FLORIAN, Lena
Potsdam

Virtuelle Welten in der Hochschullehre – Evaluation eines projektorientierten Seminars im Fach Mathematik

Die Integration von Virtual Reality (VR) in der schulischen Bildung, insbesondere im Mathematikunterricht, eröffnet neue Möglichkeiten, Lernprozesse zu gestalten. Durch den Einsatz von VR-Technologien können beispielsweise abstrakte mathematische Konzepte visualisiert und greifbar gemacht werden (Bock & Dimmel, 2020). Das erkannten bereits Kaufmann et al. (2000) in den 1990er Jahren – doch trotz der Potentiale gibt es auch nach über 20 Jahren derzeit nur wenige Anwendungen für den Mathematikunterricht (Florian & Kortenkamp, 2022). Das birgt die Gefahr, dass VR-Technologien ohne mathematikdidaktische Fundierung im Unterricht genutzt werden und so beispielsweise Lernmodelle etabliert werden, die nicht auf Handlungen im Realraum übertragbar sind.

Um dieser Problematik zu begegnen, wurden in verschiedenen Iterationen im Zeitraum von 2020 bis 2023 in einem projektorientierten Seminar mit Lehramtsstudierenden im Masterstudium an der Universität Potsdam Möglichkeiten erarbeitet, Raumvorstellung und andere Kompetenzen mithilfe von VR-Anwendungen im Mathematikunterricht der Primar- und Sekundarstufe zu fördern. Dabei kooperierten die Lehramtsstudierenden mit Studierenden und Dozierenden der Informatik sowie Lehrkräften aus der Schulpraxis, um Gestaltungsprinzipien zu erarbeiten, Lernumgebungen zu entwickeln und diese schließlich in der Praxis zu erproben. Im Beitrag werden die Gestaltung des Seminars, Gestaltungsprinzipien für eine immersive Lernumgebung im Mathematikunterricht sowie drei verschiedene Lernumgebungen, die von den Studierenden im Sommersemester 2023 entwickelt wurden, vorgestellt. Teile der Ergebnisse wurden bereits im Rahmen der DELFI veröffentlicht (Florian, 2021).

Planung und Durchführung des Seminars

Insgesamt bestand das Seminar aus vier Phasen: Einer Aneignungsphase, Projektphase, Erprobung und Evaluation. Diese beinhalteten zum einen stoff- und fachdidaktische sowie psychologische und ethische Grundlagen zum anderen eine selbstgesteuerte Projektarbeit zur Entwicklung eigener Lernumgebungen durch die Studierenden. Insbesondere in der zweiten Phase war das Seminar projektorientiert organisiert. Lehramtsstudierende empfinden oft, dass ihre praktische Ausbildung im Studium zu wenig präsent ist. Zudem erhalten nach Vogelsang et al. (2019) insbesondere Lehramtsstudierende der naturwissenschaftlichen Fächer selten Gelegenheit, digitale

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

Medien konstruierend zu nutzen und eigene Lernprodukte zu gestalten. Aus diesem Grund zielte das Seminar darauf ab, fachdidaktische Grundlagen mit der schulischen Praxis direkt zu verknüpfen. Durch den Austausch mit Dozierenden der Informatik sollten die Studierenden nicht nur befähigt werden, VR-Technologien zu nutzen, sondern auch ihre Funktionsweise zu verstehen. Als hochschuldidaktische Grundlagen dienten für diese Art der Konzeption unter anderem Studien zur Bedeutung von konstruktiven Gestaltungsprozessen (Tulodziecki et al., 2018).

Ziel der Beforschung der Lehrveranstaltung ist es herauszufinden, wie sich die Einstellung der Studierenden gegenüber VR im Verlauf des Seminars entwickelt, inwiefern sie den Einsatz im Mathematikunterricht reflektieren können und inwiefern sie aufgrund ihrer intensiven Beschäftigung Kriterien für Lernumgebungen generieren, die ggf. für Lehrkräftehandreichungen genutzt werden können. Diese Fragestellungen wurden auf der Grundlage der ersten Iteration im Sommersemester 2020 untersucht.

Methodik

Die Studierenden führten parallel zum Seminar eine tabellarische Selbsteinschätzung, die zu drei verschiedenen Zeitpunkten im Verlauf des Semesters als Momentaufnahmen festgehalten wurden. Darüber hinaus gaben die Studierenden an zwei Zeitpunkten Rückmeldungen zum Seminar in Form eines Fragebogens mit offener Antwortmöglichkeit. Nach Abschluss des Seminars wurden mit sechs Studierenden leitfadengestützte Interviews geführt. Der Leitfaden gliederte sich unter anderem in Fragen zu "VR" und "Gestaltungsprinzipien für eine Lernumgebung". Zusätzlich wurden Fragen zur Kompetenzentwicklung und zum Bezug zwischen Theorie und Praxis gestellt. Diese sind jedoch nicht Gegenstand der folgenden Auswertung. Die Auswertungsmethodik orientierte sich an der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2015). Aufgrund der Forschungsfragen wurden die Kategorien "Einstellung zu VR" und "Gestaltungsprinzipien" deduktiv entwickelt und induktiv verfeinert.

