

Produktion eigener VR-Lernsettings im Projekt FoPro-VR

Ein interdisziplinärer Lehransatz für die Lehramtsausbildung

Diana Zeller, Claudia Bohrmann-Linde, Nils Mack, Claudia Schrader

Abstract: *Im Rahmen der Lehramtsausbildung ist die gezielte Förderung digitalisierungsbezogener Kompetenzen ein wichtiger Bestandteil. Studierende sollen dazu Zugänge zu digitalen Medien erhalten, um diese Perspektiven in die Schulpraxis zu übertragen. Dabei fehlt es aber oftmals an Lehrveranstaltungen, in denen eine Verschränkung verschiedener Perspektiven und somit ein gesamtheitlicher Blick erfolgt. Das Konzept »Forschungsprojekt-VR« zielt darauf ab, einen fächerübergreifenden und interdisziplinären Lehr-Lernansatz zu entwickeln. Neben der Vorstellung des Seminaransatzes und des verwendeten Autoren-Werkzeugs figments.nrw zur Erstellung VR-basierter Chemielabore werden im Beitrag ausgewählte Ergebnisse der Pre-Posttest-Evaluation des Lehrprojekts präsentiert, die auf den Kompetenzzuwachs der Studierenden abzielen.*

The targeted training of digital skills is an important part of pre-service teacher training. Students should be provided with approaches to digital media from various domains in order to transfer these perspectives into school practice. However, usually there is a lack of course offers that combine different perspectives in a truly interdisciplinary way, thus taking a holistic view. The project »Forschungsprojekt-VR« aims to develop a cross-disciplinary and interdisciplinary approach to teaching and learning. In addition to presenting the seminar approach and the figments.nrw tool used, the article also gives an overview over selected results from the pre-posttest evaluation of the project, which focused on the students' increase in skills.

Keywords: Virtual Reality; Lehrkräftebildung; Digitale Kompetenz; Figments.nrw; Interdisziplinarität; Chemiedidaktik; virtual reality; teacher training; digital competence; figments.nrw; interdisciplinarity; chemistry education

1. Einleitung

Mit Blick auf den digitalen Wandel der Gesellschaft und die bildungspolitischen Vorgaben ist die gezielte Förderung digitalisierungsbezogener Kompetenzen wichtiger Bestandteil der Lehramtsausbildung (Kultusministerkonferenz [KMK], 2017, 2021). Studierende sollen theoretische und konzeptionelle Zugänge zu digitalen Medien aufgezeigt bekommen, damit ihnen dann durch das Einnehmen multipler Perspektiven ein Transfer in die Schulpraxis möglich ist. Dabei werden Lehrangebote häufig dem Anspruch einer umfassenden Medienkompetenzförderung (Medienberatung NRW, 2020) nicht umfänglich gerecht, da eine Verzahnung der pädagogisch-psychologischen und mediendidaktischen Perspektiven mit einer fachlichen und fachdidaktischen Perspektive sowie mit einem technisch-instrumentellen Ansatz fehlt.

Um dem entgegenzuwirken, zielt das Projekt »Forschungsprojekt-VR«, gefördert durch die Stiftung für Innovation in der Hochschullehre in der Förderlinie Freiraum 2022, auf einen fächerübergreifenden und interdisziplinären Lehr-Lernansatz ab. Neben der Vorstellung des Seminaransatzes und des verwendeten Autoren-Tools *figments.nrw* werden im Beitrag ausgewählte Ergebnisse der Pre-Posttest Evaluation des Lehrprojekts, spezifisch Veränderungen in fachlichen, digitalisierungsbezogenen und interdisziplinären Kompetenzen der Studierenden, vorgestellt.

2. Projekt und Projektziele

2.1 Forschungsstand Einsatz von VR in der Hochschullehre des Fachs Chemie

In der chemiedidaktischen Forschung sind für die Hochschullehre in den letzten Jahren VR-Laboreinheiten entwickelt worden, die von Studierenden als Ersatzleistung für die Präsenzlehre genutzt werden konnten oder die Einführung einer bestimmten Labortätigkeit zum Fokus hatten (i. A. Broyer et al., 2021; Dunnagan et al., 2020). Gleichzeitig wurden VR-Umgebungen zunehmend in der Hochschullehre genutzt, um chemische Fachinhalte zu vermitteln, z.B. bei anspruchsvollen Reaktionsabläufen oder komplexen Raumstrukturen von Teilchen wie Proteinen oder Enzymen (i.A. Abbasi et al., 2023; Laricheva & Ilikchyan, 2023). Im Gegensatz dazu sollen die Lehramtsstudierenden in dem hier vorgestellten Konzept nicht mit einer vorgefertigten VR-Umgebung interagieren, sondern mithilfe des Autoren-Tools eigene VR-Räume gestalten. Hierdurch wird ihnen ermöglicht, eine praktische Erprobung einer neuen Technologie zur Realisierung digitaler Unterrichtsinhalte zu erproben, die möglicherweise Bestandteil ihres beruflichen Alltags werden könnte. Dieses Einsatzziel von VR in der Hochschullehre ist im Fach Chemie bisher noch nicht erschlossen.

