

BIERBRAUER, Christina & PLATZ, Melanie  
Saarbrücken

## **Augmented Reality zur Unterstützung des flexiblen Rechnens in der Primarstufe**

### **Grundlegendes**

Die Ergebnisse des IQB-Bildungstrends zeigen, dass der Anteil der Schüler\*innen, die am Ende der 4. Jahrgangsstufe die in den Bildungsstandards formulierten Kompetenzziele nicht erreichen, in den letzten Jahren steigt. In der Primarstufe gelingt einigen Kindern der Schritt vom konkreten Handeln mit analogen Arbeitsmitteln zum Operieren in der Vorstellung nicht (Wartha & Schulz, 2019). So können Rechenschwierigkeiten entstehen, die sich kennzeichnen durch ein nicht tragfähiges Zahl-, Operations- und Stellenwertverständnis sowie verfestigtes zählendes Rechnen (Wartha & Schulz, 2019). Digitale Medien bieten, bei sinnvollem Einsatz, zahlreiche Potentiale für das Lehren und Lernen mathematischer Inhalte (Rink & Walter, 2020). Die KMK spricht sich dafür aus Lehr- und Lernprozesse situativ „um digitale Lernumgebungen [...] in Kombination zu analogen Lernsettings [...] zu erweitern“ (KMK 2021, S. 10). Bei Lernprozessen im Kindesalter spielt das „begreifen“, also das Handeln in der realen Welt mit Materialien, eine wichtige Rolle (z.B. Freudenthal, in NCTM 1989). Vielversprechend scheinen demnach Lösungen, die die Potenziale der realen und der digitalen Welt verbinden. In diesem Zusammenhang bietet sich die Nutzung von Augmented Reality (AR) an. Augmented Reality bezeichnet eine virtuelle Erweiterung der Realität mit Hilfe digitaler Medien (z. B. Tablets) in Echtzeit (Hütthaler, 2020). Nach der cognitive load theory scheinen Darstellungen in AR-Lernumgebungen Potentiale zu bieten die intrinsische kognitive Belastung zu reduzieren (Sweller, 2005). Möglichkeiten von AR für das Mathematiklernen in der Primarstufe sind noch wenig differenziert entwickelt und beforscht (Ladel, 2020). Entsprechende Entwicklungen orientieren sich häufig eher an den technischen Möglichkeiten anstatt sich am didaktisch Sinnvollen auszurichten (Ladel, 2020). Insbesondere im Inhaltsbereich der Arithmetik ist AR eine wenig genutzte Technologie (Hütthaler, 2020).

Im vorliegenden Projekt „ARithmetik“ werden allgemein Potentiale von Augmented Reality für das Lernen arithmetischer Inhalte in der Primarstufe fokussiert. Durch die Kombination analoger und digitaler Medien werden Potentiale beider Medien nutzbar und ihre jeweiligen Grenzen überschritten.

### **Ziele des Projektes**

Das Projekt ARithmetik verfolgt das Ziel der Entwicklung einer substanziellen Lernumgebung zur Unterstützung des flexiblen Rechnens mit Einsatz

In: P. Ebers, F. Rösken, B. Barzel, A. Büchter, F. Schacht & P. Scherer (Hrsg.),  
*Beiträge zum Mathematikunterricht 2024.*

57. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik. WTM.  
<https://doi.org/10.37626/GA9783959872782.0>

einer AR-App. Dazu erfolgt zunächst die theoriegeleitete Entwicklung und Programmierung einer AR-App, die stetig optimiert wird. In Verbindung dazu wird theoriegeleitet eine substanzielle Lernumgebung zum Lernen und Lehren arithmetischer Inhalte mit der AR-App zur Unterstützung des flexiblen Rechnens entwickelt (Wittmann, 1998). Anschließend finden im Rahmen von Pilotstudien erste Erprobungen und Analysen der AR-App in der Lernumgebung statt.

