GESELLSCHAFT
FÜR INFORMATIK

Martin Mandausch, Peter A. Henning (Hrsg.)

Proceedings of DELFI Workshops 2022

12. September 2022
Karlsruhe

Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)

Vorwort

Unter dem Motto „Digitale Lehre nachhaltig gestalten“ fand vom 12. bis 14. September 2022 die 20. Fachtagung Bildungstechnologien der Gesellschaft für Informatik e.V. (DELFI 2022) an der Hochschule Karlsruhe (HKA) statt. Ganz im Sinne des Tagungsmottos boten am ersten Tag der Jubiläums-DELFI 2022 sieben Pre-Conference-Workshops vielfältige Möglichkeiten für den direkten Austausch zu aktuellen und relevanten Aspekten des technologiegestützten Lehrens und Lernens:

Im *Workshop 1: VR/AR-Learning: Aktuelle Entwicklungen, Herausforderungen und Trends zu Lehr- und Lernszenarien mit VR/AR-Technologien* wurde der Einsatz immersiver Technologien im Lehr-/Lernkontext diskutiert und Impulse für den Einsatz dieser Medien erarbeitet.

Der *Workshop 2: Learning Analytics - Intertwining adaptive learning and learning analytics* widmete sich der Frage, inwieweit durch das Zusammenspiel von Learning Analytics und adaptivem Lernen der zunehmenden Heterogenität an Lernenden begegnet werden kann.

Im Rahmen des *Workshops 3: Kompetenzen digital: Modellierung, Erfassung, Katalogisierung, Verarbeitung und Zertifizierung* wurden technologische Ansätze erörtert, die es erlauben, verschiedene Aspekte traditioneller Qualifikations- und Kompetenznachweise digital zu ergänzen oder zu ersetzten.

Gemeinsam mit Expertinnen und Experten wurde im *Workshop 4: Rahmenbedingungen für Künstliche Intelligenz in Educational Technology* anhand konkreter Anwendungsfälle erörtert, welche rechtlichen, didaktischen und technischen Voraussetzungen für den erfolgreichen Einsatz von Künstlicher Intelligenz in Bildungstechnologien idealerweise gegeben sein sollten.

Die spezifischen Herausforderungen bei der Konzeption, Entwicklung und Anwendung zukunftsträchtiger Bildungstechnologien für den Unterrichtseinsatz und die Erfahrungen bei der Umsetzung innovativer, digitaler Lernwerkzeuge in Schulen thematisierte der *Workshop 5: Der Blick hinter die Kulissen der digitalen Bildung im Schulkontext*.

Im *Workshop 6: Die KI-Frage - Anwendungsorientierten Diskurs in der Hochschulbildung anregen* wurden Chancen und Risiken von Künstlicher Intelligenz in der Hochschullehre aus dem Blickwinkel von Lehrenden, Lernenden und der Hochschule als Organisation kritisch reflektiert.

Die selten in Publikationen erläuterten technischen Implikationen bei Forschungs-prozessen im Bereich des technologiegestützten Lernens wurde im *Workshop 7: Offene Entwicklung nachhaltiger Bildungstechnologien - Nuts & Bolts: Die Technik hinter den Kulissen der digitalen Bildungsforschung* in den Blick genommen.

Die einzelnen Beiträge dokumentieren die Ergebnisse des Workshops zusammenfassend oder wurden von den jeweiligen Workshop-Organisatorinnen und Organisatoren im Vorfeld der Konferenz individuell eingeworben und von eigenen Programmkomitees begutachtet.

Den Autorinnen und Autoren gilt unser herzlicher Dank für die gelungenen Beiträge. Ebenso herzlich möchten wir uns bei den Organisatorinnen und Organisatoren der Workshops sowie den jeweiligen Programmkomitees für ihr Engagement und die sehr gute Zusammenarbeit bedanken. Sie haben mit Ihren individuellen Aktivitäten und den daraus hervorgegangenen Workshopangeboten den Workshoptag der 20. DELFI maßgeblich mitgestaltet und die Tagung in Karlsruhe mit wertvollen Impulsen bereichert.

Karlsruhe im Dezember 2022

Martin Mandausch und Peter A. Henning

Inhaltsverzeichnis

Workshop 1: VR/AR-Learning: Aktuelle Entwicklungen, Herausforderungen und Trends zu Lehr- und Lernszenarien mit VR/AR-Technologien

Raphael Zender, Heinrich Söbke, Miriam Mulders
5. Workshop VR/AR-Learning 13

Jens Hofmann
Einsatz von Augmented Reality in Kläranlagen 17

Miriam Mulders
Kollaboratives Lernen mit Virtual Reality am Beispiel des Anne Frank VR House 27

Margarita Osipova, Sanghamitra Das, Peter Riyad, Heinrich Söbke, Mario Wolf, Florian Wehking
High Accuracy GPS Antennas in Educational Location-based Augmented Reality 37

Mary Igbudu, Johannes Tümler
Investigating Eye-Tracking in 3rd Party Off-the-Shelve Software 47

Florian Wehking, Mario Wolf, Heinrich Söbke
Authoring Educational 360° Models 57

Manfred Brill, Benedict Särota
Integration einer VR-Anwendung in eine Mathematik-Lehrveranstaltung für Informatiker 69

Rong Huang, Jana Rödig, Arne Berger, Johannes Tümler
Ein Virtuelles Biotech-Haus für das Lehren in der Biotechnologie 77

Micha Gittinger, David Wiesche
Lernen durch Erleben von AR und VR 87

Workshop 2: Learning Analytics - Intertwining adaptive learning and learning analytics

Niels Seidel, Clara Schumacher
Workshop on Learning Analytics 99

Dennis Menze, Niels Seidel
Support for Reading Comprehension in Digital Course Texts 105

Yvonne M. Hemmler, Dirk Ifenthaler
Indicators for supporting personalised and adaptive learning environments in online further education: An interview study..... 117

Fatima Maya, Philipp Krieter, Karsten D. Wolf, Andreas Breiter
Extracting Production Style Features of Educational Videos with Deep Learning..... 123

Workshop 3: Kompetenzen digital: Modellierung, Erfassung, Katalogisierung, Verarbeitung und Zertifizierung

Ilona Buchem, Johannes Konert, Michael Eichhorn, Jan Wunderlich
Workshop Kompetenzen Digital: Modellierung, Erfassung, Katalogisierung, Verarbeitung und Zertifizierung. 135

André Selmanagić, Katharina Simbeck
Designing Granular Competency Frameworks for Adaptive Learning on the Example of Naïve Bayes Classifiers..... 137

Ludwig Loth, Johannes Konert
Erstellung eines NLP-basierten Editors mit Qualitätsindikatoren und Änderungsvorschlägen für Kompetenzbeschreibungen..... 149

Ilona Buchem
Modellierung und Anerkennung von Kompetenzen im Forschungsdaten-management (FDM). Ein FDM Kompetenzrahmen mit Open Badges zum Einsatz in didaktischen Szenarien...... 159

Workshop 4: Rahmenbedingungen für Künstliche Intelligenz in Educational Technology

Johannes Schleiss, Stefan Göllner
Rahmenbedingungen für Künstliche Intelligenz in Educational Technology.. 171

Workshop 5: Der Blick hinter die Kulissen der digitalen Bildung im Schulkontext

Thiemo Leonhardt, Matthias Ehlenz, Ronny Röwert, Nadine Bergner
Bildungstechnologien in der Schule..... 181

David Baberowski, Thiemo Leonhardt, Nadine Bergner
Konzeption eines Setups für VR-gestützte 360°-Unterrichtsbeobachtung im TeachingLab 183

Natalie Kiesler, Daniel Schiffner
ComPleTT – Common Plattform for electronic Teacher Training 191

Birte Heinemann, Katja Eilerts, Tobias Huhmann, Carsten Schulte
„Pentomino 3D“ Werkstattbericht: SuS programmieren für SuS – ein Projektkurs 199

Frederic Maque, Matthias Ehlenz, Yasmin Willner, Alexander Prizkau
Förderung von Medienkompetenzen im Selbstlernformat 205

Workshop 6: Die KI-Frage - Anwendungsorientierten Diskurs in der Hochschulbildung anregen

Alice Watanabe, Kathrin Schelling, Stefanie Go, Tobias Schmohl
Die KI-Frage 215

Workshop 7: Offene Entwicklung nachhaltiger Bildungstechnologien - Nuts & Bolts: Die Technik hinter den Kulissen der digitalen Bildungsforschung

Birte Heinemann, Sergej Görzen, René Röpke, Matthias Ehlenz, Ulrik Schroeder
Offene Entwicklung nachhaltiger Bildungstechnologien 227

Steffen Rörtgen
Harmonizing OER metadata in ETL processes with SkoHub in the project "WirLernenOnline" 231

Antje Kazimiers, Martin Morgenstern, Thiemo Leonhardt, Nadine Bergner
Novice-friendly Feedback for Python Tasks in ArTEMiS 235

Sergej Görzen, Birte Heinemann, Marlene Heim, Ulrik Schroeder
Open Educational Resources and Virtual Reality: An inventory 243

Workshop 1: VR/AR-Learning: Aktuelle Entwicklungen, Herausforderungen und Trends zu Lehr- und Lernszenarien mit VR/AR-Technologien

5. Workshop VR/AR-Learning

Aktuelle Entwicklungen, Herausforderungen und Trends zu Lehr- und Lernszenarien mit VR/AR

Raphael Zender[1], Heinrich Söbke[2] und Miriam Mulders[3]

Vorwort

Virtual Reality bzw. Virtuelle Realität (VR) ist ein Sammelbegriff für ein breites Spektrum interaktiver Computersimulationen. Diese erfassen einerseits die Aktivitäten von Nutzerinnen und Nutzern gegenüber dem IT-System und stimulieren andererseits durch ihr Feedback verschiedene Sinne der Nutzerinnen und Nutzer, so dass eine subjektive Wahrnehmung von Anwesenheit (Präsenz) in der Simulation entsteht. Eine mit VR assoziierte Form stellt die Augmented Reality (AR) dar, bei der der Fokus der Nutzerinnen und Nutzer zwar in der physischen Realität verbleibt, diese jedoch um virtuelle Artefakte und Informationen erweitert wird. Die Kombination der VR/AR-Technologien in so genannten Mixed Reality Anwendungen zur Mensch-Maschine-Interaktion eröffnet eine Vielzahl an Vorteilen für die mediengestützte Aus- und Weiterbildung.

Die technologischen und wirtschaftlichen Entwicklungen der vergangenen Jahre haben zu einem erheblichen Zuwachs an VR/AR-Anwendungsbereichen, Entwicklungsprozessen sowie Nutzungsinteresse geführt. Auf Seiten der Anwendungen resultierte dies in einer beinahe unüberschaubaren Masse voneinander isolierter VR/AR-Erfahrungen. Es fehlen nach wie vor wirksame und systematische Integrationskonzepte in bestehende Systemarchitekturen, etablierte Bildungsprozesse sowie andere mediale Konzepte, aber auch anerkannte Anforderungen zur Gestaltung virtueller und augmentierter Lernwelten und aussagekräftige Studien zu Lerneffekten von VR/AR-Lernanwendungen. Auch Fragen der Organisation derartiger Lehr-/Lernwerkzeuge im Rahmen institutioneller Lehr-/Lernprozesse sind bisher weitestgehend ungeklärt. Diese Defizite sind insbesondere bedenklich, wenn man sich vor Augen führt, dass VR/AR-Technologien sich selbst zunehmend einer massetauglichen Reife nähern.

Der Workshop thematisiert in seinem fünften Jahr unter anderem diese Herausforderungen. Erbeten wurden sowohl wissenschaftlich fundierte Beiträge, Studierendenbeiträge als auch Best-Practice-Beispiele und Fallstudien zu Themenbereichen des Lernens mit VR/AR-Technologien. Veranstaltet wird der

[1] Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Informatik, Didaktik der Informatik | Informatik und Gesellschaft, Unter den Linden 6, 10099 Berlin, raphael.zender@hu-berlin.de
[2] Bauhaus-Universität Weimar, Bauhaus-Institut für zukunftsweisende Infrastruktursysteme (b.is), Goetheplatz 7/8, 99421 Weimar, heinrich.soebke@uni-weimar.de
[3] Universität Duisburg-Essen, Learning Lab, Universitätsstr. 2, 45141 Essen, miriam.mulders@uni-due.de

doi: 10.18420/delfi2022-ws-10

Workshop vom gleichnamigen Arbeitskreis VR/AR-Learning[4] der Gesellschaft für Informatik (GI).

Für den Workshop gab es insgesamt neun Einreichungen. Jede wurde von mindestens drei Mitgliedern des Programmkomitees begutachtet, mit dem Ergebnis einer überdurchschnittlich hohen fachlichen Qualität. Nach einer Überarbeitung konnten daher acht Beiträge angenommen und veröffentlicht werden. Sie ließen durchgängig hochrelevante Vorträge sowie angeregte Diskussionen erwarten.

Zudem wurden auf dem Workshop die Preisträger des AVRiL-Wettbewerbs 2022 zu gelungenen VR/AR-Lernszenarien ausgezeichnet. Der Siegerbeitrag wurde im Rahmen des Workshops vorgestellt.

Wie jedes Jahr war die finale Diskussions- und Reflektions-Session ein Highlight des Workshops. 2022 wurde diese von ungewöhnlich vielen Teilnehmenden angenommen. Die diskutierten Themen reichten von der Simulation von schwierig darzustellenden Konzepten über Visualierungsaspekte sowie Multiuser-VR bis hin zu kognitionspsychologischen Fragestellungen rund um Embodiment.

Zum Abschluss möchten wir den Mitgliedern des Programmkomitees für ihr großartiges Engagement für die Qualitätssicherung des Workshops in Form der Begutachtung der Beiträge danken!

Programmkomitee

- Maria Bannert (Technische Universität München)
- Josef Buchner (Universität Duisburg-Essen)
- Mario Donick (vFlyteAir Simulations)
- Ralf Dörner (Hochschule RheinMain)
- Dominic Fehling (Bergische Universität Wuppertal)
- Torsten Fell (Institute for Immersive Learning)
- Lena Florian (Universität Potsdam)
- Micha Gittinger (Universität Duisburg-Essen)
- Paul Grimm (Hochschule Fulda)
- Sebastian Habig (Universität Duisburg-Essen)
- Christian Hartmann (Technische Universität München)

[4] https://ak-vrarl.gi.de

- Andreas Kohne (Materna TMT GmbH)
- Felix Kretschmer (Technische Universität Berlin)
- Jule Krüger (Universität Duisburg-Essen)
- Rolf Kruse (Fachhochschule Erfurt)
- Carsten Lecon (Hochschule Aalen)
- Anja Richert (Technische Hochschule Köln)
- Andrea Schmitz (ZWH-Dienstleistungs GmbH)
- Sven Strickroth (Ludwig-Maximilians-Universität München)
- Johannes Tümler (Hochschule Anhalt)
- Markus von der Heyde (vdH-IT)
- Matthias Weise (T-Systems Multimedia Solutions)
- Mirco Zick (Universität Duisburg-Essen)

Einsatz von Augmented Reality in Kläranlagen

Lernhaltige Verwendung von Datenbrillen in der beruflichen Bildung

Jens Hofmann [1]

Abstract: Der Einsatz von Augmented Reality (AR) in der beruflichen Bildung eignet sich insbesondere für die Vermittlung berufspraktischer Kompetenzen im Rahmen der Qualifizierung von Auszubildenden im Berufsbild „Fachkraft für Abwassertechnik". Der niederschwellige Einsatz wird anhand vier exemplarischer Einsatzszenarien in einer Kläranlage dargestellt. Leitfrage war hierbei: Ist der Einsatz von Datenbrillen geeignet, um den Erwerb berufspraktischer Handlungskompetenz zu unterstützen? Der Praxisbericht zeigt auf, dass die Weitergabe von Fachwissen in Echtzeit durch eine AR Remote Support-Lösung vom Experten an Auszubildende möglich ist. Dies fördert ein digitalgestütztes Arbeiten in der beruflichen Praxis durch den lernhaltigen Einsatz von AR sowie es unterstützt gleichzeitig den Wandel hin zu einer Abwasserwirtschaft 4.0 im Kontext einer beruflichen Bildung 4.0.

Keywords: Augmented Reality, Remote Support, Kläranlage, Fachkraft für Abwassertechnik, berufliche Bildung

1 Einleitung

Der Einsatz von Augmented Reality (AR) stellt derzeit in der beruflichen Bildung eine Nischenanwendung dar. Eine Untersuchung im Jahr 2019 unter 2006 ausbildenden Unternehmen zeigte einen Nutzungsgrad von 3 % über alle Branchen hinweg [Ge20]. Dies spiegelt sich auch in der Abwasserwirtschaft direkt wider. Hier ist der Einsatz von Augmented Reality in Kläranlagen eher selten. Bisherige Fälle umfassen insbesondere die digitale Unterstützung der Maschinenwartung.[2] Anwendungsfälle in der beruflichen Bildung sind bisher u. a. aus dem Bereich der Chemie bekannt [LH20].

Als Augmented Reality wird dabei die Überlagerung der sichtbaren Realität mit digitalen Informationen in Echtzeit und deren Verankerung im Raum verstanden [Gr13]. Die Verwendung interaktiver und dreidimensionaler Objekte ermöglichen eine Anreicherung der Realität. Dies ist wichtig bei der Anwendung in realen Arbeitsprozessen.

[1] SBG Dresden, Gutenbergstraße 6, 01307 Dresden, j.hofmann@sbgdd.de, https://orcid.org/0000-0002-5066-1056

[2] https://funkefuture.com/pilotprojekt-datenbrille-fuer-einen-service-4-0/ (abgerufen am: 07.06.2022)

doi: 10.18420/delfi2022-ws-11

Augmented Reality eignet sich für die Vermittlung technischen Wissens für risikoarme Tätigkeiten wie die bereits erwähnte Maschinenwartung, aber auch für Routine und Nicht-Routinetätigkeiten [LH20]. Ziel ist es, Handlungsmuster zu erlernen oder bei unvorhergesehenen Ereignissen in Echtzeit audiovisuell durch den Einsatz von Sprache und Hologrammen entsprechende Hilfestellungen zu geben. In Kombination mit passenden Kommunikations- und Kollaborationsformen entstehen neue Kommunikationsräume für Entwicklung, Test, Evaluation und Transfer lernhaltiger und mit AR angereicherter Lehr- und Lernszenarien.

Der Einsatz von Augmented Reality ist z. B. als sog. Remote Support mit speziellen Datenbrillen möglich. Hierbei schaltet sich in Echtzeit der Experte/-in aus der Ferne hinzu und gibt audio-visuelle Anweisungen. Dieses Setting ermöglicht es, dass der Lernende beide Hände frei hat. Dies unterstützt eine direkte Umsetzung der Anweisungen.

Der Einsatz von AR in Kläranlagen bei der Steuerung von Prozessen wurde mit vier Auszubildenden des Berufsbildes „Fachkraft für Abwassertechnik“ im Kläranlagenverbund Bonn untersucht. Die Leitfrage war hierbei: Sind niederschwellige AR-Anwendungen geeignet, um den Erwerb berufspraktischer Kompetenzen in einer Kläranlage zu unterstützen?

2 Theorie

Augmented Reality fördert einerseits ein experimentelles und selbstgesteuertes Lernen und andererseits ein angeleitetes, handlungsorientiertes Lernen [Ho20]. Gerade das Lernen unter Anleitung, z. B. eines betrieblichen Ausbilders, zeichnet die berufliche Erstausbildung aus. Ein theoretischer Bezugsrahmen hierfür ist die sog. Cognitive Apprenticeship Theory [CBN89]. Der konstruktivistische Ansatz steht dabei in enger Verbindung zum situierten Lernen. Dies stellt den prozeduralen Wissens- und Kompetenzerwerb gut dar sowie es eignet sich den integrativen Charakter von AR beim Erwerb von Handlungswissen darzustellen.

Die Cognitive Apprenticeship Theorie ist gekennzeichnet durch die aufeinanderfolgenden Phasen: Vorführen - unterstützte Vorführung – Artikulation und Reflexion des Gelernten – Übertragung des Gelernten auf neue, aber ähnliche Aufgaben. Es bildet damit die Realität in der Ausbildung (Auszubildender-Meister/Ausbilder-Verhältnis) ab, bei der das Wissen in einem zyklischen Verhältnis zur Praxis steht. Dieses Wissen wiederum beeinflusst das Handeln, was wieder zu neuem Wissen führt. Die Wechselbeziehung von Wissen und Handlungswissen bzw. dessen Reflexion ist ein Merkmal für das Lernen im Prozess der Arbeit. Der Cognitive Apprenticeship-Ansatz lässt sich damit bei der Nutzung von AR in der praktischen Ausbildung bei der Fachkraft für Abwassertechnik anwenden, da bestehende sequenzielle Arbeitsschritte (audio-)visuell und synchron begleitet werden, um das jeweilige Lernziel inhaltlich und zeitlich zu erreichen.

3 Anwendungsszenarien

Die Verwendung von AR in der praktischen Ausbildung antizipiert Entwicklungen bei der Fachkraft für Abwassertechnik. Voraussichtlich im Jahr 2023 soll das Berufsbild u. a. um Handlungsfelder wie digitales Arbeiten modernisiert werden. Dies inkludiert dabei auch den Umgang mit Technologien wie AR. Die SBG Dresden als überbetriebliche Bildungseinrichtung im Bereich der Umwelttechnik mit dem Fokus auf dem praktischen Teil der Ausbildung ist bestrebt, bestehende und zukünftige Anforderungen der Ausbildungsordnungen und der Ausbildungsunternehmen entsprechend zu bedienen.

Die Pilotierung erfolgte anhand gängiger Arbeitsaufgaben in insgesamt zwei Kläranlagen in Bonn. Dies umfasste Tätigkeiten in den Bereichen der Probennahme, der chemisch-biologischen Abwasserreinigung, der Pumpenwartung sowie der Störungsbehebung. Mittels des Einsatzes von AR konnte jeweils ein Experte/-in (Ausbilder und erfahrener Auszubildender) hinzugeschaltet werden. Der sog. AR Remote Support diente dabei der Vermittlung von berufspraktischen Handlungswissen. Mittels gesprochenen Worts und einfachen Hologrammen erfolgte die Echtzeitanreicherung einer oder mehrerer aufeinanderfolgender, meist motorischer Handlungen. Jedes Szenario wurde im Nachgang mittels Onlinefragebogen durch die Nutzer evaluiert. Im Mittelpunkt stand die individuelle Einschätzung hinsichtlich Anwendbarkeit einer Datenbrille sowie der Transfer des Gelernten in die jeweilige berufliche Praxis.

Szenario I: Probennahme (erfahrener Auszubildender – Auszubildender)

Bei diesem Szenario leitete die erfahrene Auszubildende (3. Lehrjahr) den anderen Auszubildenden (1. Lehrjahr) in Echtzeit an. Die Expertin war mittels Microsoft Teams zugeschaltet und konnte sehen, was der Auszubildende in der AR-Brille (Microsoft HoloLens 2 und Remote Assist App) sah. Die Expertin unterstütze ihre Ausführungen bei Bedarf durch einfache Hologramme, die ins Sichtfeld des Auszubildenden eingeblendet und räumlich verankert wurden.

