



Das VR-Labor-Klassenzimmer zur Professionalisierung von Lehramtsstudierenden der Chemie

Axel Wiepke ¹, Christina Hildebrandt², Noemi Hagen², Anita Susann Krüger¹, Ulrike Lucke ¹ und Amitabh Banerji²

Abstract: Im Chemieunterricht können Situationen mit erhöhtem Gefahrenpotential entstehen. Daher ist es wichtig, Lehramtsstudierenden Gelegenheiten zu bieten, um sich auf solche Situationen vorzubereiten, ohne sich selbst oder die Lernenden in gefährliche Situationen zu bringen. Die Trainingsumgebung *VR-Labor-Klassenzimmer* bietet hierfür eine sichere Möglichkeit, um mit virtuellen Schülerinnen und Schülern ein Experiment mit dem Gasbrenner durchzuführen. Dieser Kurzbeitrag leitet relevante fach- und mediendidaktische Konzepte ab und beschreibt die entworfene Umsetzung in der Virtual Reality (VR). Dies umfasst einen teilautomatisierten Unterrichtsablauf auf Grundlage einer Baumstruktur, haptische Elemente der VR-Umgebung in Form der Möblierung sowie aus der Unterrichtspraxis abgeleitete, typische Verhaltensweisen der virtuellen Schülerinnen und Schüler. Der Beitrag stellt die Ergebnisse einer Pilotstudie vor und gibt einen Ausblick auf noch ausstehende Arbeiten.

Keywords: Virtual Reality, Chemiedidaktik, Simulation, Klassenzimmer

1 Training im Umgang mit fachspezifischen Störungen

Ein Teil der Lehramtsausbildung ist die Vermittlung von Strategien zum Umgang mit Störungen im Unterricht. Im Chemieunterricht können neben allgemeinen Störungen des Unterrichtsablaufs auch fachspezifische Störungen wie Verstöße gegen die Sicherheitsregeln, unsachgemäße Nutzung von Unterrichtsmaterialien sowie Notsituationen auftreten [Ru17]. Um deklaratives und prozedurales Wissen aus Studium und Anwendung zu verknüpfen, kann die reale Unterrichtssituation nicht genutzt werden, d. h. es müssen andere Lerngelegenheiten angeboten werden. Die Nachstellung von Chemie-spezifischen Unterrichtsstörungen mit Schülerinnen und Schülern (SuS) für Übungszwecke ist aus mehreren Gründen sehr problematisch.

Die Möglichkeit einer realistischen Trainingssituation in Virtual Reality (VR) wurde u. a. bereits in Medizin [KH21], Psychotherapie [ED22] und Berufsausbildung [MS21] genutzt. Auch der Lehrberuf wurde bereits durch virtuelle Elemente erweitert, z. B. in Form einer virtuellen Klassenraum-Simulationen [KA21], mit Rhetoriktrainings [KGE21]

¹ Universität Potsdam, Institut für Informatik & Computational Science, An der Bahn 2, 14476 Potsdam, vorname.nachname@uni-potsdam.de, <https://orcid.org/0000-0002-0555-4040> | 0000-0003-4049-8088

² Universität Potsdam, Institut für Chemie, Karl-Liebknecht-Str. 24-25, 14476 Potsdam, vorname.nachname@uni-potsdam.de

oder 360° Videos [KFZ21]. VR-Technologie mit allen 6 Freiheitsgraden wurde bisher selten für das Lehramt genutzt [LL16] und bietet nun erstmalig fachspezifischen Kontext für den Chemieunterricht. Die Mehrheit der chemiedidaktischen Arbeiten mit VR-Bezug untersucht deklaratives Wissen im Kontext von (3D-)Repräsentation der Teilchenebene (Atome, Moleküle) oder prozedurales Wissen im Kontext von interaktiven, virtuellen Chemielaboren [FFV22]. Letztere fokussieren dabei nicht nur die Vermittlung laborpraktischer Fähigkeiten [Wi22], sondern auch die Sicherheit im Chemielabor für Trainingszwecke [Po21]. Diese Angebote richten sich allerdings an Lernende im Rahmen der fachlichen Ausbildung. Für die chemiedidaktische Ausbildung von Lehrenden fehlen bisweilen VR-Szenarien, in welchen der Nutzer mit virtuellen Schülerinnen und Schülern (vSuS) im Kontext von Chemieunterricht interagieren kann.

