REIT, Xenia-Rosemarie; WACHTER, Valerie & GÜVERCIN, Kübra
PH Karlsruhe

Augmented Reality-unterstütztes Lernen: Initiierte Bewegungsmuster von Lernenden im Mathematikunterricht

Die Möglichkeiten von Augmented Reality (AR) scheinen enormes Potenzial für das Lehren und Lernen von Mathematik zu haben (Hütthaler, 2020). Gleichzeitig fehlen empirische Studien, die den differenzierten didaktischen Mehrwert von AR im Mathematikunterricht analysieren (Radianti et al., 2019). Eine einzigartige Möglichkeit, die AR für den Mathematikunterricht bietet, ist die Einbettung dreidimensionaler Objekte in die eigene reale Umgebung. Im Rahmen des Projekts MalAR (Mathematiklernen mit Augmented Reality) wurde eine iOS-App entwickelt, die es ermöglicht, mathematische Objekte der analytischen Geometrie (Geraden, Ebenen und Punkte) über die Smartphone-Kamera in die reale Umgebung der Lernenden einzubetten. Der Beitrag konzentriert sich auf eine Studie, bei der die MalAR-App in einer Lernumgebung für Lernende der gymnasialen Oberstufe eingesetzt wurde. Die Ergebnisse zeigen, dass die Möglichkeit, eine mathematische Situation mit Hilfe von AR zu erkunden, Körperbewegungen initiiert. Anhand der Aussagen der Lernenden konnten verschiedene Bewegungskategorien identifiziert werden. Die Ergebnisse deuten auf einen Einfluss von AR-Anwendung auf Körperbewegung hin und unterstützen damit weitere Forschung im Bereich von AR und Embodied Cognition.

Das Projekt MalAR und die Rolle von Embodied Cognition

AR kombiniert Realität mit computergenerierten Darstellungen in Echtzeit (Milgram & Kishino, 1994). Beides scheint gleichzeitig präsent bzw. miteinander verschmolzen (Azuma, et al., 2001). Mit der Smartphone-App MalAR können Lernende Objekte der analytischen Geometrie in die sie umgebende Realität platzieren. Ebenen, Geraden oder Punkte werden in das Live-Videobild ergänzt, das von der Smartphone-Kamera aufgenommen wird (Abb. 1). Durch die Bewegung mit dem Smartphone entsteht die Illusion eines dreidimensionalen Objekts in der realen Umgebung. Damit ist es möglich, die symbolisch dargestellte Schulbuchaufgabe aktiv-visuell zu erkunden und eigene Ergebnisse visuell zu überprüfen (Reit, 2022). Ziel des Projekts MalAR ist es, das Potenzial von AR-unterstütztem Lehren und Lernen im Kontext der analytischen Geometrie zu untersuchen.

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

Kognitive Prozesse finden, gemäß der Theorie der Embodied Cognition sowohl intern (im Kopf) als auch extern (in der Welt eines externen Mediums) statt. Externe Repräsentationen beeinflussen die Herangehensweise an und die Lösung der Aufgabe auf individueller Ebene, da Modelle der Embodied Cognition davon ausgehen, dass Lernende versuchen, die Abhängigkeit von internen kognitiven Prozessen zu minimieren, indem sie kognitive Prozesse auf perzeptiv-motorische Prozesse auslagern (z.B. Ballard et al.; 1997; Wilson; 2002). Dementsprechend können externe Repräsentationen das kognitive Verhalten strukturieren und die Art der Aufgabe selbst verändern, da interne kognitive Prozesse auf perzeptiv-motorische Prozesse verlagert werden können (Zhang & Norman, 1994).