Der Ablauf fand wie folgt statt: Nach einer kurzen Einführung im Umgang mit der Microsoft HoloLens 2 sowie einer fragebogenbezogenen Erfassung der Motivation und des bereits bestehenden möglichen Vorwissens, um festzustellen, ob die jeweilige Aufgabe nicht bereits vorher ausgeführt wurde, begann die AR gestützte Umsetzung der Aufgaben im sog. Ex-Zonen[3] freien Bereich. Anschließend stand im Mittelpunkt des Datenbrilleneinsatzes die Behebung eines Fehlers im Probennahmenschrank. Der Auszubildende konnte den Fehler zwar identifizieren, aber zur Fehlerbehebung rief er über die Datenbrille die Expertin an. Dies leitete ihn in Echtzeit audio-visuell an. Sie führte ihn hinsichtlich der notwendigen Einstellungen am digitalen Display des Probennahmenschrankes, der Reinigung der Sonde, des Ein- und Ausbaus der Sonde sowie der Wiederinbetriebnahme. Sie konnte die Ausführung in Echtzeit überprüfen und

[3] Dies bezeichnet den explosionsgefährdeten Bereich z.B. in einer Industrieanlage. Meist abgekürzt als „Ex-Zone“. Es erfolgt eine Einteilung in drei Zonen: 0, 1 und 2. Die Zone 0 stellt dabei den am explosionsgefährdeten Bereich oder Atmosphäre dar. Die Einbringung batteriebetriebener Geräte wie Datenbrillen, die potenziell u. a. durch einen Unfall entzündlich sind, ist für die Ex-Zonen 0-2 untersagt.

bei Bedarf sofort korrigieren. Der Auszubildende hatte dabei die Möglichkeit, das Gelernte zu reflektieren. Dies war sichtbar an der Art und Weise seiner Arbeitsausführung sowie an seinen Rückfragen. Es wurde erwartet, dass er das Gelernte in einer ähnlichen Situation das Gelernte anwenden kann.

Abb. 1: Nutzung der Microsoft HoloLens 2 und die App Remote Assist (teilweise Überblendung der Außen- und der Innenansicht mit Overlay-Einbettung im Nutzersichtfeld) - siehe Aufzeichnung[4]

In der formativen, ex-post Evaluation (siehe Tabelle 1) mit einem Onlinefragebogen zeigte sich, dass die Lernenden den Anweisungen des Experten gut folgen und auch direkt umsetzen konnten. Die Befragten erwarten, das Gelernte in ihrer beruflichen Praxis überwiegend gut einzusetzen.

[4] https://www.youtube.com/watch?v=L2R5CcXWxxE (abgerufen am 09.06.2022)

Szenario	Niveau	Fandest du es einfach, den Anweisungen des Experten zu folgen?	Hattest du das Gefühl, dass sich dein Verständnis für das Thema verbessert hat?	Wie sicher bist du, dass du das Gelernte bei der Arbeit anwenden kannst?	Fandest du es einfach, Fehler und Missverständnisse zu überwinden?
1. Probennahme	Anfänger	Meistens	Meistens	Sicher	Einfach
2. Chemisch-biologische Abwasserreinigung	Anfänger	Meistens	Ja	Sehr sicher	Sehr einfach
3. Betrieb, Unterhalt und Wartung von Pumpenanlagen	Anfänger	Meistens	Ja	Sicher	Sehr einfach
4. Störungsbehebung	Anfänger	Meistens	Meistens	Sehr sicher	Einfach

Tab. 1: Ergebnisse der fragebogenbasierten formativen Onlineevaluation auf Grundlage verschiedener szenariobezogener Selbsteinschätzungsparameter (5-stufige Likert-Skala)[5]

Szenario 2: Chemisch-biologische Abwasserreinigung (erfahrene Auszubildende – Auszubildender)

Bei diesem Szenario wurde der Auszubildende (1. Lehrjahr) in Echtzeit von einer erfahrenen Auszubildenden angeleitet.[6] Das technische Setting war wie in Szenario I. Nach der Einführung, der anschließenden Befragung bzgl. des Vorwissens sowie der Motivation ging es an die Umsetzung in einem Ex-Zonen freien Bereich.

Die formative Evaluation (siehe Tabelle 1) zeigte, dass das AR gestützte Peer-Learning in der Durchführung auch mit den bestehenden Umgebungsgeräuschen in der Kläranlage gut möglich war. Die Vermittlung beruflichen Handlungswissens sowie der Transfer in den Ausbildungsalltag wurde gut bis sehr gut eingeschätzt.

[5] https://bit.ly/3SB6OUd (Fragebogen Probennahme)
[6] https://www.youtube.com/watch?v=_QCj661IV-g (abgerufen am 09.06.2022)

Szenario 3: Betrieb, Unterhalt und Wartung von Pumpenanlagen (erfahrener Ausbilder – Auszubildender)

Die Pumpenwartung umfasste eine Abfolge verschiedener Schritte über eine Dauer von ca. 1 h.[7] Ausgangspunkt war das Bergen der Pumpe aus dem Sandfangbecken, dem anschließenden Ölwechsel in der Werkstatt sowie den nachfolgenden Einbau in das Becken. Dies Aufgaben sind auch Bestandteil der Ausbildung.

Als AR-Brille kamen die Microsoft HoloLens 1 sowie die Remote Assist App in einem Ex-Zonen freien Bereich zum Einsatz. Der Ausbilder schaltete sich über die Microsoft Teams App auf seinem Smartphone zu und gab audio-visuelle Anweisungen an den Auszubildenden des 1. Lehrjahres.

Die im Anschluss erfolgte und fragenbogenbasierte Evaluation zeigt, dass die Vermittlung von Fachwissen und die Behebung von Missverständnissen als sehr gut eingeschätzt wurde (siehe Tabelle 1). Die Befolgung der Expertenanweisungen wurde insgesamt als gut bewertet. Einflussfaktoren waren insbesondere Umgebungsgeräusche sowie die Stärke des zur Verfügung stehenden W-Lan-Signals

Szenario 4: Störungsbehebung (erfahrener Ausbilder – Auszubildender)

Als letztes Szenario wurde der Umgang mit Störungen in der Kläranlage erprobt.[8] Die Zuschaltung des Experten erfolgte wie in Szenario 3 über das Smartphone des Ausbilders. Der Auszubildende trug eine HoloLens 1. Zum Einsatz kamen die Remote Assist App (auf der Datenbrille) sowie die Teams App (auf dem Smartphone).

[7] https://www.youtube.com/watch?v=qhlBHzS6H70 (abgerufen am 09.06.2022)
[8] https://www.youtube.com/watch?v=xmKIMQ6gLV0 (abgerufen am 09.06.2022)

Abb. 2: Nutzung der Microsoft HoloLens 1 und die App Remote Assist (teilweise Überblendung der Außen- und der Innensicht; mit Overlay-Einbettung im Nutzersichtfeld)

Im Mittelpunkt des Szenarios standen Vermittlung und Begleitung bei der Inbetriebnahme des Rücklaufschlamm-Systems nach sog. Heberabriss durch eine hydraulische Überlastung. Dies stellt ein Szenario in der Kläranlage dar, welches in einem Ex-Zonen freien Bereich stattfand.

Durch die verbalen Anweisungen unterstützte der Ausbilder über eine Dauer von ca. 25 min einfachen Hologrammen im Sichtfeld des Auszubildenden.

Die Bewertung (siehe Tabelle 1) ergab, dass besonders der Transfer in berufliche Praxis als sehr gut bewertet wurde. Die Kommunikation des Auszubildenden mit dem Ausbilder wurde als gut bewertet.

4 Diskussion

Der Einsatz von AR Remote Support in der praktischen Ausbildung in Kläranlagen ist einfach und ohne Programmieraufwand möglich. Damit kann die Leitfrage: „Sind niederschwellige AR-Anwendungen geeignet, um den Erwerb berufspraktischer Kompetenzen in einer Kläranlage zu unterstützen?“ für die jeweiligen Einsatzbeispiele bejaht werden.

Begrenzende Faktoren sind mitunter Umgebungsgeräusche, die Stärke des W-LAN Signals sowie die Beachtung von Ex-Zonen.

Die durchweg guten Bewertungen in der formativen Evaluation zeigen das integrative Potenzial von AR für die berufliche Bildung auf. Dies ermöglicht eine erste

Standortbestimmung hinsichtlich eines vertiefenden oder weiterführenden Einsatzes in Kläranlagen.

Neben der Vermittlung technischen sowie Prozesswissens ermöglicht der Einsatz von AR Remote Support neue Kommunikationsformen zwischen z. B. erfahrenen Auszubildenden und unerfahrenen Auszubildendem sowie hinsichtlich räumlicher-zeitlicher Präsenz durch die zeitlich synchrone Zuschaltung aus der Ferne. Es wird vermutet, dass dies zu einer höheren Motivation unter den Lernenden führt, infolge der Unterstützung des Erwerbs beruflicher Handlungskompetenz (z. B. motorischer Fähigkeiten) durch AR. Damit können bestehendes Wissen und Fähigkeiten in den beiden Peer-Learning Szenarien auch beim erfahrenen Auszubildenden evaluiert werden sowie die Effektivität der Aufgabenausführung beim instruierten Auszubildenden. Infolge des neuartigen Medieneinsatzes und der Kollaborationsform wird erwartet, dass dies anschließend in einem besseren Erinnerungsvermögen des Gelernten resultiert.

Die durchgeführten Pilotierungsszenarien mit einer kleinen Stichprobe (n=4) in zwei Kläranlagen verdeutlichen, dass AR basiertes Remote-Training besonders bei ungefährlichen Szenarien mit aufeinander aufbauenden Arbeitsschritten zum Einsatz kommen sollte. Hierbei muss aber der Erwerb von Handlungswissen gerahmt werden, durch den vorangeschalteten Erwerb von Fachwissen zur Funktionsweise der augmentierten technischen Anlagen und -teile.

5 Schlussfolgerungen

Die Anwendung von AR bzw. AR-Brillen in der praktischen Ausbildung ist in Kläranlagen realisierbar. Im Mittelpunkt sollten insbesondere die Vermittlung technischen Wissens sowie die Zusammenarbeit zwischen Anlagenpersonal stehen.

Gerade im Hinblick auf die anstehende Modernisierung des Berufsbildes „Fachkraft für Abwassertechnik“ ermöglichen erste Erfahrungen bzgl. Technologieeinsatz sowie lernhaltiger Praxisszenarien eine Möglichkeit, bestehende Probleme zu lösen (z. B. Zuschaltung eines/-r Experten/-in auch an Wochenenden) sowie zu antizipieren (zu modernisierende Ausbildungsinhalte). AR Remote Support kann maßgeschneidert und lernhaltig auch für viele Prozesse und Abläufe in einer Kläranlage (kein Ex-Schutz) angewandt werden, um einen modernen Kläranlagenbetrieb zu gewährleisten. Weitere und tiefer gehende Analysen u. a. mit leitfadengestützten Interviews sind wünschenswert, um derzeitige und zukünftige Einsatzpotenziale auch in kleinen sowie größeren Kläranlagen weiter auszuloten.

6 Literaturverzeichnis

[CBN 89] Collins, A; Braun, J.S. und Newman, S.E. (1989). Cognitive Apprenticeship: Teaching The Crafts of Reading, Writing and Mathematics. In: Resnick, L.B. (Hrsg). Knowing, Learning and Instruction. Essays In Honour Of Robert Glaser. Hillsdale, NJ., 453-494.

[Ge20] Gensicke, Miriam u. a.: Digitale Medien in Betrieben – heute und morgen. Eine Folgeuntersuchung. Bonn 2020. S. 167.

[Gr13] Craig, Alan B. (2013): Understanding Augmented Reality. Concepts and Applications. Elsevier, Waltham, S. 20.

[Ho20] Hofmann, Jens (2020): LEAP: Learnings beim Einsatz von Augmented Reality in der praktischen Berufsausbildung, in: Raphael Zender et al. (Hrsg.): Die 18. Fachtagung Bildungstechnologien (DELFI), Lecture Notes in Informatics (LNI), Gesellschaft für Informatik, Bonn 2020.

[LH 20] Lester, S. and Hofmann, J. (2020): Some pedagogical observations on using augmented reality in a vocational practicum, British Journal of Educational Technology, Vol 51, No 3, 645-656. (doi:10.1111/bjet.12901)

Kollaboratives Lernen mit Virtual Reality am Beispiel des Anne Frank VR House

Miriam Mulders[1]

Abstract: Im November 2021 wurde ein Unterrichtskonzept zum kollaborativen Lernen mit Virtual Reality (VR) mit Schüler*innen der neunten Klasse eines Gymnasiums erprobt. Dazu bearbeiteten Kleingruppen Lernaufträge, bei denen eine Person aktiv in der VR agierte und die Anderen diese Person aktiv begleiteten. Dieser Beitrag beschreibt die Erarbeitung und Durchführung von kollaborativen Lernaktivitäten in und mit VR. Die Ergebnisse der Evaluierung deuten darauf hin, dass kollaborative Unterrichtsszenarien, in denen wenige Schüler*innen sich innerhalb der VR befinden und weitere Schüler*innen von außerhalb das Lerngeschehen beeinflussen, für das Lernen förderlich sein können. Weiterhin werden im Beitrag Stärken (z. B. simultanes Einbinden mehrerer Schüler*innen) und Schwächen (z. B. eingeschränktes Erleben der Person in VR) von VR für kollaboratives Lernen in Kleingruppen diskutiert. Der Beitrag schließt ab mit einem Fazit und Implikationen für Folgedesigns und Forschungsprojekte.

Keywords: Virtual Reality, kollaboratives Lernen, didaktisches Design, Anne Frank VR House

1 Einleitung

Dem Lehren und Lernen mit und durch Virtual Reality (VR) werden große Potenziale zugeschrieben [Ro19]. Dabei wird oftmals der Technologie eine bestimmte Wirkung zugeschrieben. Es wird angenommen, der Einsatz von VR fördere per se gelingendes Lernen. Eine Reihe von Studien (z.B. [Ha21], [WYG20]) zeigten jedoch, dass VR bestimmte Lehr- und Lernziele (z.B. räumliches Vorstellungsvermögen, Empathie) zwar angemessen adressieren kann, die Technologie zur Erreichung anderer Ziele (z.B. deklarativer Wissenserwerb) jedoch weniger geeignet scheint. Vielfach handelt es sich doch bei solchen Studien um in der Wissenschaft oftmals kritisierte Medienvergleichsstudien, welche VR traditionelleren Lehr- und Lernmethoden gegenüberstellen. Was vernachlässigt wird, sind zugrundeliegende didaktische Konzepte, Bezüge zu lerntheoretischen Annahmen und Lernstrategien sowie eine ausführliche Beschreibung der Lernaktivitäten und der eingesetzten Materialien [Ra20], [JK18], [Wa18]. [MP21] betonen in diesem Zusammenhang, dass sie im Sinne von [Cl94] und [Ko94] davon ausgehen, dass ein Medium per se keinen lernförderlichen Effekt generieren kann. Reine Medienvergleichsstudien seien demnach konfundiert bzw. verzerrt, weil sie die zugrundeliegenden didaktischen Methoden nicht berücksichtigen. In ihrem theoretischem Modell zum Lernen in VR, dem Cognitive Affective Model of Immersive Learning (CAMIL), untersuchen sie folglich keine direkten Effekte von VR auf das

[1] Universität Duisburg Essen, Lehrstuhl für Mediendidaktik und Wissensmanagement, Universitätsstraße 2, 45141 Essen, miriam.mulders@uni-due.de

doi: 10.18420/delfi2022-ws-12

Lernen, sondern vielmehr die von didaktischen Methoden, die bei VR-Lernanwendungen implementiert wurden. Demnach werden im CAMIL Wechselwirkungen zwischen Medien und Methoden angenommen. Neben einer fehlenden Betrachtung didaktischer Hintergründe, werden in Studien zu Lernen in VR lernhinderliche Effekte von VR (z.B. erhöhte Arbeitsgedächtnisbelastung, Symptome des Unwohlseins) vernachlässigt [CPS20], [MBM19], [PM21].

Dieser Beitrag möchte die zuvor skizzierte Problematik adressieren und ein didaktisches Unterrichtskonzept zum Einsatz einer VR-Umgebung zum kollaborativen Lernen in Kleingruppen im schulischen Kontext zur Diskussion stellen. Das Unterrichtsszenario wurde im November 2021 an einem deutschen Gymnasium mit Neuntklässler*innen praktisch erprobt.

Der Beitrag beginnt mit einer Begriffsdefinition von VR. Darauf aufbauend wird die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung eingesetzte VR-Lernumgebung und der Untersuchungsablauf im Detail beschrieben. Es folgt die Berichterstattung innerhalb der Untersuchung gesammelter Daten sowie ein Fazit zur Weiterentwicklung des didaktischen Designs und zu zukünftigen Forschungsprojekten.

2 Theoretischer Hintergrund: Was ist Virtual Reality?

VR wird definiert als gänzlich computergenerierte Welt, die von Menschen als Simulation der Realität wahrgenommen wird, möglichst viele Sinnesmodalitäten anspricht und die mithilfe von Eingabegeräten gestaltet und verändert werden kann [BC03], [TN06]. VR unterscheidet sich von anderen verwandten Technologieformen (z. B. Augmented Reality) im Hinblick auf die egozentrische Perspektive, die 3D-Interaktionen per Körperbewegungen und -gesten sowie den immersiven Charakter der VR-Präsentation. Letztgenanntes Merkmal der Immersion wird in der Literatur oftmals als das zentrale technologische Merkmal von VR angesehen [Dö19]. Neben dieser technischen Anforderung ist als zweites zentrales Merkmal das psychologische Gefühl des Präsentseins in der VR zu nennen, also das Empfinden in die VR vollkommen eingetaucht zu sein [SW97], [SS16]. Es wird zwischen verschiedenen VR-Visualisierungs-technologien (z. B. desktopbasierte VR, Head Mounted Display (HMD) basierte VR) differenziert. Im vorliegenden Beitrag liegt der Fokus auf HMD basierter VR. Diese Endgeräte umschließen Augen und Ohren. Meist werden diese ergänzt um handliche Controller, die beim Eintauchen in die VR zu Händen werden und Nutzer*innen damit in gewohnter Weise computergenerierte Objekte bewegen lassen.

Die Chancen und Herausforderungen, die mit dem Einsatz von VR zu Bildungszwecken einhergehen, wurden bereits in einigen Studien thematisiert [JK28], [Ra20], [SB06]. Auch für das kollaborative Lernen bietet VR laut [Zi19] und [Ze18] vielfältige Möglichkeiten. Dabei arbeiten Gruppenmitglieder koordiniert und synchron zusammen, d. h. miteinander und nicht nebeneinander. Allerdings wurde kollaboratives Lernen in Zusammenhang mit VR oftmals so verstanden, dass die Personen sich zeitgleich in einer VR befinden.

3 Methodik

In den folgenden drei Abschnitten wird die Konzeption eines kollaborativen Lernsettings mit der Technologie VR beschrieben und eine erste Untersuchung dessen in der Schulpraxis vorgestellt.

3.1 Die Entstehungsgeschichte

Im Rahmen einer Studie erkundeten eine Reihe von Schüler*innen eines Geschichtskurses eines Gymnasiums in Nordrhein-Westfalen eine VR-Umgebung (detaillierte Beschreibung im nachfolgenden Abschnitt). Dieses Untersuchungsszenario war sehr zeitaufwendig (ca. eine Stunde pro Schüler*in) und konnte nur außerhalb der regulären Unterrichtszeiten umgesetzt werden. Eine Lehrkraft monierte dieses Bildungsproblem und formulierte den Wunsch, die VR-Umgebung effizienter in seinem Geschichtsunterricht im Themenblock „*Judenverfolgung und Stolpersteine in der heutigen Zeit*“ einsetzen zu können. Eine zeitliche Bindung an die Lehrpläne der Schüle ließe nur ein Szenario zu, in dem mehrere Schüler*innen zeitgleich am VR-Erlebnis partizipieren. Unter Berücksichtigung der räumlichen Begebenheiten (ca. 40 m^2) und der Anzahl vorhandener Endgeräte (hier: vier *Oculus Quest 2*) wurde ein Konzept zum kollaborativen Lernen mit VR erarbeitet und mit zwei Kleingruppen ($N = 8$) getestet.

3.2 Die VR-Umgebung: Das Anne Frank VR House

Bei der VR handelt es sich um das frei verfügbare und kostenlose *Anne Frank VR House*[2], das gemeinsam von der Anne Frank Stiftung[3] und Force Field VR[4] entwickelt wurde. Die Anwendung erlaubt Einblicke in das Versteck der 13 Jahre alten Anne Frank, ihrer Schwester, ihrer Eltern und vier weiteren Untergetauchten. Das Versteck befand sich in einem Hinterhaus eines Firmengebäudes auf der Prinsengracht 263 in Amsterdam. Die VR-Umgebung zeigt die Lebenswirklichkeit der acht Personen jüdischer Herkunft im Zeitraum von 1942 bis 1944. Es sind alle acht Räume des Verstecks mitsamt Inventar detailgetreu nachgebildet. Dabei werden keine Personen dargestellt. Ansonsten erscheint die Lebenswirklichkeit der Untergetauchten zu Zeiten des Nationalsozialismus für den Moment konserviert. Ein Brettspiel wartet darauf, weitergespielt zu werden, das Geschirr steht noch zum Abtropfen auf der Spüle, ein Fahrrad hängt an der Wand, Annes Tagebuch und ihre Stifte liegen auf dem Schreibtisch. Einen Impression über die Räumlichkeiten bietet die Abbildung 1.

[2] https://www.oculus.com/experiences/quest/1958100334295482/ (abgerufen am 31.05.2022)
[3] https://www.annefrank.org/nl/ (abgerufen am 31.05.2022)
[4] vertigo-studios.nl (abgerufen am 31.05.2022)

Abb. 1: Impression aus dem *Anne Frank VR House*[5]

Innerhalb des Verstecks sind zusätzliche Informationen zur Lebenswirklichkeit im Hinterhaus und zur Geschichte der Untergetauchten eingebunden. Dazu befinden sich auf bestimmten Gegenständen (z. B. Radio, Brettspiel) bzw. an bestimmten Orten Symbole mit Aufforderungscharakter, die ergänzende Auskünfte ermöglichen.

Die Erkundung des *Anne Frank VR House* kann über HMDs gepaart mit zwei Controllern erfolgen. Durch Teleportation sowie Körper- und Kopfbewegungen kann das Versteck Raum für Raum exploriert werden.

