

HASELMANN, Sina & SCHMIDT-THIEME, Barbara

Flächenland und Raumland: Die Entwicklung eines IVR-Lernspiels zur Vermittlung des Dimensionsbegriffs

Motivation und Forschungsfragen

In den KMK-Bildungsstandards für das Fach Mathematik der Primarstufe wird im Rahmen der Leitidee „Raum und Form“ unter anderem vorgegeben, dass Schüler*innen „Körper und ebene Figuren nach Eigenschaften klassifizieren“ können sollen (KMK, 2022). Der Dimensionsbegriff, anhand dessen sinnvolle Klassifizierungen für Objekte und Räume vorgenommen und kartesische Koordinatensysteme propädeutisch eingeführt werden könnten, findet jedoch keine Erwähnung und wird auch in Schulbüchern entsprechend vielfach übergangen (Haselmann & Schmidt-Thieme, 2023). Um dem zu begegnen wurde mit der Entwicklung des Lernspiels „Flächenland und Raumland“ das Ziel gesetzt, basierend auf den Ideen von Edwin A. Abbots Roman „Flächenland“ Schüler*innen am Übergang zur Sekundarstufe I den Dimensionsbegriff auf intuitive und anschauliche Art zu vermitteln. Dafür soll *immersive virtuelle Realität (IVR)* als neue Lerntechnologie zum Einsatz kommen, um auch physisch unmögliche Welten wie zweidimensionale Räume oder vierdimensionale Objekte erlebbar zu machen (Jensen & Konradsen, 2018). Insbesondere soll mit dem *Design-Based-Research Projekt* exploriert werden, welche Lernszenarien sich für IVR eignen, welche Designprinzipien bei der Umsetzung gelten und welche Lernende – insbesondere in Interaktion mit deren räumlichem Vorstellungsvermögen als wichtiges Forschungsfeld der Mathematikdidaktik (Heil, 2020) – besonders davon profitieren würden. Aufgrund der fehlenden curricularen Verankerung des Dimensionsbegriffs wurde das Spiel zur Einbindung in Workshops an außerschulischen Lernorten konzipiert, was grundsätzlich den Einsatz an Schulen nicht ausschließt. Eine Analyse, Konzeptentwicklung und erste Design-Iteration ist bereits erfolgt (Haselmann & Schmidt-Thieme, 2023), nun soll in der hier vorgestellten zweiten Iteration weiter exploriert werden, inwieweit IVR sich generell zur Umsetzung des Lernspiels für die Zielgruppe eignet und welche der Spielefeatures sich als intuitiv und aktivierend erweisen oder weiterentwickelt werden müssen.

Methode

Der getestete Spieleprototyp startet mit einer kurzen Trainingsszene, in der zunächst das Greifen und Ablegen geübt wird. Anschließend werden in einem virtuellen Zimmer Lernaktivitäten durchgeführt, bei denen zum Erleben der drei Raumdimensionen Pflanzen an verschiedenen Orten gegossen werden sowie eine Glühbirne aufgehoben und in eine Deckenlampe eingesetzt

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>

wird. Anschließend sollen zwei- und dreidimensionale Objekte nach ihren Eigenschaften in verschiedene Behälter sortiert werden. Die Fortbewegung im virtuellen Raum erfolgte nach dem *Roomscale*-Prinzip durch Laufen und die Objektmanipulation über Drücken und Gedrückthalten der Greifen-Tasten.

Die Erhebung wurde am 01.10.23 im phaeno Science Center Wolfsburg durchgeführt. Im Rahmen der regulären Ausstellung wurden Schüler*innen der 4. bis 6. Klasse mithilfe eines Aushangs in ein VR-Spieletestlabor eingeladen. Die Testpersonen wurden von einer Versuchsleiterin individuell durch den Ablauf geführt:

- Begrüßung und Einführung
- Strukturiertes Interview: demographische Daten, Technologienutzung, Vorerfahrung mit IVR, Vorwissen zu Dimensionsbegriff, stereoskopisches Sehen
- Einführung in VR-System, Spieltest
- Strukturiertes Interview: Verfassung der Testperson, Befragung zu positiven und negativen Spielaspekten
- Fragebogen: Spielbewertung, Cybersickness, Präsenz

