

I. Leitfragen für die Berichterstattung und Rückmeldung zu innovativen Lehrprojekten

1. Titel des Projekts, Ansprechperson(en)

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

Prof. Dr. Amitabh Banerji
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät
Lehrstuhl für Didaktik der Chemie
Email: abanerji@uni-potsdam.de

Prof. Dr. Ulrike Lucke
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät
Lehrstuhl für Komplexe Multimediale Anwendungsarchitekturen
Email: ulrike.lucke@uni-potsdam.de

2. Welche (Haupt-)Ziele wollten Sie erreichen?

Bitte benennen Sie die angestrebten Ziele, wie sie im Antrag standen, und schätzen Sie ein, ob die Ziele erreicht werden konnten. Bitte gehen Sie dabei auch darauf ein, ob (und wenn ja wie) die Ziele angepasst wurden.

Ein Teil der Lehramtsausbildung ist die Vermittlung von Strategien zum Umgang mit Störungen im Unterricht. Im Chemieunterricht können neben allgemeinen Unterrichtsstörungen (z. B. verbale Störung, mangelnder Lerneifer, motorische Unruhe, aggressives Verhalten) auch fachspezifische Störungen wie Verstöße gegen die Sicherheitsregeln, unsachgemäße Nutzung von Unterrichtsmaterialien sowie Notsituationen auftreten. Um das deklarative Wissen des Studiums mit prozeduralem Wissen einer Anwendung zu verknüpfen, kann die reale Unterrichtssituation nicht genutzt werden und es müssen entsprechend andere Lerngelegenheiten angeboten werden. Simulationen von Chemie-spezifischen Unterrichtsstörungen mit Schülerinnen und Schülern (SuS) für Übungszwecke sind aus mehreren Gründen sehr problematisch.

Als Ergebnis unserer Projektarbeit wurde eine Virtual Reality (VR) Umgebung erstellt, die sich dieser Problematik der fachspezifischen Störungen im Chemieunterricht annimmt. Exemplarisch wurde das Szenario des Gasbrenner-Führerscheins umgesetzt, in dem sowohl Verstöße gegen Sicherheitsregeln (fehlende Schutzkleidung, exemplarisch hier die Schutzbrille als zentrales Element der Schutzausrüstung und verpflichtend beim Experimentieren), nicht sachgemäßer Umgang mit Materialien (falsche oder fehlerhafte Bedienung des Brenners) als auch psychische Barrieren (Angst vor dem Umgang mit dem Gasbrenner) implementiert wurden. Die Handhabung des Gasbrenners ist zentraler und grundlegender Inhalt des Brandenburgischen-Rahmenlehrplans Chemie. Die Handhabung des Gasbrenners ist für die Erkenntnisgewinnung (Kompetenzerweiterung) im Hinblick auf die Durchführung naturwissenschaftlicher experimenteller Untersuchungen zentral. Auch weitergehend bleibt der Umgang mit dem Gasbrenner für alle Jahrgangsstufen und somit

auch in der Sekundarstufe II relevant. Fachspezifische Unterrichtsstörungen treten entsprechend häufig und in unterschiedlicher Ausprägung auf. Durch die Zusammenarbeit mit erfahrenen Lehrkräften der Chemie wurden real auftretende Störungen gesammelt, kategorisiert, priorisiert und wie beschrieben umgesetzt. So entstand eine VR-Lehr-Lernumgebung, die in den ersten Pilotierungen mit Chemie-Studierenden als "wie im echten Leben" wahrgenommen wurde. Einerseits werden somit ein zentraler Fachinhalt und die damit verbundenen Störungen adressiert, andererseits zeigt der exemplarische Charakter die Erweiterungsmöglichkeiten des Projekts. Das VR-Szenario ermöglicht es den Studierenden, die Störungen als solche zunächst wahrzunehmen und zu erfahren und diese spezifische Erfahrung dann zu wiederholen. Es können entsprechend Handlungsstrategien entwickelt werden, da eben auch diese in der VR wiederholt angewendet und somit geübt werden können. In der Pilotierung wurde dieser Aspekt der gezielten Erfahrbarkeit und Wiederholbarkeit sehr positiv bewertet und als gute Vorbereitung im Rahmen der Lehramtsausbildung beurteilt. 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. Somit wurden die angestrebten Ziele, wie im Antrag beschrieben, größtenteils erfüllt. Eine belastbare Evaluation zur Kompetenzentwicklung der Nutzenden konnte aufgrund des gekürzten Bewilligungsrahmens nicht umgesetzt werden und wurde zusätzlich durch die pandemische Situation erschwert.

