

# Immersive VR-Lernräume für den Chemieunterricht selbst gestalten

Ein interdisziplinäres Lehrprojekt für Lehramtsstudierende



Diana Zeller, Nils A. Mack

zeller@uni-wuppertal.de, nmack@uni-wuppertal.de

## VR in der chemiedidaktischen Forschung

Der Einsatz von Virtual Reality (VR) in Schule und Lehre ist in den letzten Jahren zunehmend in den Fokus chemiedidaktischer Forschung gerückt. Dabei liegt der Schwerpunkt auf den Einsatz von VR in der Hochschullehre des Fachs Chemie. So sind VR-Laboreinheiten hinsichtlich der Stärkung experimenteller Kompetenzen untersucht worden [1,2] oder wurden zur Vermittlung chemischer Fachinhalte eingesetzt und evaluiert [3,4]. Allerdings wurde bisher die Kompetenzentwicklung von Studierenden durch das selbstständige Gestalten von VR-Umgebungen nicht betrachtet. Mit diesem Ziel ist ein interdisziplinäres Lehrprojekt zur Förderung fachlicher und fachdidaktischer Kompetenzen bei Lehramtsstudierenden zwischen der **Chemiedidaktik** und dem **Lehrstuhl für Technologie und Management der Digitalen Transformation (TMDT)** der Universität Wuppertal entwickelt worden.

## Kompetenzziele des Lehrprojekts

Mit Blick auf die Kompetenzbereiche des **DigCompEdu** [5] (Abb. 1) wurde für Chemie- und Sachunterrichtsstudierende das Modul **Medialab** gestaltet [6]. Ein Ziel des Moduls ist die Förderung der Medienproduktionskompetenz unter Anknüpfung an fachliche und fachdidaktische Kompetenzen der Studierenden. Das Lehrprojekt wurde in **Medialab** eingebettet und förderte die Kompetenz zur digitalen Transformation im Kontext einer zukunftsorientierten Technologie im Sinne der KMK [7]. Mithilfe ihrer fachlichen Kompetenzen müssen die Studierenden den Lerngegenstand modellieren und passend zur Lerngruppe mithilfe didaktischer Kriterien Entscheidungen für die Darstellung treffen. Daher war ein weiteres wichtiges Ziel die Diskussion über Potentiale und Herausforderungen von VR für die jeweiligen Fächer und Zielgruppen.

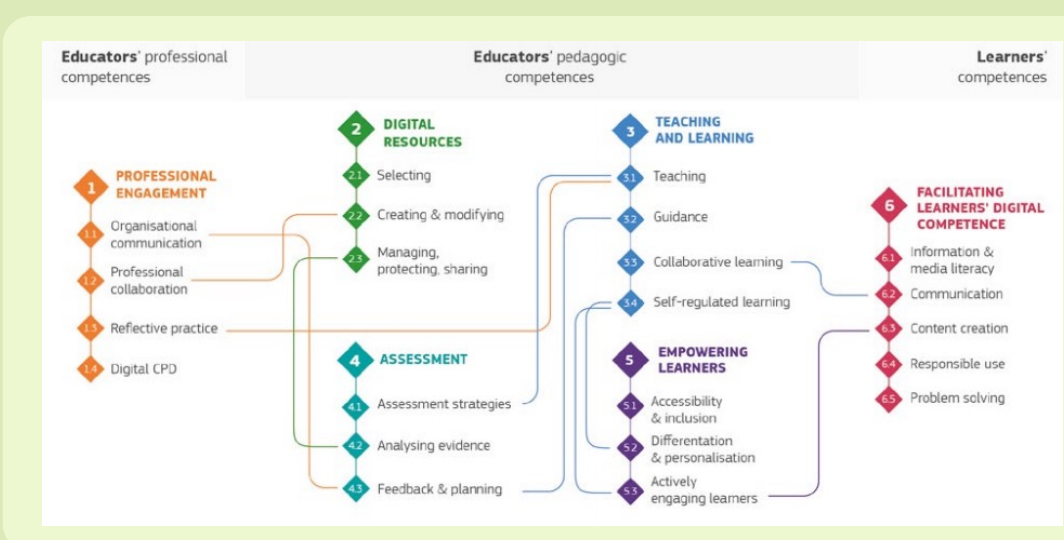


Abb. 1: Kompetenzbereiche des European Framework for the Digital Competence of Educators – DigCompEdu [5]