Das bestehende Verständnis zum Dimensionsbegriff wurde über Papiermodelle eines Fünfecks und eines Dodekaeders abgefragt („Worin unterscheiden sich die beiden Objekte?“) und zur Überprüfung des stereoskopischen Sehens ein standardisierter Stereotest genutzt. Als IVR-System wurde das kommerziell erhältliche Headset Meta Quest 2 mit dazugehörigen Controllern verwendet. Es wurde eine virtuelle Begrenzung von 3 x 3 m erstellt, in der die Testpersonen sich während des Spielens frei bewegen konnten. Die Versuchsleiterin griff nur bei Bedarf ein, ansonsten spielten die Testpersonen die Anwendung eigenständig durch. Es wurden Videodaten des Spieltests sowie Audiodaten beider Interviewteile aufgezeichnet. Abschließend beantworteten die Testpersonen mit Unterstützung ihrer Erziehungsberechtigten auf dem Tablet einen Fragebogen mit einer Frage zur Spielbewertung sowie zwei an die Zielgruppe adaptierte Fragen zu Cybersickness (Buchner, 2023) und vier zu Präsenzzempfinden (Buchner, 2023). Für alle Fragebogentems wurden Likert-Skalen von 1 bis 5 verwendet. Die Auswertung der Videos und Audios erfolgte mittels qualitativer Inhaltsanalyse nach Kuckartz mithilfe der Software MAXQDA Analytics Pro 2022. Für die ergänzende deskriptive Auswertung der Fragebögen wurde die Statistik-Software SPSS verwendet.

Ergebnisse

An der Erhebung nahmen 12 Testpersonen (6 weiblich, 6 männlich) teil.

Aufgrund von Netzwerkproblemen gingen leider einzelne Video- und Audioaufnahmen verloren, was die im folgenden abweichenden Zahlen erklärt. Die Testpersonen waren 9 bis 11 Jahre alt ($M = 10.09$; $SD = .701$), 3 gingen in die 4. Klasse, 5 in die 5. Klasse und 3 in die 6. Klasse. Fast alle Testpersonen verwenden täglich digitale Medien, wobei hauptsächlich Tablet ($n = 9$), Handy ($n = 4$) und Spielekonsolen ($n = 2$) genannt wurden. Drei hatten IVR bereits ausprobiert, nutzen es aber nicht regelmäßig.

Es wurden insgesamt 18 Schwierigkeiten im Umgang mit dem VR-System selbst beobachtet. Bei einer Testerin gab es aufgrund ihres geringen Kopfumfanges Probleme beim Anpassen der VR-Brille und beim Erreichen hoch hängender virtueller Objekte. Ansonsten auffällig war das versehentliche Fallenlassen virtueller Objekte in 6 Fällen (bei 4 Testpersonen) durch Loslassen der Greifen-Taste. Darüber hinaus wurden insgesamt 45 Schwierigkeiten im Umgang mit dem Lernspiel selbst (welche durch ein angepasstes Spieldesign behoben werden können) beobachtet. Insbesondere versuchten 6 Testpersonen in insgesamt 10 Fällen Objekte zu greifen, bei denen dies prinzipiell oder aktuell im Spielgeschehen nicht möglich war. Bezüglich des Dimensionsbegriffs wurde in 6 Fällen und bei nur 2 von 8 Testpersonen zunächst eine falsche Kategorienzuordnung von dreidimensionalen Objekten vorgenommen; diese konnte jedoch aufgrund des ausbleibenden positiven Feedbacks im Spiel von den beiden Testpersonen unmittelbar korrigiert werden. Übereinstimmend zeigten beide in den Interviews vorab kein Verständnis zum Dimensionsbegriff; dagegen gab es 3 Personen ohne nachweisbares Verständnis zum Dimensionsbegriff, die im Spiel keine Probleme mit der Sortieraufgabe hatten. Im Anschluss an das Spielgeschehen wurden von den Testpersonen insgesamt 7 Beispiele für verbesserungswürdige Features und 20 Beispiele für gelungene Features genannt. Im Fragebogen wurde das Spiel im Mittel sehr gut bewertet ($M = 4.5$; $SD = .674$). Genannte gelungene Features umfassten etwa das Gießen mit der Gießkanne ($n = 6$), das Greifen und Ablegen von Objekten ($n = 4$), das Erledigen von Aufträgen ($n = 2$), das Sortieren der Objekte ($n = 2$) und das Feedback bei richtiger Zuordnung ($n = 2$). Negativ fiel etwa auf, dass die virtuellen Hände beim Greifen in die Objekte eintauchten.