3.3 Das Untersuchungsablauf

Zur Vorbereitung der Räumlichkeiten wurde ein 40 m^2 großer Klassenraum in vier gleichgroße Segmente unterteilt (siehe Abb. 2). In jedem Segment wurde je ein HMD genutzt. Vorab wurde in jedem Segment der Spielbereich getrackt und ein Stream zwischen dem HMD und einem Laptop hergestellt. Vorhänge (siehe Abb. 3) ermöglichten es, vier voneinander abgetrennte Bereiche zu schaffen. Pro Segment fand eine Gruppe Platz. Die Gruppen setzten sich zusammen aus drei bis vier Personen. Insgesamt hätten also maximal 16 Schüler*innen pro Durchlauf teilnehmen können. Pro Gruppe erkundete ein zufällig ausgewähltes Gruppenmitglied das *Anne Frank VR House* unter dem HMD. Dieses Gruppenmitglied wurde vorab hinsichtlich der Besonderheiten der Technologie (z.B. Teleportation) kurz von der Versuchsleitung instruiert. Die anderen drei Gruppenmitglieder konnten das Sichtfeld der ersten Person über den vorher hergestellten Stream auf dem Laptop beobachten (siehe Abb. 3). Sie erhielten die Instruktion, das erste

[5] https://mixed.de/virtual-reality-wenn-raeume-sprechen-koennten-anne-frank-vr-ausprobiert/ (abgerufen am 31.05.2022)

Gruppenmitglied bei seiner Erkundung durch das *Anne Frank VR House* aktiv zu begleiten, zu kommentieren, Fragen zu stellen und anhand einer dreidimensionalen Abbildung des Hinterhauses durch das Versteck zu navigieren. Dazu erhielten sie ausgedruckt ein Arbeitsblatt (siehe Abb. 4). Das Begleitmaterial wurde gemeinsam mit der Lehrkraft entwickelt und das Schwierigkeitsniveau an die Zielgruppe angepasst. Durch das Begleitmaterial sollte sichergestellt werden, dass die gesamte Gruppe aktiv ins Geschehen eingebunden wird. Zusätzlich erhielt jedes Mitglied noch eine spezifische Aufgabe (z. B. Zeitbeauftragter, Sicherheitsbeauftragter). Die Fragen und Arbeitsanweisungen auf dem Arbeitsblatt zielten darauf ab, den Erwerb deklarativen Wissens (z.B. Beschaffenheit von Anne Franks Tagebuch) und ein räumliches Verständnis für die Verhältnisse im Hinterhaus (z.B. durch das Einzeichnen von Pfeilen) zu fördern. Für das Lernszenario wurde eine Dauer von 30 Minuten veranschlagt.

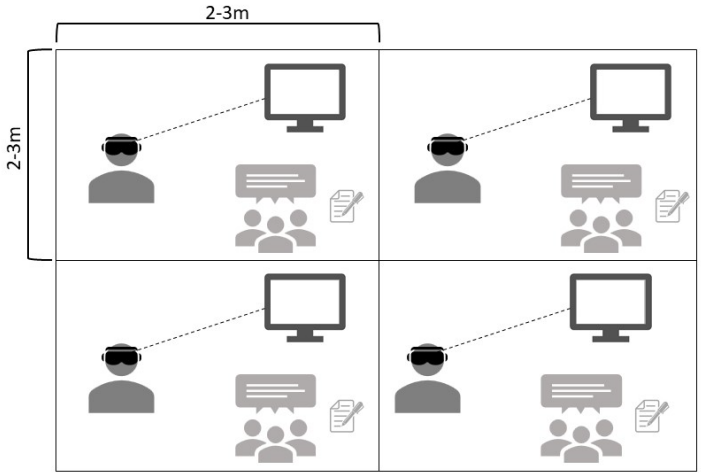


Abb. 2: Aufteilung des Klassenraums

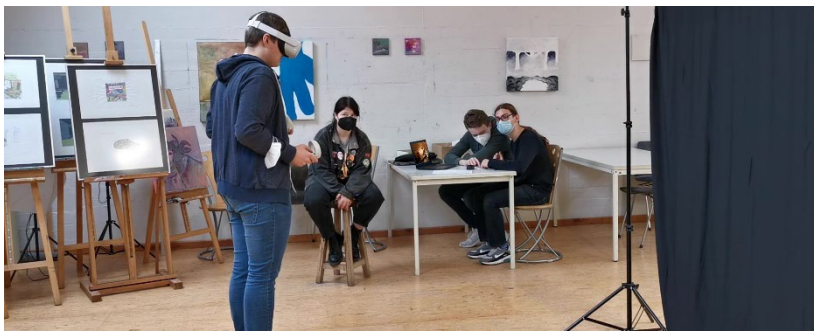


Abb. 3: Kleingruppenarbeit

Abb. 4: Begleitmaterial für Kleingruppenarbeit[6]

Nach der Kleingruppenarbeit waren die Schüler*innen dazu aufgefordert, einen kurzen Fragebogen auszufüllen. Auf einer sechsstufigen Skala von 1 („*stimmt gar nicht*“) bis 6 („*stimmt völlig*“) sollten sie angeben, 1.) inwiefern sie Wissen über das Leben von Anne Frank in Amsterdam dazugewinnen konnten, und 2.) inwiefern sie sich nach der Aufgabe besser in die Lebenswirklichkeit von Anne Frank im Hinterhaus hineinversetzen können. Des Weiteren sollten die Schüler*innen in Freitextaufgaben Chancen und Herausforderungen von VR für den Schulunterricht benennen.

4 Evaluierung

Im November 2021 wurde das erarbeitete Unterrichtskonzept mit zwei Kleingruppen (N = 8) erprobt. Tabelle 1 zeigt die Einschätzungen der Schüler*innen hinsichtlich der Zunahme an Wissen und Perspektivenübernahme. Gemittelt bewerteten die Schüler*innen ihren Wissenszuwachs als sehr hoch (M = 5.38, SD = .92), noch höher ihre Fähigkeiten, sich in die Lebensumstände von Anne Frank und den anderen Untergetauchten hineinzuversetzen (M = 5.63, SD = .52).

[6] Das Arbeitsmaterial wurde in Zusammenarbeit mit der Lehrkraft erstellt. Die Grafik stammt von http://edu.annefrank.org/dashinterhaus/erkundung/huis (abgerufen am 01.06.2022)

Schüler*in	Wissen	Perspektivenübernahme
1	6	6
2	4	5
3	4	6
4	6	6
5	6	6
6	6	5
7	5	6
8	6	5

Tab. 1: Wissen und Perspektivenübernahme

In Tabelle 2 sind die Antworten der Schüler*innen zu den Chancen und Herausforderungen von VR im Schulunterricht zusammengefasst dargestellt. Dazu wurden induktiv aus den Antworten der Schüler*innen Kategorien abgeleitet. Dabei wurde die Häufigkeit der jeweiligen Kategoriennennung gezählt. Ein Potenzial wird vor allem darin gesehen, sich in andere Personen (hier: Anne Frank) hineinversetzen und ihre Situation mitfühlen zu können. Herausforderungen werden eher hinsichtlich der Umsetzung im Schulkontext (d.h. begrenzte Gelder, Zeiten) verortet.

Chance	Häufigkeit der Nennung
Veranschaulichung der Räumlichkeiten	3
Mehr Motivation für Unterricht	2
Hineinversetzen in Anne Frank leichter	4
Abwechslungsreich	1
Herausforderung	
Zeitaufwand	3
Kostenaufwand	4
Begrenzter Platz	1
Begrenzter Zugang (z.B. Personen mit Handicap)	1
Übelkeit	1

Tab. 2: Chancen und Herausforderungen von VR im Schulunterricht

5 Lessons Learned und Fazit

In der vorliegenden Untersuchung wurde ein Praxisbeispiel für den Einsatz von VR zu kollaborativen Lernzwecken vorgestellt und forschend begleitet. Dabei wurde das entwickelte Konzept mit zwei statt vier möglichen Kleingruppen getestet. Folgestudien sollten überprüfen, ob auch vier Kleingruppen simultan die VR-Umgebung explorieren

können. Denkbar wäre, dass mit steigender Gruppenanzahl die Lautstärke zu verminderter Konzentration und Ablenkung seitens der Schüler*innen führt. Ebenso wahrscheinlich ist, dass eine Versuchsleitung bei vier statt zwei Gruppen nicht mehr ausreicht, um mögliche technische Hürden aufzufangen.

Auch wenn das didaktische Konzept im Rahmen der vorliegenden Studie nur anhand einer sehr kleinen Stichprobe evaluiert wurde, deuten die Aussagen der Schüler*innen daraufhin, dass ein solches Szenario sich ins Unterrichtsgeschehen einbinden lässt. Anders als VR im Einzelszenario ließen sich viele Schüler*innen zeitgleich einbinden. Innerhalb einer Doppelstunde (meist ca. 90 Minuten) könnten zwei Durchgänge realisiert werden und so eine gesamte Klasse (N = ca. 30 Schüler*innen) der Zugang zu VR, ob direkt oder indirekt, ermöglicht werden. So ließe sich das von der Lehrkraft in Abschnitt 3.1 monierte Bildungsproblem adressieren. Streitigkeiten aufgrund der ungleichen Rollenverteilung der Schüler*innen können jedoch erwartet werden.

Kollaborative Lernszenarien, d.h. wenn eine Person in der VR ist und andere Personen in der Realität sind, erscheinen anhand der Ergebnisse dieser ersten Untersuchung möglich und wertvoll. Allerdings braucht es größer angelegte Studiendesigns und validere Messmethoden, um zu überprüfen, inwiefern solche kollaborativen Lernsettings verschiedene Lehr- und Lernziele (z.B. Wissenserwerb, soziale Einstellungen) adressieren können. Auch negative Implikationen auf die Erlebensqualität der Person innerhalb der VR, wie beispielsweise ein eingeschränktes Erleben von Präsenz durch Kommentare etc. aus dem Off, sollten Gegenstand künftiger Untersuchungen werden.

6 Literaturverzeichnis

[BC03] Burdea, G. C., & Coiffet, P.: Virtual Reality Technology. Wiley-IEEE Press, 2003.

[Cl94] Clark, R. E.: Media will never influence learning. Educational Technology Research and Development, 42(2), S. 21–29, 1994.

[CPS20] Curry, C., Li, R., Peterson, N., & Stoffregen, T. A.: Cybersickness in virtual reality head-mounted displays: examining the influence of sex differences and vehicle control. International Journal of Human-Computer Interaction, 36(12), S. 1161-1167, 2020.

[Dö19] Dörner, R., Broll, W., Jung, B., Grimm, P., & Göbel, M.: Einführung in Virtual und Augmented Reality. In: Virtual und Augmented Reality (VR/AR). Grundlagen und Methoden der Virtuellen und Augmentierten Realität, S. 1–42. Wiesbaden u.a.: Springer Vieweg, 2019.

[Ha21] Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C.: 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, 8(1), S. 1-32, 2021.

[JK18] Jensen, L., & Konradsen, F.: A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. Education and Information Technologies, 23(4), S. 1515-1529, 2018.

[Ko94] Kozma, R. B.: Will media influence learning? Reframing the debate. Educational Technology Research and Development, 42(2), S. 7–19, 1994.

[MBM19] Makransky, G., Borre-Gude, S., & Mayer, R. E.: Motivational and cognitive benefits of training in immersive virtual reality based on multiple assessments. Journal of Computer Assisted Learning, 35(6), S. 691-707, 2019.

[MP21] Makransky, G., & Petersen, G. B.: The cognitive affective model of immersive learning (CAMIL): a theoretical research-based model of learning in immersive virtual reality. Educational Psychology Review, 33(3), S. 937-958, 2021.

[PM21] Parong, J., & Mayer, R. E.: Cognitive and affective processes for learning science in immersive virtual reality. Journal of Computer Assisted Learning, 37(1), S. 226-241, 2021.

[Ra20] Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I.: A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. Computers & Education, 147, 103778, 2020.

[Ro19] Rogers, S., Virtual Reality: THE Learning Aid Of The 21st Century, ttps://www.forbes.com/sites/solrogers/2019/03/15/virtual-reality-the-learning-aid-of-the-21st-century/#7bf34e5f139b, Stand: 31.05.2022.

[SB06] Schwan, S., & Buder, J.: Virtuelle Realität und E-Learning, https://www.e-teaching.org/didaktik/gestaltung/vr/vr.pdf, Stand: 31.05.2022.

[SS16] Slater, M., & Sanchez-Vives, M.V.: Enhancing Our Lives with Immersive Virtual Reality. Frontiers in Robotics and AI, 3, 2016.

[SW97] Slater, M., & Wilbur, S.: A Framework for Immersive Virtual Environments (FIVE): Speculations on the Role of Presence in Virtual Environments. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 6, S. 603-616.

[TN06] Tao Ni, G.S. Schmidt, O.G. Staadt, M.A. Livingston, R. Ball, & May, R.: A Survey of Large High-Resolution Display Technologies, Techniques, and Applications. In: IEEE Virtual Reality Conference (VR 2006), S. 223–36. 2006.

[Wa18] Wang, P., Peng, W., Wang, J., Chi, H.L., & Wang, X.: 2018. A Critical Review of the Use of Virtual Reality in Construction Engineering Education and Training. International Journal of Environmental Research and Public Health 15 (6), 1204, 2018.

[WYG20] Wu, B., Yu, X., & Gu, X.: Effectiveness of immersive virtual reality using headmounted displays on learning performance: A meta-analysis. British Journal of Educational Technology, 51(6), S. 1991–2005, 2020.

[Zi19] Zinn, B.: Editorial: Lehren und Lernen zwischen Virtualität und Realität. Journal of Technical Education (JOTED), 7(1), S. 16–31, 2019.

[Ze18] Zender, R., Weise, M., von der Heyde, M., & Söbke, H.: Lehren und Lernen mit VR und AR–Was wird erwartet? Was funktioniert. In: Proceedings of DeLFI Workshops 2018, 2018.

High Accuracy GPS Antennas in Educational Location-based Augmented Reality

Margarita Osipova [1], Sanghamitra Das[2], Peter Riyad[3], Heinrich Söbke[4], Mario Wolf[5], and Florian Wehking[6]

Abstract: In location-based augmented reality (AR), the augmentations depend on the geolocation. Location-based AR might be used in higher education for enabling authentic learning experiences. However, the positioning accuracy achievable with GPS receivers built into off-the-shelf mobile devices has been shown in previous studies to be suboptimal for a subset of learning scenarios. Accordingly, in this comparative study, we investigated whether high accuracy GPS antennas are capable of achieving higher positioning accuracy, which also may improve the learning experience. Specifically, a mobile geographical information system (GIS) client (AugView) was used to visualize pipes and manholes in the underground. Participants were tasked with recording a local sewer system using the GIS client and subsequently visualizing the network using the GIS client's AR mode. The experimental group (N=8) used an external GPS antenna, while the control group (N=8) relied on the standard GPS receivers of the mobile device. Usability was assessed using the *Post-Study System Usability Questionnaire*, learning outcomes were measured using pre- and post-test. In addition, semi-structured interviews were conducted with all participants. As a result, usability and learning outcomes were found to be better for the experimental group, but deficits in accuracy of the visualizations were also found with the GPS antenna. In particular, the time delay that must be waited until a high accuracy is achieved in case of non-uniform motion has to be noted. However, this time delay can be compensated for with appropriate learning scenarios design. In summary, high accuracy GPS antennas seem being beneficial to learning scenarios but require careful context-specific prior evaluation.

Keywords: GPS, Augmented Reality, Mobile GIS, GNSS, Education, AugView

1 Introduction

Augmented reality (AR) allows computer-generated content, to be added, mostly visually, to real-world objects [Az97]. AR is therefore regarded as beneficial in learning scenarios [AA17]. Field trips are among practice-based learning activities that offer high learning

[1] Bauhaus-Universität Weimar, Goetheplatz 7/8, 99423 Weimar, margarita.osipova@uni-weimar.de
[2] Bauhaus-Universität Weimar, Goetheplatz 7/8, 99423 Weimar, sanghamitra.das@uni-weimar.de
[3] Bauhaus-Universität Weimar, Goetheplatz 7/8, 99423 Weimar, peter.riyad@uni-weimar.de
[4] Bauhaus-Universität Weimar, Goetheplatz 7/8, 99423 Weimar, heinrich.soebke@uni-weimar.de, https://orcid.org/0000-0002-0105-3126
[5] Bauhaus-Universität Weimar, Goetheplatz 7/8, 99423 Weimar, ulrich.mario.wolf@uni-weimar.de, https://orcid.org/0000-0002-0972-1117
[6] Bauhaus-Universität Weimar, Goetheplatz 7/8, 99423 Weimar, florian.wehking@uni-weimar.de

doi: 10.18420/delfi2022-ws-13

potential in many disciplines [Ac19], [BF14]. Civil and Environmental Engineering belong to the disciplines that may particularly benefit from field trips due to their involvement of the built environment [Be08], [BDK15]. AR may also be a sound complement to field trips: thus, exploratory ([YYJ11]) and inquiry-based learning ([KG19]) is promoted, when, for example, place-based information is conveyed to students in non-guided field trips [Wo20]. One variant for conveying location-based information is the tracking and exploitation of the geo-location through satellite-based navigation, such as the Global Positioning System (GPS) [RED02]. In a previous study on AR-based visualization of subsurface wastewater systems [SZL18], we found that the positioning accuracy (several meters) of GPS receivers in commercially available tablets is insufficient for generating an authentic seeming match between visualizations and superficial features of the wastewater system, such as manhole covers. To achieve higher accuracy, external GPS receivers, also called high accuracy GPS antennas, smart antennas, or GPS antennas, are essential [RED02]. Using GPS antennas and specific techniques such as Real Time Kinematics (RTK), it is possible to achieve accuracies of up to one centimeter [RED02]. To our knowledge, the use of GPS antennas in location-based AR learning scenarios has not yet been described in literature. Hence, with this study we intend to address the research question to what extent the use of GPS antennas improves the usability and leads to better learning outcomes. The article is outlined in the following: the next section describes the study design, section three provides the results, which are discussed in the fourth section. The last section contains the conclusions.

2 Materials and Methods

The required hardware and software, the study design, and the participants are described below. As software, a mobile GIS app is essential. On the hardware side, a mobile end device in the form of a tablet is necessary in addition to the GPS antenna. The tablet must support both the antenna and the software.

Hard- and Software. ***GIS App.*** AugView [Au16] is the GIS app used. This app had been used in the previous study and had revealed the need for higher accuracy there. Thus, experience in operating the app is available among the researchers. More detailed, it was possible to reactivate the previous configuration in the form of integrated GIS data and the wastewater-specific data, for which a database was created on a manufacturer-specific server. The integrated GIS data services included a map (ALKIS [GD22]) as well as aerial photos (Thuringia Digital Orthophotos [Ko22]). In addition to displaying a map and aerial photos from a bird's eye view, the app also offers an AR mode in which symbolic visualizations are displayed for wastewater pipes and manholes. ***GPS Antenna.*** After reviewing the market on GPS antennas available for mobile devices, we selected the Leica FLX 100 [Le22a]. Criteria for the decision were a good performance range at a competitive price and compatibility with the market. ***Mobile Device.*** The Leica Zeno Tab 2 [Le22b] was selected as the mobile device, as the display sizes of smartphones would have been too small. Further, the Zeno Tab 2 is recommended by the manufacturer for use with the Leica FLX 100 and is also supported through the AugView app. Using a specific rack, both

devices can be combined into one physical unit, which supports better operability. The Zeno Connect app [Le22c] must be installed on the tablet: Zeno Connect reads the positioning data from the GPS antenna and provides it on the tablet using an interface, which is read by apps installed on the tablet. Also, to be configured within Zeno Connect is the data service for the correction data (SAPOS service [Fr21], RTK use case). The RTK use case, which requires the antenna to be mounted on a pole, was chosen to be able to achieve an accuracy in the range of one to two centimeter. This use case then resulted in the requirement to keep the tablet as motionless as possible to be able to obtain this accuracy.

Study Design. A quiet street intersection near the university buildings (Coudraystr./Gerhart-Hauptmann-Str.) was chosen for the study. For this approximately 75 x 200 m site, four manholes and the connecting pipes were modeled in the app. Participants were randomly divided into an experimental group and a control group of eight participants each. The experimental group used AugView on the Zenotab with the GPS antenna mounted by a rack; for the control group, the GPS antenna was not mounted. For both groups, the GPS antenna was not mentioned during the briefing. A study run consisted of six steps (Table 1): Each participant was briefed individually on the task, and each was supervised by two researchers. One researcher interacted with the participant and answered questions during task completion, but otherwise stayed back. The second experimenter remained in the background, observing, and taking notes. The task was to first look at the pre-modeled manholes and pipes in the AR mode of the GIS app. Afterwards, three manholes and the connecting two pipes were to be modeled in the app themselves and, once completed, also visually inspected through the AR mode of the app. Before starting the task, participants were asked to complete a pre knowledge test consisting of 12 multiple choice questions. After the task, the same test was completed again as post-test. Furthermore, a usability questionnaire (Post-Study System Usability Questionnaire (PSSUQ)) [Le95] was filled and a semi-structured interview was conducted. The semi-structured interviews were recorded and analyzed according to the Qualitative Content Analysis [Sc04] method by two researchers in consensus. A study run with one participant lasted approximately 1 hour, of which approximately 20 minutes were spent working with the app. Between each study run, the app was reset to the initial state for the following participant by deleting the manholes and pipes created by the participants.

Step	Description	Duration [min]
1	Briefing	5
2	Pre-Test	5
3	Practical Task: Visualization	5
4	Practical Task: Modeling of predefined pipes and manholes including visualization check	15
5	Questionnaire and Post-Test	10
6	Semi-structured Interview	15

Table 1: Steps of one study run

Participants. Participants were acquired through snowball sampling at the institutions by the researchers. As a result, various fields of study were represented: First, some of the

participants, who were all students, were interested in the domain-specific application, they originated from Civil Engineering (3 participants), Environmental Engineering (4), and Urbanism (2). The other participants were more interested from a computer science perspective: Digital Engineering (4) and one participant from the disciplines of Human Computer Interaction, Digital Marketing and Media Management each. Of the 16 participants, 8 each identified as male and female. Participants had an average age of 25.0 (range: 20 to 32 years).

3 Results

3.1 Usability

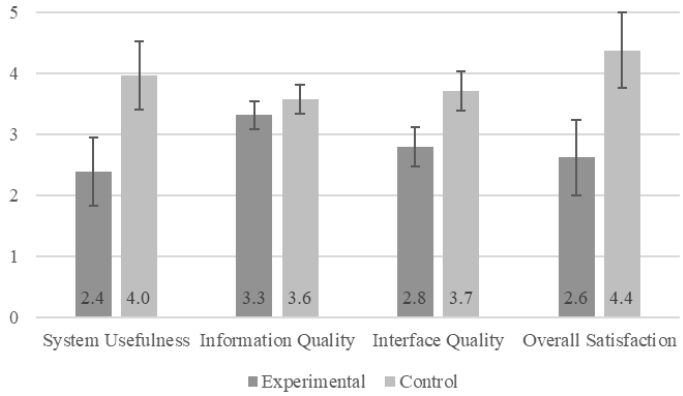


Figure 1: Subscale values of PSSUQ (7-point scale ("Strongly agree" for 1, "Strongly disagree" for 7) (Lewis, 1995))

By the PSSUQ, mainly three subscales of a system usability are assessed through 18 items, namely, *System Usefulness*, *Information Quality*, and *Interface Quality*. Another item requests the *Overall Satisfaction*. A low score on an item indicates higher satisfaction. The results (Figure 1) show that in all subscales the experimental group scored better. The difference is smallest in the subscale Information Quality. This might be caused by the augmented information being rather basic and not providing significant added value. Due to the small sample size, we used descriptive statistics only.

3.2 Pre- and Post-Test

Another objective of the study was to determine if the tasks performed enabled learning experiences for the participants. For assessing learning outcomes, a pre- and post-test was executed. The pre- and post-test consisted of the same 12 sewer systems related questions. Each correct answer was rewarded with 1 point. Some questions had multiple correct answers; a partial correct answer was rewarded 0.5 points. Exactly half of the participants

indicated to have prior knowledge about sewer systems. The results (Table 2) are aggregated regarding the variables *GPS Antenna* and *Prior Knowledge*. Interestingly, average knowledge gain score is higher in participants with prior knowledge (1.4); while the same in participants without prior knowledge is lower (0.8).