## Pilotphase des Lehrprojekts

Zur eigenständigen Erstellung von VR-Lernmodulen in Kleingruppen (2-3 Studierende) wurden den Lehramtsstudierenden das VR-Autorenwerkzeug **Social Virtual Learning** (SVL) [8] zur Verfügung gestellt. SVL ermöglicht es, VR-Inhalte und deren logische Zusammenhänge nach dem What-You-See-Is-What-You-Get-Prinzip zu erstellen. Dies hat den Vorteil, dass keine Programmierkenntnisse nötig sind.

An zwei verschiedenen Terminen (vgl. Abb. 2) wurden insgesamt fünf Studiengruppen evaluiert. Zunächst bekamen die Teilnehmenden eine kurze Einführung und Demonstration von SVL. Anschließend wurden die Studierenden in Kleingruppen mit der Aufgabenstellung aufgeteilt, ein VR-Lernszenario für ihre jeweilige Zielgruppe zu den Aggregatzuständen von Wasser zu erstellen. Neben der Aufgabenstellung wurden ein digitales Handbuch für SVL sowie verschiedenen Modelle, wie z.B. ein einzelnes Wassermolekül, Wassermoleküle in den verschiedenen Aggregatzuständen und ein vereinfachtes Dreiecksmodell der Aggregatzustände zur Verfügung gestellt (Abb. 3). Mit diesen konnten die Kleingruppen die Aufgabe eigenständig bearbeiten.