In diesem Beitrag wird eine Erweiterung des *VR-Klassenzimmers* [WR19] um eine Chemie-Labor-Komponente beschrieben, die es angehenden Lehrenden ermöglicht, herausfordernde Situationen im Experimentalunterricht mit vSuS zu erproben. Dafür wird der grundsätzliche Aufbau der Anwendung beschrieben, die technischen Neuerungen beleuchtet und anschließend erste Ergebnisse einer Pilotstudie diskutiert. Zuerst wird das Anwendungsfeld in der Chemie beschrieben.

2 Das VR-Labor-Klassenzimmer

Es wurde eine Erweiterung des VR-Klassenzimmers um fachspezifische Störungen im Chemieunterricht erstellt. Exemplarisch wurde das Szenario des Gasbrenner-Führerscheins umgesetzt, in dem Verstöße gegen Sicherheitsregeln, nicht sachgemäßer Umgang mit Materialien und psychische Barrieren erfahrbar gemacht wurden. Die Handhabung des Gasbrenners ist grundlegender Inhalt von Rahmenlehrplänen der Chemie und für die Erkenntnisgewinnung (Kompetenzerweiterung) in naturwissenschaftlichen Untersuchungen zentral (in Sekundarstufe I und II). Durch die Zusammenarbeit mit erfahrenen Lehrkräften der Chemie wurden für dieses Szenario real auftretende Störungen gesammelt, kategorisiert und priorisiert. Ausgewählte Verhaltensweisen wurden dann virtualisiert und in einem Baum strukturiert. Das VR-Szenario ermöglicht es den Lehramts-Studierenden, die Störungen wahrzunehmen und zu erfahren und dies zu wiederholen. So können Handlungsstrategien entwickelt werden. Dabei wird das moralisch-rechtliche Dilemma, mit SuS Störungen zu simulieren, erstmals weitgehend aufgelöst.

Neben den Verhaltensweisen wurden Verläufe der Experimentierphasen modelliert, um teilautomatisierte Abläufe zu ermöglichen. Dies macht die Anwendung zum einen bedienfreundlicher und zum anderen bietet es eine Plattform für die Professionsforschung, da Unterrichtsverläufe in der VR hoch standardisierbar sind.

Verhaltensweisen, Stimmen und Charaktermodelle der vSuS wurden möglichst realitätsnah modelliert. Dadurch ist eine Übertragbarkeit der trainierten Kompetenzen in die Praxis erwartbar. Für fachspezifische Störungen (Gefährdung durch Verbrennungen, Siedeverzüge, Stichflammen, etc.), die eine zeitkritische Komponente enthalten, sind die

Laufwege durch das Klassenzimmer von zentraler Relevanz. Um diese Komponente realistisch abzubilden, wurde der VR-Raum an physische Gegebenheiten angepasst. Es wurde eine Tischordnung in einem physischen Raum gewählt, die in die VR übertragen werden konnte (Abb. 1). Daher musste die VR-Umgebung auch einem 1:1-Maßstab des physischen Raums gerecht werden, um reale Bewegungen maßstabsgetreu zu virtualisieren. Das Ergebnis ist eine neuartige VR mit haptischen Elementen, da Tische und Wände berührt werden können. Dadurch wird der komplette, virtuelle Raum auch ohne Teleportation begehbar.



Abb. 1: Die Tischanordnung im physischen Raum (links) wurde auf die VR-Umgebung (rechts) übertragen.