2.2 Interdisziplinärer Ansatz für VR

Das Seminarformat »Forschungsprojekt-VR: Konzeption, Produktion und Erprobung« wurde initiiert und seit WiSe 2022/23 regelmäßig durch die Institute »Lehren und Lernen mit digitalen Medien«, »Technologien und Management der digitalen Transformation« und »Didaktik der Chemie« der Bergischen Universität Wuppertal durchgeführt. Im Rahmen des jeweils semesterbegleitenden Seminars steht die Förderung der Medienkompetenz angehender Lehrkräfte anhand der Konzeption, Produktion und Erprobung eines gemeinsamen, vollimmersiven VR-Lernsettings für den Chemieunterricht im Vordergrund.

Dabei wird beleuchtet, wie durch das Zusammenführen fachlicher, fachdidaktischer, mediendidaktischer und technisch-instrumenteller Perspektiven ein interdisziplinärer Zugang für eine umfassende Kompetenzförderung entstanden ist. Durch den entwickelten Seminaransatz und die gezielte Belegung mit heterogenen Studierendengruppen ermöglicht das Seminar, dass Studierende verschiedener Fächer im Sinne der 21st Century Skills (Caena & Redecker, 2019) eine kooperative Lernkultur erfahren und sich in einem interdisziplinären Diskurs über ihr eigenes Projektziel austauschen.

Das Projektziel der Studierenden ist die Entwicklung eines gemeinsamen VR-Lernsettings zu dem für den Chemieunterricht verbindlichen Thema »Verbrennungen« (Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen, 2019). Dabei sollen die Studierenden sowohl fachliche als auch fach- und mediendidaktische Kriterien berücksichtigen, die in den ersten Sitzungen vermittelt werden. Nach der anschließenden praktischen Erprobung des selbst entwickelten VR-Settings mit mehreren Schulklassen reflektieren Studierende ihr eigenes Medienprodukt und diskutieren eine Übertragbarkeit auf ihre zukünftige Lehrtätigkeit.

Zielgruppen des Seminars waren Lehramtsstudierende der Chemie oder des Sachunterrichts mit dem Schwerpunkt Naturwissenschaften und Technik. Allerdings nahmen auch Studierende anderer Fächer teil. Die Kompetenzziele für alle teilnehmenden Studierenden waren einerseits der Aufbau eines tiefgreifenden Verständnisses chemie- und mediendidaktischer Grundlagen zur Aufbereitung von Fachinhalten am Beispiel der Gestaltung eines VR-Lernsettings. Andererseits sollten durch die Gestaltung des Seminarablaufs die interdisziplinären und kooperativen Kompetenzen der Studierenden gestärkt werden. Zudem sollten die fachfremden Studierenden die Erkenntnisse noch mit Bezug auf ihre eigenen Fächer diskutieren.