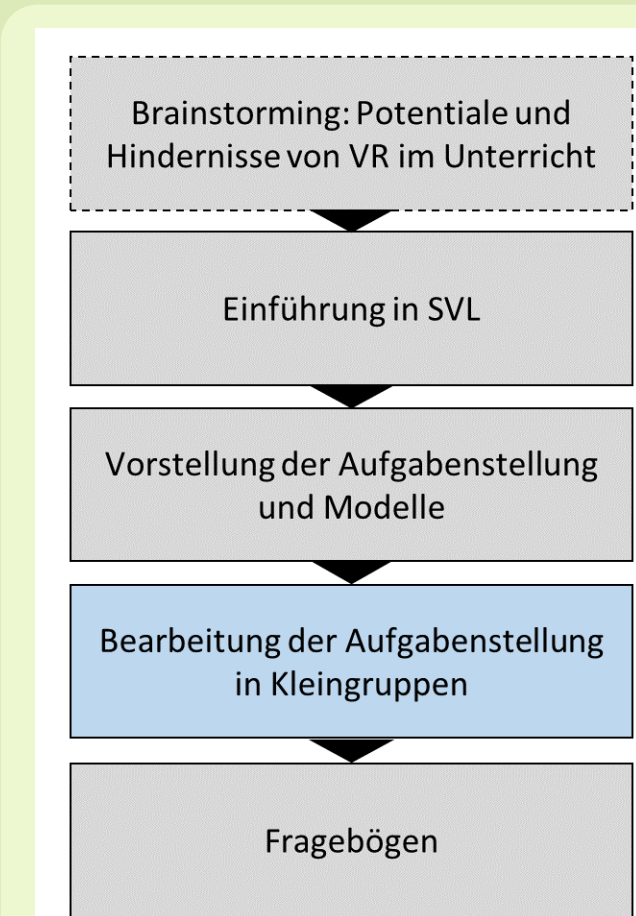


Abb. 2: Ablauf des Seminars mit der Studie

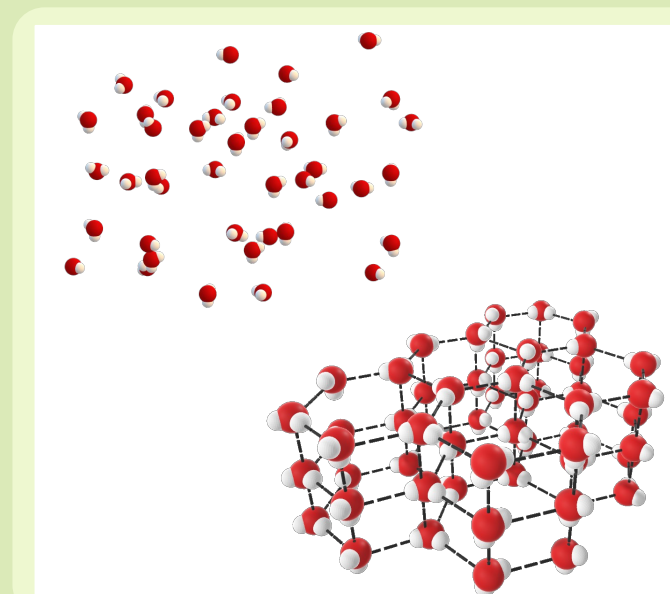


Abb. 3: Eingesetzte 3D-Modelle

Nachdem die Studierenden ca. 1,5 Stunden die Aufgabe bearbeitet hatten, füllten die Studierenden einen Fragebogen aus. Dieser erfasste neben demographischen Daten die Technikaffinität mit dem TA-EG [9], die Gebrauchstauglichkeit und Beanspruchung von SVL entsprechend mit SUS [10] und rTLX [11, 12]. Des Weiteren erhielten die Teilnehmenden noch die Möglichkeit, Feedback in Form von offenen Fragen zu geben.

Eine fachliche Herausforderung bei der Modellierung war vor allem die Animation der Teilchenbewegungen in den verschiedenen Aggregatzuständen. Insbesondere die Kinetik und Zusammenstöße von Gasteilchen sind mit dem verwendeten VR-Autorentool nicht fachlich korrekt darstellbar. Diese Tatsache wurde mit den Studierenden im Anschluss reflektiert. Weitere mediendidaktische Herausforderungen für die Studierenden war die Platzierung von Elementen im VR-Raum: Die Dimensionen der Objekte und deren räumliche Verteilung muss so gestaltet sein, dass die anvisierte Zielgruppe ohne Aufwand mit diesen interagieren kann.

## Evaluation

Insgesamt nahmen 11 Lehramtsstudierende ( $w = 10$ ,  $m = 1$ ,  $d = 0$ ) zwischen 19 und 35 Jahren ( $M = 23,91$ ,  $SD = 4,25$ ) an dem Seminar teil. Diese studieren Gymnasiallehrer Chemie oder Grundschullehrer Sachunterricht mit dem fachlichen Schwerpunkt Naturwissenschaften. Die Technikaffinität ist tendenziell überdurchschnittlich mit  $M = 3,57$  ( $SD = 0,05$ ). Die Studierenden haben keine Vorerfahrung mit VR-Autorenwerkzeugen, jedoch liegt in einem Fall eine Vorerfahrung mit VR ( $n = 1$ ) vor.