Condition	N	Pre-Test Mean	Post-Test Mean	Difference Mean	Difference SD
All	16	6.5	7.7	1.1	1.13
No GPS Antenna	8	6.2	7.2	1.0	1.82
GPS Antenna	8	6.9	8.1	1.3	1.25
No Prior Knowledge	8	6.2	7.0	0.8	1.73
Prior Knowledge	8	6.9	8.3	1.4	1.55

Table 2: Pre- and Post-Test Results (Maximum score: 12)

3.3 Semi-structured Interviews

The semi-structured interviews were conducted immediately after the practice tasks with open-ended questions allowing participants to talk candidly about their experience. Leading questions like "How was the experience in general?", "Was it easy or hard to execute the tasks?', "Were there any problems? If yes, how did you overcome them?" not only captured the general feedback but also allowed for some accuracy and AR related dialogue which was evident while analyzing the interviews. More specific questions were also asked, such as "Was AR visualization helpful?", "Was the accuracy sufficient?", and "Did you have to wait long for desired accuracy?". It should be noted that participants gave of a combination of different statements during their interviews. The numbers mentioned in the following represent the number of unique participants who mentioned these in their interviews. We have summarized the statements made in the four most named categories.

#	Statement	All	Experimental	Control
1	"Positive learning experience"	11	7	4
2	"Knowledge gain low because of prior knowledge"	5	3	2
3	"Knowledge gain low"	5	1	4

Table 3: Learning-related statements

Perceived Learning. When asked about learning (Table 3), 11 participants, most of whom were from the experimental group, reported a positive learning experience (#1). Five participants, including half of the control group, indicated only a small gain in knowledge (#3). Attributed to high prior knowledge, a total of 5 participants reported a rather low gain in knowledge (#2).

Further, nine participants commented that a specific type of knowledge gain occurred in this activity: the study allowed them to become more aware of their surroundings. Participants mentioned that the study gave them "an opportunity to look at these things of environment" (Participant 7 (P7)), by "these" things meaning "pipes" and "manholes". Or "the signs for the water and gas pipeline" (P11), or "the distance between 2 manholes" (P4). All these statements we consider pointing to an awareness of the surroundings because it is more a general knowledge of the environment rather than theory that can be learned in the class.

Usefulness of AR visualization. When asked about the usefulness of AR, the experimental group perceived AR more positively (Table 4). Four participants considered AR to be useful (#1), two participants believed it to be useful after overcoming some technical difficulties (#2)), and only two participants could not see any benefit (#3). In the control group, this distribution was almost exactly opposite.

#	Statement	All	Experimental	Control
1	"AR is useful"	5	4	1
2	"AR is useful but needs improvement"	5	2	3
3	"AR is not useful"	6	2	4

Table 4: Usefulness of AR visualization

Overall Evaluation of Positioning Accuracy. Each participant could be prompted for a final statement on the accuracy that was achieved on the tablet. There were three different statements. Most of the participants in the control group rated the accuracy as poor (#1). Only four participants had the opposite opinion (#2). Two participants in the experimental group considered the accuracy being bad but also sufficient for the task (#3). One of these said that "the only problem was the accuracy" (P3), but when being directly asked on the accuracy quality, he considered accuracy "in general sufficient for the tasks" (P3).

#	Statement	All	Experimental	Control
1	"Accuracy is poor"	10	2	8
2	"Accuracy is good"	4	4	0
3	"Accuracy is sufficient"	2	2	0

Table 5: Positioning Accuracy

Other Statements. Furthermore, there were some other statements that were mentioned by more than two participants (Table 6). Most of the experimental group was satisfied with the speed at which accuracy was gained (#1). In contrast, almost half of the control group expressed a slow gain in accuracy (#3). Three participants in the control group mentioned the necessity to manually adjust visualization position due to low accuracy (#2); likewise, three members of the control group considered the system unreliable (#4).

#	Statement	All	Experimental	Control
1	"Accuracy is gained fast"	7	6	1
2	"Had to manually adjust visualization a lot"	4	1	3
3	"Accuracy is gained slowly "	3	0	3

4	"System is unreliable"	3	0	3

Table 6: Accuracy

4 Discussion

Although the GPS antenna did not lead to a clear difference like day and night, the results show that the antenna might lead to a better learning experience. Both the quantitative results and the qualitative findings tend to be better in the experimental group. This indicates that additional accuracy provided by the antenna renders the experience with the app more meaningful. The trend derived from the PSSUQ results is fully supported by the data we received in the interviews. The participants of the experimental group tended to rate usefulness of the AR visualization better, while participants of the control group tended to consider it as useless or needing improvement. This suggests a dependency between the general accuracy given by an app (in this case influenced by an GPS antenna) and the personal considerations of using AR for this educational location-based scenario. General perception of the accuracy was also dependent on the condition of having extra GPS precision provided by antenna or not, where all participants from the control group showed their disappointment regarding the accuracy of the position – confirming the results of an earlier study [SZL18], while for participants of the experimental group it was less of a problem. The overall potential of GPS antennas in location-based applications was summarized by some participants, who see AR as useful, but not until technology will improve sufficiently.

It is worth noting that the accuracy gain from the antenna was not as strong as hoped. There was a number of situations where pipes were displayed rotated in their orientation. Obviously, problems with the sensors, especially the compass, were present here. Also, the execution of the calibration procedure prescribed often did not bring the desired success. Although the used combination of GPS antenna and tab was recommended by the GPS antenna manufacturer, such inaccuracies occurred. An inquiry is currently underway with the GPS antenna manufacturer to determine the extent to which the inaccuracies are due to technical errors. However, operating errors cannot be excluded as a cause. The extent to which the GIS app contributes to the inaccuracies remains to be clarified, too. In some cases, it appeared that the GIS app was not properly retrieving the compass data. Overall, increasing the reliability of accuracy is a future task. Further, regarding the numeric difference of accuracy in the studies with or without GPS antenna, the number reflected the stated technical accuracy capacity: without GPS antenna from 1.8m to 35m and with GPS antenna from 0.02m to 4m. However, there are a few limitations to be observed, which are supposed to be well known, but which are often neglected. One of these limitations is the closer the GPS antenna was to the buildings, the lesser accuracy it got–the buildings shield the signals received from satellites. Furthermore, the movement of the GPS antenna causes the signals becoming less accurate, once the GPS antenna does not move, accuracy is slowly increasing again. These constraints have implications for the design of the learning scenario: Multiple stationary locations should be suggested in a learning scenario, where the satellite coverage is sufficient. Further, to be able to solve the

subtask of creating manholes and pipes, the participants had to deal with the above-ground indicators of manholes and pipes, such as manhole covers. This resulted in learning effects, for example, when the participants became aware of the effective distance between two manholes for the first time. Accordingly, while the learning activity ostensibly practices the creation of manholes and pipes, there occurs also various learning outcomes that are less attributable to AR technology directly.

Although it was not the aim of the study, the results prompted the question of the target group and the timing of the learning activity. Both pre- and post-tests and interviews confirmed that the study scenario led to participants learning on the topic of the sewage system. However, there is a notable difference between perceived knowledge gain (from interviews) and assessed knowledge gain (from pre- and post-tests) among the participants who reported having preliminary knowledge in the area. Even though there were no direct clues to this phenomenon in the data collected, we consider the interest in the topic being the reason to that. Meaning that for the public it is less interesting to remember the nuances of the sewage system, while for Environmental Engineers the study created a real learning opportunity related to their field of work and study, thus, leading to them achieving a higher assessed knowledge gain. Similar effects possibly leading to a bias were noted in the interviews with regard to prior knowledge of AR technology but were not systematically recorded.

5 Conclusions

Location-based augmented reality enables educational field trips to be supported with additional information. Depending on the use case, there may be increased positioning accuracy requirements that cannot be met by GPS receivers built into mobile devices. Thus, in this comparative study the influence of an external high accuracy GPS antenna on a learning scenario from Environmental Engineering was investigated. As a result, a positive influence of the GPS antenna on the learning scenario could be found from a usability perspective as well as from a learning experience perspective. However, from a technical point of view, there is still potential for optimization, which needs further work. Accordingly, the use of high accuracy GPS antennas in teaching is a promising approach, which is expected to have substantial learning potentials when it has reached application maturity. Among the future challenges is the design of advanced educational scenarios that exploit the advantages of GPS antennas and take into account their specific characteristics in handling.

6 Bibliography

[AA17] Akçayır, M.; Akçayır, G.: Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. Educational Research Review 20, 2017.

[Ac19] Achen, R. et al.: Evaluating Graduate Student Out-of-Class Learning: The Professional Field Trip. International Journal of Teaching and Learning in Higher Education 1/31, pp. 96–107, 2019.

[Au16] Augview Limited: Augview | Augmented Reality Mobile GIS, Auckland, http://www.augview.net/, 2016.

[Az97] Azuma, R.: A survey of augmented reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments 4/6, pp. 355–385, 1997.

[BDK15] Behzadan, A. H.; Dong, S.; Kamat, V. R.: Augmented reality visualization: A review of civil infrastructure system applications. Advanced Engineering Informatics 2/29, pp. 252–267, 2015.

[Be08] Behzadan, A. H.: ARVISCOPE Georeferenced Visualization of Dynamic Construction Processes in Three-Dimensional Outdoor Augmented Reality. Dissertation, 2008.

[BF14] Behrendt, M.; Franklin, T.: A Review of Research on School Field Trips and Their Value in Education. International Journal of Environmental and Science Education 3/9, pp. 235–245, 2014.

[Fr21] Freistaat Thüringen - Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation: SAPOS Thüringen, https://sapos.thueringen.de/info.php 2021.

[GD22] GDI-Th: AdV ALKIS WMS, https://www.geoproxy.geoportal-th.de/geoproxy/services/adv_alkis_wms_th, 2022.

[KG19] Kyza, E. A.; Georgiou, Y.: Scaffolding augmented reality inquiry learning: the design and investigation of the TraceReaders location-based, augmented reality platform. Interactive Learning Environments 2/27, pp. 211–225, 2019.

[Ko22] Kompetenzzentrum Geodateninfrastruktur Thüringen: WMS TH DOP - Geoproxy Thüringen, https://www.geoproxy.geoportal-th.de/geoproxy/services/DOP, 2022.

[Le22a] Leica Geosystems: Leica Zeno FLX100 Smart Antenna Data sheet, https://shop.leica-geosystems.com/sites/default/files/2021-08/Leica_Zeno_FLX100_DS_928858_1020.pdf, 2022.

[Le22b] Leica Geosystems: Leica Zeno Tab 2 Rugged Android Tablet, https://leica-geosystems.com/-/media/files/leicageosystems/products/datasheets/leica-lgs_zeno_tab2_a4_ds _901206en_0719_lr.ashx, 2022.

[Le22c] Leica Geosystems: Leica Zeno Connect, https://play.google.com/store/apps/details?id=com.leica.zenoconnect&hl=de&gl=US, 2022.

[Le95] Lewis, J. R.: IBM Computer Usability Satisfaction Questionnaires: Psychometric Evaluation and Instructions for Use. International Journal of Human-Computer Interaction 1/7, pp. 57–78, 1995.

[RED02] Roberts, G.; Evans, A.; Dodson, A.: The use of augmented reality, GPS and INS for subsurface data visualization. FIG XXII International łdots, pp. 1–12, 2002.

[Sc04] Schmidt, C.: 5.10. The analysis of semi-structured interviews. In (Flick, U.; Kardorff, E. von; Steinke, I. Eds.): A Companion to Qualitative Research. SAGE Publications, London, UK, pp. 253–258, 2004.

[SZL18] Söbke, H.; Zander, S.; Londong, J.: Augmented Reality als Lernmedium: Potenziale und Implikationen: Vol. 3 innteract2018. Technische Universität Chemnitz, Chemnitz, 2018.

[Wo20] Wolf, M. et al.: Location-based Apps in Environmental Engineering Higher Education: A Case Study in Technical Infrastructure Planning. In : Proceedings of DELbA 2020 - Workshop on Designing and Facilitating Educational Location-based Applications co-located with the Fifteenth European Conference on Technology Enhanced Learning (EC-TEL 2020) Heidelberg, Germany, Online, September 15, 2020. CEUR Workshop Proceedings, 2020.

[YYJ11] Yuen, S. C.-Y.; Yaoyuneyong, G.; Johnson, E.: Augmented Reality: An Overview and Five Directions for AR in Education. Journal of Educational Technology Development and Exchange ¼, 2011.

Investigating Eye-Tracking in 3rd Party Off-the-Shelve Software

Mary Igbudu [1], Johannes Tümler [2]

Abstract: Eye-tracking and its uses to assess visual attention in head-mounted displays opens many possibilities for virtual reality experiences. Eye-tracking in virtual reality can reveal what is behind an individual's subconscious reaction and behavior when interacting with environments

Several Virtual Reality headsets have integrated eye-tracking capabilities. In order to use the eye-tracking feature, it usually is necessary to implement specific SDKs into the Virtual Reality software. The focus of this paper is to present an approach to use such systems to investigate eye-tracking data in third party off-the-shelve Virtual Reality software without integration of specific SDKs. Also investigated is the measurement and forecasting of user performance based on the eye-tracking data.

A randomized controlled study was conducted with 20 participants. They used the Varjo VR-2 head-mounted display with integrated eye-tracking capabilities in a biomedical teaching application. The method proved to be successful. A link was found between visual attention and educational outcomes in biomedical training with a positive and strong correlation.

Keywords: Eye-tracking, Virtual reality, cardiac anatomy, Varjo VR-2, Head mounted display, Fixation, Gaze.

1 Background, Motivation and Goals

Eye-tracking has become a valuable tool in numerous research areas such as cognitive psychology, usability marketing, information visualization research, on-road driving applications, and assistive technology. Eye-tracking analysis has helped researchers determine what an individual sees, providing clues to what a person could be cognitively engaged in and supplying an informative window into a person's thoughts and intentions. Eye-tracking is the measurement of eye movement and gaze activity. The eye is one of the most acute and critical senses in humans [Ch13]. Nearly 80% of all sensory impressions are delivered to the brain via the visual channel. Vision also provides information at the highest speed and the visual cortex, in turn, accounts for about 60% of the whole cerebral cortex, considering all areas responsible for visual stimuli [Pl18]. Furthermore, cognitive behavior involves measuring visual, verbal, and motoric operations.

[1] Hochschule Anhalt, Biomedical Engineering, Bernburger Straße 55, 06366 Köthen, Deutschland, igbudu54@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-2849-8993
[2] Hochschule Anhalt, Ingenieurinformatik/Augmented und Virtual Reality, Bernburger Straße 55, 06366 Köthen, Deutschland, johannes.tuemler@hs-anhalt.de, https://orcid.org/0000-0002-4788-2667

doi: 10.18420/delfi2022-ws-14

Eye movements are human behavior that occurs averagely three times per second [Tr18]. It is an indicator of the data which is being received at the actual moment by the subject. It allows to observe and analyze the way a person looks at an object. This makes it possible to see in detail what is at the central direction of gaze as well as follow the visual attention path of the user [Ho17]. By tracking and analyzing these eye movements, one can gain valuable insights into human behavior, physiology, psychology, perception, and visual attention. For teaching scenarios, it can aid to detect and guide students' attention. Modern eye-tracking involves an array of infrared or near-infrared light sources and cameras that track the gaze of one (monocular) or both (binocular) eyes [Tr18].

In most modern systems, an array of non-visible light sources illuminates the eye and produce a corneal reflection (the first Purkinje image); the eye tracker monitors the relationship between this reflection and the center of the pupil to compute vectors that relate eye position to locations in the perceived world [Ho17]. As the eyes move, the computed point of regard in space also moves. Due to the complexity of the spatiotemporal gaze data, we usually must derive other, more simplified dependent variables from the raw gaze data to perform eye data analysis. An important class of analysis approaches is based on eye-tracking metrics derived from the processed eye-tracking data. Objects or specific regions on a stimulus can be of special interest for easy analysis [Ku16]. By defining boundary shapes around these areas of interest (AOI), fixation data can be mapped to these areas. Common eye-tracking metrics involved in eye-tracking studies and relevant to this study are fixation, gaze point, areas of interest, time spent, dwell time, revisit time, and fixation sequence. Others like saccades, smooth pursuit and respondent count are also important metrics when carrying out eye-tracking studies.

The effectiveness of eye-tracking technology in various fields, its application in medical education, and the possibility of using it to examine healthy people, make eye-tracking technologies suitable as a forecasting tool when investigating an individual's decision-making process or cognitive behavior in a virtual environment. Medical education is associated with several problems which lead to a limited spatial experience obtained from lectures and anatomic dissection [Pl18]. However, VR has proved a valuable tool for training in all aspects of health sciences, particularly in anatomy medical education.

Virtual Reality has offered educational potentials in numerous areas such as data gathering and visualization, project planning and design, the design of interactive training systems, virtual field trips and the design of experiential learning environments [Mc03]. However, in medicine, it offers tremendous potential, both as a tool for medical practice and for training medical students. In terms of medical education, numerous businesses have introduced VR surgical simulators that provide both visual and tactile feedback [Ba13]. One particularly interesting use of eye-tracking in Virtual Reality (VR) is foveated rendering where the system will render higher-quality graphics at the gaze point and lower quality at the periphery [Mi22]. Compared to real-world eye-tracking, VR has the advantage of the more straightforward definition of the regions that user had looked at.

This paper presents a study carried out together with another previously reported study (see [Od22]). It assessed the effectiveness of using non-customized, predesigned off-the-

shelve Virtual Reality software to teach specific biomedical knowledge. Therefore, the experimental setup, materials and methods, and part of the procedures used in this research are the same as that from the previously reported study. This paper aims at presenting an approach to investigate eye-tracking data in third party off-the-shelve software. To be able to discuss the expected results, the following research questions served as a compass:

> **RQ 1.** Is it possible to record eye-tracking data from off-the-shelve VR software without implementation of specific eye-tracking SDKs?
>
> **RQ 2.** Is it possible to see gaze replays and determine the participants' fixation from the eye-tracking data?
>
> **RQ 3.** From the analysis of eye-tracking data, is it possible to forecast the user's learning performance?

These questions will help answer if eye-tracking data from an off-the-shelf VR software is usable and if it gives quantifiable results that can be used to forecast user performance in medical education.

2 Use Case and Implementation

Usually, if researchers want to investigate users gaze through eye-tracking in Virtual Reality, it needs software developers to change the source code of the VR application: An eye-tracking software development kit (SDK) needs to be implemented. Such an SDK will allow direct access to eye-tracking data as 3D point sets in the virtual scenery. The gazed-at 3D objects can be identified directly by comparing the 3D gaze point from eye-tracking with the 3D data from the virtual world. But, in most cases, VR users do not have access to the source code of the VR application, thus an integration of the eye-tracking SDK is impossible. In such cases it is very difficult to use eye-tracking at all. We present an approach, which allows a context-based eye-tracking analysis in off-the-shelve software.

This study implemented a biomedical use case where users studied the human heart in Virtual Reality. We used the Varjo VR-2 head mounted display, which has eye-tracking capabilities. It offers dual 1920 x 1080 px display resolution, combined with secondary dual 1440 x 1600 px displays, IPD range of 61-73 mm, and 87° horizontal field of view [Va22]. The software used is *ShareCareYOU VR* purchased from Steam. It is a real-time simulation software, which allows free navigation and exploration of 3D models of the human body, its anatomical structures, organs, and their natural functions [Sh22]. It provides 3D models, videos, informative text, interactive tools, and functionalities to dissect to see internal object structures. It also has an audio interpretation for easy assimilation and is compatible with all major VR headsets. The content of the learning materials was verified for correctness and relevance by an expert surgeon with several years of medical experience [Sh22], [Od22]. Figure 1 provides an overview of a complete setup showing a user with the Varjo VR-2 HMD and the *ShareCare YOU VR* software.

Figure 1 - A user with complete eye-tracking / VR setup

3 Procedure

Although the main procedure was reported in a previous publication (see [Od22]), it has been summarized here again for completeness. Twenty participants from the Biomedical Engineering Master's degree program at Anhalt University of Applied Sciences took part in this study. They belonged to the experimental group of the previously reported study. They were volunteers and received no compensation for their participation. Three (15%) were between the ages of 21-25 and 17 (85%) between the ages of 26-30. Before the study, the participants were given a demographic survey to determine their neurological, mental, and visual states. Information on if they had prior cardiac knowledge or VR experience were collected. Also, the students had to undergo a pre-intervention test consisting of twenty multiple-choice questions: Eleven non-visual spatial and nine visual-spatial cardiac anatomy questions.

In difference to the previously reported study, here the eye-tracking data was recorded during the VR learning phase. Because access to the software source code was not possible, 2D eye-tracking data of participants were collected with a corresponding VR-video from user's perspective. Participants stood at a defined position in space, looking into a defined direction in the VR scene to study the human heart.

A subjective questionnaire was filled out by the participants after the learning session to gain more insight into their experience and degree of satisfaction with using VR to study the heart. It was also done to obtain and assess the participant's thoughts on VR implementation in the study of the heart and assist in further analysis of the eye-tracking data derived from the study. This helped to analyze and evaluate students perceived learning and attention capabilities and if it had any influence on their performance.

It was possible to define specific areas of interest (AOI) the participant would focus on in the 2D screen of each VR display (left and right eye, see Figure 2). Since the users were able to move their heads freely, these regions had to be increased in 2D, to match the approximate 3D area of interest even if the users moved their heads a bit. This approach is valid, because the users had to look straight towards the 3D heart anyways in order to learn and understand it. Teleportation or walking was not allowed. We estimated that users would rotate their heads only approximately 20° horizontally or vertically while looking at the heart. This resulted in areas of interest that had a circular or ellipsoid shape. Semantically, the AOIs were placed around the following structures of the heart: AOI-1 is the Left Atrium, AOI-2, the Left Ventricle, and AOI-3, the Aortic Valve.

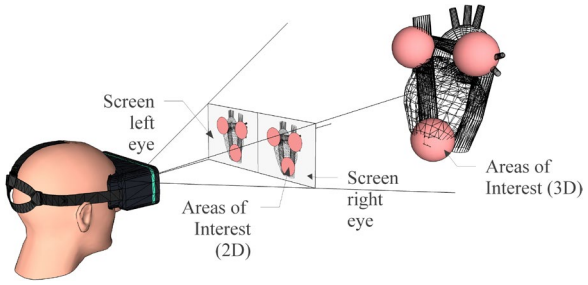


Figure 2 - Idea of AOI in 2D and 3D space. Only 2D can be used from eye-tracking data because 3D position of objects in the used software is not available.

A post-processed image extraction procedure from the recorded video was done after the teaching phase using Python[3]. A video overlay was created for each data point on the corresponding image frames to match the data points. Figure 3 shows an example.

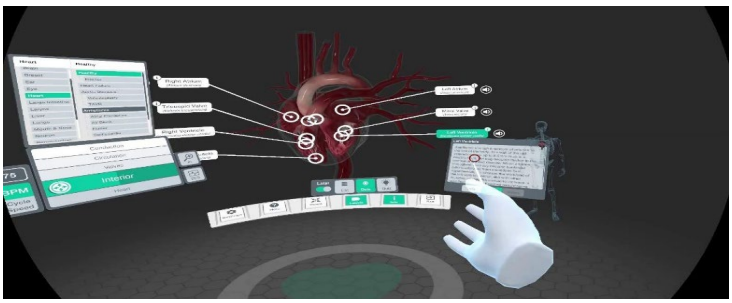


Figure 3 - Representation of Gaze point overlay. The gaze point is visible in the right textual area as a small red circle.