Die Testpersonen zeigten oder nannten keine Symptome von Cybersickness und bewerteten diese im Fragebogen im Mittel als sehr gering ($M = 1.125$; $SD = .310$) sowie das Präsenzepfinden als hoch ($M = 4.0$; $SD = .51124$).

Diskussion und Ausblick

Trotz der geringen Vorerfahrung der Testpersonen mit der Technologie traten während des Spieltests keine Probleme auf, die der Verwendung von IVR als Lerntechnologie widersprechen würden. Das Lernspiel scheint in seiner

Konzeption insgesamt nutzerfreundlich und aktivierend zu sein, auch die Lernaktivitäten zum Erleben des Raumes und Sortieren von Objekten nach ihren dimensional Eigenschaften konnten erfolgreich gelöst werden. Damit deckt sich das weitgehend positive Feedback der Testpersonen zum Spiel, das selbst dann gut ausfiel, wenn anfängliche begriffliche Fehlkonzep-tionen zunächst in der Sortieraufgabe korrigiert werden mussten. Die vorge-fundenen beobachteten und genannten Schwierigkeiten mit dem Lernspiel sind voraussichtlich durch ein Re-Design im nächsten Entwicklungszyklus behebbar und die Probleme im Umgang mit den VR-Controllern durch aus-führlichere Trainingsszenarien weiter reduzierbar. Allerdings hat sich auch in dieser Erhebung bestätigt, dass der Umgang mit aktuell gängigen VR-Systemen durch den körperlichen Entwicklungsstand junger Nutzer*innen limitiert sein kann, was sich mit gängigen Empfehlungen zum Einsatz von VR deckt (Zender et al., 2022). Bei der nächsten Iteration des Lernspiels wird der Fokus auf dem Wissen zum Dimensionsbegriff vor und im An-schluss an die Nutzung des Lernspiels liegen, wobei die ersten nun gewon-nenen Daten genutzt werden können, um weitere Lernaktivitäten und pas-sende Erhebungsinstrumente zu entwickeln.

Literatur

- Buchner, J. (2023). *A three-phase immersive virtual reality teaching model promotes real classroom learning*. Angenommen zum Workshop VR/AR-Learning im Rahmen der 21. DELFI Fachtagung Bildungstechnologien.
- Haselmann, S., & Schmidt-Thieme, B. (2023). *Flächenland und Raumland: Den Dimen-sionsbegriff mit Virtual Reality erfahrbar machen*. Angenommen zum Workshop VR/AR-Learning im Rahmen der 21. DELFI Fachtagung Bildungstechnologien.
- Heil, C. (2020). *The Impact of Scale on Children's Spatial Thought: A Quantitative Study for Two Settings in Geometry Education*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-32648-7>
- Jensen, L., & Konradsen, F. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, 23(4), 1515–1529. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9676-0>
- KMK. (2022). *Bildungsstandards für das Fach Mathematik Primarbereich. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 15.10.2004 i.d.F. vom 23.06.2022*.
- Zender, R., Buchner, J., Schäfer, C., Wiesche, D., Kelly, K., & Tüshaus, L. (2022). Virtual Reality für Schüler:innen: Ein «Beipackzettel» für die Durchführung immersiver Lernszenarien im schulischen Kontext. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 47, 26–52. <https://doi.org/10.21240/mpaed/47/2022.04.02.X>