2.3 Seminarkonzeption

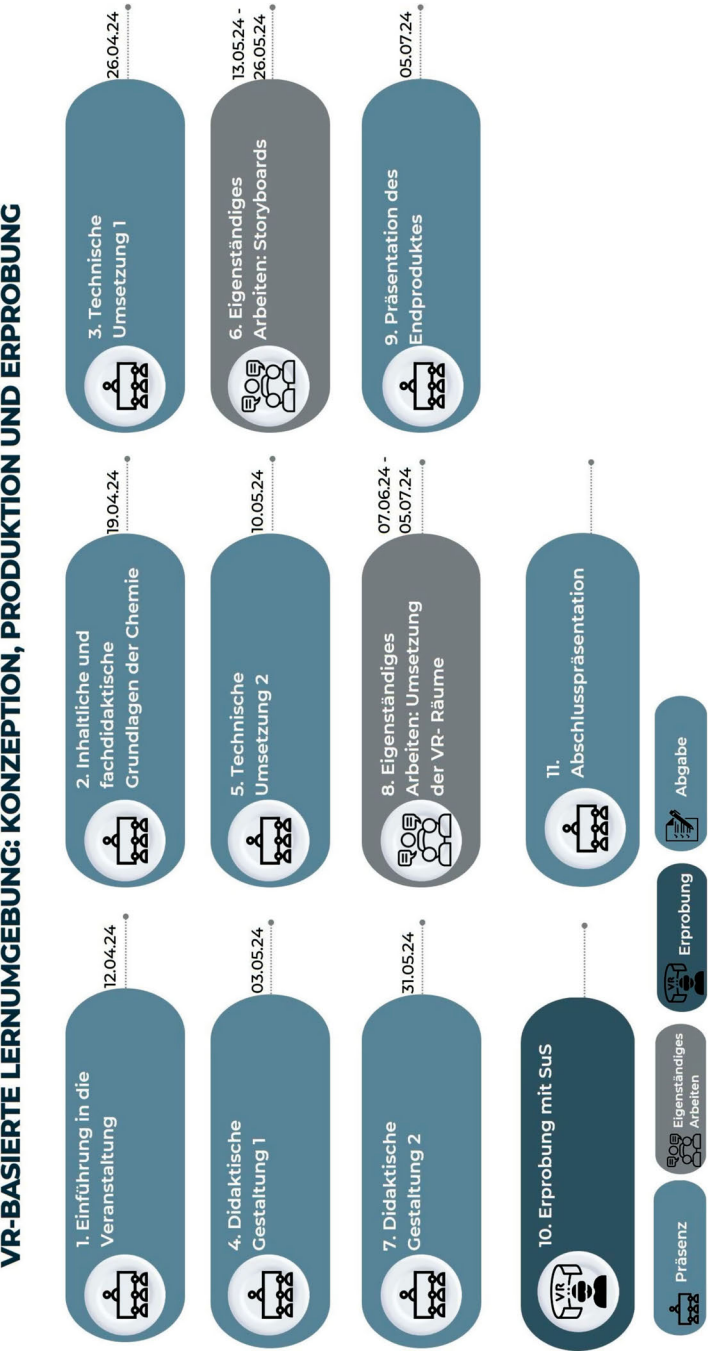
Die gemeinsam geplante Gestaltung der Sitzungstermine erfolgte aus allen drei Disziplinen heraus. Nach Einführungen in die fachlichen, fachdidaktischen sowie

in die mediendidaktischen und technischen Grundlagen arbeiten die Studierenden in Selbstlernphasen an ihren zu erstellenden Produkten. Aufgrund der Erfahrung aus der ersten Pilotierung im WiSe 22/23 wurden die technischen Grundlagen zur Umsetzung des VR-Settings möglichst früh vermittelt, damit die Studierenden diese bei der Umsetzung der Storyboards und bei der Geltung der Interaktionsstruktur berücksichtigen konnten. Auch wenn die Nutzung des Autorentools *figments.nrw* ohne Programmierkenntnisse möglich ist, haben die Studierenden in der Regel keine Vorkenntnisse zur Gestaltung eines Interaktionsgeflechts und der dahinterliegenden Logik.

Für die Umsetzung wurden gezielt interdisziplinäre Gruppen gebildet, in denen jeweils Studierende unterschiedlich ausgeprägter fachlicher und digitalisierungsbezogener Kompetenzen und unterschiedlicher Schulformen die Produktentwicklung vornehmen sollten. Dabei wurde sichergestellt, dass in jeder Gruppe eine Person mit dem Fach Chemie ist. Begleitend zum Seminar musste von den Gruppen ein Storyboard angelegt und durch wöchentliche Hausaufgaben sukzessive befüllt werden. Die Vorlage wurde ihnen über einen Link auf der Hochschul-Cloud zur Verfügung gestellt, damit die Dozierenden den neuen Bearbeitungsstand immer mit Kommentaren, Hilfen oder Korrekturen ergänzen konnten.

Die fertigen Lernprodukte, die später zu einer gemeinsamen VR-Raum zusammengeführt werden mussten, wurden vor der Erprobung präsentiert und diskutiert sowie durch die Rückmeldung der Dozierenden und der anderen Gruppen erneut optimiert. Die fertigen VR-Lernsettings wurden dann zum Ende des jeweiligen Semesters im Laufe einer Woche mit Schulklassen der Jahrgangsstufen 7 (WiSe) oder 8 (SoSe) erprobt. Die Studierenden unterstützten die Lernenden bei der selbstständigen Erkundung mit den VR-Brillen und erhielten von diesen im Anschluss ein Feedback zur Gestaltung und Nutzbarkeit. Nach der Erprobung erfolgte durch die Studierendengruppen eine Reflektion in einer abschließenden Präsentation, in der sie ihre Projektergebnisse hinsichtlich Optimierungsmöglichkeiten bewerten und den Einsatz von VR für ihre Schulform sowie Fächer reflektieren sollten.