[3] The Python script files are available here: https://gitlab.com/xRLab_HSAnhalt.de/igbudueyetrackinganalysis

4 Results

According to the observation made from eye-tracking data, Table 1 represents the order in which AOIs and matrices were observed and recorded for analysis for each participant.

Table 2 - Showing exemplary recorded fixation data from AOIS of one participant

Metrics	AOI-1 (ms)	AOI-2 (ms)	AO1-3 (ms)
Time To First Fixation	88200	150000	243600
Dwell-Time	102000	49000	36000
Revisits	_	2000	4000
Revisit- dwell time	_	4000	8000

Evaluation of differences in mean average scores of the AOIs viewed and the statistical significance of the differences in the mean scores of the test before and after the learning session for the different participants were analyzed with (Wilcoxon signed-rank test). The Pearson Correlation coefficient (r) was also calculated. All analysis in this study were done with Python, SPSS Statistics 28.0 software, and Microsoft Excel.

An analysis from the demographic survey was carried out for the performance and knowledge assessment to check if prior cardiac knowledge influenced the participant's test scores. Twelve students (60%) reported having low cardiac knowledge, seven students (35%) had medium cardiac knowledge, and one student (5%) had high cardiac anatomy knowledge. This data was analyzed by comparing participants performance in specific questions of the test with their prior cardiac knowledge to see if this had any significant influence on their performance.

Fixation data showed a significant influence in the students post intervention test performance. In terms of the Pearson's correlation test, fixation (visual attention) is relative to participants' performance with a positive correlation of (r=0.68).

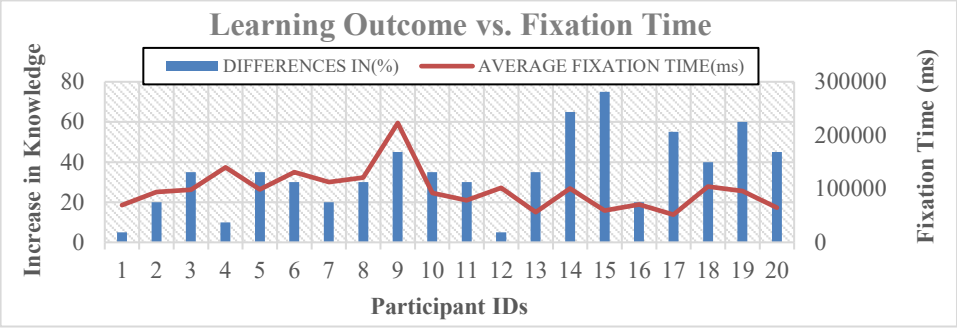


Figure 4 - Participants fixation data and post intervention scores

Figure 4 shows participant's average fixation time and post intervention increase in knowledge. It also shows how much time a person spent on the AOIs, and it demonstrates that regardless of how much time was spent, there is a positive result which reflected in the Quiz scores of each participant.

From the knowledge assessment, participants post test scores were compared to their prior cardiac knowledge to see if it had any influence in their performance in the test. As seen in Figure 4, a clear observation on participant (no.9) can be seen to have the longest fixation time in the chart as compared to all other participants. This participant had low prior cardiac knowledge. So, a longer fixation time during the study, is clearly an indication that he had focus and attention and obviously wanted to have a clear understanding of what was being taught. It resulted in knowledge increase and a positive performance in the post test of 85%. This pattern was noticed also in other participants, who scored between 15% and 35% in their pre-test and an improved score 90% to 100% post-test.

5 Discussion

From the analysis done in the previous study, based on test scores and performance of the participants from the experimental group, the average pre-intervention score was 47 %, with an average score increment of 34.75% to reach an average of 81.75% at the post-intervention scores ($Z = 3.927$, $p < 0.001$). This finding was already reported in the previous publication (see [Od22]) and indicates a statistically significant difference in quiz scores after the post-test.

The possibility of mapping AOIs on the 2D screen provided the fixation data of each participant and based on these AOIs, we were able to record and calculate the average fixation data on those AOIs of each participant. This approach best suited the scenario as it provided answers to our **RQ1** and **RQ2**: Recording eye-tracking data from an off-the-shelve VR software is possible without implementing software SDKs. The possibility of determining fixation of participants based on focus areas makes this approach valid.

However, data from the study shows students might have been hesitant about choosing the correct options during the quiz and might have chosen the right answer based on luck. Some may have relied on their prior cardiac knowledge and did not pay much attention to what was being taught; some could have been fatigued from the session and, as such, couldn’t spend much time answering the question correctly. Since the participants' behavior while answering the test questions was not tracked, we cannot predict their behavior in answering each question, so the eye fixation data becomes the only determinant to access them. Following this logic, a Pearson's correlation analysis presented an outcome that the forecast of students' performance can be done based on the correctness of their answers in co-relation to their cognitive level and based on their fixation duration respectively. Although, the 3D points of interest viewing still poses a challenge, this aspect of the study is open for more research.

As seen in Figure 4, participants fixation is relative to increase in knowledge gained after the quiz. The relationship ($r = 0.686$, $p < 0.05$) between the students responded post intervention scores and their fixation duration shows a strong positive correlation. This conclusively, established and answered **RQ3**: Is it possible to forecast the user's performance from the eye-tracking data. Participants gaze data proved their attention on the specific AOIs marked out; their performance in the test did not occur by random chance and visual attention did play a vital role in their performance as there was a significant increase in knowledge and performance of the participants due to their fixation on the specified AOIs. The results also demonstrated that regardless of the participant's fixation duration, there was still a positive significance in the participant's performance due to their visual attention.

This study shows, that the assessment of students' learning performance using off-the-shelve Virtual Reality software is possible. This can help lecturers better understand how students learn and how to design better teaching scenarios – even if no access to specific source code of the used VR software is available.

6 Outlook

The approach reported here leaves room for significant improvements to alleviate some of the issues of analyzing eye-tracking in virtual space. In this specific situation, where users have to look into a defined direction, without being able to walk or move freely, the idea of AOIs might be sufficient. However, when it comes to VR scenes with more freedom of movement this approach will fail. Therefore, we plan to develop two new methods to use VR eye-tracking with off-the-shelve VR software:

1. Using AI methods to automatically detect semantic features within a VR scene and then re-detect those from any position within the 3D space.
2. Use a 3D-3D point set registration between derived 3D-eye-tracking points, live positional tracking data of the VR headset and the gazed-at point within the 3D scene.

It is important to follow this path to allow future human factors and teaching studies to be carried out even if the source code of VR software is not available.

Conflict of Interest Statement

The software and hardware used in this study were purchased at the regular price. The authors have no connection to Varjo or Sharecare, Inc. The results presented here are based on the sole actions of the authors and are in no way related to Sharecare, Inc or Varjo.

References

[Ba13] Bamodu, Oluleke, and Xu Ming Ye. "Virtual reality and virtual reality system components." *Advanced materials research*. Vol. 765. Trans Tech Publications Ltd, 2013.

[Ch13] Chennamma, H. R., and Xiaohui Yuan. "A survey on eye-gaze tracking techniques." *arXiv preprint arXiv:1312.6410,* 2013. [Online]. Available: http://www.tobii.se

[Ho17] Holmqvist, Kenneth, and R. Andersson. "Eye-tracking: A comprehensive guide to methods." *paradigms and measures*, 2017.

[Ku16] Kurzhals, K., Fisher, B., Burch, M., & Weiskopf, D. "Eye-tracking evaluation of visual analytics." *Information Visualization* 15.4 (2016): 340-358.

[Mc03] H. Mclellan, "VIRTUAL REALITIES," 2003. Accessed: Feb. 08, 2022. [Online]. Available: http://www.cyberedge.com/4f.html.

[Mi22] Mikhailenko, Maria, Nadezhda Maksimenko, and Mikhail Kurushkin. "Eye-tracking in immersive virtual reality for education: a review of the current progress and applications." *Frontiers in Education*. Vol. 7. Frontiers Media SA, 2022.

[Od22] Odame, Angela, Tümler, Johannes: "Is Off-the-Shelf VR Software Ready for Medical Teaching?" *Proceedings of the HCII 2022 Virtual, Augmented and Mixed Reality: Design and Development*, part of the Lecture Notes in Computer Science book series (LNCS, volume 13317), 2022.

[Pl18] Płużyczka, Monika. "The first hundred years: A history of eye-tracking as a research method." Applied Linguistics Papers 25/4 (2018): 101-116.

[Sh22] "Sharecare YOU." https://www.sharecareyou.com/ (accessed Feb. 12, 2022).

[Tr18] Andrychowicz-Trojanowska, Agnieszka. "Basic terminology of eye-tracking research." *Applied Linguistics Papers* 25/2 (2018): 123-132.

[Va22] "Varjo VR-2: Full Specification – VR compare." https://vr-compare.com/headset/varjovr-2 (accessed Feb. 16, 2022).

Authoring Educational 360° Models

Experiences from Higher Education in Environmental Engineering

Florian Wehking[1], Mario Wolf [2], und Heinrich Söbke [3]

Abstract: The continuous progress of 360° technologies in recent years has considerably reduced the effort required for creating 360° models. Educational 360° models may now be authored by instructors themselves. However, the quality and usability of 360° models still depend significantly on experience gained from previous authoring of 360° models. Thus, this article summarizes the experience gained during authoring of eleven 360° models from 2018 to 2022 for higher education in environmental engineering. The experiences are structured following a process model inspired by Wohl 2019. Four cameras and four software packages have been used for authoring the eleven 360° models. Based on the eleven 360° models, authoring principles and generalizable experiences are provided to guide the selection of approaches and design elements, as well as hardware and software equipment, for authoring of 360° models.

Keywords: 360-degree, escape room, desktop VR, 360VR

1 Introduction

The market for 360° cameras, i.e. cameras recording simultaneously in all directions, is predicted to grow at annual rates of over 20% until 2030 [Pr21] . Although the consumer and entertainment sectors are seen as the primary drivers of growth, 360°VR is also increasingly being used in educational scenarios. One 360°-based medium frequently being used in educational scenarios is 360° video. For example, in synchronous educational scenarios, 360° videos are used for online lecturing [HH20] . In teacher education, 360° videos are implemented to facilitate reflection [Fe19] or to increase self-efficacy [TvB20]. Frequently, 360° videos are also used in medical education (e.g., [Ul21], [Pi18]). 360° videos are seen as highly conducive to learning processes [Ra22]. For example, 360° videos in preparation for outdoor labs can significantly increase learning effectiveness [Bo20]. Brivio et al. [Br21] compared 360°VR and model-based VR and found no differences in terms of presence, anxiety, and positive emotions. In addition to 360° videos, **360° models or 360° environments, i.e., the software-assisted combination of multiple 360° images into a visual model in which the viewer can take multiple viewpoints**, are

[1] Bauhaus-Universität Weimar, Bauhaus-Institute for Infrastructure Solutions (b.is), Goetheplatz 7/8, 99423 Weimar, florian.wehking@uni-weimar.de
[2] Bauhaus-Universität Weimar, b.is, Goetheplatz 7/8, 99423 Weimar, ulrich.mario.wolf@uni-weimar.de, https://orcid.org/0000-0002-0972-1117
[3] Bauhaus-Universität Weimar, b.is, Goetheplatz 7/8, 99423 Weimar, heinrich.soebke@uni-weimar.de, https://orcid.org/0000-0002-0105-3126.

doi: 10.18420/delfi2022-ws-15

also applied in educational scenarios. If 360° videos may rather visualize actions and are therefore used to teach skills [IJP17], 360° models or 360° environments are used for virtualization of field trips. For example, wetland ecological systems [OCT21], construction site security [Ph18], or waterworks [Wo21b] may be visited virtually. Virtual field trips based on 360° technology are also used in construction education [WM20].

Aiming to enable non-participating students to experience impressions of research project field trips to Asia, we started integrating 360°-based media as virtual field trips into our graduate and postgraduate environmental engineering courses in 2018, first as 360° videos, followed by 360° models. We previously summarized the state of the literature on 360° video development at that time [We19b]. Lampropoulous et al. conclude in their literature review on 360° videos in educational scenarios that instructors typically do not have the necessary skills to develop 360° videos [La21]. Although instructors have not taken the lead in our authoring processes either, we have found in recent years that instructors easily may initiate and lead the authoring processes, especially in higher education institutions. With access to digital-savvy academic assistants in particular, as well as in the context of academic theses, the authoring of decent 360° models for educational purposes becomes feasible. This article summarizes the experiences we have made in authoring 360° models and may thus aid in getting started with own authoring of 360° models. The article is structured as follows: The next section describes the used cameras and software as well as the authored 360° models. The following section 3 covers the principles guiding the authoring as well as our experiences. Subsequently, principles and experiences are discussed and summarized in section 5.

2 Cameras, Software Packages and 360° Models

The cameras and software packages we used are listed below. Primarily, the development of requirements and scope of services over time is illustrated. The aim is not to evaluate the respective software packages and cameras, but instead provide an overview of the applied soft- and hardware. We are aware that the cameras and software packages used are subject to a fast technical development and are therefore outdated rapidly. Nevertheless, with the description of usage decisions we believe to present relevant principles for future developments as well.

2.1 Cameras

Authoring of 360° videos started in 2018 via the consumer camera **Insta360 One X** (in the following referred to as C1, approx. € 500). The capabilities of this low-end camera became visible in 2019 when we found that the camera also supports professional platforms for 360° models such as *Matterport* [Ma20] by calculating 3D recordings using photogrammetry. The second camera purchased in 2019 was the **Kandao Obsidian GO** (C2) to also enable stereoscopic 3D recordings. The purchase decision was guided by the low price (about €2000) compared to other full 3D cameras. However, it turned out to be

challenging to handle in post-processing (especially with the stitching software *Kandao Studio*). The third camera purchased in early 2021 was the **Matterport Pro2 3D 360** (C3) (ca. € 3500), which allows true depth recording through an infrared sensor in indoor scanning. Finally, also in 2021, the fourth camera **Insta360 Pro 2** (C4, ca. € 4500) was acquired, which is characterized by a better image quality-especially a better video quality (8K compared to 4K for C3), by a more convenient handling through a wireless remote control and by a much simpler post-production.

2.2 Software Packages

Each of the above cameras comes with dedicated software for generating and stitching of the taken images. For post-processing, especially stitching to a 360° model and the integration of further information, four different software packages or platforms (abbreviation: "S") have been used so far. **S1:** We started with the provision of simple 360° videos without further information added on the platform **Vimeo** (e.g., [We19a]). **S2:** Based on the capabilities of C1 we provided the first 360° model of the P-Bank in 2019 with little recording and post-processing effort on the commercially established platform **Matterport** [Ma20] [Wo21a]. Using Matterport required a monthly subscription (approx. € 10 / month). Only a limited range of cameras is supported, data is stored on vendor servers, and exporting data for further processing as point clouds requires an extended monthly subscription including a per-model cost. **S3:** In 2020, when the visualization of an entire city quarter led to the requirement of being able to link outdoor shots to a 360° model [Sp20], we used the software **Pano2VR** [Ga20] (educational license: € 70). Furthermore, Pano2VR also supports the integration of custom content such as photos and videos. 360° models authored with S2 load such content exclusively from external internet services, such as *Flickr* or *Vimeo*. Similarly, Pano2VR supports the consumption of stereoscopic footage on VR glasses using the *VR Tourviewer* software [3D22]. S2 likewise enabled the use of VR glasses, but there were limitations in the user experience, such as distorted perspectives and only a slight 3D perception. Pano2VR allows customization and programmable extensions and is therefore particularly suitable for users with programming skills. Few design templates are included in the delivery. **S4: 3DVista Virtual Tour Pro** (S4) [3D21] is currently used as additional software. The software (approx. € 500) offers a more convenient operation during post-processing as well as an easier generation of offline tours. In addition, a videoconferencing tool and an e-learning tool are integrated. S4 also offers the preparation of 3D versions for VR glasses.

2.3 360° Models

In the following Table 1, the 360° models (abbreviation "M") are described with name, year of creation, software and camera used and the learning goals. Where available, evaluations are mentioned. Models M1 to M5 and M11 are currently freely accessible on https://www.360-degree.education [Ba22] while free accessibility is planned for models M6, M7, M9 and M10. Fig. 1 provides a visual impression of M4. Model M8 will only be accessible on request.

#	Object	Learning Goal	S / C
M1	Padma-Bridge (2019): 360° video of traveling on a speedboat at the Padma Bridge under construction in Bangladesh, available at [We19a]	On-site experience of a giant transportation infrastructure project	S1 C1
M2	P-Bank (2019): 360° model of the P-Bank, a mobile show toilet [Wo21a]	Awareness that phosphorus is an essential and finite resource	S2 C1
M3	Informal Settlement Bangladesh (2019): 360° model of a sanitation facility in an informal settlement in Bangladesh	Awareness about social components in development aid projects	S3 C1
M4	Tiefengruben Waterworks (2020): 360° model of a waterworks [Wo21b]	Process steps of water treatment	S2 C1
M5	Neues Bauen am Horn (2020): 360° model of a city quarter on infrastructure planning [Sp20]	Principles of sewage disposal	S3 C2
M6	Photocatalysis (2021): 360° model of an experimental facility of pollutant removal from wastewater by photocatalysis	Design of experimental facilities and wastewater sampling	S2 C3
M7	Umpferstedt Composting Plant (2022): 360° model of a medium-sized urban composting plant	Functioning of a composting plant and awareness raising for the biowaste-producing consumer	S4 C4
M8	Leipzig Wastewater Treatment Plant (2022): 360° model of a metropolitan wastewater treatment plant including functional buildings.	Process steps of wastewater treatment	S4 C2
M9	Rohrbach (2021): 360° model of a village of 200 inhabitants	Planning of rural wastewater systems	S3 C2
M10	Hamburg Jenfelder Au (2022): 360° model of a city quarter	Functioning of resource-oriented sanitation systems	S3 C4
M11	Bauhaus 2050 (2021): Selected sites of Bauhaus Universität Weimar on climate neutrality connected in a single model	Approaches for a university to achieve climate neutrality	S3 C4

Tab. 1: Overview of 360° models

3 Principles and Experiences

The following sections are structured according to a process model for authoring of 360° videos proposed by Wohl [Wo19]. For each phase, we describe the principles we applied and the related and – and to our belief generalizable – experiences that occurred during the authoring of one or more 360° models.

1. Object Identification. Objects recorded so far include a) buildings with emphasis on indoor shots (e.g., M2, M4, M6) but enriched by outdoor shots, b) sites with buildings (e.g., M5,) without indoor shots of the buildings, and c) sites including buildings with equally weighted outdoor and indoor shots (e.g., M3, M7, M8, M9, M10, M11). In M9 and M11, remote locations are connected by transitions. Organizationally, it must be ensured that the project team includes a stakeholder, such as the operator of the object or a lecturer, who provides expertise regarding the learning goals and also is able to determine the extent to which the 360° model may be used freely for teaching or even be publicly accessible.

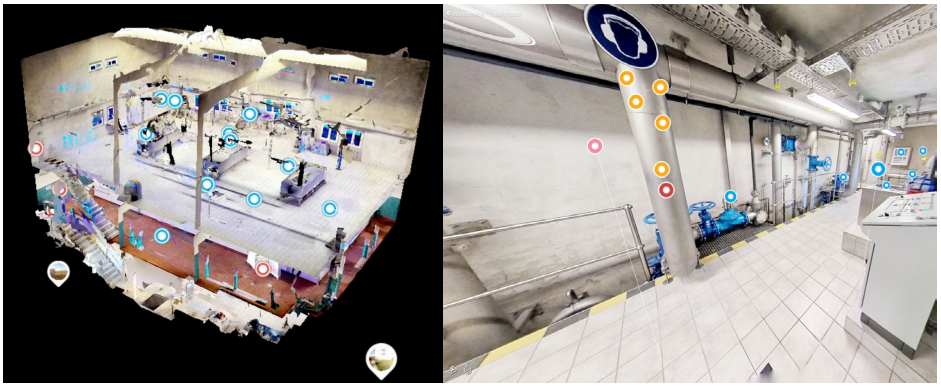


Fig. 1: Waterworks Tiefengruben (M4): Doll house view (left) entry perspective (right)

2. Didactic Concept. A didactic concept was created for the 360° models of all objects except M1 before recording. In a document, all points of interest (POIs) and the annotations assigned to these POIs were described. The walk-through sequence should also be defined. For example, for the waterworks (M4), the POIs were defined along the flow direction of the water. *Annotations.* Annotations are a means of didactic preparation of 360° models. Annotations may be text, graphics, sound, or video annotations. For example, short videos featuring interviews with stakeholders, have proven to be useful annotations for conveying information (e.g., M2). Graphic highlighting, known as signaling in multimedia learning theory, has also been positively evaluated [Ma09]. One particular video annotation is a short spoken introductory at the beginning (M6 and later version of M4). *Guidance.* Free exploration of 360° models may overwhelm a part of the students [Wo21b]. Hence, opportunities for learner guidance might be integrated into 360° models. Guidance may be provided, for example, by displaying the next viewpoints to be taken, providing a concise direction or adding maps indicating the standing location. The escape room metaphor is similarly suitable for guiding learners through a 360° model [Kr21]. Digital escape rooms may be implemented in a low-tech manner using a 360° model and a web-based form [VSB20]. Furthermore, color-coding as well as systematic captioning of annotations are a means to guide the exploration. In M6, for example, the different aspects of an experimental setup are distinguishable by the color of the annotations.

3. Recording Concept.

Selection of Recording Points. Recording points are selected along the POIs defined in the didactic concept. In some cases, one POI may require more than one recording point. Also, for the transitions between POIs it may be advantageous to interpose several recording points ensuring that the students have visual contact to the next recording point at any time. The rule is to create as many recording points as necessary, but as few recording points as possible.

Media selection. It must be decided which recording points will be shown as a 360° photo and which as a 360° video. Videos are preferable when showing dynamic sequences regarding learning goals, photos allow faster post-processing and also require less bandwidth when deployed. For didactic reasons, sections of 360° videos were used within 360° photos in some models. The blending of photos and videos is particularly supported by S4. In M8, videos are used to illustrate the dynamics of the water being cleaned. In M7, the delivery process and the screening of organic waste is also illustrated through videos. Sound recordings increase the immersion significantly and require little effort (e.g., M5).

Selection of Camera and Software. The selection of the software to author the 360° model is seminal for important properties of the 360° model. If a platform like S2 is used, there are permanent subscription costs. Software such as S3 and S4 require dedicated server space, which also leads to costs. Data protection regulations of the object operator might exclude platforms. For example, M8 is considered critical infrastructure, therefore, it is not publicly available and hosted on a server in Europe. Access for educational uses is only provided on a temporary basis upon request. In the meantime, we have rented a dedicated server in a German data center for providing the 360° models authored with S3 and S4. This server will also be available to third-party 360° models [Ba22]. The selection of the camera is influenced by the object to be imaged: 360° scanners are suitable for indoor spaces; 360° cameras are more suitable for outdoor spaces. A minimum distance of the camera to the object should always be considered as well. In M6, for example, the room is so small that minimum distances that have to be maintained visually affect the quality of the images.