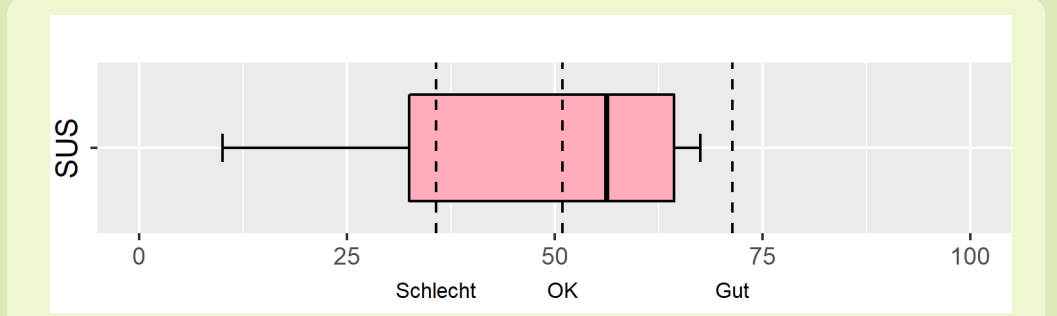


Abb. 4: System Usability Score

SVL wird von den Studierenden, entsprechend Bangor et al. [13] als „ok“ bis „gut“ in seiner Gebrauchstauglichkeit eingestuft ( $M = 48$ ,  $SD = 19,64$ ). Die Ergebnisse sind in Abb. 4 dargestellt. Die Gesamtbeanspruchung durch SVL ist tendenziell durchschnittlich ( $M = 49,77$ ,  $SD = 15,59$ ). Bei den Unterskalen sind folgende Beanspruchungen zu beobachten (vgl. Abb. 5): Die Frustration ist tendenziell leicht überdurchschnittlich mit  $M = 54,32$  ( $SD = 21,6$ ), wie auch die Anstrengung ( $M = 52,50$ ,  $SD = 20,86$ ), die geistige Anforderung ( $M = 57,50$ ,  $SD = 22,69$ ). Als tendenziell überbeanspruchend wird die zeitliche Anforderung eingeschätzt ( $M = 74,77$ ,  $SD = 16,33$ ).