Abb. 1: Semesterverlaufsplan im SoSe 2024 (eigene Darstellung)



2.4 Die Produkte der Studierenden

Als Lernprodukt der Studierendengruppen wurde je ein VR-Lernsetting zum Thema Verbrennungsreaktionen umgesetzt, in dem inhaltlich die Verbrennung von Eisen, Kohle oder Magnesium in einer Sauerstoff- bzw. in einer Kohlenstoffdioxid-Atmosphäre im Fokus stand. Dazu bekamen die Gruppen jeweils einen der drei Stoffe zugewiesen und mussten dazu ein VR-Lernsetting gestalten. Am Ende des Seminars wurden die drei fertigen VR-Settings von den Studierendengruppen zu einem großen Raum zusammengefügt: So konnten die Schülerinnen und Schüler individuell entscheiden, in welcher Reihenfolge sie die drei einzelnen Settings absolvieren wollten. Vorgeschaltet wurde ein Tutorial, mit dem das Bewegen und das Interagieren mit Objekten im virtuellen Raum geübt werden konnten.

Abb. 2: Links: Anzünden der Brennerflamme im virtuellen Labor, Rechts: Lernende bei der Erprobung der VR-Räume im WiSe 22/23



Die Lernsettings der Studierenden sollten jeweils aus mindestens drei Komponenten bestehen: Erst sollte in einem virtuellen Labor die Verbrennung einer der drei Stoffe in einer Sauerstoff- bzw. in einer Kohlenstoffdioxid-Atmosphäre durchführbar sein. Als zweites sollte eine Betrachtung der Reaktionen auf der Teilchenebene gestaltet werden. Die dritte Aufgabe war dann die Einbindung von Aufgaben, die eine fachliche Sicherung der Erkundung ermöglichen würde. Die fachdidaktische Einbettung durch Begleittexte und Aufgabenformate sollten von den Gruppenmitgliedern gemeinsam entschieden und in der Abschlusspräsentation begründet werden. In welcher Reihenfolge die Komponenten angeordnet werden und welche weiteren Komponenten noch gestaltet werden sollten, wurde gemeinsam von der Gesamtgruppe entschieden. Beispielsweise entschied sich die Gesamtgruppe im WiSe 23/24 zur Ergänzung einer weiteren Komponente, in der zum Schluss noch das Labor aufgeräumt werden sollte. Diese gemeinsame Entscheidung war wegen der anschließenden Zusammenführung der Teilprodukte zu einem gemeinsamen VR-Lernsetting notwendig. Um die kognitive Belastung (Sweller et al., 2011) so gering wie möglich zu halten, war es wichtig, dass alle drei VR-Settings der Studierenden

den hinsichtlich der technischen Nutzung und Orientierung gleich aufgebaut und somit die Usability vergleichbar ist. Aufgrund des hohen benötigten Zeitaufwands wurden die 3D-Objekte und das virtuelle Labor nach dem ersten Durchlauf im Wi-Se 22/23 im Vorfeld der in den Folgesemestern angebotenen Seminare erstellt und standen den Studierenden fortan zur Verfügung.

3. figments.nrw

Zur Implementierung der VR-Lernsettings wurde eine für das Seminar angepasste, modifizierte Version von *figments.nrw* verwendet. *Figments.nrw* ist ein Open-Source-VR-Autorenwerkzeug, das für den Einsatz in der Hochschullehre entwickelt wurde (Figments.nrw, 2024). Dabei liegt der Fokus insbesondere darauf die Erstellung der VR-Lernsettings, den Unterricht damit und das Teilen der VR-Räume so einfach und benutzerfreundlich wie möglich zu gestalten. Die Erstellung der Inhalte ist z.B. abstrahiert, sodass keine technischen Vorkenntnisse wie Programmierung oder 3D-Modellierung erforderlich sind (Müser & Fehling, 2022).

Ein zentrales Hindernis für den Einsatz von *figments.nrw* im Seminarkontext war der zu dem Zeitpunkt noch fehlende Logik-Editor, der Reaktionen im VR-Lernsetting auf Nutzerinteraktionen und andere Ereignisse ermöglichen sollte. Daher wurde von Nils Mack ein eigener Editor für *figments.nrw* entwickelt. Dieser Editor besteht aus zwei Arten von Komponenten: Aktivatoren, die Nutzerinteraktionen und Ereignisse erfassen, und Reaktionen, die Objekte verändern. Eine Verknüpfung einzelner Aktivatoren und Reaktionen erfolgt durch eine spezielle Komponente. Diese Komponente erlaubt mehrere Aktivatoren, die einer Oder-Logik folgen, sowie mehrere Reaktionen, die einer Und-Logik folgen. Dies bedeutet, dass immer alle verbundenen Reaktionen ausgeführt werden, unabhängig davon, welcher Aktivator diese auslöst. Durch dieses Verhalten ist somit eine einfache Wenn-Dann-Logik möglich.

