

MÜLLER, Lea Marie; BOUDIER, Julia; ALTMeyer, Kristin; MALONE, Sarah; JAVAHERI, Hamraz & PLATZ, Melanie
Saarbrücken, Kaiserslautern

“Noch ein bunter Würfel dazu, weil ich eine Eins dazu geschrieben habe!” - Zahlen schreiben mit einer Augmented Reality App

Zahlen können auf unterschiedliche Weise dargestellt sowie von Lernenden verarbeitet werden. Das Triple-Code-Modell (Dehaene & Cohen, 1995) beschreibt drei grundlegende Repräsentationsformen, die bei der Verarbeitung von Zahlen aktiviert werden. Die *visuell-arabische Zahlenform* beinhaltet das Lesen und Schreiben von Zahlzeichen, womit auch die Darstellung einer Zahl bestehend aus Ziffern und deren Eigenschaften einhergeht. Die verbale Aussprache und das Hören des Zahlenwortes werden über die *verbal(-phonologisch)e Zahlenform* verarbeitet. Die dritte Komponente der *analogen Größenrepräsentation* umfasst "das Wissen um die numerische Größe bzw. Mächtigkeit einer Menge oder Zahl" (Landerl et al., 2022, S. 21). Ein Zusammenspiel der drei Repräsentationsformen ist für eine funktionsfähige Zahlenverarbeitung unumgänglich (Dehaene & Cohen, 1995). Technologien, wie Augmented Reality (AR) ermöglichen die Kombination von realer und virtueller Welt (Azuma, 1997) und können Darstellungsformen von Zahlen für Lernende unmittelbar verbinden. Dazu wurde eine AR-App entwickelt, die es Lernenden erlaubt mit Hilfe eines Tabletstiftes Zahlen als Zahlzeichen in einen Bauplan auf einem Tablet einzutragen. Anschließend kann ein generierter QR-Code mit einer AR-Brille gescannt werden und das Würfelgebäude wird mit der entsprechenden Anzahl an virtuellen Würfeln sichtbar. Durch die Funktion der automatischen Darstellung kann untersucht werden, inwiefern Lernende zuvor verbalisierte Zahlwörter mit einem Zahlzeichen sowie der erschienenen kardinalen Anzahl an Würfeln in Zusammenhang bringen. Die Ergebnisse einer Pilotierung von vier Lernenden einer ersten Klasse zeigen, dass drei Kindern eine Verknüpfung der visuell-arabischen Zahlenform und der analogen Größenrepräsentation bei Verwendung der AR-App gelingt. Zukünftig soll untersucht werden, inwiefern die AR-App Lernende beim Schreiben von Zahlzeichen unterstützen kann.

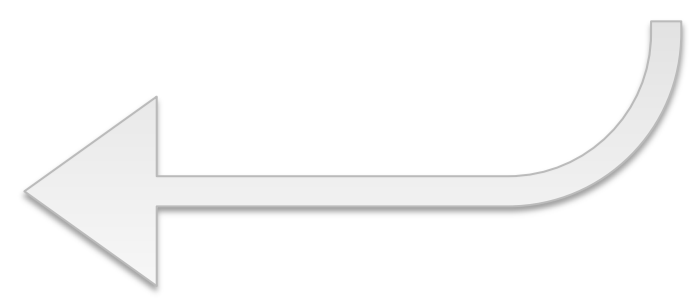
Literatur

- Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Teleoperators and Virtual Environments* 6(4), 355-385.
- Dehaene, S. & Cohen, L. (1995). Toward an Anatomical and Functional Model of Number Processing. *Mathematical Cognition*, 1, 83-120.
- Landerl, K., Vogel, S. & Kaufmann, L. (2022). *Dyskalkulie* (4. Aufl.). Ernst Reinhardt Verlag.

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



Video mit den Funktionen der App AR-Cubes



“Noch ein bunter Würfel dazu, weil ich eine Eins dazu geschrieben habe!” - Zahlen schreiben mit einer Augmented Reality App

Lea Marie Müller¹, Julia Boudier¹, Kristin Altmeyer², Sarah Malone², Hamraz Javaheri³, Melanie Platz¹

¹ Didaktik der Primarstufe – Schwerpunkt Mathematik, Universität des Saarlandes – leamarie.mueller@uni-saarland.de

² Bildungswissenschaften, Universität des Saarlandes

³ Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz, Universität Kaiserslautern

Theoretischer Hintergrund

Eine zentrale Aufgabe des mathematischen Anfangsunterrichts ist der Aufbau tragfähiger Zahlvorstellungen [1]. Hierbei kommt den verschiedenen Darstellungsformen der Zahlen eine wichtige Rolle zu [2]. Augmented Reality (AR) ermöglicht die Kombination von Realität und Virtualität [3] und kann die Darstellung einer geschriebenen Zahl mit dessen kardinaler Anzahl simultan verknüpfen. Mit einem Stift oder der Tastatur können Zahlen in einen Bauplan (s. Abb. 1) eingetragen werden. Anschließend wird das Würfelgebäude aus virtuellen Würfeln über dem realen Bauplan mit einer AR-Smartglasses (Holo Lens 2) sichtbar (s. Abb. 3). Im Gegensatz zu analogen (Holz-)Würfeln erlauben transparente virtuelle Würfel die gleichzeitige Darstellung und Verarbeitung von räumlich-integrierten Repräsentationen des Würfelbaus und des zugehörigen Bauplans.