Transitions. The recording points should be in visual range allowing users to better orient themselves when moving from recording point to recording point. If this is not possible, transitions should be used to provide an impression of the distance. Transitions include drone flights (M11) or movements, such as car rides in time-lapse (M9).

4. Recording. Conducting the recording in pairs has proven to be efficient: One person operates the camera; the second person directs based on the recording concept and documents the camera shots. Knowledge of the camera's orientation is important for post-processing. For sound recordings, this information should also be spoken into the recordings by one person. Prior preparation of the recording location reduces superfluous details from a didactic perspective. Preparations include, for example, removing objects that are not relevant to learning and reducing the viewing area by closing doors.

5. Post-processing. Post-processing tasks include mainly stitching the recordings together and retouching relics of the photo shoot (such as tripods or dead spots). Post-processing may take a lot of computational power, especially for 360° videos. For stitching, all camera manufacturers provide dedicated software. The *Insta360 Stitcher* software delivers particularly convincing results. For retouching the photos, we used the *Affinity Photo* software. The post-processing work is limited by the features of the software used: *Annotations.* Annotations consisting of text and image, or video are possible in S4, but are supported by S3 as well at a higher effort. *Overviews*. Overlayed maps or aerial images facilitate the overview and have been positively evaluated in our evaluations so far. Map overviews in S3 and S4 show the respective viewpoint and viewing direction. *Augmentation.* Augmentations may be incorporated into the models for better visualization. In M10, for example, contiguous pipeline paths in the pump house are highlighted when hovering with the mouse pointer, allowing for easy identification of pipeline paths. *Stand-alone apps.* The online provision of 360° models is only a convenient solution when there is a resilient Internet connection. However, for showing 360° models in areas and countries with instable internet connections it becomes essential to generate stand-alone apps.

6. Model Validation. Model validation should be carried out jointly with the domain stakeholder in the project team to check the factual accuracy of the information presented and to ensure that no sensitive information is published by the 360° model. Also identified are opportunities for improvement that may be incorporated into a next version of the 360° model. For example, in M4 there is an area that is not accessible due to technical problems of the post-processing.

4 Discussion

The case studies presented are from the field of environmental engineering, i.e., the application contexts focus on the representation of buildings and their environments. For other application contexts, such as for water safety training [Ar21], teacher training [Fe19], or tiler training [Fu19], the guidelines need to be extended: further application contexts result in different requirements, for example, in teacher training it is important to recognize the facial expressions of persons, in 360° models for environmental engineering persons usually need to be shown for privacy protection reasons in a way that they cannot be identified.

During the last years, we could observe a maturation process for 360° technology: the technology offers increasingly new features at falling prices and less and less software expertise is required for the implementation. The lack of accessibility of 360° models, i.e., the inaccessibility for people with certain disabilities, must be mentioned as a limitation.

To improve 360° models a continuous evaluation with teachers and students is advised. The focus should particularly lie on the content and the approaches to communicate it, as graphics might not be suitable for each end-devices. Also improving aspects linked to navigation may support the contextual understanding.

Guidelines for the media didactic design of 360° models are outside the scope of this article, as are any applicable rules of instructional design. In both cases, we have been guided by the generally applicable rules of media didactics in the 360° models presented and their use scenarios [Ke18], [Ni08], [Ye20]. We have explored a range of didactic scenarios, whose comparative characterization in a publication is pending. Currently, small-group-based model walk-throughs outside of formal teaching activities are the most commonly used didactic scenario. A frequently referenced feature distinguishing use is immersivity versus non-immersivity. Although the software used also supports the creation of immersive 360° models, we have generally evaluated non-immersive use. The predominant non-immersive use results from the requirement of easy accessibility. VR headsets are not found in sufficient numbers among students, nor are they available in necessary quantities at our institution. Non-immersive use admittedly forfeits the advantage of immersion. However, we still believe that the spatiality of the objects depicted is well conveyed by 360° models in comparison to 2D media.

Low-threshold 360° technology was supported by the competencies on software literacy, media design, multimedia learning design, and instructional design available in the authoring team. Due to the affiliation of the authoring team to an institute of environmental engineering, a substantial part of the domain content could be developed by the team itself. However, the definition of the learning goals and the validation of the 360° model were always conducted jointly with the domain experts.

5 Conclusions

Authoring of educational 360° models has become feasible through powerful cameras and software by dedicated teachers themselves. Our experiences from eleven 360° models allow the following conclusions: Growing into the authoring process is a viable path. The experience of authoring one 360° model provides the foundation for developing another 360° model. While new camera models tend to offer advancement in image quality and recording organization, software is vital to the content and interactions offered in 360° models. Between conventional media-based learning and field trips, 360° models enable a class of learning activities of their own. The presented principles and experiences might facilitate the own creation of educational 360° models.

6 Bibliography

[3D21] 3DVista: 3DVista Virtual Tour Pro, 2021.

[3D22] 3DV: VR Tourviewer, 2022.

[Ar21] Araiza-Alba, P. et al.: The potential of 360-degree virtual reality videos to teach water-safety skills to children. Computers and Education November 2020/163, p. 104096, 2021.

[Ba22] Bauhaus-Universität Weimar: Plattform 360° Bildung, 2022.

[Bo20] Bolkas, D. et al.: Development and Integration of Immersive 360-Videos in Surveying Engineering Education. American Society for Engineering Education, 2020.

[Br21] Brivio, E. et al.: Virtual reality and 360° panorama technology: a media comparison to study changes in sense of presence, anxiety, and positive emotions. Virtual Reality 2/25, pp. 303–311, 2021.

[Fe19] Feurstein, M. S.: Exploring the Use of 360-degree Video for Teacher-Training Reflection in Higher Education: Proceedings of DELFI Workshops 2019 Berlin, Germany, September 16, 2019. Gesellschaft für Informatik e.V.z, Bonn, Germany, pp. 153–160, 2019.

[Fu19] Funk, J. et al.: Implementation of a 3D-360 ° - lesson in the practical training of craftsmen. In (Schulz, S. Ed.): Proceedings of DELFI Workshops 2019 Berlin, Germany, September 16, 2019. Gesellschaft für Informatik eVz, pp. 161–172, 2019.

[Ga20] Garden Gnome Software e.U.: Pano2VR, 2020.

[HH20] Hyttinen, M.; Hatakka, O.: The challenges and opportunities of using 360-degree video technology in online lecturing: A case study in higher education business studies. Seminar.net 1/16, p. 16, 2020.

[IJP17] Izard, S. G.; Juanes Méndez, J. A.; Palomera, P. R.: Virtual Reality Educational Tool for Human Anatomy. Journal of Medical Systems 5/41, pp. 2–7, 2017.

[Ke18] Kerres, M.: Mediendidaktik: Konzeption und Entwicklung digitaler Lernangebote. De Gruyter, 2018.

[Kr21] Krekhov, A. et al.: Puzzles Unpuzzled: Towards a Unified Taxonomy for Analog and Digital Escape Room Games. Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction CHIPLAY/5, pp. 1–24, 2021.

[La21] Lampropoulos, G. et al.: 360-degree video in education: An overview and a comparative social media data analysis of the last decade. Smart Learning Environments 1/8, 2021.

[Ma09] Mayer, R. E.: Multimedia Learning. Cambridge University Press, New York, 2009.

[Ma20] Matterport Inc: Matterport: 3D Camera, Capture & Virtual Tour Platform | Matterport, 2020.

[Ni08] Niegemann, H. M. et al.: Kompendium multimediales Lernen. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2008.

[OCT21] Ou, K. L.; Chu, S. T.; Tarng, W.: Development of a virtual wetland ecological system using VR 360◦ panoramic technology for environmental education. Land 8/10, 2021.

[Ph18] Pham, Hai Chien A I Chien et al.: Virtual field trip for mobile construction safety education using 360-degree panoramic virtual reality. International Journal of Engineering Education 4/34, pp. 1174–1191, 2018.

[Pi18] Pieterse, A. D. et al.: Introducing the innovative technique of 360° virtual reality in kidney transplant education. Transplant Immunology March/49, pp. 5–6, 2018.

[Pr21] Precedence Research: 360 Degree Camera Market Size To Reach US 4.64 Bn By 2030, 2021.

[Ra22] Ranieri, M. et al.: If and how do 360° videos fit into education settings? Results from a scoping review of empirical research. Journal of Computer Assisted Learning July 2021, pp. 1–21, 2022.

[Sp20] Springer, C. et al.: Virtualization of Virtual Field Trips: A Case Study from Higher Education in Environmental Engineering. In (Söbke, H. et al. Eds.): Proceedings of DELbA 2020 - Workshop on Designing and Facilitating Educational Location-based Applications co-located with the Fifteenth European Conference on Technology Enhanced Learning (EC-TEL 2020) Heidelberg, Germany, Online, September 15, 2020. CEUR Workshop Proceedings, 2020.

[TvB20] Theelen, H.; van den Beemt, A.; Brok, P. den: Enhancing authentic learning experiences in teacher education through 360-degree videos and theoretical lectures: reducing preservice teachers' anxiety. European Journal of Teacher Education 2/45, pp. 230–249, 2020.

[Ul21] Ulrich, F. et al.: Learning effectiveness of 360° video: experiences from a controlled experiment in healthcare education. Interactive Learning Environments 1/29, pp. 98–111, 2021.

[VSB20] Vergne, M. J.; Smith, J. D.; Bowen, R. S.: Escape the (Remote) Classroom: An Online Escape Room for Remote Learning. Journal of Chemical Education 9/97, pp. 2845–2848, 2020.

[We19a] Wehking, F.: 360° Speedboat Padma Bridge Construction, 2019.

[We19b] Wehking, F. et al.: How to Record 360-degree Videos of Field Trips for Education in Civil Engineering. In (Schulze, S. Ed.): Proceedings of DELFI Workshops 2019. Gesellschaft für Informatik e.V.z, Bonn, pp. 177–188, 2019.

[WM20] Wen, J.; Masoud, G.: A Review of Virtual Field Trip Applications in Construction Education, 2020.

[Wo19] Wohl, M.: The 360° Video Handbook: A step-by-step guide to creating video for virtual reality (VR). Michael Wohl, 2019.

[Wo21a] Wolf, M. et al.: Exploratory Study of a 360-degree Model in Environmental Engineering Education: Proceedings of the 20th European Conference on e-Learning, ECEL 2021. ACIL, 2021.

[Wo21b] Wolf, M. et al.: 360°-Based Virtual Field Trips to Waterworks in Higher Education, 2021.

[Ye20] Yepes-Serna, V. et al.: 4. Design Principles for Educational Mixed Reality?: Adaptions of the Design Recommendations of Multimedia Learning. In (Akcayir, G.; Demmans Epp, C. Eds.): Designing, Deploying, and Evaluating Virtual and Augmented Reality in Education. IGI Global, pp. 76–99, 2020.

Integration einer VR-Anwendung in eine Mathematik-Lehrveranstaltung für Informatiker

Manfred Brill[1], Benedict Särota [2]

Abstract: In diesem Beitrag wird der Einsatz einer VR-Lernanwendung in einer Mathematik-Lehrveranstaltung in einem Masterstudiengang der Informatik vorgestellt. Die Lernanwendung wird in den Übungsgruppen eingesetzt und ergänzt die dort bereits eingesetzten Medien. Für einzelne Lerneinheiten, die auf vorhandenen Übungsaufgaben aufbauen wurde eine generische VR-Anwendung angepasst. Dazu wird eine Schnittstelle zwischen dem vorhandenen Lehrmaterial und der VR-Anwendung implementiert. Dieses Konzept ermöglicht kurzfristige Änderungen oder die Pflege der Lerneinheiten ohne großen Zeit- und Personalbedarf. Die entwickelte VR-Anwendung behandelt das Thema der Parameterkurven.

Keywords: Virtuelle Realität, Immersives Lernen, Mathematik, Informatik-Studiengänge, Einsatz-Szenarien, Lehrveranstaltungen

1 Einleitung

Bereits in den neunziger Jahren wurde der Einsatz der virtuellen Realität in der Lehre als Paradigmenwechsel eingeschätzt. Dem Einsatz dieser Technologie standen sehr lange die hohen Kosten entgegen, die bei der Erstellung und im Betrieb entstanden. Dies änderte sich ab 2012 durch die Vorstellung der Oculus Rift oder von Google Cardboard. Virtual Reality kann auf Consumer-Hardware ausgeführt werden, was die Kosten deutlich reduziert. Mit Hilfe von VR kann ein virtueller Campus, ein Hörsaal oder ein virtuelles Labor erstellt werden. Solche Lernanwendungen wurden für die verschiedene Disziplinen und Anwendungen erstellt und evaluiert. Für das Fach Mathematik gibt überraschend wenig Anwendungen, die sich VR bedienen [FK22].

Der zielgerichtete Einsatz von VR-Lernanwendungen kann nachweislich zu einer ganzen Reihe von positiven Lerneffekten führen. Der Einsatz von VR wirkt sich sehr positiv auf die Motivation der Lernenden aus [Sa20]. Ein weiterer Effekt der nachgewiesen werden kann ist ein besseres Wiederabrufen der behandelten Themen [Kr19]. Der Nachteil von VR-Lernumgebungen sind die hohen Kosten für die Implementierung und häufig auch für den Betrieb. Die initiale Erstellung der Lernumgebung kann mit Hilfe von Fördermitteln erstellt werden. Aber es stellt sich die Frage nach der Nachhaltigkeit. Die Lernumgebung

[1] Hochschule Kaiserslautern, Fachbereich Informatik und Mikrosystemtechnik, Amerikastraße 1, 66482 Zweibrücken, manfred.brill@hs-kl.de
[2] Hochschule Kaiserslautern, Fachbereich Informatik und Mikrosystemtechnik, Amerikastraße 1, 66482 Zweibrücken, benedict.saerota@hs-kl.de, https://orcid.org/0000-0001-9562-3830

doi: 10.18420/delfi2022-ws-16

muss mit möglichst wenig Personal- und Zeitaufwand zu pflegen sein. Neue Inhalte müssen einfach integriert, getestet und an die Studierenden ausgeliefert werden können [Id22]. Ein Lösungsansatz dafür ist die Identifizierung von „VR Nuggets“ [HD19a]. Durch kleine Lerneinheiten kann die virtuelle Realität erfolgreich eingesetzt werden, ohne dass die komplette Vorlesung in die Lernanwendung abgebildet werden muss.

Dieser Beitrag beschreibt die Entwicklung einer generischen VR-Lernanwendung, die auf kleine Lerneinheiten angepasst werden kann. Dabei wird versucht, die Ressourcen für die Entwicklung, die Pflege und Weiterentwicklung der entstanden VR-Anwendungen nachhaltig zu gestalten.

2 Mathematik in einem Informatik-Studiengang

Der Masterstudiengang Informatik an der Hochschule Kaiserslautern ist konsekutiv für insgesamt sechs Bachelor-Studiengänge. Das Master-Modul „Computerorientierte Mathematik“ baut auf der heterogenen Ausbildung in Mathematik in diesen Bachelor-Studiengängen auf. Die mathematischen Inhalte werden dazu in einen Informatik-Kontext eingebettet. Die mathematischen Konzepte und ihre Anwendungen werden mit der Programmiersprache Python auf dem Computer realisiert. Mit Python und Markdown können dynamische Dokumente, sogenannte Jupyter-Notebooks [Ju22], erstellt werden. Texte werden hier mit Markdown formatiert, Ergebnisse werden durch den Python-Interpreter berechnet und im Dokument dargestellt. Diese Dokumente können von den Lesern verändert, erweitert oder komplett umformuliert werden. Mit Python können in die Notebooks Animationen und interaktive 3D-Darstellungen aufgenommen werden. In Abb. 1 ist ein Teil eines Notebooks zum Thema Newton-Verfahren zu sehen. Der Verlauf kann interaktiv nachvollzogen werden, der Startpunkt der Iteration kann im Dokument verändert und die Animation neu gestartet werden.

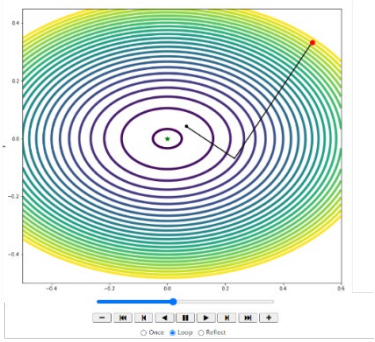


Abb. 1: Verlauf eines Newton-Verfahrens als interaktive Animation in einem Jupyter-Notebook

Die Vorlesung motiviert die behandelten Themen anhand von Fragestellungen und potenziellen Anwendungen. Darauf aufbauend werden die notwendigen mathematischen Begriffsbildungen und Aussagen eingeführt und Lösungsstrategien vorgestellt. Abschließend werden Algorithmen formuliert und die zugehörige Realisierung in Python diskutiert. Der bewusste Verzicht auf konventionelle Übungsaufgaben mit Papier und Bleistift gleicht die heterogenen Voraussetzungen der Studierenden im Fach Mathematik aus.

Ein weiteres Ziel der Verwendung der Programmiersprache und der dynamischen Dokumente besteht darin, die Studierenden auf die abschließende mündliche Prüfung vorzubereiten. In dieser Prüfung werden keine Rechenfertigkeiten abgefragt, sondern das Verständnis des behandelten Stoffs. Die Anwendungen und die eigenen Erfahrungen bei der Umsetzung der Mathematik in nutzbare Software stehen im Vordergrund.

Das Modul wird durch einen Online-Kurs im Learning Management System (LMS) OpenOLAT ergänzt. Das Online-Angebot enthält neben Handouts und Video-Mitschnitten der Vorlesung HTML-Versionen der Jupyter-Notebooks. Diese HTML-Dokumente enthalten nach wie vor die interaktiven grafischen Darstellungen und Animationen. Die Quelltexte der Notebooks stehen den Studierenden ebenfalls zur Verfügung. Damit werden die Studierenden in die Lage versetzt, diese dynamischen Dokumente selbst zeitlich und örtlich ungebunden zu lesen und zu verändern. Auch die Lösungen der Übungsaufgaben werden von den Betreuern im LMS in Form von Jupyter-Notebooks verfügbar gemacht. Die Studierenden werden motiviert, ihre Lösungen aus den Übungsgruppen selbst als interaktive Dokumenten zu formulieren und auf diese Weise anderen Teilnehmern zur Verfügung zu stellen. Dazu steht im LMS eine Upload-Möglichkeit bereit.

Zu Beginn der wöchentlichen Übungsgruppen werden kleinere Aufgaben behandelt, die darauf abzielen den behandelten Stoff der Vorlesung in Gruppenarbeit zu festigen. Die Teams entwickeln Visualisierungen, Texte oder Jupyter-Notebooks mit dem Ziel, den Vorlesungsstoff in eigenen Worten zu beschreiben. Um die aus der Motivation der Vorlesung bereits bekannten Probleme mit den vorgestellten Algorithmen zu lösen, implementieren die Studierenden anschließend Teile der Verfahren. Anschließend wenden die Teams ihre Lösungen auf Problemstellungen an und diskutieren die gewonnenen Ergebnisse.

3 Eine immersive Applikation für eine Mathematikvorlesung

Bei der Behandlung von mathematischen Konzepten, die im dreidimensionalen Raum anzusiedeln sind, bietet es sich an, neben den oben beschriebenen Jupyter-Notebooks immersive Anwendungen einzusetzen. Neben dem Joy of Use einer solchen Anwendung werden die Studierenden darin unterstützt, eine räumliche Vorstellung der Spur, aber auch von Strukturen wie das Frenet-Frame einer Parameterkurve zu entwickeln. Dadurch wird das Verständnis der abstrakten Konzepte aus der Vorlesung gefördert, da die Strukturen direkt in einer räumlichen Darstellung erfahrbar werden.

Eine zentrale Frage für den Einsatz einer solchen VR-Anwendung ist die Bereitstellung für die Studierenden. Es bietet sich an das bereits eingesetzte LMS-System um eine Download-Möglichkeit zu ergänzen. Die als Produktionsumgebung verwendete Software Unity bietet die Möglichkeit, eine Anwendung für sehr viele verschiedene Hard- und Software-Plattformen zu erstellen, was diesen Ansatz sehr gut unterstützt. So einfach dieses Vorgehen erscheint, so schwer ist es in der Praxis umzusetzen. Das Hauptproblem dabei ist die äußerst heterogene Systemlandschaft, die bei den Studierenden vorhanden ist. Das Spektrum der bei den Studierenden vorhandene VR-Hardware reicht von überhaupt keiner Hardware bis hin zu Studierenden, die Geräte wie Oculus Quest, HTC Vive oder Valve Index besitzen. Einen gemeinsamen Nenner stellen Smartphones dar, die mit Google Cardboard zu VR-Endgeräten werden. Die hier verfügbaren Interaktionsmöglichkeiten für eine VR-Anwendung sind allerdings äußerst begrenzt, was die Funktionalität der Anwendungen extrem einschränkt. Der Sinn einer VR-Anwendung ist kein passives Betrachten eines 3D-Films, sondern die direkte Interaktion mit der virtuellen Umgebung. Zusätzlich stellt sich die Frage der Unterstützung der Studierenden. Man muss davon ausgehen, dass es eine Menge von technischen Problemen gibt, die schnell beantwortet werden müssen. Dies erfordert in der Regel Ressourcen, die an einer Hochschule für angewandte Wissenschaften im Normalbetrieb nicht verfügbar sind.

In einer Masterarbeit [Sä22] wurde ein Konzept für den Einsatz von VR-Anwendungen in einer Mathematik-Veranstaltung konzipiert und realisiert. Bereits im Sommersemester 2020 wurden im Fachbereich n mehr als zehn HTC Focus Plus HMD beschafft, die für die Lehrveranstaltung zur Verfügung standen. Diese Hardware bietet das Tracking von Benutzer-Position und Handsteuergeräten und kann schnell auf einen neuen Einsatzort kalibriert werden. Es wurde entschieden ausschließlich diese Hardware einzusetzen. Dadurch wird der Aufwand für Entwicklung und Support enorm reduziert. Bei der Umsetzung der Themen aus der Vorlesung wurde das Konzept der „bite-sized VR applications“ [HD19b] verfolgt. Es wurde keine Anwendung realisiert, in der alle Themen der Lehrveranstaltung verfügbar sind, sondern es wurden eine Menge kleiner Anwendungen implementiert. Die in einer Anwendung behandelten Lerneinheiten orientieren sich an den bereits vorhandenen Übungsaufgaben. Dafür wurden Übungsaufgaben identifiziert die sich für die Umsetzung in VR eignen. Für diese Aufgaben wurde jeweils eine VR-Anwendung realisiert. Vor den Übungsterminen wurden die vorgesehenen VR-Anwendungen installiert.

Zu Beginn des Semesters erfolgte eine Teambildung innerhalb der Übungsgruppen. Diese Teams wurden jeweils mit mindestens einem der Head-Mounted Displays ausgestattet. Die Teams wurden im ersten Übungstermin mit der Handhabung der Hardware vertraut gemacht. Damit war gewährleistet, dass die VR-Anwendung ohne große technische Probleme problemlos eingesetzt werden kann. Um die Kommunikation innerhalb der Teams zu unterstützen wird demonstriert, wie die grafische Ausgabe der VR-Anwendung auf ein Notebook oder einen Beamer übertragen werden kann. Die Head-Mounted Displays bieten die Möglichkeit einzelne Bilder oder Filmsequenzen der dargestellten Szenen abzuspeichern und auf andere Rechner zu übertragen. Die Studierenden wurden bei der Einführung in die Handhabung der VR-Geräte ermuntert, diese Möglichkeiten intensiv zu nutzen.