Ergebnisse und Ausblick

Sowohl in den Rückmeldungen während des Seminars als auch in den Abschlussinterviews brachten die Studierenden eine anfängliche Skepsis gegenüber der für sie neuen Technologie zum Ausdruck. Sie nutzten beispielsweise Adjektive wie "nicht technik-affin", um sich in den Interviews zu beschreiben. Ihre ersten Erfahrungen mit der VR-Brille nahmen sie wiederum sehr positiv wahr. Eine Studentin beschreibt beispielsweise:

und das erste was ich gemacht habe, war wirklich wow, cool. ja, ich war wirklich dann verschwunden aus meinem schlafzimmer und bin in dieser neuen welt, kann man ja sagen, aufgewacht. es war ein total cooles erlebnis

Sie bringt wie viele andere Studierende Faszination und Begeisterung für die neue Technik zum Ausdruck. Es ist nicht verwunderlich, dass sich die Studierenden zum Abschluss des Seminars offen zeigten, VR-Technologien auch in der Schule einzusetzen. Diese Einstellung resultierte unter anderem aus den durchweg positiven Rückmeldungen der Schüler:innen. Diese Rückmeldungen förderten die Selbstwirksamkeitserfahrung der Studierenden, die ihnen nach Vogelsang et al. (2019) oft fehlt. Die Studierenden nannten jedoch auch Einschränkungen für die Nutzung von VR, z. B. die Tragedauer, gesundheitliche Auswirkungen sowie fehlende VR-Anwendungen für den Mathematikunterricht.

Bei den Gestaltungsprinzipien orientierten sie sich an der Definition für Lernumgebungen von Roth (2019). Die gefundenen Prinzipien lassen sich in die folgenden Kategorien zusammenfassen. Die Tabelle stellt einen Auszug dar.

Kategorie	**Gestaltungsprinzipien**
Mathematik	Zielgerichtete Nutzung von VR als Werkzeug, mathematische Sinnhaftigkeit (insbesondere hinsichtlich der Strukturierung: Anknüpfen an Bekanntes, transparente Ziele der Lernumgebung), Auswertung, Reflexion und Evaluation der Lernumgebung
Klassenraumkontext	Binnendifferenzierung, Planung von Kommunikation und Kooperation unter den Schüler:innen, Lernzielen entsprechende Arbeitsform, Träger:in der Brille wird nicht angefasst, Einweisung in digitale/virtuelle Medien und jede:r kann in seinem Tempo und mit bevorzugten Mitteln lernen
VR-Anwendung	Nicht zu viele Funktionen in einer Anwendung, einfache Steuerung, Nutzung von VR als Motivator
Organisation	Möglichkeiten zum Streamen, ausreichend Platz für VR

Tabelle: Gestaltungsprinzipien für immersive Lernumgebungen

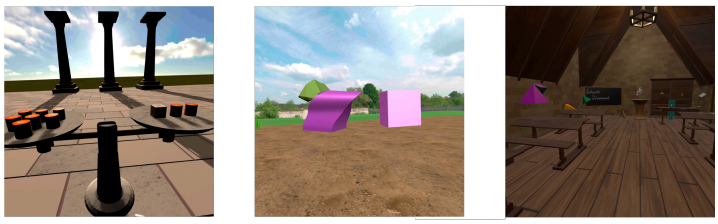

Abbildung: Balkenwaage, Prinzip von Cavalieri, Körper

Im ersten Durchgang des Seminars wurde ein Großteil der Lernumgebungen

in Kooperation mit einem Informatikstudenten gestaltet. In den folgenden Durchgängen wurden verstärkt die Mathematiklehramtsstudierenden selbst durch enge Kooperationen mit einem VR/AR-Makerspace befähigt, eigene Anwendungen mit mehr oder weniger großer Unterstützung eines Mitarbeiters aus der Informatik zu entwickeln. Dabei entstanden im letzten Durchgang unter anderem Lernumgebungen zu linearen Gleichungen, dem Prinzip von Cavalieri und Körpern, die in den kommenden Monaten als OER veröffentlicht werden.

Literatur

Bock, C. G., & Dimmel, J. K. (2020). Digital Representations without Physical Analogues: A Study of Body-Based Interactions with an Apparently Unbounded Spatial Diagram. *Digital Experiences in Mathematics Education, 7*, 193-221. https://doi.org/10.1007/s40751-020-00082-4

Florian, L. (2021). Virtuelle Welten der Geometrie – Planung, Durchführung und Auswertung einer praxisorientierten Lehrveranstaltung für angehende Mathematiklehrkräfte. In A. Lingnau (Hrsg.), *Proceedings of DELFI Workshops 2021* (S. 23–34). https://doi.org/urn:nbn:de:hbz:1393-opus4-7338

Florian, L., & Kortenkamp, U. (2022). Virtuelle Welten im Mathematikunterricht – Lernumgebungen in erweiterter Realität. In G. Pinkernell, F. Reinhold, F. Schacht, & D. Walter (Hrsg.), *Digitales Lehren und Lernen von Mathematik in der Schule* (S. 137–162). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-65281-7_7

Kaufmann, H., Schmalstieg, D., & Wagner, M. (2000). Construct3D: A Virtual Reality Application for Mathematics and Geometry Education. *Education and Information Technologies, 5*(4), 263–276. https://doi.org/10.1023/A:1012049406877

Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken*. Beltz.

Roth, J. (2019). Digitale Werkzeuge im Mathematikunterricht – Konzepte, empirische Ergebnisse und Desiderate. In A. Büchter, M. Glade, R. Herold-Blasius, M. Klinger, F. Schacht, & P. Scherer (Hrsg.), *Vielfältige Zugänge zum Mathematikunterricht: Konzepte und Beispiele aus Forschung und Praxis* (S. 233–248). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-24292-3_17

Tulodziecki, G., Grafe, S., & Herzig, B. (2018). *Medienbildung in Schule und Unterricht: Grundlagen und Beispiele* (1. Aufl.). UTB.

Vogelsang, C., Finger, A., Laumann, D., & Thyssen, C. (2019). Vorerfahrungen, Einstellungen und motivationale Orientierungen als mögliche Einflussfaktoren auf den Ein satz digitaler Werkzeuge im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 25*(1), 115–129. https://doi.org/10.1007/s40573-019-00095-6