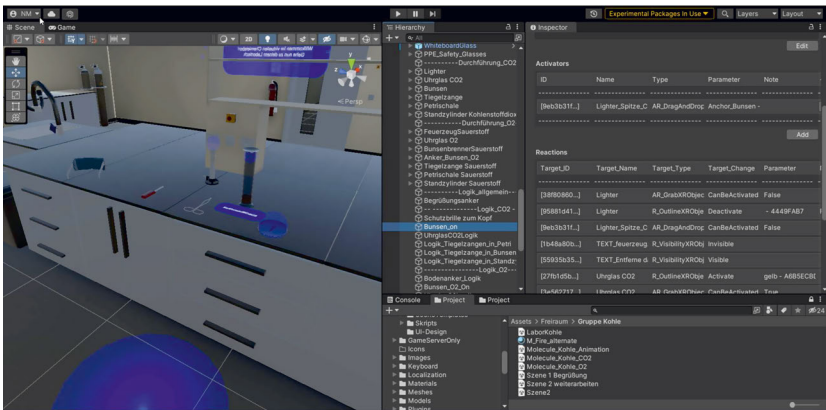
Zu den wichtigsten Aktivatoren gehören Aktionen wie das Klicken auf oder das Greifen sowie der Drag & Drop eines Objekts. Wichtige Reaktoren umfassen Funktionen wie die Beeinflussung der Sichtbarkeit eines Objekts, das Hervorheben durch eine Outline und das Deaktivieren von Aktivatoren. Um komplexere Verknüpfungen zu ermöglichen, wurden eine Und- und eine Reihenfolge-Komponente erstellt. Die Und-Komponente aktiviert Reaktionen nur, wenn alle Aktivatoren ausgelöst wurden. Die Reihenfolge-Komponente ergänzt dieses Verhalten und überprüft zusätzlich, ob die Aktivatoren in der richtigen Reihenfolge aktiviert wurden.

Aufgrund des eigenen Logik-Editors ist die modifizierte *figments.nrw*-Version nun in Unity3D benutzbar. Dies führt einerseits zu einer leicht erhöhten Komplexität der Benutzeroberfläche, ermöglicht aber andererseits die präzise Platzierung der Objekte in der virtuellen Umgebung. Innerhalb von Unity3D stehen den Stu-

dierenden vorgefertigte Labore zur Verfügung, in denen sie mit Modellen aus einer Modelldatenbank die Chemieexperimente aufbauen und frei gestalten können. Anschließend kann die Logik mithilfe des Editors implementiert werden.

Die im Rahmen des Seminars gewonnenen Erkenntnisse zur Erstellung der VR-Lernsettings sowie der Logik-Editor werden aktuell dazu genutzt, um wichtigen Input für die Entwicklung des aktuellen Logik-Editors von *figments.nrw* zu geben.

Abb. 3: Benutzeroberfläche von figments.nrw



4. Evaluation

Ein Ziel des Projektes ist die Förderung digitaler Kompetenzen der Studierenden, spezifisch der Förderung von Medienproduktionskompetenz und Kompetenz zur digitalen Transformation im Kontext einer zukunftsorientierten Technologie (vgl. Orientierungsrahmen Universitäre Lehramtsausbildung NRW, S. 15). Daher wurden die digitalen Kompetenzen der Studierenden, interdisziplinäre und kooperative Kompetenzen der Zusammenarbeit im Rahmen der Seminarevaluation im Wintersemester 2023/2024 mit einem Pre- und Posttest erfasst, um Veränderungen zu eruieren.

4.1 Instrumente

Als Grundlage für die Erfassung der digitalen Kompetenzen der Studierenden wurde der Fragebogen von Rubach und Lazarides (2019) zur Selbsteinschätzung digitaler Kompetenzen bei Lehramtsstudierenden verwendet (Rubach & Lazarides, 2020).

In Anlehnung an die durch die KMK (2016) definierten Kompetenzbereiche, setzt sich der Fragebogen aus Items zu sechs verschiedenen Kompetenzbereichen zusammen, die mit einer 6-stufigen Likert-Skala (1= trifft überhaupt nicht zu bis 6 = trifft voll und ganz zu) gemessen wurden:

- Der erste Kompetenzbereich »Suchen, Verarbeiten und Aufbewahren« setzt sich aus zwei Items zur selbsteingeschätzten Fähigkeit, sich im digitalen Raum zu organisieren sowie Informationen zu suchen und zu verarbeiten, zusammen.
- Der zweite Kompetenzbereich »Kommunikation und Kooperieren« wurde mit drei Items erfasst, die die selbsteingeschätzte Fähigkeit erfassen, im digitalen Raum durch Prozesse des Teilens und Bearbeitens von Dateien zusammenzuarbeiten sowie geeignete Medien zur Kommunikation auszuwählen.
- Der dritte Kompetenzbereich »Produzieren und Präsentieren« wurde mit zwei Items erfasst. Erfragt wurden die Fähigkeit, Programme und Apps bedarfsgerecht zu nutzen und diese zur Weiterverarbeitung von Dateien zu nutzen.
- Der vierte Kompetenzbereich »Schützen und sicher Agieren« wurde mit zwei Items erfasst, welche auf die Fähigkeit abzielen, reflektiert im digitalen Raum zu handeln und die Relevanz der Gesundheit und Privatsphäre zu beachten.
- Der fünfte Kompetenzbereich »Problemlösen und Handeln« wurde mit drei Items erfasst und bildet die Fähigkeit ab, Programme im digitalen Raum bedarfsgerecht als Werkzeug zu nutzen, Lernprozesse durch digitale Medien anzuregen und inhaltsbezogen im digitalen Raum zu handeln.
- Der sechste Kompetenzbereich »Analysieren und Reflektieren« erfasst mit drei Items die selbsteingeschätzte Fähigkeit, Handlungsmöglichkeiten im digitalen Raum zu kennen und analysieren zu können.

Weiteres Ziel des Projektes ist die Stärkung interdisziplinärer und kooperativer Kompetenzen. Um diesem Ziel gerecht zu werden, wurde das Projektseminar multiperspektivisch und kooperativ unter Anwendungsbezug ausgerichtet. Zur Überprüfung dieser Kompetenzen wurden die folgenden Kompetenzbereiche aus dem Fragebogen von Engelhardt (2019) zur Evaluation interdisziplinärer Kompetenzen entnommen und für die Befragung adaptiert und mit einer 6-stufigen Likert-Skala (1= trifft überhaupt nicht zu bis 6 = trifft voll und ganz zu) gemessen (Engelhardt, 2019): Diese sind sieben Items zu interdisziplinären Kompetenzen sowie vier Items zu der sozialen Kompetenz.

4.2 Stichprobe

An der Pre-Posttest Evaluation nahmen im Wintersemester 2023/2024 sechs Studierende (M Alter = 24.44; 3 männlich, 3 weiblich) teil, weshalb die Ergebnisse im Folgenden nur deskriptiv dargestellt werden können.

4.3 Ergebnisse

Wie anhand der deskriptiven Daten in der Tab. 1 ersichtlich, schätzen die Studierenden ihre digitalen Kompetenzen zu *Beginn des Seminars* im Bereich »soziale Kompetenzen« ($M = 4.62$, $SD = .47$), im Bereich »Suchen und Verarbeiten« ($M = 4.25$, $SD = .42$) und im Bereich »Kommunikation und Kollaboration« ($M = 4.06$, $SD = .53$) am höchsten ein. Am niedrigsten wurde die Kompetenz »Produzieren und Präsentieren« ($M = 3.33$, $SD = .41$), »Problemlösen« ($M = 3.55$, $SD = .27$) und die interdisziplinären Kompetenzen ($M = 3.76$, $SD = .61$) eingeschätzt.

Tab. 1: Deskriptive Statistik für die Pre-Post-Befragung der Studierenden im WiSe 23/24

	Pre		Post	
	Mean	Std. Deviation	Mean	Std. Deviation
KMK Suchen & Verarbeiten	4.2500	.41833	4.3333	.87560
KMK Kommunizieren & Kollaborieren	4.0556	.53403	5.1667	.40825
KMK Produzieren & Präsentieren	3.3333	.40825	4.9167	.66458
KMK Schützen & sicher Agieren	4.0556	.38968	4.6111	.53403
KMK Problemlösen & Handeln	3.5556	.27217	4.5556	.50185
KMK Analysieren & Reflektieren	3.7778	.34427	4.7778	.45542
Interdisz. Komp	3.7619	.61056	4.9286	.44949
Soz. Komp.	4.6250	.46771	5.0000	.15811

Nach dem Seminar schätzten die Studierenden ihre digitalen Kompetenzen im Bereich »Kommunikation und Kollaboration« ($M = 5.17$, $SD = .41$), im Bereich »soziale Kompetenzen« ($M = 5.00$, $SD = .16$) und im Bereich »Interdisziplinäre Kompetenzen« ($M = 4.93$, $SD = .45$) am höchsten ein. Am niedrigsten wurden die Bereiche »Problemlösen« ($M = 4.55$, $SD = .50$), »Schützen und sicher agieren« ($M = 4.61$, $SD = .53$) und »Analysieren und Reflektieren« ($M = 4.78$, $SD = .45$) eingeschätzt. Anhand eines Vergleiches der deskriptiven Daten aus dem Pre- und Posttest ist in allen erfassten Kompetenzbereichen ein Zuwachs zu verzeichnen, insbesondere in den Kompetenzbereichen »Produzieren und Präsentieren«, »Analysieren und Reflektieren« und im Bereich »Interdisziplinäre Kompetenzen«.