Der Seminarraum wurde zu Beginn jeder Übung für den Einsatz der VR-Anwendung vorbereitet. Die Teams verteilten sich auf den Raum, so dass die Benutzer der VR-Anwendung das in VR erlebte während der Ausführung mit den Teammitgliedern diskutieren können. Dies gewährleistet, dass das Team die Interaktion mit der VR-Anwendung mitverfolgen kann. Parallel dazu arbeiten die Team-Mitglieder mit Papier, Bleistift und Python. Exemplarisch soll hier eine Übungsaufgabe dargestellt werden. Den Studierenden wird in der Aufgabenstellung die mathematische Definition einer Raumkurve gezeigt. Die Aufgabenstellung besteht darin, diese Kurve zu visualisieren und die Eigenschaften der Kurve zu diskutieren. Das angestrebte Endergebnis ist die verbale Beschreibung der gegebenen Parameterkurve durch das Team. Die Teams erstellen dazu eine kurze Präsentation für die Übungsgruppe. Für die Präsentation können die Teams die VR-Anwendung oder selbst erstellte Dokumente einsetzen. Auch eine verbale Beschreibung ohne Medieneinsatz war möglich. Die Teams entscheiden autonom, welche Medien für welche Aufgabe eingesetzt werden.

4 ParamCurve

Für das Thema Parameterkurven wurde die generische VR-Anwendung *ParamCurve* konzipiert. Das Design von *ParamCurve* stellt sicher, dass die Bedienung und die virtuelle Umgebung für jede Lerneinheit konsistent ist. Beginn der Anwendung werden die Benutzer in einem virtuellen Seminarraum positioniert. Dieser Raum lehnt sich in seiner Dimensionierung an einem Seminarraum unserer Hochschule an, um den schnellen Übergang zwischen dem realen und dem virtuellen Kontext zu gewährleisten. In Abb. 2 ist eine isometrische Ansicht des virtuellen Raums zu sehen. Beim Start der Anwendung werden die für die aktuelle Lerneinheit notwendigen Komponenten der Szenen geladen und dargestellt. Damit ist gewährleistet, dass im virtuellen Raum nur die Szenenbestandteile enthalten sind, die dem aktuellen Lernziel dienlich sind.

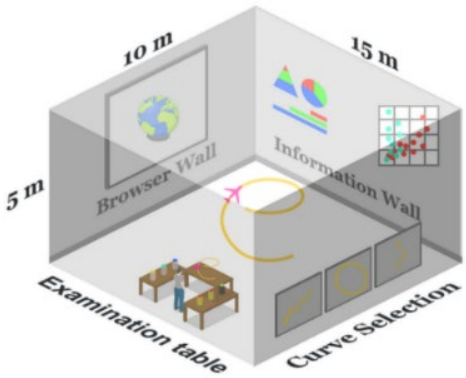


Abb. 2: Isometrische Ansicht des virtuellen Seminarraums

In der Anwendung wird die Spur der Parameterkurve in der Mitte des Raums dreidimensional dargestellt. Wie in Abb. 2 zu erkennen ist steht ein Tisch zur Verfügung, auf dem

eine Kurve in kleinerer Form dargestellt werden kann. Neben der räumlichen Darstellung der Parameterkurve existieren weitere interaktive und animierte Ansichten. Die Kurve wird mit Hilfe von Objekten wie einem Flugzeug visualisiert, die entlang der Kurve bewegt werden. Die Wände des virtuellen Raums dienen der Interaktion und Informationsdarstellung. So können an *einer Browser Wall* Webseiten oder eigene Lernmaterialien wie Jupyter-Notebooks angezeigt werden. Die *Information Wall* zeigt geometrische Daten der Kurve in Form von numerischen Werten und grafischen Darstellungen. Auf der *Curve Selection Wall* kann zwischen allen aktuell in der Anwendung verfügbaren Kurven gewechselt werden. Für solche und weitere Operationen enthält der Tisch entsprechende Interfaces. Die verschiedenen Darstellungen sind alle synchronisiert. Eine Bewegung des Objekts auf der Kurve spiegelt sich in der grafischen Ausgabe der Bahngeschwindigkeit oder Datenausgaben unmittelbar wieder. In Abb. 3 ist die Visualisierung einer Kurve auf dem Tisch und die Verwendung mehrerer Objekte mit verschiedenen Parametrisierungen einer Kurve dargestellt.

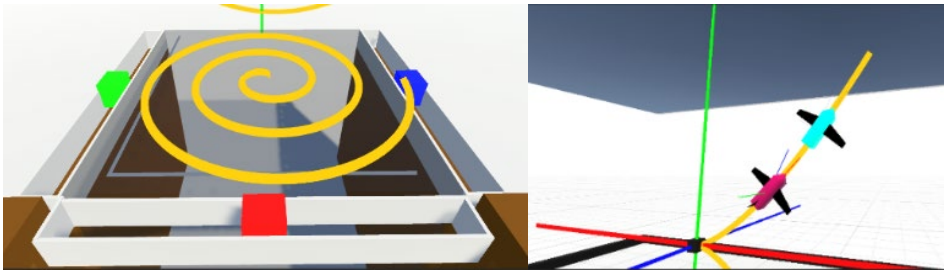


Abb. 3: Eine ebene Parameterkurve auf dem Tisch (links) und mehrere Objekte, die sich auf einer Raumkurve bewegen als Visualisierung unterschiedlicher Parametrisierungen.

Ein Ziel der Masterarbeit war, die aus vorherigen Semestern vorhandene große Menge von Daten und Python-Quelltexten ohne großen Aufwand in die VR-Anwendung zu übertragen. Damit sollte gewährleistet werden, dass neue Übungsaufgaben oder Vorlesungsinhalte ohne Zwischenschritte sofort in der VR-Anwendung verfügbar werden. Umgekehrt ist sichergestellt, dass neue Ideen für Übungsaufgaben nicht nur für die VR-Anwendung, sondern auch in den Vorlesungsmaterialien konsistent umgesetzt werden. Die Lerneinheit für die generische VR-Anwendung steht in Form einer JSON-Datei [Ec17] zur Verfügung. Das Datenformat JSON kann in sehr vielen Programmiersprachen eingesetzt werden, so dass damit eine neutrale Schnittstelle für die Realisierung von VR-Lerneinheiten geschaffen wird. Die Daten für eine Lerneinheit werden mit der in Python vorhandenen Code-Basis berechnet und exportiert. Diese Datei enthält die geometrischen Daten einer Parameterkurve. Je nach Aufgabenstellung sind weitere Darstellungen wie eine Geschwindigkeitskurve oder Angaben über Parametertransformationen in der Datei enthalten. Die Übungsaufgabe und weitere Texte, die für die Bearbeitung der Lerneinheit sinnvoll sind, werden ebenfalls in die JSON-Datei aufgenommen. Diese Inhalte werden beim Programmstart eingelesen und passen die generische Anwendung auf die aktuelle Lerneinheit an. In Abb. 4 ist dieser Datenfluss grafisch dargestellt.

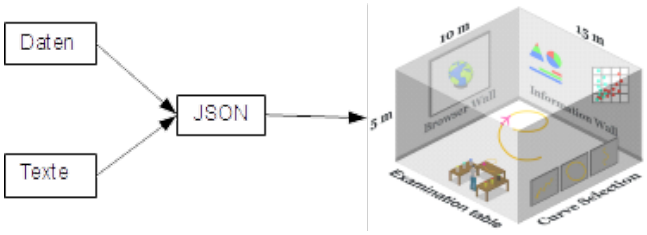


Abb. 4: Anpassung der generischen Anwendung auf eine Lerneinheit

5 Diskussion und Ausblick

Das beschriebene Konzept einer generischen VR-Anwendung, die mit Hilfe von Daten aus einer JSON-Datei an eine Lerneinheit angepasst werden kann ist nicht auf die vorgestellte Lehrveranstaltung beschränkt. Das Datenformat JSON kann in sehr vielen Programmiersprachen und Software-Systemen verarbeitet werden, so dass die Übertragung auf andere Lehrveranstaltungen möglich ist. Für neue Themen oder Disziplinen wird der generische Raum entsprechend angepasst.

Die beschriebene Integration von *ParamCurve* in die Übungen konnte im Wintersemester 2021/22 auf Grund der Pandemie nur teilweise realisiert werden, da bereits Mitte November 2021 die Lehre an der Hochschule Kaiserslautern auf Online-Veranstaltungen umgestellt wurde. Stattgefunden hat eine Einführung in die Benutzung der Hardware und von VR-Anwendungen. Anschließend wurde der Einsatz anhand von Übungsaufgaben in einem Termin durchgeführt. Geplant war eine Evaluation am Ende des Moduls, die auf Grund der geschilderten Umstände nicht sinnvoll durchgeführt werden konnte. Bereits zu diesen beiden Terminen zeigte es sich, dass der beschriebene Ansatz großes Potenzial aufweist. Wie zu erwarten war, motiviert die VR-Anwendung dazu, sich mit dem Stoff zu beschäftigen. Falls es die Lage während der Pandemie zulässt, hoffen die Autoren, dass im Wintersemester 2022/23 die Anwendungen für einen längeren Zeitraum eingesetzt werden können und dass eine begleitende Evaluation durchgeführt werden kann.

Die bisher realisierte generische Anwendung beschränkt sich auf Parameterkurven. In dieser Version wurden für einzelne Übungsaufgaben Interaktionen realisiert, die die bisher eingesetzten Problemstellungen abbildeten. Durch die Interaktionsmöglichkeiten der virtuellen Realität selbst rücken jedoch neue Aufgabenstellungen und Ansätze der Wissensvermittlung in den Vordergrund, die in der nächsten Version realisiert werden. Darüber hinaus wird eine weitere generische Anwendung implementiert, mit der das Thema skalare Felder bearbeitet werden kann. Dabei wird neben dem beschriebenen Raum eine weitere ego-zentrierte Variante eingesetzt werden. Im Zuge dieser Entwicklung wird auch das Konzept der Anpassung der Lerneinheiten auf Basis von JSON evaluiert werden.

6 Literaturverzeichnis

[Ec17] ECMA-404: The JSON data interchange syntax, https://www.ecma-international.org/publications-and-standards/standards/ecma-404/, 2. Auflage, 2017, Stand: 08.08.2022.

[FK22] Florian, L.; Kortenkamp, U.: Virtuelle Welten im Mathematik-Unterricht- Lernumgebungen in erweiterter Realität, Digitales Lehren und Lernen von Mathematik in der Schule, Springer Spektrum, S. 137-162, 2022.

[HD19a] Horst, R.; Dörner, R.: Mining Virtual Nuggets: A Pattern-Based Approach for Creating Virtual Reality Content Based on Microlearning Methodology, International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE), S. 1-8, 2019.

[HD19b] Horst, R.; Dörner, R.: Integration of Bite-Sized Virtual Reality Applications into Pattern-Based Knowledge Demonstration, Virtuelle und Erweiterte Realität 16. Workshop der GI-Fachgruppe VR/AR, S. 329-336, Gesellschaft für Informatik, Shaker Verlag, 2019.

[Id22] Idrees, A. et. al.: Advancing Extended Reality Teaching and Learning Opportunities Across the Disciplines in Higher Education, International Conference of the Immersive Learning Research Network (iLRN), S. 137-148, Immersive Learning Research Network, 2022.

[Ju22] JupyterLab: A Next Generation Notebook Interface, https://jupyter.org, Stand: 02.08.2022.

[Kr19] Krokos, E. et. al.: Virtual memory palaces: immersion aids recall, Virtual Reality 23, S. 1-15, 2019.

[Sä22] Särota, B..: Entwicklung einer Virtual Reality Applikation für immersives Lernen von mathematischen Kurven, Masterarbeit, Hochschule Kaiserslautern, 2022.

[Sa20] Sattar, M. et. al.: Motivating medical students using virtual reality based education, International Journal of Emerging Technology in Learning (IJET), 15/2, S. 160-174, 2020.

Ein Virtuelles Biotech-Haus für das Lehren in der Biotechnologie

Rong Huang[1], Jana Rödig[2], Arne Berger[3], Johannes Tümler[4]

Abstract: Unter dem Einfluss der digitalen Transformation kommt Virtual Reality auch verstärkt im Bildungsbereich zum Einsatz. Die effektive Integration in das Lehren und Lernen bleibt eine Herausforderung. In dieser Arbeit wird das Konzept eines *Biotech-Hauses* vorgestellt und am Beispiel der Joghurtherstellung umgesetzt. Die Lernenden können eigenen virtuellen Joghurt in einer virtuellen Umgebung herstellen. Außerdem gibt es die Möglichkeit in einem Test das erworbene Wissen abzufragen und sich eine virtuelle Belohnung zu verdienen. Die immersive Simulation erzeugt ein bleibendes Erlebnis und verbindet damit praktisches Prozesswissen mit theoretischem Unterricht. Es wurde eine qualitative Studie mit Experten durchgeführt, um die virtuelle Lernanwendung hinsichtlich ihrer pädagogischen Eignung zu überprüfen und ihre Umsetzbarkeit und Benutzerfreundlichkeit zu evaluieren. Der Beitrag berichtet vom Konzept und der Umsetzung der Virtual Reality Anwendung sowie der durchgeführten Expertenstudie.

Keywords: Virtual Reality, virtuelle Lernanwendungen, Lernumgebungen, Biotechnologie, Joghurt

1 Motivation

Der Einsatz von Virtual Reality (VR) in der Lehre ist aufgrund der Verfügbarkeit günstiger Endgeräte und der Notwendigkeit von Distanzlehre wie zum Beispiel unter pandemischen Bedingungen technisch folgerichtig. Gleichzeitig wird in zahlreichen Studien belegt, dass dieses immersive Lernen im Vergleich zu traditionellen Lehrmethoden zu positiven Lerneffekten und größerem Lernerfolg führen kann [BK19] [CB18]. Die Integration von Gamification begeistert die Lernenden, wobei intrinsische Motivation und unbewusstes Lernen gefördert wird. Auch fördern immersive VR-Systeme eine bessere Leistung des episodischen Gedächtnisses [Sm19]. Für sinnvolle Lehre in virtueller Realität mangelt es bisher an der Gestaltung virtueller Umgebungen aus pädagogischer Sicht, an der effektiven Integration in das Lehren und Lernen und an der Bewertung ihrer Auswirkungen darauf.

[1] Hochschule Anhalt, Praxwerk Projekt, Bernburger Str. 55, 06366 Köthen, Deutschland, rong.huang@hs-anhalt.de, https://orcid.org/0000-0003-2790-0079
[2] Hochschule Anhalt, Angewandte Biotechnologie, Bernburger Straße 55, 06366 Köthen, Deutschland, jana.roedig@hs-anhalt.de
[3] Hochschule Anhalt, Mensch-Computer-Interaktion/Interaktive Medien, Bernburger Straße 55, 06366 Köthen, Deutschland, arne.berger@hs-anhalt.de, https://orcid.org/0000-0002-6398-839X
[4] Hochschule Anhalt, Ingenieurinformatik/Augmented und Virtual Reality, Bernburger Straße 55, 06366 Köthen, Deutschland, johannes.tuemler@hs-anhalt.de, https://orcid.org/0000-0002-4788-2667

doi: 10.18420/delfi2022-ws-17

Die Einsatzmöglichkeiten der VR-Technologie wurden bereits in zahlreichen Lehr- und Lernszenarien untersucht. Vergleichsweise wenig Aufmerksamkeit fand bisher die Anwendung der VR in der Biotechnologie. Die Biotechnologie ist eine interdisziplinäre Wissenschaft, die an den Schnittstellen von Medizin, Landwirtschaft und Lebensmitteltechnologie vielfältige Anwendungsmöglichkeiten findet [Ma16].

An der Hochschule Anhalt wurde das Konzept eines *Biotech-Hauses* entworfen. Das *Biotech-Haus* verdeutlicht die Allgegenwärtigkeit der Biotechnologie in unserem Alltag. Es macht auf einem Anfängerniveau den abstrakten Begriff „Biotechnologie“ für viele unerfahrene Nutzende, wie beispielsweise Schülerinnen und Schüler, mit konkreten Beispielen und Anwendungen greifbar. Damit stellt die erste Säule des *Biotech-Hauses* das Marketing für ein Studium der Biotechnologie, der Informatik oder der Ingenieurswissenschaften an der Hochschule Anhalt dar. Die zweite Säule findet sich auf dem Anwenderniveau für Fortgeschrittene: Auf dieser Ebene werden die Praktikumsinhalte virtuell abgebildet. Finale Quizfragen bestätigen das Verständnis des Gelernten, sodass erfolgreich absolvierte *Biotech-Haus*-Szenarien zukünftig die analogen Antestate als Vorbereitungsnachweis auf die zu absolvierenden praktischen Lehrpraktika ersetzen sollen. Die im Vorfeld in VR absolvierten Laborpraktika vertiefen die einzelnen Arbeitsschritte sowie das Hintergrundwissen. Es werden damit Lernlücken der heterogenen Studierendenschaft geschlossen und das nachfolgende Präsenzlaborpraktikum fokussiert nur auf den Inhalten durchgeführt, die praktisch erforderlich sind.

Im Bereich der Lebensmittelbiotechnologie wie der Joghurt-, Wein-, Bier-, Sauerkraut- und -teigherstellung ist es möglich die Herstellungsverfahren im Wohnbereich des VR-Hauses zu implementieren. Für weitergehende Anwendungen wie beispielsweise die Citronen-, Milchsäure-, Aminosäure-, Enzym-, Penicillin-, Insulinherstellung soll es möglich werden aus dem Alltags-*Biotech-Haus* in eine VR-Laborumgebung zu wechseln.

Längerfristig soll auch eine dritte Säule, das Expertenniveau z.B. in Kooperation mit entsprechenden Firmen, etabliert werden. In diesem wird die Produktion im industriellen Maßstab abgebildet. Hier lernen die Nutzenden die dann die Besonderheiten der großtechnischen Produktion kennen und werden entsprechend virtuell geschult.

2 Stand der Technik

Die Möglichkeiten von Virtual Reality und Augmented Reality (AR) für den Biologieunterricht an Schulen und Universitäten sind gut erforscht [MP21]. Mittels VR kann Begeisterung für das Lernen geweckt werden. Realistische Simulationsszenarien erlauben, komplexe Vorgänge anschaulich zu erleben, zu erlernen und leicht zu wiederholen. Dabei ermöglicht VR eine realitätsnähere und nachhaltigere Lernerfahrung als die klassische theoretische Vermittlung von Inhalten [CB18]. Lehrmethoden und Prinzipen des Lernens werden jedoch bei der Entwicklung von VR-Anwendungen bisher oft nicht ausreichend berücksichtigt. Teilweise werden weniger Lerninhalte als beim klassischen Laborversuch in die Anwendungen aufgenommen. Es besteht die Gefahr, die

Lernenden durch die VR-Technologie abzulenken und damit schlechtere Lernergebnisse zu erzeugen [Ma19]. Darüber hinaus fehlt es den Lehrenden und Lernenden häufig an Wissen über AR und VR . Bei der Bewertung von VR-Anwendungen im Bildungsbereich liegt der Fokus häufig auf der Benutzungsfreundlichkeit und nicht auf dem Lernerfolg [Ra20]. Daher hat der AR/VR Einsatz in der Lehre bisher einen eher geringen Reifegrad.

Die Einsatzmöglichkeiten von VR in der Biotechnologie sind vielseitig und lassen sich als Training, Exploration, Konstruktion und Wahrnehmung kategorisieren [BK19]. Zhang et al. entwickelten BioVR, eine VR-gestützte Plattform, zur Darstellung von und Interaktion mit DNA/RNA-Sequenzen und Proteinstrukturen in einer virtuellen Umgebung [Zh19]. Sarune et al. haben die Wirksamkeit von VR-Simulationen für die Ausbildung von Fachkräften in der Biotechnologiebranche bewertet. Die Ergebnisse zeigten den Wert des Einsatzes von VR-Simulationen insbesondere in Bezug auf die affektiven Ergebnisse sowie die räumlichen und konzeptionellen Kenntnisse und Transferabsichten [Ba22]. Andere Forschende untersuchten Biotechnologie-Unterricht mit und ohne VR. Die Ergebnisse zeigen, dass immersive VR-Lehrmittel den Lernenden ein insgesamt positiveres Lernerlebnis vermittelten. Es wurden jedoch keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf die Frage festgestellt, welche der Lernmethoden für die Wissensvermittlung in der Biotechnologie effektiver war [OT22].

Vor dem Kontext der bereits thematisierten Auswirkungen auf den Lernprozess mit VR sowie den bisher zögerlichen Einsatz von VR in der Biotechnologie-Lehre, wurde im Rahmen des vorliegenden Beitrags eine VR-Anwendung entwickelt und ihre didaktische Eignung evaluiert. Dafür wurden gemeinsam mit Lehrkräften aus der Augmented und Virtual Reality, der Mensch-Computer Interaktion und der Biotechnologie die technischen und pädagogischen Inhalte der VR-Lehrprogramme gestaltet. Folgende Leitfragen werden im Rahmen dieser Studie beantwortet:

LF1: Wie sehen die Lehrkräfte die zukünftige Entwicklung des VR-Learnings?
LF2: Wie kann VR-Technologie in der Lehre gut integriert werden?
LF3: Wie wird User Experience und Lernerfolg in der Nutzung von VR bewertet?
LF4: Welches Potenzial sehen die Lehrkräfte im Rahmen von Lehrveranstaltungen?

3 Das Biotech-Haus am Beispiel Joghurt-Herstellung

Das *Biotech-Haus*. Hierbei handelt es sich um ein VR-Szenario eines Alltagshauses mit verschiedenen üblichen Räumen: Wohnzimmer, Bad, Küche und weitere. In jedem Raum sind verschiedene typische Gegenstände positioniert und interaktiv verwendbar. Die VR-Anwendung richtet sich vor allem an Studierende, Schülerinnen und Schüler. Sie wird im Rahmen der Vorlesung zur Einführung in das breite Feld der Biotechnologie eingesetzt.

In der Küche befindet sich Joghurt im Kühlschrank. Die verfügbaren Utensilien erlauben die Herstellung neuen Joghurts. Vier wesentliche Aufgaben wurden umgesetzt:

1. Modellierung der in der VR benötigten 3D-Objekte (Haus, Möbel, Werkzeuge).

2. Abbildung des Prozesses zur Joghurtherstellung.
3. Erstellung eines virtuellen Quizzes um das erlernte Wissen abzufragen.
4. Erstellen eines Einführungs-/Tutorial-Raums für neue Nutzende ohne VR-Vorerfahrung.

Die Küche für die Jogurt-Herstellung. Das lebensmittelbiotechnologische Verfahren zur Herstellung stichfesten Joghurts wird praktisch im simulierten *Biotech-Haus* umgesetzt (Abbildung 1). An der Hochschule Anhalt existiert hierzu ein reales Praktikum und somit ist ein direkter Vergleich real-virtuell möglich. Um die Ablenkung der Nutzenden durch die VR-Lernumgebung zu reduzieren, werden im Joghurt-Szenario nur interaktive Objekte und Werkzeuge zur Verfügung gestellt, die zum Erlernen der VR-Interaktion oder zur Joghurtherstellung benötigt werden. Die Interaktionen orientieren sich an Alltagserfahrungen, daher sind sie leicht zu erlernen und erscheinen dem Benutzer „natürlich“. Die Gestaltung der korrespondierenden Funktionen und Inhalte wurde durch die Kooperation mit Fachexperten gesichert.