Ein weiterer Bedarf an der VR-Umgebung wurde während des Projekts erkannt und umgesetzt. Da Störungen als solche nicht intendiert sind, aber einen zentralen Lerngegenstand für Studierende darstellen, müssen sie möglichst realitätsnah erfahrbar gemacht werden. Erst dies ermöglicht den optimalen Erwerb und die Erweiterung der entsprechenden Kompetenzen. Für fachspezifische Störungen (Umgang mit Gefahrstoffen, Gefährdung durch Verbrennungen, Siedeverzüge, Stichflammen, etc...), die eine zeitkritische Komponente enthalten, sind die Laufwege durch das Klassenzimmer somit von zentraler Relevanz. Um diese Komponente realistisch abzubilden, musste der VR-Raum an physische Gegebenheiten angepasst werden. 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 war eine neuartige VR mit haptischen Elementen, da Tische und Wände nun berührt werden konnten und somit korrekte Laufwege eingehalten werden mussten. Die Handlungsmöglichkeiten der Studierenden wurde in der VR somit entscheidend erweitert; dies ermöglicht eine stärkere Verknüpfung von deklarativem und prozeduralem Wissen.



Abb. 1: Die Tischanordnung im physischen Raum (linke Bildhälfte) wurde auf die VR-Umgebung (rechte Bildhälfte) übertragen - hier als Fotomontage dargestellt.

3. Wie können diese Ziele in das Leitbild Lehre der Universität eingeordnet werden in Bezug auf die Themen Forschungsorientierung, Tätigkeitsfeldorientierung und Persönlichkeitsbildung, interdisziplinäre und fachübergreifende Lehre, zielgruppenspezifische Lehre sowie Studierenden- und Kompetenzorientierung? Das Leitbild Lehre finden Sie unter

<https://www.uni-potsdam.de/zfq/leitbildlehre/>

Forschungsorientierung - Das VR-Laborklassenzimmer ist primär ein Lehrprojekt, bietet aber ideale Anknüpfungspunkte, um auch aktuelle Fragestellungen der Fach- und Mediendidaktik sowie der Medienpsychologie zu bearbeiten. In einer ersten Pilotierung wurden Daten sowohl zur Selbstwirksamkeit, zur Präsenz in virtuellen Umgebungen als auch zum korrekten Umgang mit fachspezifischen Störungen erhoben. Weiterhin unterstützt das Mitwirken an wissenschaftlichen Untersuchungen als Proband:in implizit die Forschungsorientierung.

Kompetenzorientierung - Der Umgang mit fachspezifischen Unterrichtsstörungen ist eine wesentliche Kompetenz zur Professionalisierung, die Hauptbestandteil des Projekts darstellt. Dieser Schwerpunkt wird durch Interviews und Umfragen während des Lehrangebots festgestellt. Perspektivisch kann die VR-Umgebung genutzt werden, um Routinen auszubilden und somit Handlungsfähigkeiten zu fördern.

Persönlichkeitsentwicklung - Durch die Möglichkeit der Hospitation in der virtuellen Umgebung werden Peer-Teaching Möglichkeiten geschaffen, die überfachliche Kompetenzen und Persönlichkeitsentwicklung unterstützen. Des Weiteren bietet das VR-Labor-Klassenzimmer den Studierenden die Möglichkeit, einen Blick auf ihre eigene Lehrpersönlichkeit zu werfen und diese zu reflektieren.