Abb. 1: Benutzeroberfläche der Tablet-App

Methodisches Vorgehen

Die Anwendung wurde mit vier ErstklässlerInnen im Oktober 2023 an der Universität des Saarlandes getestet, um herauszufinden, inwiefern die AR-App den Aufbau von Zahlvorstellungen unterstützen kann. Die teilnehmenden Lernenden besuchten zu dem Zeitpunkt erst wenige Wochen die Schule. Zur Datenerhebung wurde ein halbstrukturiertes Interview im Sinne der klinischen Methode [4] durchgeführt und videographiert. Die gesammelten Daten wurden anschließend transkribiert und mit der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring [5] ausgewertet. Beispielweise stellt eine Kategorie die Darstellungsverknüpfung zwischen Menge und Ziffernschreibweise dar, die aus weiteren Unterkategorien wie z. B. der inversen Zuordnung eines Zahlzeichens zu einer Menge gebildet wird (s. Abb. 2).

Ergebnisse

Die Pilotstudie zeigt, dass alle Lernenden nach kurzer Zeit den Umgang mit dem Tablet und dem Scannen des QR-Codes der AR-App eigenständig bewältigten. Dadurch, dass es bereits allen Lernenden vor dem Einsatz der App möglich war die kardinale Anzahl von Holzwürfeln zu bestimmen, konnten sie ihr Wissen auf die Nutzung der AR-App übertragen. Einem Schüler gelang es zuerst nicht die geschriebene Zahl mit dem Erscheinen der Würfel in der entsprechenden Anzahl trotz mehrmaligem Testen der App zu verknüpfen. Nachdem er die App eigenständig nutzen wollte, malte er zuerst Würfel (in Form von Quadraten) in das Schreibfeld (Tab. 1, Z. 9-12). Erst nachdem er erneut darauf hingewiesen wurde eine Zahl in das Feld zu schreiben, wird ihm die Funktionsweise und die Verknüpfung von der geschriebenen Zahl in Ziffernschreibweise und der sichtbaren virtuellen Würfelanzahl bewusst (Tab. 1, Z. 29).

Schlussfolgerung

Das System zum Erfassen der geschriebenen Zahlen soll zukünftig verbessert werden, da es derzeit noch alle Zeichen (z. B. auch Buchstaben) erfasst, wodurch Verwechslungen bei der Zahlerkennung auftreten. Eine zusätzliche Weiterentwicklung besteht darin analoges Material (Holz-)Würfeln in Kombination mit dem virtuellen Würfelgebäude auf dem Tablet zu verwenden, wodurch Lernende u. a. ihre Bauwerke überprüfen können [vgl. 6].

Darstellungsverknüpfung zwischen Menge und Ziffernschreibweise:

Zuordnung eines Zahlzeichens zu einer Menge

Ankerbeispiel

S2: noch ein bunter Würfel dazu ja na klar weil ich eine Eins dazu geschrieben habe

Zuordnung einer Menge zu einem Zahlzeichen

Ankerbeispiel

I: sollen wir mal überlegen was würde denn passieren wenn wir hier [zeigt auf ein leeres Feld auf dem Tablet] eine drei reinschreiben?
S1: da kommen drei Würfel

Abb. 2: Ausgewählte Kategorien mit Ankerbeispielen

Z	Person	Transkriptionsausschnitt
1	I	so jetzt habe ich mal noch eine Frage an dich (.) jetzt siehst du da ja zwei große Türme. Wie machen wir denn einen kleinen Turm?
5	S3	wenn wir den einen [zeigt auf die AR-Objekte] runter wenn wir die vier runter machen
8	I	willst du es mal ausprobieren?
9	(...)	
10	S3	[zeichnet einen kleinen Turm bestehend aus drei aneinandergereihten Quadraten in das Schreibfeld]
13	I	hm das funktioniert gerade leider nicht (.) dann müssen wir was anderes ausprobieren (.) und zwar wollen wir mal ausprobieren was passiert denn wenn wir da eine Eins hinschreiben?
18	S3	[will anfangen zu schreiben]
19	I	aber bevor du es hinschreibst was würde denn passieren? Was denkst du?
21	S3	(.) da wird irgendwo (.) da wird ein Würfel erscheinen [zeigt in das Feld auf dem Tablet]
24	I	wie viele?
25	S3	eins [zeigt eine eins mit dem Finger] ein Würfel
27	I	und was passiert wenn ich da eine vier hinschreibe?
29	S3	dann sind vier Würfel (.) [skizziert mit seiner Hand einen Turm in einer Auf- und Abbewegung]