Um den Umgang mit fachspezifischen Störungen zu trainieren, wurde im Projekt basierend auf einem Arbeitsauftrag ein Szenario entworfen, bei dem die Nutzung des Gasbrenners zentral ist. Dabei lautet der Arbeitsauftrag: „Erhitze die Salzlösung im Reagenzglas bis zur vollständigen Verdampfung des Wassers, führe das Experiment unter Beachtung der notwendigen Sicherheitsregeln und Bedienung des Gasbrenners durch.“ Nachdem die Lehrkraft den Auftrag gibt, werden Verhaltensweisen der vSuS auf Grundlage des Strukturbaums ausgelöst. Im Verlauf ohne Störungen setzen sich dabei die vSuS Schutzbrillen auf, entzünden den Gasbrenner fachgerecht erst mit leuchtender und dann durch das Öffnen der Luftzufuhr mit rauschender Flamme. Mit dieser erhitzen die vSuS eine Kochsalzlösung in einem Reagenzglas mit Hilfe eines Reagenzglashalters, löschen fachgerecht den Gasbrenner nach vollständiger Verdampfung des Wassers und bringen alle Materialien in deren Ausgangsposition zurück. Mögliche Störungen des Idealverlaufs sind: fehlende Schutzbrillen, falsches Entzünden des Gasbrenners, Angst vor dem Brenner, Erzeugung einer Stichflamme, Erhitzen der Lösung mit leuchtender Flamme und das Orientieren der Reagenzglasöffnung auf andere vSuS.

Die Verhaltensweisen der vSuS und der Verlauf des Strukturbaums wurden basierend auf Praxisbeispielen modelliert. Dabei wurde darauf geachtet, dass zu verschiedenen Störungstypen jeweils wenigstens eine Störung aufgenommen wurde (z. B. Sicherheitsvorkehrungen - fehlende Schutzbrille; unsachgemäße Bedienung - Erzeugung einer Stichflamme; usw.) und die Häufigkeit des Auftretens zu der im realem Unterricht ähnlich ist. Für die Räumlichkeiten des *VR-Labor-Klassenzimmers* wurde ein Aufbau gewählt, der sowohl in einer Schule erwartbar ist als auch in gegebenen Räumlichkeiten umsetzbar war. Aus diesen Anforderungen wurde ein Raum mit drei Tischreihen und

sechs Gasbrennern abgeleitet. Weiterhin wurden Einschränkungen in Kauf genommen, die einen höheren Entwicklungsbedarf als didaktischen Nutzen mit sich gebracht hätten, wie die Nutzung von Laborkitteln oder das Experimentieren im Stehen. Die kleine Lerngruppe mit 12 vSuS begründet sich über die gegebene Räumlichkeit, ließe sich aber mit anderen Räumlichkeiten für zukünftige Versionen aufwandsarm erweitern.

Als eine weitere zentrale Komponente für das Immersionserleben in VR-Umgebungen gilt eine authentische auditive Wahrnehmung [KT18]. Daher wurden für das Projekt sowohl Geräusche des Experiments (u. a. rauschende Brennerflamme, Auskristallisieren des Salzes) aufgenommen als auch SuS-Antworten durch studentische Hilfskräfte eingeschrieben und in das *VR-Labor-Klassenzimmer* eingebettet.

3 Erfahrungen aus der Pilotstudie

Eine belastbare Evaluation zur Kompetenzentwicklung der Nutzenden wurde durch die pandemische Situation erschwert und steht noch aus. An dieser Stelle präsentieren wir die Ergebnisse der Pilotierung mit dem ersten Probanden im Sinne einer Fallstudie.

