

Timo Fleischer¹
Markus Tatzgern²
Ines Deibl¹
Jörg Zumbach¹

¹Universität Salzburg
²FH Salzburg

Virtual Reality Chemielabor für Labor- und Gerätekunde

Einleitung

Im Bereich der Naturwissenschaften halten digitale Medien vielfältige Einsatzbereiche bereit, wie z.B. für computergestützte Messwerterfassung oder Modellierungsvorgänge (von Kotzebue & Fleischer, 2020). Dabei bieten digitale Medien insbesondere in der Chemiedidaktik und dem Chemieunterricht ein großes Zukunftspotential. Vor allem interaktive virtuelle 3D-Lernumgebungen bieten hier viele Chancen, da die Lernenden in diesen Lernumgebungen mit virtuellen, realitätsgetreuen Objekten arbeiten und diese erkunden können (Dalgarno, Bishop, Adlong & Bedgood, 2009; Georgiou, Dimitropoulos & Manitsaris, 2007). Die Umsetzung solcher Lernumgebungen auf dem aktuellsten Stand der Technik wird insbesondere durch *Virtual Reality (VR)* ermöglicht (Hamilton, McKechnie, Edgerton & Wilson, 2020; Merchant et al., 2012). Allerdings wird das große Potential digitaler Medien, insbesondere im naturwissenschaftlichen Unterricht und bei dessen fachdidaktischen Konzepten, noch nicht hinreichend ausgeschöpft. Gerade das aktive Arbeiten mit den digitalen Medien im Rahmen einer konstruktivistisch orientierten Unterrichtsgestaltung nimmt bislang einen zu geringen Stellenwert an. Deshalb besteht durchaus noch Optimierungspotenzial hinsichtlich der Mediennutzung im naturwissenschaftlichen Studium und Unterricht (Becker & Nerdel, 2017; Hanekamp, 2014).

Design und Usability des Virtual Reality Chemielabors

Derzeit finden sich keine Veröffentlichungen zu deutschsprachigen VR Lernumgebungen, welche sich mit der Thematik Labor- und Gerätekunde befassen, dabei sicherheitsrelevante Aspekte für das Arbeiten mit Chemikalien und Labormaterialien beinhalten und mit VR-Brille und Controllern interaktiv zu steuern sind. Um dieses zu ermöglichen, wird hier das „Oculus Quest“ All-in-One-VR Headset eingesetzt (siehe Abb. 1). In dem hier skizzierten Ansatz wird ein VR Chemielabor aus fachdidaktischer Perspektive konzipiert und evaluiert, welches genau die zuvor beschriebenen Aspekte beinhaltet. Die Zielgruppe sind Lernende (SchülerInnen/ Studierende) die bisher keine oder nur wenig Erfahrung mit der Laborarbeit gemacht haben. Daher beschränken sich die interaktiven Inhalte der Lernumgebung zunächst auf das Basiswissen, wie z.B. Geräte und deren Funktionen kennenlernen und benennen; Funktionsweise des Bunsenbrenners; Einfüllen, Umfüllen und Abwiegen von Feststoffen und Flüssigkeiten; Erhitzen von Flüssigkeiten oder Durchführen eines einfachen Trennungsgangs sowie sicherheitsrelevante Aspekte.

Im Vordergrund der Konzeption des VR Chemielabors steht das möglichst realitätsgetreue Arbeiten in einem Chemieraum bzw. Labor. Daher wird die Lernumgebung auch interaktiv konzipiert, sodass die Lernenden mit den Laborgeräten in der virtuellen Realität arbeiten können (z.B. kann man Flüssigkeiten in ein Reagenzglas einfüllen und diese erhitzen; siehe Abb. 1 und Abb. 2).



Abb.1 Einfüllen von destilliertem Wasser in ein Reagenzglas



Abb. 2 Erhitzen des destillierten Wassers über der Brennerflamme

Das Arbeiten in der virtuellen Lernumgebung hat gegenüber der realen Situation mehrere Vorteile. Einer dieser Vorteile liegt im Training der psychomotorischen Fähigkeiten bezüglich des Umgangs mit den Laborgeräten beim Experimentieren. Wie angehende PilotInnenen in einem Flugsimulator das Fliegen eines Flugzeugs üben können, können SchülerInnen oder Studierenden die grundlegenden Handgriffe im Umgang mit den Chemikalien und Geräten realitätsgetreu trainieren, bevor sie in der Realsituation experimentieren. So sollen die Lernenden bestmöglich auf das reale Experimentieren vorbereitet werden. Im VR Labor ist dies auch dann möglich, wenn die Schule mangelhafte Raum- und Laborausstattung besitzt oder, wie während der aktuellen COVID-19-Pandemie, kein Präsenzunterricht möglich ist (also Distance Learning betrieben wird). Ohne eine angemessene Ausstattung wird der Chemieunterricht oft zum reinen Theorieunterricht.