### App Rechen-StAR

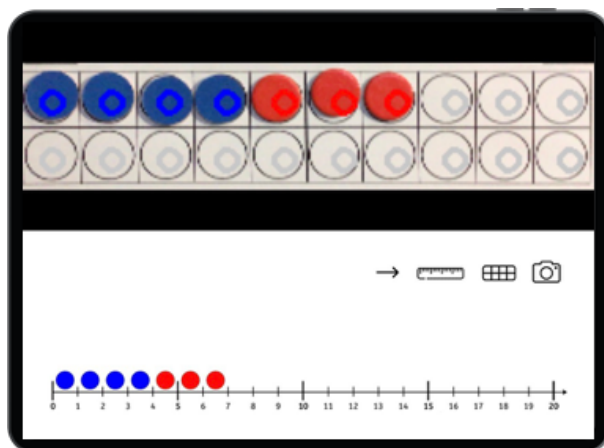


Abb. 1: App Rechen-StAR

Das Zwanzigerfeld mit Fünferstreifen und Wendepfättchen sowie der Zahlenstrahl sind bedeutsame Arbeitsmittel im Arithmetikunterricht der Primarstufe. Beide Arbeitsmittel können das Zahl- und auch das Operationsverständnis unterstützen und so das flexible Rechnen fördern. Das Zwanzigerfeld mit Wendepfättchen fokussiert eher den Kardinalzahlaspekt (Käpnick, 2014). Am Zahlenstrahl entspricht jeder Zahl ein Punkt auf dem Strahl, sodass der Zahlenstrahl eher auf den Ordinalzahlaspekt ausgerichtet ist (ebd.). Zumeist werden der Zahlenstrahl und das Zwanzigerfeld getrennt voneinander beim Lernen mathematischer Inhalte verwendet. Die Potentiale beider Arbeitsmittel können allerdings genutzt werden, um Kinder beim Zahl- und Operationsverständnis zu unterstützen (Platz & Bierbrauer im review). Die App Rechen-StAR kombiniert die Arbeitsmittel Zwanzigerfeld und Zahlenstrahl (s. Abb. 1). In der Realität legen die Kinder rote und blaue Wendepfättchen sowie 5er- und 10-er Streifen am Zwanzigerfeld. Die Kamera der App erkennt die gelegten farbigen Pfättchen durch Marker und präsentiert diese automatisch in einer linearen Darstellung im Zahlenstrahl. Der Zahlenstrahl wird angepasst, wenn die Pfättchen verändert werden. Es besteht die Möglichkeit den Bildschirm einzufrieren und Notizen einzufügen.

### Forschungsprojekt

Das Projekt ARithmetik zielt darauf ab, ein Artefakt in Form einer App zu

entwickeln. In der App Rechen-StAR werden Potentiale von Zwanzigerfeld und Zahlenstrahl mit AR kombiniert, sodass die Lernenden beim Schritt vom konkreten Handeln zum Operieren in der Vorstellung unterstützt werden. Für die Untersuchung wird der Design Science Research (DSR) Ansatz genutzt (Drechsler & Hevner 2016; Peffers et al. 2006). Der Forschungsansatz soll Wissen für ein Designproblem und dessen Lösung durch die Gestaltung eines Artefakts, hier einer Lernumgebung zum Lernen und Lehren arithmetischer Inhalte mit der App Rechen-StAR, generieren.

Nach der theoriegeleiteten Entwicklung der App werden zur Evaluation Fallstudien mit qualitativen Erhebungs- und Auswertungsmethoden durchgeführt (Yin, 2018). Die App wird in einer Lernumgebung mit ErstklässlerInnen in leitfadengestützten Interviews erprobt. Die Interviews werden videographiert sowie transkribiert und mittels qualitativer Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) ausgewertet. Auf Grundlage der Auswertung wird die App immer wieder optimiert. Die wissenschaftlichen Ergebnisse werden schließlich publiziert und ein Lehrerhandbuch für den Einsatz der App im Mathematikunterricht wird veröffentlicht.