Aufgrund der geringen Teilnehmendenzahl am Seminar können die Ergebnisse, die sich durch die deskriptive Statistik ergeben, nur als erste Hinweise auf die Wirk-

samkeit des Konzepts gewertet werden. Um konkrete Aussagen treffen zu können, muss die Stichprobenzahl durch weitere Durchgänge in den folgenden Semestern erhöht werden. Zusätzlich zu den Fragebögen wurden auch Interviews mit einigen der Studierenden im Anschluss an das Seminar geführt: In diesen gaben die Studierenden an, dass sie nach Durchlaufen des Seminars weniger Hemmungen haben, sich mit neuen digitalen Technologien auseinanderzusetzen und auch an die Produktion einer ganzen Lernumgebung heranzuwagen. Auch formulierten sie, dass sie die Interdisziplinarität des Projekts geschätzt haben und sich durch die Inhaltsbreite sicherer in der Gestaltung eigener Medienprodukte fühlen.

5. Erfahrungen aus dem Einsatz von VR in der Lehre

Grundsätzlich sind verschiedene Arten von VR-Settings für die Lehre nutzbar. Für das Seminar wurde ein vollimmersives VR-Setting angestrebt, da sich davon eine intensivere Auseinandersetzung mit den dargebotenen Inhalten und möglichst wenig Ablenkung im Lernprozess versprochen wurde. Das vollimmersive Setting erfordert die Verfügbarkeit von VR-Brillen mit Controllern (im besten Fall Stand-alone-Geräte ohne Kabelverbindung zu einem Endgerät). Der Einsatz von VR-Brillen in der Lehre ist mit verschiedenen technischen und methodischen Überlegungen verbunden, die vor dem eigentlichen Einsatz bereits vorgenommen werden sollten. Zunächst muss überlegt werden, wie viel Raum die Lernenden für die Interaktion im VR-Lernsetting benötigen werden. Es gibt VR-Settings, die gut im Sitzen nutzbar sind. Beim Experimentieren an einer virtuellen Laborbank jedoch wird eine verfügbare Fläche benötigt, in der die Lernenden mit ausgestreckten Händen agieren können. Daher muss je nach Größe der Lerngruppe die entsprechende Raumgröße zur Verfügung stehen, damit die Lernenden parallel in VR agieren können.

In dem Projekt »FoPro-VR« standen nur 15 Brillen zur Verfügung, sodass die Klassen in der Erprobung gesplittet werden mussten. Eine Hälfte durchlief verschiedene reale Experimentierstationen zum Thema Verbrennungen und Gase, während die andere Hälfte die VR-Settings in zwei verschiedenen Räumen testete. Nach einer Stunde wurden die Gruppen getauscht. Diese Umsetzung war jedoch nur durch einen hohen Personaleinsatz möglich. Wichtig ist daher, dass sich die Dozierenden im Vorfeld mit der Technik und dem ausgewählten VR-Raum vertraut gemacht haben, um bei Problemen die Schülerinnen und Schüler von außen begleiten zu können. Diese Anleitung von außen ist insbesondere dadurch herausfordernd, da kein eigener Blick auf das Sichtfeld der Person vorliegt und sie nur beschreiben kann, an welcher Stelle Probleme vorliegen. Bei der zeitlichen Planung musste zudem beachtet werden, dass nach einem Durchgang mit einem zeitlichen Umfang von 45 Minuten immer Zeit für einen Ladevorgang für die Brillen erforderlich ist, damit diese für eine zweite Hälfte der Klasse zur Verfügung standen. Auch

wurden die VR-Brillen für den zweiten Durchgang gereinigt und mit UV-Licht desinfiziert.

Des Weiteren ist wichtig zu bedenken, dass pro Kohorte ca. 10 % der Nutzen-den aus verschiedenen Gründen den VR-Raum nicht komplett durchlaufen können. Zum einen tritt die sogenannte »Cybersickness« auf: Dabei kann es dazu kommen, dass Personen, die sich mit einer VR-Brille in einer virtuellen Welt bewegen, Symptome wie z.B. Übelkeit oder Schwindel verspüren (Lisa Rebenitsch & C. Owen, 2016; Souchet et al., 2023). Aber auch Gründe wie Angststörungen oder Epilepsie können dazu führen, dass ein VR-Setting nicht genutzt werden kann. Daher sollte eine Alternative bereitgestellt werden: Durch *figments.nrw* ist es zum Beispiel möglich, dass die damit erstellten VR-Settings auch auf dem Desktop durchlaufen werden können.

