Effekte überprüft.

Zur Beantwortung der Forschungsfrage (2) wurde eine Teilstichprobe der Kinder ( $n = 20$ ) mithilfe leitfadengestützter Interviews beim Arbeiten mit der App beobachtet und gemäß der klinischen Methode (Selter & Spiegel, 1997) hinsichtlich der implementierten mathematikdidaktischen Potenziale digitaler Medien befragt. Die Interviews wurden dabei videografiert, transkribiert und mithilfe qualitativer Inhaltsanalyse (Kuckartz, 2018) ausgewertet. Um gegebenenfalls Rückbezüge zur Interventionsdurchführung herzustellen, wurden die Plenumsphasen in der EG ebenfalls videografiert.

## Erste Ergebnisse

Die Testergebnisse bleiben über den Verlauf der Interventionszeit relativ ähnlich (siehe Abb. 1). Varianzanalysen zeigen zwischen Prä- und Post-Test keine signifikanten Unterschiede im Gesamtscore zwischen den Messzeitpunkten und zwischen den Gruppen ( $n = 89$ ; Prä-Post-Werte:  $F(2, 86) = 2.021$ ,  $p = .139$ ,  $\text{partial } \eta = .045$ ; Interaktion:  $F(2, 86) = .005$ ,  $p = .995$ ,  $\text{partial } \eta = .0$ ).



**Abb. 1:** Prä-, Post- und Follow-Up-Werte für die KG, EG, und die Gesamtstichprobe

Auch nach dem Einbezug des Unterschieds zwischen Standard- und Nicht-Standard-Darstellungen kann kein signifikanter Unterschied gefunden werden. Bei Betrachtung aller drei Messzeitpunkte ist zwar kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen zu finden, aber der Gesamtunterschied zwischen den Messzeitpunkten wird signifikant ( $n = 72$ ;  $F(4, 266) = 5.568$ ,  $p = <.001$ ,  $\text{partial } \eta^2 = .077$ ,  $\text{Wilk's } \Lambda = .851$ ). Durch paarweise Vergleiche kann herausgearbeitet werden, dass der Unterschied zwischen Post- und Follow-Up-Test dafür verantwortlich ist. Da jedoch zwischen Post- und Follow-Up-Test auch im Unterricht weitere arithmetische Themen besprochen wurden, kann dieser Unterschied nicht allein auf die Intervention zurückgeführt werden.

Die Interviews können einerseits als Prozessdaten tiefergehende Denkprozesse, die aus den quantitativen Ergebnissen nicht erkennbar sind, sichtbar machen, andererseits auch Hinweise darauf geben, wie die quantitativen Ergebnisse zustande gekommen sein könnten. Beispielhaft wird hierzu eine Aufgabe aus dem Interview beschrieben:

*Mit Würfelmaterial wird die Zahl 54 als 5Z und 4E gelegt. Wie heißt die Zahl? Was passiert mit der Zahl, wenn ein Zehner zu den Einern geschoben wird? Wie heißt die Zahl jetzt?*

Bei dieser Aufgabe konnten bereits verschiedene Vorgehensweisen beobachtet werden. Auffällig ist, dass fast alle Kinder vorhersagen konnten, wie sich die symbolische Zahldarstellung verändert, indem aus 5Z und 4E dann 4Z und 14E werden. Einige Kinder nutzen die interaktive ikonische Darstellung, um zu begründen, dass ein Zehner in zehn Einer „zerschnitten“ wird. Andere Kinder nennen auf die Frage, wie die Zahl zu 4Z 14E heißt, zunächst „414“, fokussieren also nur noch die symbolische Darstellung, um mithilfe gemerkter Regeln („Drei Ziffern sind immer Hunderter“) das Zahlwort zu bestimmen. Die synchronen Darstellungsebenen werden in dem Falle nicht ausgenutzt. Insgesamt wird hier bereits deutlich, dass auch in dieser Untersuchung die fachdidaktischen Potenziale auf verschiedene Weisen genutzt werden. Weitere Analysen der qualitativen Daten stehen noch aus, in denen mögliche Rückbezüge zum SWV sowie zur Intervention hergestellt werden können.

## **Literatur**

- Döring, N., & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-41089-5>
- Krauthausen, G. (2018). *Einführung in die Mathematikdidaktik – Grundschule*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-54692-5>
- Kuckartz, U. (2018). *Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Computerunterstützung*. Beltz Juventa.
- Schulz, A., & Walter, D. (2019). „Practicing place value“: How children interpret and use virtual representations and features. Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Utrecht. <https://hal.science/hal-02428823v1>
- Schulz, A., & Walter, D. (o.J.). *Stellenwerte Üben. Didaktischer Kommentar für Lehrerinnen und Lehrer zu einer Übungssapp für Android-Tablets*. <https://daniel-walter.de/apps/>
- Selter, C., & Spiegel, H. (1997). *Wie Kinder rechnen*. Klett.
- Steffen, A. (2022). *Digitale Lernbegleitungen bei der Bearbeitung von Raumvorstellungsaufgaben: Eine Interventionsstudie mit einem digitalen Spielsystem im frühkindlichen Bildungsbereich*. Waxmann.
- van de Walle, J., Karp, K., & Bay-Williams, J. (Hrsg.) (2020). *Elementary and Middle School Mathematics. Teaching Developmentally*. Pearson Education Limited.
- Walter, D., & Schwätzer, U. (2024). Mathematikapps für die Grundschule analysieren. *Zeitschrift für Mathematikdidaktik in Forschung und Praxis*, 4. <https://doi.org/10.48648/yhp7-0g75>