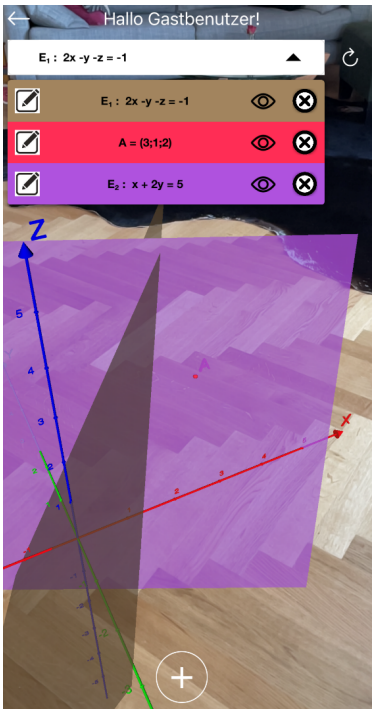

Abb. 1: Ansicht der AR-Situation (Koordinatensystems mit zwei Ebenen und einem Punkt) durch die Live-Kamera des Smartphones

Bislang fehlt es an Forschung über AR-initiierte Bewegungen von Lernenden, und insbesondere über den Zusammenhang zwischen Bewegung und Mathematikleistung bei AR-unterstütztem Lernen.

Methode

Die Studie konzentrierte sich auf die Frage, ob und welche Bewegungsmuster bei den Lernenden bei Bearbeitung von typischen Schulbuchaufgaben im Bereich der analytischen Geometrie mit Unterstützung der AR App MalAR initiiert werden. Zu diesem Zweck wurde eine 90-minütige Lernumgebung erstellt. Die Lernenden (Sekundarstufe II) wurden angeleitet, mit der App Ebenen, Punkte und Geraden zu erstellen, um deren gegenseitige Position zu

analysieren (Abb. 1). Durch einen Fragebogen sollten sie beschreiben, welche Körperbewegung sie zur Analyse der Position der Objekte ausgeführt haben. Um einen möglichen Einfluss auf die Mathematikleistung zu ermitteln, wurde schließlich eine typische Schulbuchaufgabe zum Thema mit Stift und Papier gelöst.

Ergebnisse

Insgesamt nahmen 50 Lernende an der Studie teil. 16 Lernende besuchten einen Leistungskurs in Mathematik, 34 einen Grundkurs. Mit Hilfe qualitativer Inhaltsanalyse konnten in den Antworten der Lernenden 3 Hauptkategorien und 12 Unterkategorien identifiziert werden, die unterschiedliche Bewegungsmuster beschreiben. Es kann unterschieden werden zwischen eigener Körperbewegung (B), Bewegung des Device (D) und objektbezogener Interaktion (I). (B) wurden in allen Antworten, (I) in 40% aller Antworten identifiziert. Die häufigste Unterkategorie in den Antworten der Lernenden war B3 (umherlaufen), gefolgt von I2 (Objekt von mehreren Seiten betrachten) und B1 (aufstehen). 11% der Aussagen konnten nicht eindeutig einer Unterkategorie zugeordnet werden und wurden als N1 (unklar) kodiert.

Betrachtet man die mit Stift und Papier gelösten Mathematikaufgaben zum Thema Lagebeziehungen von Geraden und Ebenen, so wurden 69% der Aufgaben (fast) korrekt gelöst. Einen großen Unterschied gibt es zwischen den Lernenden des Leistungskurses und der Grundkurse. 90% der Lernenden im Leistungskurs lösten die Mathematikaufgaben (fast) korrekt, in den Grundkursen lag der Anteil bei jeweils nur 60%.