6. Ausblick

Im aktuellen Semester wird das Projekt FoPro-VR erneut durchgeführt, wobei erstmalig aufgrund des inzwischen erreichten Entwicklungsstands *figments.nrw* in vollem Umfang von den Studierenden genutzt werden kann. Im Anschluss an die Erprobung mit weiteren Schulklassen im September 2024 ist geplant, die Ergebnisse der Evaluation und die Erfahrungen aus vier Semestern in einem Leitfaden zum Einsatz von VR in der Lehre umzusetzen. Neben Hinweisen zum technischen und methodischen Einsatz von VR soll eine Anleitung mit Tipps zur Produktion eigener VR-Inhalte formuliert werden. Die für das Projekt gestalteten 3D-Objekte (z.B. Labor, Geräte und Materialien) werden im Anschluss ebenfalls veröffentlicht und können dann von Lehrkräften oder Dozierenden für eigene Materialien weiterverwendet werden. Weitere Informationen erhalten Sie dazu auf der Website des Projekts auf der Website der Chemiedidaktik.

Literaturverzeichnis

- Abbasi, I., Rasool, S., & Habib, U. (2023). Virtual Reality as a Medium of Asynchronous Content Delivery for Teaching about Enzymes. *Journal of Chemical Education*, 100(3), 1203–1210. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c01113>
- Broyer, R. M., Miller, K., Ramachandran, S., Fu, S., Howell, K., & Cutchin, S. (2021). Using Virtual Reality to Demonstrate Glove Hygiene in Introductory Chemistry Laboratories. *Journal of Chemical Education*, 98(1), 224–229. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00137>
- Caena, F., & Redecker, C. (2019). Aligning teacher competence frameworks to 21st century challenges: The case for the European Digital Competence Framework

- for Educators (DigCompEdu). *European Journal of Education*, 54(3), 356–369. <https://doi.org/10.1111/ejed.12345>
- Dunnagan, C. L., Dannenberg, D. A., Cuares, M. P., Earnest, A. D., Gurnsey, R. M., & Gallardo-Williams, M. T. (2020). Production and Evaluation of a Realistic Immersive Virtual Reality Organic Chemistry Laboratory Experience: Infrared Spectroscopy. *Journal of Chemical Education*, 97(1), 258–262. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00705>
- Engelhardt, P. M. (2019). *Evaluation interdisziplinärer Kompetenzen von Studierenden*. Figments.nrw. (2024, 20. Februar). *Immersive Welten für die Hochschulbildung*. <https://figments.nrw.de/figments-de/>
- Kultusministerkonferenz. (2017). *Bildung in der digitalen Welt: Strategie der Kultusministerkonferenz*. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2018/Digitalstrategie_2017_mit_Weiterbildung.pdf
- Kultusministerkonferenz. (2021). *Lehren und Lehren in der digitalen Welt: Die ergänzende Empfehlung zur Strategie »Bildung in der digitalen Welt«*. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2021/2021_12_09-Lehren-und-Lernen-Digi.pdf
- Laricheva, E. N., & Ilikchyan, A. (2023). Exploring the Effect of Virtual Reality on Learning in General Chemistry Students with Low Visual-Spatial Skills. *Journal of Chemical Education*, 100(2), 589–596. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00732>
- Medienberatung NRW (Hg.) (2020). *Lehrkräfte in der digitalisierten Welt: Orientierungsrahmen für Lehrerbildung*. Medienberatung NRW. https://www.medienberatung.schulministerium.nrw.de/_Medienberatung-RW/Publikationen/Lehrkraefte_Digitalisierte_Welt_2020.pdf
- Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2019). *Chemie: Kernlehrplan für die Sekundarstufe I Gymnasium in Nordrhein-Westfalen*. https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/198/3415_Chemie.pdf
- Müser, S., & Fehling, C. D. (2022). AR/VR.nrw: Augmented und Virtual Reality in der Hochschullehre. *HMD*, 59, 122–141.
- Rebenitsch, L., & Owen, C. (2016). Review on cybersickness in applications and visual displays. *Virtual Reality*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Review-on-cybersickness-in-applications-and-visual-Rebenitsch-Owen/5f914ab4d0d2ef557e1bf55109f45a345210e71d>
- Rubach, C., & Lazarides, R. (2020). Digitale Kompetenzeinschätzungen von Lehramtsstudierenden fördern. *Journal für LehrerInnenbildung jlb* 01–2020 *Digitalisierung*, 20(1), 88–97. https://doi.org/10.35468/jlb-01-2020_07
- Souchet, A. D., Lourdeaux, D., Pagani, A., & Rebenitsch, L. (2023). A narrative review of immersive virtual reality's ergonomics and risks at the workplace: cybersickness, visual fatigue, muscular fatigue, acute stress, and mental overload. *Virtual Reality*, 27(1), 19–50. <https://doi.org/10.1007/s10055-022-00672-0>

Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive Load Theory. Explorations in the Learning Sciences, Instructional Systems and Performance Technologies: Bd. 1*. Springer Science+Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4>