Tab. 1: Transkriptionsausschnitt zur Bedienung der App

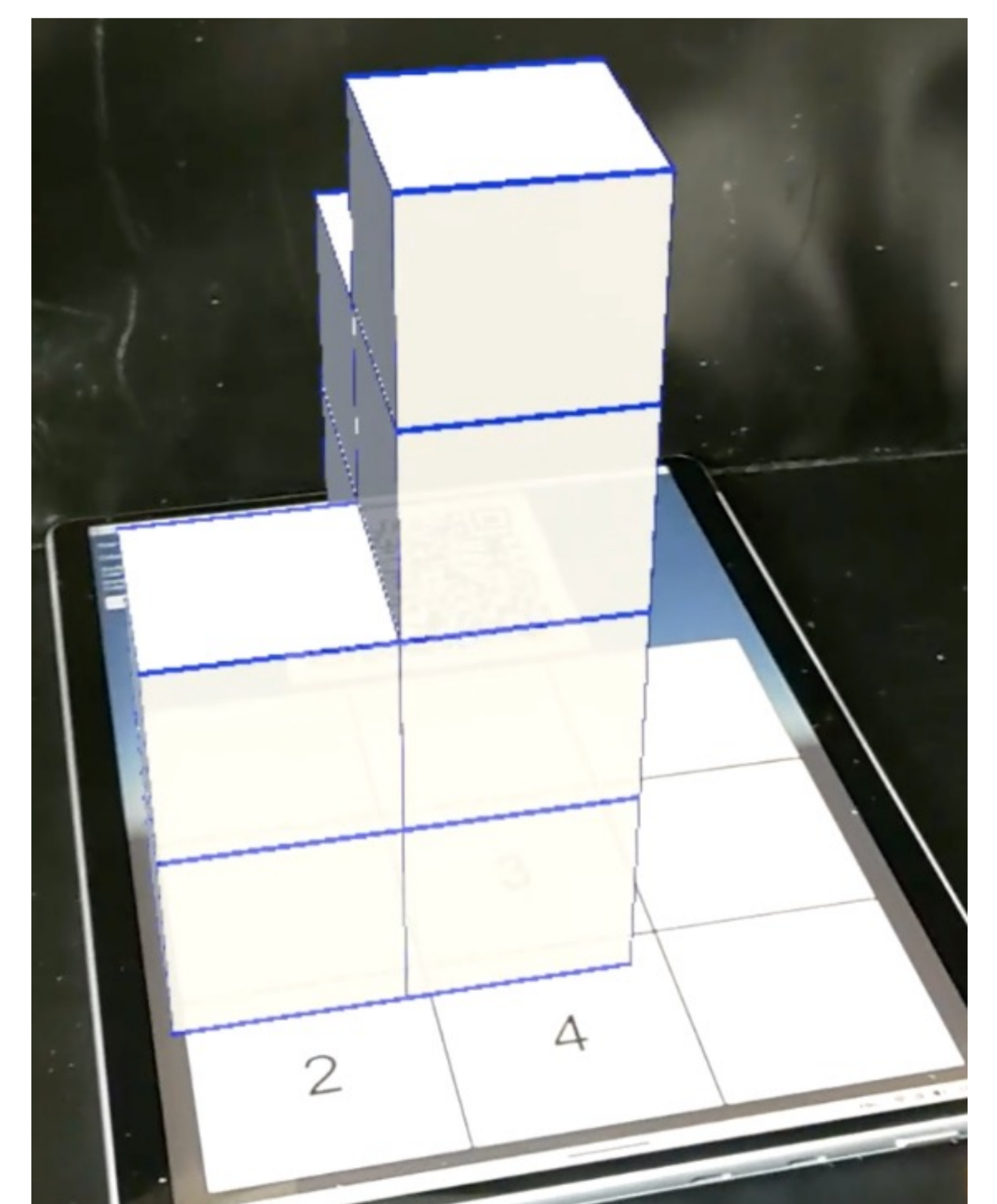


Abb. 3: Ansicht der virtuellen Würfel durch die AR-Smartglasses

Verweise

- [1] Krauthausen, G. (2018). Einführung in die Mathematikdidaktik – Grundschule. (4. Aufl.). Berlin: Springer Verlag.
[2] Hasemann, K. & Gasteiger, H. (2020). Anfangsunterricht Mathematik. (4. Aufl.). Berlin: Springer Verlag.
[3] Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355–385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>

- [4] Wittmann, E. Ch. (1982). *Mathematisches Denken bei Vor- und Grundschulkindern eine Einführung in psychologisch-didaktische Experimente*. Vieweg.
[5] Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. (12. Aufl.). Beltz.
[6] Javaheri, H.; Lehmann, J.; Altmeyer, K.; Müller, L. M.; Brünken, R. & Lukowicz, P. (2023). Design of Augmented Reality based Environment to Promote Spatial Imagination for Mathematics Education in Elementary School, *UbiComp/ISWC '22: The 2022 ACM*. 10.1145/3544793.3560380