Fachübergreifende Lehre - Durch den Einsatz digitaler Medien im Studium wird die individuelle Auseinandersetzung mit dem fächerübergreifenden Thema der Digitalisierung angeregt. Die eigene Lehrpraxis kann auch jenseits der eigenen Fächerkombination von diesen Erfahrungen profitieren. Da das Projekt einen Modellcharakter für weitere naturwissenschaftliche Unterrichtsfächer bietet, besteht Potenzial zum fachübergreifenden Transfer.

Zielgruppenspezifische Lehre - Die spezifisch für die Zielgruppe der (Chemie-) Lehramtsstudierenden angefertigte VR-Umgebung bietet die Möglichkeit sich aktiv mit individuellen Perspektiven (z. B. Praxiserfahrungen, vorhandenen Ängsten, u. a.) auseinander zu setzen. So können für die Lehrperson authentische Handlungsweisen erprobt und mit Hilfe von Peer-Teaching oder mit Dozierenden diskutiert werden.

4. Was konnten Sie konkret im Rahmen des Projekts umsetzen? Was wurde im Einzelnen gemacht? Bitte benennen Sie dabei auch die aus Ihrer Sicht förderlichen Aspekte und ggf. Hürden.

Bitte beschreiben Sie anschaulich, welche Methoden, Konzepte oder Szenarien Sie angewendet haben.

Um den Umgang mit fachspezifischen Störungen zu trainieren, wurde im Projekt basierend auf einem Arbeitsauftrag ein Unterrichtsszenario entworfen, bei dem die Nutzung des Gasbrenners zentral ist. Dabei lautete der Arbeitsauftrag: "Erhitze die Salzlösung im Reagenzglas bis zur vollständigen Verdampfung des Wassers, führe das Experiment unter Beachtung der notwendigen Sicherheitsregeln und der fachgerechten Bedienung des Gasbrenners durch." Nachdem dieser Auftrag von der Lehrkraft gegeben wurde, wurden Verhaltensweisen der virtuellen Schülerinnen und Schüler (vSuS) auf Grundlage eines modellierten Strukturbaums ausgelöst. Im Verlauf ohne Störungen setzten sich dabei die vSuS ihre Schutzbrillen auf, entzündeten den Gasbrenner fachgerecht, sodass zunächst die leuchtende Flamme, dann durch das Öffnen der Luftzufuhr die rauschende Flamme eingestellt wird. Mit dieser erhitzen die vSuS eine Kochsalzlösung in einem Reagenzglas mit Hilfe eines Reagenzglashalters und löschten den Gasbrenner nach vollständiger Verdampfung wieder fachgerecht und brachten alle Materialien in deren Ausgangsposition zurück. Mögliche Störungen, die während dieses Experiments auftreten können, beinhalten fehlende Schutzbrillen, Angst vor dem Brenner, fehlendes Entzünden des Gasbrenners, fehlende Überführung der leuchtenden in die rauschende Flamme, Erzeugung einer Stichflamme und Orientierung der Reagenzglasöffnung während des Erhitzens auf Mitschüler:innen.

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.). Auch die Häufigkeit des Auftretens einer Störung im realen Unterricht wurde mit erfahrenen Lehrkräften eruiert. 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 12 vSuS erstellt, die in drei Tischreihen paarweise an einem Brenner arbeiten. 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 relativ kleine Lerngruppe mit 12 vSuS begründet sich ebenfalls über die gegebene Räumlichkeit, ließe sich entsprechend auf Grundlage anderer Räumlichkeiten jedoch für zukünftige Umsetzungen erweitern.

Als eine weitere zentrale Komponente für das Immersionserlebnis in VR-Umgebungen gilt eine authentische auditive Wahrnehmung. Daher wurden für das Projekt sowohl Geräusche des Experiments (u.a. rauschende Brennerflamme, zerspringendes Reagenzglas, Auskristallisieren des Salzen) aufgenommen als auch SuS-Antworten durch studentische Hilfskräfte eingesprochen und in die VR-Umgebung eingebettet.

5. Welche zusätzliche Unterstützung wäre für zukünftige, ähnliche Projekte hilfreich?

Bitte benennen Sie Rahmenbedingungen, Ausstattungsmittel, Beratungsangebote oder Dienstleistungen, die dabei helfen würden, Projekte wie Ihres noch besser umzusetzen.