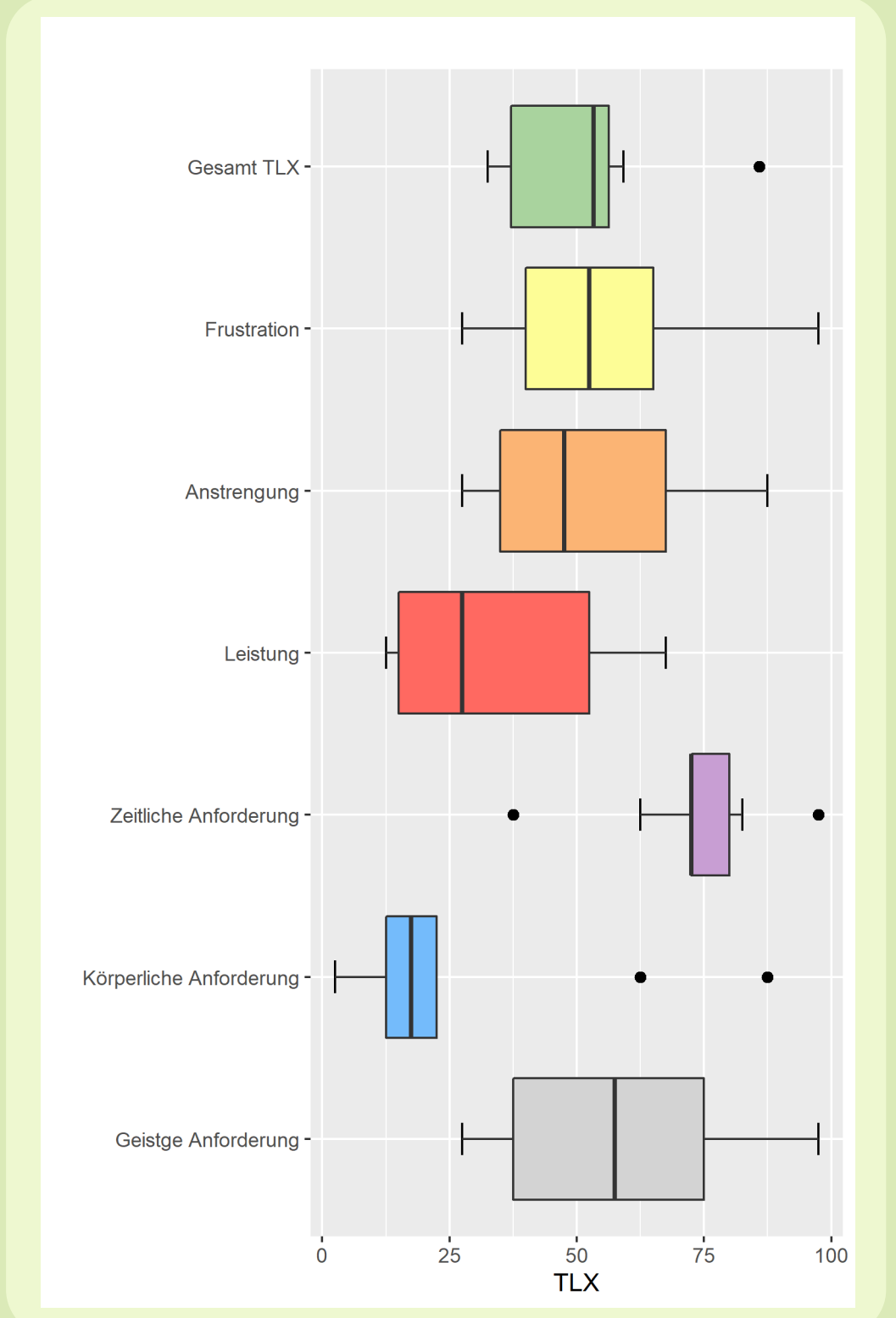


Abb. 5: Raw NASA Taskload Index und Subskalen

Auffällig ist, dass insbesondere die zeitliche Anforderung als tendenziell überdurchschnittlich hoch angegeben wird, während die subjektive Einschätzung der Leistung eher gering ist. Aufgrund der guten Gebrauchstauglichkeit des Autorenwerkzeuges kann angenommen werden, dass dies insofern ein Hindernis für den Einsatz von mit Autorenwerkzeugen erstellten VR-Inhalten im Unterricht ist, da deren Erstellung als nicht effizient und als eher zeitintensiv eingeschätzt wird.

Des Weiteren ist die geistige Anforderung tendenziell überdurchschnittlich. Einen Grund hierfür geben die offenen Fragen. So schätzen die Teilnehmenden die Navigation im 3D-Raum auf einem 2D-Bildschirm als eher „kompliziert“ und „unübersichtlich“ ein. Um diese beiden Probleme zu adressieren, sind technische Änderungen in dem Autorenwerkzeug, als auch Fortbildungsmaßnahmen sinnvoll. Mit letzteren kann der Mehrwert von VR-Inhalten im Unterricht vermittelt werden und der zeitliche Aufwand in der Gestaltung von Lernumgebungen durch Übung reduziert werden. Die Navigation im 3D-Raum sollte technisch adressiert werden, z.B. durch die Bearbeitung der Inhalte direkt in VR.

## Einsatz von VR in der Schule

Mit der zweiten Seminargruppe ( $n = 6$ ) wurde ein kurzes Brainstorming zu Chancen, Potentialen und Hindernissen des Einsatzes von VR im Fachunterricht durchgeführt. Als größte Potentiale wird die grenzenlose Aufbereitung fachlicher Inhalte als auch die Möglichkeit des virtuellen Wechsels zu außerschulischen Orten genannt. Dem entgegengestellt, sehen die Studierende eine Vielzahl an Herausforderungen bspw. die mangelnde technische Infrastruktur oder fehlende Raumkapazitäten an Schulen.