Der Proband befand sich zum Zeitpunkt der Untersuchung im fünften Semester des Bachelor of Education Chemie und absolvierte eine Lehrveranstaltung, in welcher die Studierenden erste eigene Unterrichtserfahrungen an Schulen sammeln. Der Proband hatte (passend zum VR-Szenario) einen Experimentalunterricht zur Einführung des Gasbrenners in einer 8. Klasse geplant und besuchte eine Woche vor dem realen Unterricht das *VR-Labor-Klassenzimmer*. In einer Vorab-Befragung³ sollte der Proband seinen geplanten Unterricht kurz skizzieren. Folgend gab es eine dreiminütige Einweisung in die VR-Technologie mit einer Oculus Quest, was auch der erste Kontakt des Probanden mit solch einer Technologie war. Dann wurde dem Probanden der Arbeitsauftrag vorgelesen und der implementierte Strukturbaum gestartet. Nach der Durchführung folgte ein zweites Interview zur Reflexion des VR-Erlebnisses.

Die vom Studierenden geplante Unterrichtsstunde zeigte Gemeinsamkeiten und Unterschiede zur Unterrichtsszene im *VR-Labor-Klassenzimmer*. Der Proband gewöhnte sich schnell an die VR-Umgebung und konnte sich darin gut orientieren. Das Vorlesen des Arbeitsauftrages erwies sich als sinnvoll, da somit ein klarer Übergang von der Orientierungs- in die Handlungsphase gegeben war. Der Proband zeigte keine Berührungängste und interagierte sicher und gezielt mit den vSuS. Auf die meisten Unterrichtsstörungen ging der Proband ein. Nach ca. 10 min. wurde die Erfahrung im VR-Raum beendet. In der anschließenden Reflexion beschrieb der Proband die Erlebnisse im *VR-Labor-Klassenzimmer* als “wie in echt” und bewertete “Erfahrbarkeit und Wiederholbarkeit” als sehr positiv. Seine Rückmeldungen beinhalteten: “Ich war in der Unterrichtssituation, sobald ich die Brille aufgesetzt habe” und “Ich konnte nicht mehr trennen, was um mich herum oder in der VR passiert”.

³ Leitfragebogen der Vorab-Befragung: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6624311>

Die Ergebnisse sprechen für den immersiven Charakter des Projekts. Des Weiteren wurden Verhaltensweisen reflektiert, die anders geplant waren (z. B. “Das Überblicken der Klasse von vorn” vs. “Als ich nur noch die Rücken der Schüler sah [...]”). Die kurze Kennenlernphase spricht für eine intuitive Steuerung der Umgebung. Die Fallstudie stützt die Annahme, dass das VR-Labor-Klassenzimmer Studierende auf den Umgang mit fachspezifischen Störungen während der Leitung experimenteller Unterrichtsphasen unterstützen kann. Die gewonnenen Hypothesen sind in einer breiteren Studie quantitativ zu überprüfen.

4 Fazit und Ausblick

In der Lehramtsausbildung Chemie ist ein Training praktischer Unterrichtsphasen u.a. im Umgang mit Gefahrstoffen ein wichtiger Schwerpunkt und auch im Vergleich mit anderen Fächern ein Alleinstellungsmerkmal, das besonderer Beachtung und Schulung bedarf. Der erste “studentische Blick” auf das entwickelte VR-Labor-Klassenzimmer war von Reflexion und Präsenz in der VR geprägt, wodurch die neue Lernumgebung als vielversprechend für die Professionalisierung von (Chemie-)Lehramtsstudierenden erscheint. Einschränkend sei aber erwähnt, dass es sich um einzelne Rückmeldungen aus einer Fallstudie handelt. Eine reliable Untersuchung steht noch aus.

Es ist geplant, das Projekt in der Lehre begleitend zu den schulpraktischen Übungen in der Chemiedidaktik einzusetzen. Die Erprobung bildet eine vielversprechende Basis für weitere Untersuchungen in der Professionsforschung und für eine curriculare Einbindung. Zudem kann das Projekt in weiteren naturwissenschaftlichen Fachdisziplinen weiterentwickelt werden, da die Projektergebnisse einen Modellcharakter haben. Bei der Verstetigung muss zum derzeitigen Stand auf eine didaktische Verortung geachtet werden, da Aufgabenstellungen für die VR und manuelle Steuerung der vSuS einen hohen Mehrwert in Reflexion und Präsenz der Studierenden erwarten lassen. Das Projekt steht quelloffen zur Verfügung und wird beständig weiterentwickelt.