Für Projekte mit VR-Technologien wären Räumlichkeiten hilfreich, die leicht modularisierbar und für die jeweiligen Projekte frei zugänglich sind, auch um die vSuS-Anzahl entsprechend anpassen und erweitern zu können. Weiterhin würde für eine Verstetigung des Projekts die Verankerung und Verwaltung eines solchen VR-Labors über eine dedizierte Stelle hilfreich sein, um Studierenden Zugriff auf die Projektergebnisse zu ermöglichen, aber auch um eine Plattform zur Gewinnung von Probanden und Probandinnen für Studienzwecke zu haben.

6. Wie sind die Studierenden mit den (neuen) Methoden, Konzepten oder Szenarien umgegangen?

Bitte schätzen Sie ein, wie der "studentische Blick" auf Ihr Projekt ausgefallen ist. Wurden Neuerungen angenommen oder gab es bemerkenswerte Rückmeldungen?

“Wie in echt”, “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” waren Einschätzungen aus der ersten Pilotstudie. Dies spricht für den immersiven Charakter des Projekts und somit für die medienpsychologischen Aspekte, die untersucht werden. Des Weiteren wurde eine Diskrepanz wahrgenommen in deklarativem Wissen über Verhaltensweisen (z. B. “Das Überblicken der Klasse von vorn”) gegenüber dem Verhalten in der wahrgenommenen Situation (“Als ich nur noch die Rücken der Schüler sah, konnte ich nicht sehen, was vorn passiert oder nicht passiert. ”). Dieser erste “studentische Blick” auf das Projekt war von Reflexion und Präsenz in der VR geprägt, wodurch die neue Lernumgebung vielversprechend erscheint. Die Bedienung der Anwendung wurde nach einer nur 3-minütigen Kennenlernphase erlernt, was für eine intuitive Steuerung der Umgebung spricht. Auch zeigte sich, dass die Möglichkeit auf Unterrichtsstörungen im Rahmen der VR vorbereitet zu werden, Studierenden die Angst vor der Leitung von praktischen Unterrichtsphasen und den damit verbundenen vielfältigen Störungen nehmen kann. Im Rahmen der Lehramtsausbildung im Fach Chemie ist ein Training der Leitung solcher praktischer Unterrichtsphasen und damit verbundenen Anforderungen unter anderem im Umgang mit Gefahrstoffen ein wichtiger Schwerpunkt und auch im Vergleich mit anderen Naturwissenschaften ein Alleinstellungsmerkmal, welches besonderer Beachtung und Schulung bedarf. Dies ist Studierenden bewusst und entsprechend sind Angebote in diesem Ausbildungsbereich gewünscht. Einschränkend sei hier aber nochmals erwähnt, dass es sich um einzelne Rückmeldungen von Studierenden handelt. Eine empirisch validierte Untersuchung mit einer belastbaren Stichprobengröße steht noch aus.

7. Fazit und Ausblick: Welchen Stellenwert hat das Projekt für Ihre zukünftige Lehre bzw. für die Lehre in Ihrem oder in anderen Bereichen?

Sollen Teile oder das gesamte Vorgehen Ihres Konzeptes dauerhaft in die Lehre eingehen? Handelte es sich um eine pilothafte Erprobung? Welche Gründe sprechen für oder gegen eine Verstetigung?

Es ist geplant, das Projekt in der Lehre begleitend zu schulpraktischen Übungen in der Chemiedidaktik einzusetzen. Die ersten pilothaften Erprobungen bilden eine vielversprechende Basis für weitere Untersuchungen in der Professionsforschung und für eine curriculare Einbindung des Projekts in den Lehrplan. Zudem kann das Projekt in weiteren naturwissenschaftlichen Fachdisziplinen weiterentwickelt werden, da die Projektergebnisse einen Modellcharakter für weitere Implementierungen 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 erwarten lassen hinsichtlich Reflexion und Präsenz der Studierenden. Weiterhin steht das Projekt durch seinen Open Source Charakter unter ständiger Weiterentwicklungen und sollte daher regelmäßig auf den neuesten Stand gebracht werden.