Als Chancen für den Chemieunterricht wurden weiterhin die Förderung der Experimentierkompetenz von Lernenden (z.B. bei aufwendigen Aufbauten bzw. gefährlichen Experimenten) oder für die Berufsschule die räumliche Darstellung sowie Interaktion mit teuren Analysegeräten genannt. Eine wichtige Einsatzmöglichkeit sahen die Studierenden auch in der räumlichen Modelldarstellung von Teilchendynamiken.

## Lehrprojekt „FoPro-VR“

Ab WiSe 22/23 startet in Kooperation zwischen der **Chemiedidaktik**, dem **Institut für Lehren und Lernen mit digitalen Medien** und dem **TMDT** ein Lehrprojekt „Forschungsprojekt VR (FoPro-VR)“, das durch die **Stiftung für Innovation in der Hochschullehre** gefördert wird. Aufbauend auf den Ergebnissen der Pilotphase sind Ziele des Projekts, die Akzeptanz von VR-Autorenwerkzeugen, die fachdidaktischen Gestaltungskriterien von VR-Lernszenarien und die Förderung der Medienproduktionskompetenz zu untersuchen.

## Literatur

- [1] C. Dunaghan et al., „Production and Evaluation of a Realistic Immersive Virtual Reality Organic Chemistry Laboratory Experience: Infrared Spectroscopy“, in *Journal of Chemistry Education*, vol. 97, no. 1, 2020, pp. 258-262.
- [2] R. M. Broyer et al., „Using Virtual Reality to Demonstrate Glove Hygiene in Introductory Chemistry Laboratories“, in *Journal of Chemistry Education*, vol. 98, no. 1, 2021, pp. 224-229.
- [3] J. B. Ferrel et al., „Chemical Exploration with Virtual Reality in Organic Teaching Laboratories“, in *Journal of Chemistry Education*, vol. 96, no. 9, 2019, pp. 1961-1966.
- [4] S. Seritan et al., „IntraChem: Virtual Reality Visualizer for Reactive Interactive Molecular Dynamics“, in *Journal of Chemistry Education*, vol. 98, no. 11, 2021, pp. 3486-3492.
- [5] F. Caena, C. Redecker, „Aligning teacher competence frameworks to 21st century challenges: The case for the European Digital Competence Framework for Educators (DigCompEdu)“, in *European Journal of Education*, vol. 54, no.3, 2019, pp. 356-369.
- [6] D. Zeller, „Medialab – ein dreistufiges Modul zur Entwicklung digitalisierungsbezogener Kompetenzen im Studium des Chemie- und Sachunterrichtslehramts“, in *CHEMKON*, vol. 29, no. S1, 2022, pp. 287-292.
- [7] KMK, „Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz“, URL: [https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2018/Digitalstrategie\\_2017\\_mit\\_Weiterbildung.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2018/Digitalstrategie_2017_mit_Weiterbildung.pdf) [26.08.2022].
- [8] T. Hagenhofer, „Social Virtual Learning“, 2017, URL: <https://www.social-augmented-learning.de/> [26.08.2022].
- [9] K. Karrer, C. Glaser, C. Clemens and C. Bruder, „Technikaffinität erfassen-der Fragebogen TA-EG“, in *Der Mensch im Mittelpunkt technischer Systeme*, vol. 8, 2009, pp. 196-201.
- [10] J. Brooke, „SUS: A quick and dirty usability scale“, in *Usability Evaluation in Industry*, 1st ed., Boca Raton: Chapman and Hall/CRC, 1996, pp. 189-94.
- [11] S. G. Hart and L. E. Staveland, „Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of Empirical and Theoretical Research“, in *Advances in Psychology*, vol. 52, 1988, pp. 139-183.
- [12] S. G. Hart, „Nasa-Task Load Index (NASA-TLX); 20 Years Later“, *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, vol. 50, no. 9, 2006, pp. 904-908.
- [13] A. Bangor, P. Kortum, J. Miller, „Determining what individual SUS scores mean: adding an adjective rating scale“, in *Journal of usability studies*, vol. 4, no. 3, 2009, pp. 114-123.