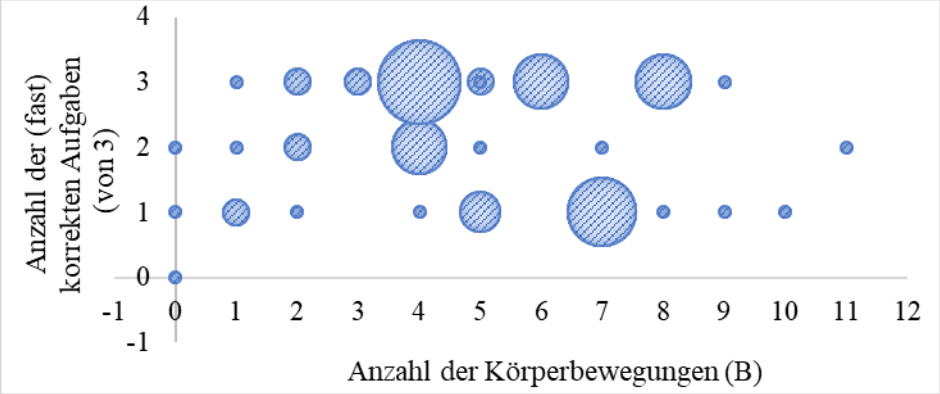

Abb. 2: Zusammenhang zwischen Körperbewegungen (B) und Mathematikleistung

Was die Frage nach dem Zusammenhang zwischen Körperbewegung und Mathematikleistung betrifft, so zeigen die Daten kein eindeutiges Muster (Abb. 2). Sowohl Lernende mit vollständig korrekten Lösungen als auch solche mit nur einer (von drei) korrekt gelösten Aufgaben zeigen Formen von Körperbewegungen in ihren Antworten in der Lernumgebung. Die durchschnittliche Anzahl der Körperbewegungen für alle Leistungsniveaus liegt

bei 4-5 Bewegungen, obwohl es eine Häufung von 4 Körperbewegungen bei den leistungsstarken und 7 Körperbewegungen bei den leistungsschwachen Lernenden zu geben scheint (Abb. 2).

Diskussion und Ausblick

Alle Lernenden berichten von Körperbewegungen während der Arbeit mit der AR-Lernumgebung. Folglich wurden durch die Möglichkeiten, die AR bietet, Körperbewegungen initiiert. Die Analyse (Abb. 2) legt nahe, dass eine Folgestudie, die sich auf den Unterschied zwischen leistungsschwachen und leistungsstarken Lernenden konzentriert, interessante Erkenntnisse liefern könnte. Die Tatsache, dass die Lernenden aufgefordert wurden, ihre Bewegungen selbst zu beschreiben, mag dazu beigetragen haben, dass einige (unbewusste) Bewegungen nicht erfasst wurden. Den Lernenden fiel es ebenso schwer, die Frage nach ihrer eigenen Bewegung im Sinne der Studie zu verstehen. In jedem Fall zeigen die Ergebnisse dieser ersten Studie zu AR-initiierten Körperbewegungen, dass der Einsatz von AR die Art und Weise, wie Lernende Aufgaben bearbeiten, beeinflusst. Es wäre zu klären, welchen Einfluss dies auf die Mathematikleistung oder auf andere die analytische Geometrie prägende Bereiche, wie z. B. Raumvorstellungen, hat.

Literatur

Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S. & MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications, 21*(6), 34–47. https://doi.org/10.1109/38.963459.

Ballard, D. H., Hayhoe, M., Pook, P. K. & Rao. (1997). Deictic codes for the Embodiment of cognition. *Behavioral and Brain Sciences, 20*(4), 723–742. https://doi.org/10.1017/s0140525x97001611

Hütthaler, M. (2020). *Zur Relevanz von Augmented Reality in der Primarstufe aus Sicht angehender Lehrkräfte – Chancen und Herausforderungen beim Einsatz von Augmented Reality*. PH Niederösterreich. Open Online Journ. F. Res. And Education.

Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information Systems, E77-D*(12), 1321–1329.

Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J. & Wohlgenannt, I. (2020). A Systematic Review of Immersive Virtual Reality Applications for Higher Education: design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education, 147*, 103778. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778

Reit, X.-R. (2022). Enriching learning of analytic geometry by augmented reality - development of an AR smartphone app. In J. Hodgen, E. Geraniou, G. Bolondi, & F. Ferretti (Hrsg.), *Proceedings of the Twelfth Congress of European Research in Mathematics Education (CERME12)*. (S. 2835-2836). ERME / Free University of Bozen-Bolzano

Wilson, M. (2002). Six views of embodied cognition. *Psychonomic Bulletin & Review, 9*(4), 625–636. https://doi.org/10.3758/bf03196322