II. Fragen zur Kategorisierung von Lehrprojekten

Bitte helfen Sie uns bei der Kategorisierung Ihres Projekts und setzen ein Kreuz bei den zutreffenden Punkten.

Eine Mehrfachauswahl ist möglich.

1. Einbezogene(s) Lehrveranstaltungsformat(e)

„X“ an zutreffender Stelle setzen	
X	Seminar
	Vorlesung
X	Übung
	Exkursion, Studienreise
X	kleine Gruppen (1-20)
	mittlere Gruppen (21-49)
	große Gruppen (>50)
	sehr große Gruppen (>100)
	studentisches Projekt

Sonstiges/Anderes (bitte nennen):	Schulpraktische Übung
-----------------------------------	-----------------------

2. Spezielle Lehrmethodik, spezielles Lehrarrangement

„X“ an zutreffender Stelle setzen	
X	Projektmethode, Projektseminar
	forschendes Lernen (bspw. Forschungsseminare, Problem Based Learning)
	interdisziplinäres Co-Teaching
	Co-Teaching
X	Simulation, Planspiel
	Inverted Classroom Model, “Flipped Classroom”
Kooperation mit externem Partner (bspw. Service-Learning), nämlich (bitte nennen):	
Sonstiges/Anderes:	

3. Neue Lehrinhalte

(Bitte in Stichpunkten beschreiben)
Umgang mit fachspezifischen Störungen

4. Gestaltungsebene(n)

„X“ an zutreffender Stelle setzen	
X	Lehrveranstaltung(en)
	Modul(e)
	Studiengang
	Studiengangsübergreifende(s) Angebot(e)
	Internationale(r) Kurs(e) (bspw. Online-International-Learning)
Sonstiges/Anderes (bitte nennen):	Selbstlern-Angebot

5. E-Learning, Medieneinsatz

„X“ an zutreffender Stelle setzen	
	Anreicherung mit Online-Angebot (bspw. begleitende Materialien)
	Integration (Blended Learning)
	Integration mit Ersatz von Präsenzveranstaltungen
	Virtuelle Lehre (bspw. MOOC)
	Einsatz von Video
X	Virtuelle Realität, Augmented Reality
	360-Grad-Bilder
	E-Assessment, elektronische Prüfungen
Sonstiges/Anderes:	

6. Schwerpunkt auf folgende Zielgruppe(n)

„X“ an zutreffender Stelle setzen	
	Studierende, allgemein
	nur BA-Studierende
	nur MA-Studierende
X	Lehramtsstudierende
	ausländische Studierende
	Studienanfänger*innen
	Berufstätige (bspw. Wissenschaftliche Weiterbildung)
	offenes Angebot (bspw. MOOC)
Sonstiges/Anderes (bitte nennen):	

7. Bezug zum Leitbild Lehre

7.1 Bezug zu den Themen des Leitbilds Lehre

„X“ an zutreffender Stelle setzen	
X	Forschungsorientierung
X	Tätigkeitsfeldbezug und Persönlichkeitsbildung
X	Interdisziplinäre und fachübergreifende Lehre
X	Zielgruppenspezifische Lehre
X	Studierenden- und Kompetenzorientierung

7.2 Bezug zu den Querschnittsthemen des Leitbilds Lehre

„X“ an zutreffender Stelle setzen	
X	Weiterbildung/Qualifizierung für Lehrende
X	Digitalisierung
X	Heterogenität
	Internationalisierung
X	Lehramt
	Kommunikation/Vernetzung (u. a. Aufbau einer Best Practice Datenbank)
	Qualitätsverständnis, Qualitätspolitik und Qualitätskultur

8. Bitte vergeben Sie Schlagwörter, die das Projekt weitergehend spezifizieren

(bspw. "Hackathon", "Blockseminar")

Bitte freie Schlagwörter nennen
VR-Simulation
Schulpraktische Übung
Professionalisierung
Chemielabor