Die erste Version der App wurde im Rahmen klinischer Interviews mit vier Erstklässler\*innen-Tandems erprobt. Dabei konnte festgestellt werden, dass die App von den Kindern offenbar als attraktiv, stimulierend und übersichtlich empfunden wurde. Schwierigkeiten traten bezüglich der Effizienz und Verlässlichkeit der App auf, insbesondere bedingt durch den nicht kinderfreundlichen Aufbau der Hardware, der notwendig ist, um AR zu ermöglichen. Zudem wurde Optimierungspotenzial bezüglich der Unterstützung der Ablösung vom zählenden Rechnen, der Umlagerung von Arbeitsprozessen und der Ermöglichung des entdeckenden Lernens gesehen (Platz & Bierbrauer im Review). Diese Aspekte wurden in einer neuen Version der App überarbeitet (Platz et al. im Review).

### **Zusammenfassung und Ausblick**

Aktuell werden mit Lehrpersonen ko-konstruktive Lernumgebungen, in denen die App eingesetzt wird, entwickelt und mit Erstklässler\*innen erprobt. Die Lehrendenperspektive wird einbezogen und Maßnahmen, um einen Einsatz der App im regulären Mathematikunterricht zu ermöglichen, werden abgeleitet. Anknüpfend daran wird ein Lehrerhandbuch erarbeitet und veröffentlicht.

### **Danksagung**

Das Projekt ARithmetik wird mit Mitteln des Ministeriums der Finanzen und für Wissenschaft Saarland gefördert.

## Literatur

- Drechsler, A., & Hevner, A. (2016). *A four-cycle model of IS design science research: capturing the dynamic nature of IS artifact design*. DESRIST 2016.
- Hütthaler, M. (2020). *Zur Relevanz von Augmented Reality in der Primarstufe: Chancen und Herausforderungen aus der Sicht angehender Lehrkräfte beim Einsatz von Augmented Reality*. R&E- SOURCE.
- Käpnick, F. (2014). *Mathematiklernen in der Grundschule*. Springer.
- KMK (2021). *Lehren und Lernen in der digitalen Welt* (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 09.12.2021).
- Ladel, S. (2020). Bildungstechnologie im Mathematikunterricht (Klassen 1–6). In H. Niegemann & A. Weinberger (Hrsg.), *Handbuch Bildungstechnologie* (S. 645–666). Springer.
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken*. Beltz.
- Peppers, K., Tuunanen, T., Gengler, C. E., Rossi, M., Hui, W., Virtanen, V., and Bragge, J. (2006). The design science research process: a model for producing and presenting information systems research. In *Proceedings of DESRIST 2006*, S. 83–106.
- Platz, M., Bierbrauer, C., Monz, L. & Alinaghian, M. (im Review). Die AR-App „Rechen-StAR“ zum Lernen arithmetischer Inhalte in der Primarstufe. *Tagungsband Vernetzungstagung Siegen 2023*.
- Platz, M. & Bierbrauer, C. (im Review). ARithmetik – Augmented Reality zum Lehren und Lernen arithmetischer Inhalte in der Primarstufe. *Sammelband zum Symposium Lernen Digital Chemnitz 2023*.
- Rink, R. & Walter, D. (2020). *Digitale Medien im Mathematikunterricht. Ideen für die Grundschule*. Cornelsen.
- Sweller, J. (2005). Implications of cognitive load theory for multimedia learning. In R. Mayer (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (S. 135–146). Cambridge University Press.
- Wartha, S. & Schulz, A. (2019). *Rechenproblemen vorbeugen*. Cornelsen.
- Wittmann, C. E. (1998). Design und Erforschung von Lernumgebungen als Kern der Mathematikdidaktik. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 16(3), S. 329–342. <https://doi.org/10.25656/01:13385>
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and Applications: Design and methods*. Sage.