Danksagung

Teile der hier beschriebenen Arbeiten wurden von der Universität Potsdam als “Innovatives Lehrprojekt” in der Kohorte 2021/22 gefördert.

Literaturverzeichnis

- [ED22] Erlenwein, J.; Diers, M.; Ernst, J.; Schulz, F.; Petzke, F.: Clinical updates on phantom limb pain: German version. *Schmerz (Berlin, Germany)*, 2022.
- [FFV22] Fombona-Pascual, A.; Fombona, J.; Vázquez-Cano, E.: VR in chemistry, a review of scientific research on advanced atomic/molecular visualization, *Chem. Educ. Res. Pract.*, 23, 300-312, 2022.
- [KA21] Kelleci, Ö.; Aksoy, N. C.: Using game-based virtual classroom simulation in teacher training: User experience research. *Simulation & Gaming*, 52(2), 204-225, 2021.
- [KT18] Koskela, O.; Tuuri, K.: Investigating metaphors of musical involvement: Immersion, flow, interaction and incorporation. In *Proceedings of the Audio Mostly 2018 on Sound in Immersion and Emotion*, 1-8, 2018.
- [KFZ21] Kosko, K. W.; Ferdig, R. E.; Zolfaghari, M.: Preservice teachers' professional noticing when viewing standard and 360 video. *Journal of Teacher Education*, 72(3), 284-297, 2021.
- [KGE21] Kryston, K.; Goble, H.; Eden, A.: Incorporating Virtual Reality training in an introductory public speaking course. *Journal of Communication Pedagogy*, 4, 133-151, 2021.
- [KH21] Kuhn, S.; Huettl, F.; Deutsch, K.; Kirchgässner, E.; Huber, T.; Kneist, W.: Chirurgische Ausbildung im digitalen Zeitalter–Virtual Reality, Augmented Reality und Robotik im Medizinstudium. *Zentralblatt für Chirurgie-Zeitschrift für Allgemeine, Viszeral-, Thorax-und Gefäßchirurgie*, 146(01), 37-43, 2021.
- [LL16] Latoschik, M. E.; Lugrin, J. L.; Habel, M.; Roth, D.; Seufert, C.; Grafe, S.: Breaking bad behaviour: Immersive training of classroom management. In *Proceedings of the 22nd ACM Conference on Virtual Reality Software and Technology*, 317-318, 2016.
- [MS21] Mulders, M.; Schmitz, A.; Weise, M.; Zender, R.: Evaluierung einer VR-Lackierwerkstatt im agilen Projektvorgehen. In (Kienle, A., Harrer, A., Haake, J. M. & Lingnau, A. Hrsg.): *DELFI 2021*. Bonn: GI, 73-78, 2021.
- [Po21] Poyade, M.; Eaglesham, C.; Trench, J.; Reid, M.: A Transferable Psychological Evaluation of Virtual Reality Applied to Safety Training in Chemical Manufacturing, *ACS Chem. Health & Safety*, 28, 55-65, 2021
- [Ru17] Ruppertsberg, K.: Do's and Dont's des Experimentierens im Klassenverband. Classroom management im Experimentalunterricht, Naturwissenschaften im Unterricht - Chemie, 28 (158), 47-48, 2017.
- [Wi22] Williams, N. D.; Gallardo-Williams, M. T.; Griffith, E. H.; Lowery Bretz, S.: Investigating Meaningful Learning in Virtual Reality Organic Chemistry Laboratories, *J. Chem. Educ.*, 99, 2, 1100-1105, 2022.
- [WR19] Wiepke, A., Richter, E., Zender, R. & Richter, D.: Einsatz von Virtual Reality zum Aufbau von Klassenmanagement-Kompetenzen im Lehramtsstudium. In (Pinkwart, N. & Konert, J. Hrsg.): *DELFI 2019*. Bonn: GI, 133-144, 2019.