Ein weiterer Vorteil ist, dass die Lernenden an die Thematik Laborarbeit herangeführt werden können, ohne realen Gefahren ausgesetzt zu sein. Somit wird ein sicheres Arbeiten ermöglicht, wobei die Lernenden für real existente Gefahren sensibilisiert werden können (z.B. Glasbruch, Siedeverzug, Brände & Brandlöschung, usw.). Aus diesem Grund werden auch Gefahrensituationen in das Labor eingebaut, damit die Lernenden lernen, auch diese Situationen angemessen zu meistern. Auf diese Weise besteht die Gelegenheit, etwaige Bedenken seitens der Lernenden, dass Laborarbeit gefährlich, unsicher und kompliziert ist, abzubauen. Somit können die Lernenden in einer sicheren Lernumgebung an das chemische Experimentieren bzw. die Handhabung verschiedener Geräte herangeführt werden, ohne dabei Gefahren ausgesetzt zu sein und überfordert zu werden. Damit kann auch die Selbstwirksamkeit der Lernenden im Umgang mit Laborgeräten gefördert werden.

Das VR Chemielabor soll schließlich dazu dienen, die Lernenden auf die reale Laborarbeit vorzubereiten und sich diesbezüglich Wissen anzueignen, sodass die Lernenden gut auf das reale Experimentieren vorbereitet sind. *Dabei soll die reale Laborarbeit keineswegs durch das virtuelle Arbeiten ersetzt werden, sondern die Realsituation hilfreich und lernwirksam ergänzt bzw. vorbereitet werden.* Daher wird die Lernumgebung interaktiv konzipiert, sodass die Lernenden mit den Laborgeräten in der VR arbeiten und interagieren können.

Ausblick

Da das VR Chemielabor eine neue Lernumgebung darstellt, muss diese empirisch evaluiert und geprüft werden. Anhand empirischer Studien soll daher der Umgang mit der VR Lernumgebung, der Lernerfolg (Wissenstest) sowie u.a. das Interesse, die Motivation, die Selbstwirksamkeit, das Immersionserleben und Cognitive Load der SchülerInnen/ Studierenden überprüft werden.

In einer ersten Studie sollen Lautes Denken und LehrerInneninterviews zur Usability der Gerätekunde und zum möglichen Einsatz (Potential der Lernumgebung) im Unterricht durchgeführt werden. Eine weitere Studie soll als Interventionsstudie im Prä-Post-Design durchgeführt werden, um die VR-Gerätekunde im virtuellen Chemielabor als Lernumgebung gegenüber klassischen Lernarrangements zu testen.

Danksagung

Das Projekt „ChemGerLab-VR“ wurde von der Joachim Herz Stiftung gefördert. Ein Dank gilt auch allen beteiligten Projektpartnern: Universität Salzburg & FH Salzburg.

Literatur

- Becker, S. & Nerdel, C. (2017). Gelingensbedingungen für die Implementation digitaler Werkzeuge im Unterricht. In J. Meßinger-Koppelt, S. Schanze & J. Groß (Hrsg.), *Lernprozesse mit digitalen Werkzeugen unterstützen - Perspektiven aus der Didaktik naturwissenschaftlicher Fächer* (S. 36-55). Hamburg: Joachim Herz Stiftung Verlag.
- Dalgarno, B., Bishop, A. G., Adlong, W., & Bedgood Jr., D.R. (2009). Effectiveness of a Virtual Laboratory as a preparatory resource for Distance Education chemistry students, *Computer & Education* 53, 853-865.
- Georgiou, J., Dimitropoulos, K., & Manitsaris, A. (2007). A Virtual Reality Laboratory for Distance Education in Chemistry. *International Journal of Educational and Pedagogical Sciences*, 1(11), 617-624.
- Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C. (2020). Immersive virtual reality as a pedagogical tool in Education: a systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design. *Journal of Computers in Education* (2020). <https://doi.org/10.1007/s40692-020-00169-2>

- Hanekamp, G. (2014). Zahlen und Fakten: Allensbach-Studie 2013 der Deutsche Telekom Stiftung. In J. Maxton-Küchenmeister & J. Meßinger-Koppelt (Hrsg.), *Digitale Medien im Naturwissenschaftlichen Unterricht* (S. 21-28). Hamburg: Joachim Herz Stiftung
- Merchant, Z., Goetz, E. T., Keeney-Kennicutt, W., Kwok, O., Cifuentes, L., & Davis, T. J. (2012). The learner characteristics, features of desktop 3D virtual reality environments, and college chemistry instruction: A structural equation modeling analysis. *Computers & Education* 59, 551-568.
- von Kotzebue, L., & Fleischer, T. (2020). Experimentieren mit digitalen Sensoren - Unsichtbares sichtbar machen. In S. Becker, J. Meßinger-Koppelt, & C. Thyssen (Hrsg.), *Digitale Basiskompetenzen - Orientierungshilfe und Praxisbeispiele für die universitäre Lehramtsausbildung in den Naturwissenschaften* (S. 58-61). Hamburg: Joachim Herz Stiftung Verlag.