Die technische Umsetzung erfolgte mittels Unity (2020.3.2.f1) sowie dem XR Interaktion Toolkit (1.0.0-pre.3). In Kombination mit dem VIVE Wave XR Plugin und SteamVR Unity Plugin werden gleichzeitig die SteamVR-Plattform und andere VR-Geräte wie zum Beispiel HP Reverb G2 und Vive Focus 3 unterstützt. Eine der Herausforderungen bei der Entwicklung ist die Simulation realer Physik mit Unity. Im Vergleich zur realen Joghurtherstellung ist die Simulation noch nicht ausreichend real. Dennoch können die Nutzenden den Prozess der Joghurtherstellung in VR erfahren und erlernen, sodass Vorkenntnisse vor der realen Praxisübung erworben werden.

4 Methode und Ergebnisse

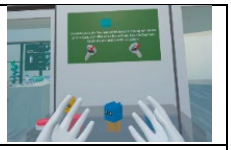
Um die Wirksamkeit der Anwendung zu überprüfen, wurde eine qualitative Studie zum Einsatz in der Lehre durchgeführt. Lehrpersonen der Hochschule Anhalt wurden in semistrukturierten Interviews befragt und haben eine Expertenevaluation der VR-Anwendung durchgeführt. In der Studie wurde das Konzept des *Biotech-Hauses* vorgestellt und durch die Experten aus ihrer persönlichen Sicht hinsichtlich der didaktischen Eignung bewertet. Darüber hinaus wurde die im Rahmen des Konzepts ausgearbeitete VR-Anwendung im Hinblick auf ihre Umsetzbarkeit, Benutzungsfreundlichkeit und den Einsatz in der Lehre evaluiert.

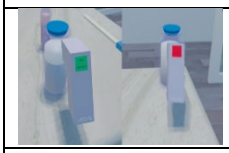
4.1 Teilnehmer

Bei einer qualitativen Befragung ist nicht die Anzahl der Befragten, sondern die Zusammensetzung der Befragten entscheidend [Di09]. Daher wurden vier interdisziplinär Lehrende aus den Bereichen Biotechnologie, VR und Informatik ausgewählt (Experten E1-E4), um aussagekräftige Ergebnisse in der Studie zu erreichen. Alle Personen haben mehr als drei Jahre Hochschul-Lehrerfahrung und nahmen freiwillig ohne Kompensation an der Studie teil. Ihnen waren die erstellte Software sowie die damit

verbundenen Ziele bereits vor der Studie bekannt, jedoch mit geringer bzw. keiner eigenen praktischen Erfahrung in der Anwendung der Software.

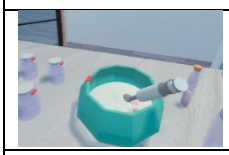
a: Der Einführungs-/Tutorial-Raum besteht aus einem Tisch und drei Würfeln. Er führt den Benutzer in die Bewegungskontrollmöglichkeiten in der virtuellen Realität mittels Übungsaufgaben ein (Bewegung, Interaktion).





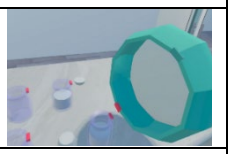
b: Als erste Aufgabe muss die Temperatur der Milch mit dem virtuellen Thermometer gemessen werden. Wenn die Temperatur unter 30 Grad Celsius liegt, leuchtet es rot und zeigt damit an, dass die Temperatur zu niedrig ist, um Joghurt herzustellen.

c: Wenn die Milch aus dem Kühlschrank genommen und bei der Messung eine Temperatur unter 30 Grad angezeigt wird, muss die Milch in der Mikrowelle erwärmt werden (automatische Erwärmung auf Zieltemperatur).



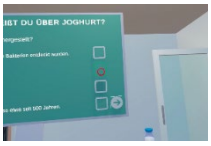
d: Danach wird eine Flasche warme Milch in eine Schüssel gegossen und die Milchsäurebakterien werden hinzugegeben. Beides wird mit einem Stabmixer gleichmäßig vermischt, bis das Ende des Mischvorgangs visuell erkennbar ist.

e: Die gemischte Flüssigkeit wird dann in vier kleine Flaschen von jeweils 250 ml abgefüllt. Die virtuelle Flüssigkeit wurde zweckmäßig dargestellt, ohne physikalisch korrekte Fluidsimulation.



f: Die Flaschen mit der „beimpften“, d.h. inokulierten Milch werden in den Joghurtbereiter gestellt. Die Inkubation erfolgt 8 Stunden bei einer Temperatur von 43 Grad Celsius. In der VR dauert der Prozess nur 8 Sekunden per Zeitanzeige.

g: Anschließend werden alle Joghurtproben im Kühlschrank bis zum Verzehr abgekühlt. Benutzer können in der virtuellen Realität den Joghurt so trinken, wie sie es aus der Realität kennen, indem sie die Flasche mit der Hand zum Mund führen.



h: Nachdem die Joghurtherstellung in der VR erlebt wurde, erfolgt eine Abfrage des Erlernten mittels eines virtuellen Quizzes. Die Fragen des Joghurt-Quizzes wurden von den beteiligten biotechnologischen Experten für die Niveaus *Anfänger* und *Fortgeschrittene* erstellt.

Abbildung 1 – Funktionen der VR-Anwendung in der Küche (a-h)

4.2 Vorgehensweise

Die qualitative Befragung wurde vor Ort im xR-Labor der Hochschule Anhalt durchgeführt. Im oben beschriebenen virtuellen Einführungstutorial-Raum der Applikation erlernten die Nutzenden die Bedienung der Controller. Zusätzlich wurden die Lehrpersonen mündlich in die Steuerung der VR-Anwendung eingewiesen. Die Lehrpersonen probierten nach dieser Einführung ca. 30 Minuten lang die VR-Applikation selbstständig umfangreich aus. Zu jedem Zeitpunkt war es möglich Fragen zu stellen und Hilfestellungen zu erhalten. Im Anschluss wurde mit den Lehrenden jeweils ein leitfadengestütztes Interview geführt.

4.3 Analyse der Ergebnisse

Geschlossene Fragen wurden auf Basis der 5-stufigen Likert-Skala von 1 („*trifft nicht zu*“) bis 5 („*trifft zu*“) beantwortet und analysiert. Abbildung 2 visualisiert die Ergebnisse.

Ergebnisse der geschlossenen Fragen

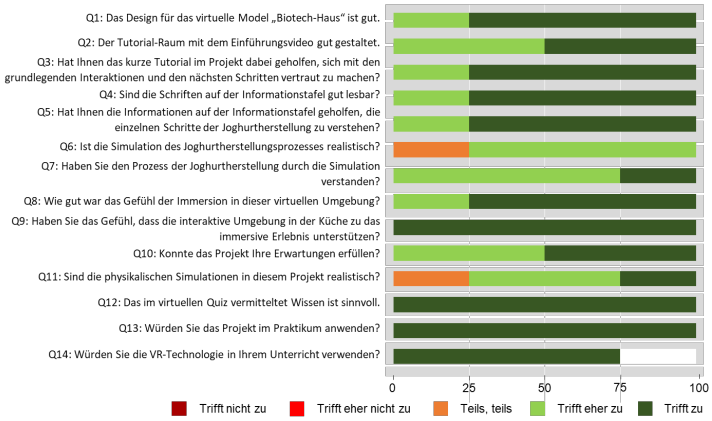


Abbildung 2 – Verteilung der Bewertungsergebnisse der Experten über die virtuelle Umgebungsgestaltung der Applikation, die Bedienbarkeit und die Benutzungsfreundlichkeit

Die Lehrenden waren mit der Gestaltung der virtuellen Umgebung, der Interaktion und der Benutzungsfreundlichkeit zufrieden. Insbesondere der Tutorial-Raum für unerfahrene Nutzende wird als sehr geeignet für die Lehre angesehen. Da die meisten Lernenden bisher keine VR-Erfahrungen haben, können sie dadurch schnell von der Realität in die virtuelle Umgebung wechseln und sich darin möglichst leicht zurechtzufinden. E2 hatte Vorbehalte gegenüber dem Einsatz von VR-Technologie für den Unterricht, daher gab es keine Antwort zur Q14. Der VR-Experte fand, dass die physikalische Simulation der Interaktion optimiert werden muss. Es ist wichtig, dass sich Nutzende über den Zweck der Lehreinheit im Klaren sind und sich darauf konzentrieren können. Alle nicht relevanten Dinge in der Szene können Lernende ablenken und den Lernprozess unterbrechen. Gemeinsam schlugen sie vor, die Applikation mit mehr akustischen Hinweisen zu ergänzen, um dem

Nutzenden einen klaren Weg zur Aufgabe zu weisen. Als „Nutznießer“ der VR-Technologie befassten sich die Experten der Biotechnologie deutlich mehr mit der Gestaltung und Umsetzung der Lehrinhalte jenseits der Technik. Sie unterstützen weitere biotechnologische Anwendungsbeispiele auf der Grundlage dieses Projekts sehr. Dies liefert erste Antworten für **LF3** und **LF4**.

Ergebnisse der offenen Fragen

Nach Meinung von E1 wird es in Zukunft grundsätzlich zwei Arten von Unterricht geben: Präsenzunterricht und Distanzunterricht. Dabei wird der Anteil des Distanzunterricht zunehmen, jedoch die klassische Schule nicht ersetzen, sondern die Präsenzformate mit virtuellen Lernszenarien ergänzen. E2 sieht didaktische Potenziale der VR für den gezielten Einsatz in der Lehre aber gleichzeitig das Problem fehlender Sozialisierung und zwischenmenschlicher Interaktion. Gleichzeitig bietet VR Potenzial für eine höhere empathische Anteilnahme gegenüber klassischem bildschirmbasiertem Distanzunterricht (**LF1**) [TT20].

E3 und E4 sehen ein sehr großes Potenzial der VR-Technologie in der Lehre. Sie sehen VR vor allem als zeiteffiziente Unterstützung, spielerische Motivationshilfe für aktives Lernen sowie als ergänzende Vorbereitung praktischer Arbeiten für die Lernenden. Im Gegensatz zu anderen aktuell häufig in der Lehre verwendete digitalen Lehrmittel wie z.B. PowerPoint, Moodle-Kursen und -Aufgaben sagt E4, ist VR sehr interaktiv und kann praktische Anwendungen ohne Praxis realitätsnah abbilden. Dadurch können auch Situationen wie z.B. Verhalten bei Havarien trainiert werden, die aufgrund der Gefährlichkeit in der Praxis nicht geschult werden. Das sei ein großer Vorteil der VR (**LF2**). Gleichzeitig weist E3 im Gespräch auch explizit auf Lücken zwischen der virtuellen Realität und der Realität hin. So kann z. B. das korrekte Pipettieren virtuell nur unzureichend geübt werden.

Die Motivation für die Auswahl der VR-Technologie sollte nicht sein, dass sie billig ist, meint E2, sondern wichtiger ist, dass der Einsatz der Technik dem Bildungszweck zugutekommt. E1 ist überzeugt, dass es in Zukunft mehr und mehr Anwendungen von VR im Bildungsbereich geben wird. Man muss darüber nachdenken, welche Anwendungen sinnvoll sind und welche nicht notwendig sind. E1 fasst die Nutzbarkeit und mögliche Anwendungsszenarien der Wissensvermittlung in VR für unterschiedliche Wissensformen (Prozesswissen, Faktenwissen, motorisches Wissen usw.) zusammen. Weiterhin meint E1, so gut eine VR-Umgebung auch sein kann, ein Avatar wird dabei nie einen echten Lehrer ersetzen können. Wie E3 meint, eignet sich VR als ergänzendes Lehrmittel, mit dem die Studenten zu Hause selbst üben können. Aber der praktische Unterricht vor Ort kann dadurch nicht vollständig ersetzt werden.

5 Diskussion und Ausblick

Alle Befragten waren der Meinung, dass das *Biotech-Haus* in VR die Möglichkeit bietet, sowohl das Thema Biotechnologie als auch das Thema VR erfolgreich zu präsentieren.

Die Idee dieses Projekts ist von praktischer Bedeutung für die pädagogische Innovation. Es bietet eine Demonstration sowohl der Lehre der Biotechnologie als auch der Lehre der VR. Dieses Projekt kann in Zukunft sowohl als Ergänzung für den Unterricht in angewandter Biotechnologie als auch zur Werbung neuer Studienanfänger sowohl für VR/AR- als auch für Biotechnologie an der Hochschule Anhalt und in ähnlicher Form an anderen Hochschulen genutzt werden. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Beitrags wurde die Joghurtsimulation im *Biotech-Haus* bereits mit 118 Personen bei 9 Veranstaltungen der studentischen Lehre oder im Hochschulmarketing eingesetzt. Feedback dieser Veranstaltungen fließt in die Weiterentwicklung ein.

Für die Weiterentwicklung des *Biotech-Hauses* gibt es viele Ideen und Ansätze, die von den bisherigen Erfahrungen der VR-Joghurtsimulation profitieren. Weitere Räume des *Biotech-Hauses* werden aktuell mit biotechnologischen Produkten des Alltags sowie ihrer Herstellung ausgestattet. Neben den oben genannten Anwendungen sollen unter anderem auch weitere Antibiotika, Kaffee, Kakao, Tabak, Champignons, Shitake, Biodiesel, Bioethanol, Diabetes-Tests sowie diverse Impfstoffe implementiert werden. Dazu zählt auch die Erweiterung um theoretisches Hintergrundwissen sowie die Verbesserung der physikalischen Simulation. Um die Anwendung performant auf unterschiedlichen Endgeräten zu nutzen, wird zudem derzeit ein Levelmanagement-System implementiert.

Das tatsächliche Nutzenpotenzial soll anschließend mit Studierenden im Rahmen aktueller Forschungstätigkeiten evaluiert werden. Trotz der verfügbaren günstigen VR-Geräte mangelt es noch an grundlegender Infrastruktur und an speziellen und hochwertigen virtuellen Lerninhalten. Daher gibt es immer noch Hindernisse für die selbstständige und breitflächige Anwendung von VR zur Ergänzung des Unterrichts. Zur Unterstützung des digitalen Lehrens und Lernens mit verschiedenen digitalen Tools – einschließlich immersiver Desktop-VR – wird dieses Projekt derzeit auch in eine Desktop-Anwendung sowie in eine CardboardVR-Anwendung überführt. Darüber hinaus soll die Arbeit an diesem Projekt mit plattformübergreifenden Mixed-Reality-Projekten [Tü22] für mehrere Benutzer kombiniert werden, um die gleichzeitige Interaktion mehrerer Personen mit der virtuellen Umgebung zu unterstützen und die Gruppenarbeit in Lehr-Lern-Situationen zu verbessern.

Fördervermerk

Die Arbeiten zur vorgestellten Thematik wurden von den Autoren eigenständig finanziert. Sie werden seit August 2021 fortgeführt und von der Stiftung Innovation in der Hochschullehre unter der Projektbezeichnung „praxwerk – digitale Lehre partizipativ gestalten“ gefördert.

Literaturverzeichnis

[Ba22] Baceviciute, S., Cordoba, A. L., Wismer, P., Jensen, T. V., Klausen, M., & Makransky, G. (2022). Investigating the value of immersive virtual reality tools for organizational training: An applied international study in the biotech industry. Journal of Computer Assisted Learning, 38(2), S. 470– 487.

[BK19] Buehler, K.; Kohne, A.: Lernen mit Virtual Reality: Chancen und Möglichkeiten der digitalen Aus- und Fortbildung. In: Groß, M., Müller-Wiegand, M., Pinnow, D. (eds) Zukunftsfähige Unternehmensführung. Springer Gabler, Berlin, Heidelberg, S. 209-210, 2019.

[CB18] Chavez, B.; Bayona, S.: Virtual Reality in the Learning Process. In Álvaro Rocha et.al., editors, Trends and Advances in Information Systems and Technologies - Volume 2. Springer International Publishing, S. 1345-1356, 2018.

[Di09] Dimitrova, D., Vorstudie: Expertenbefragung. In: Das Konzept der Metakompetenz - Theoretische und empirische Untersuchung am Beispiel der Automobilindustrie. s.l.: Gabler Verlag Wiesbaden, S. 119-129, 2009.

[Ma16] Makransky, G. et al, "Simulation based Virtual Learning Environment in Medical Genetics Counseling: An example of Bridging the Gap between Theory and Practice" in Medical Education, BMC Medical Education, 2016.

[Ma19] Makransky, G.; Terkildsen, Thomas S.; Mayer, Richard E.: Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. In: Learning and Instruction 60, S. 225, 2019.

[MP21] Morimoto, J.; Ponton, F.: Virtual reality in biology: could we become virtual naturalists?. Evo Edu Outreach 14, 7, S. 4, 2021.

[OT22] Odame, A.; Tümler, J.: Is Off-the-Shelf VR Software Ready for Medical Teaching? In: Proceedings of the HCII 2022 Virtual, Augmented and Mixed Reality: Design and Development, part of the Lecture Notes in Computer Science book series (LNCS, volume 13317), 2022.

[Ra20] Radianti, J; Majchrzak, Tim A.; Fromm, J.; Wohlgenannt, I: A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. In: Computers & Education, 2020.

[Sm19] Smith, S.A.: Virtual reality in episodic memory research: A review. Psychon Bull Rev 26, S. 1213-1237, 2019.

[TT20] Troeger, J.; Tümler, J.: Virtual Reality zur Steigerung empathischer Anteilnahme. In: Weyers, B., Lürig, C. and Zielasko, D. (eds.): GI VR / AR Workshop Proceedings, Trier, 2020.

[Tü22] Tümler, J.; Toprak, A.; Yan, B.: Multi-user Multi-platform xR collaboration: System and evaluation. In: Proceedings of the HCII 2022 Virtual, Augmented and Mixed Reality: Design and Development, part of the Lecture Notes in Computer Science book series (LNCS, volume 13317), 2022.

[Zh19] Zhang, Jimmy F.; Paciorkowski, Alex R.; Craig, Paul A.; Cui, Feng: BioVR: a platform for virtual reality assisted biological data integration and visualization. In: BMC bioinformatics 20, Nr. 1, S. 78, 2019.

Lernen durch Erleben von AR und VR

Eine Fallstudie zum Experience-Based-Teaching in der Hochschullehre

Micha Gittinger[1], David Wiesche[2]

Abstract: In diesem Beitrag wird eine Fallstudie zur Durchführung eines Seminars zur Vermittlung von Medienkompetenzen im Umgang mit Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR) und deren Evaluation vor- und zur Diskussion gestellt. Im Sinne des Experience-Based-Teachings erstellen Studierende eigenständig AR- und VR-Umgebungen, erproben diese und beurteilen das Erlebte kritisch-reflexiv. Durch diese Herangehensweise soll neben der Medienkompetenz die Selbstwirksamkeitserwartung [Ba97] der Studierenden gesteigert werden. Dabei stehen die theoretischen Möglichkeiten der Nutzung von AR und VR nicht eigenständig, sondern werden durch Bezug schaffende Praxiselemente begleitet. Die von den Studierenden erlebten Erfahrungen werden gleichzeitig genutzt, um die Lehre auch über das Seminar hinaus weiterzuentwickeln und eine Einbindung von AR und VR in das Curriculum der Lehramtsausbildung zu unterstützen.

Keywords: Virtual Reality, Augmented Reality, Medienkompetenz, Experience-Based-Teaching

1 Einleitung

Das zentrale Anliegen des Konzeptes beruht auf der Entwicklung einer Lehrinnovation als Best-Practice-Ansatz für alle lehramtsbezogenen Master-Studiengänge im Bereich der Bildungswissenschaften, in deren Rahmen eine erfahrungsorientierte Vermittlung von Medienkompetenzen im Umgang mit Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR) stattfindet. In Anlehnung an das meko:bus Projekt als good practice Beispiel explorieren Studierende entsprechend des Experience-Based-Teachings digitale Medien selbsttätig und reflexiv [Wi20]. Hierdurch sollen sie in die Lage versetzt werden, selbstständig eigene AR- und VR-Umgebungen zu gestalten, diese pädagogisch sinnvoll einzusetzen und den Einsatz kritisch-reflexiv zu beurteilen, während gleichzeitig die Hemmschwelle zur Nutzung komplexerer digitaler Medien gesenkt werden soll. Dies beruht auf den Möglichkeiten des erfahrungsbasierten Lernens, das die Bearbeitung von realitäts- und arbeitsweltbezogenen Aufgaben aus der eigenen Perspektive nutzt, um Lernen zu unterstützen [IN01]. Die Studierenden kollaborieren miteinander um Erfahrungen zu besprechen, Lösungen zu diskutieren und Feedback zu geben. Die von den Studierenden

[1] Universität Duisburg-Essen, Universitätsstraße 2, 45141 Essen, Micha.Gittinger@uni-due.de, https://orcid.org/0000-0001-8178-0827
[2] Universität Duisburg-Essen, Universitätsstraße 2, 45141 Essen, David.Wiesche@uni-due.de, https://orcid.org/0000-0002-6086-1406

doi: 10.18420/delfi2022-ws-18

erlebten Erfahrungen werden zusätzlich in Form einer Begleitstudie erfasst und in die Weiterentwicklung der Lehre mit einfließen.

Im Rahmen des Workshops werden das Konzept zur Diskussion gestellt und vor dem Hintergrund der didaktischen Gestaltung von AR- und VR-Lernanwendungen die Chancen und Hürden des erfahrungsbasierten Ansatzes erörtert. Hierdurch erhoffen sich die Autoren einen Erfahrungsaustausch, um mögliche Alternativen zu berücksichtigen, Fallstricke zu antizipieren und gleichzeitig die eigenen Erkenntnisse anderen zur Verfügung zu stellen.

Das Seminar „Lernen durch Erleben von AR und VR: Explorative Zugänge zu einer Medienkompetenz“ adressiert die Herausforderung, dass Lehrpersonen eher einfachere Anwendungsformen digitaler Medien nutzen und sich oft unsicher fühlen, wenn es um das Know-how geht, das sie besitzen [Mo21]. Dass die Lösung dieses Problems durch das Nachrücken neuer Lehramtsanwärter*innen, die durch die Nutzung digitaler Medien im Alltag per se eine höhere Medienkompetenz besitzen, eine Fehlvorstellung ist, zeigt u.a. eine Ist-Stand-Analyse [Th20]: Studierende stehen einer Nutzung digitaler Medien im Unterricht eher zurückhaltend gegenüber, da – mit dem Fokus auf die Naturwissenschaften – 32% der Studierenden eine Bereitschaft angeben, digitale Medien für den Unterricht zu nutzen, wobei hier hauptsächlich passive Nutzungsstrategien präferiert werden. Aktivere und konstruierende Einsatzstrategien sind seltener, da Erfahrungen mit konstruktiven und komplexen Einsatzmöglichkeiten teilweise völlig fehlen [Th20]. Allgemein geben Lehrkräfte in Deutschland im internationalen Vergleich deutlich seltener an, in ihrer Ausbildung gelernt zu haben, wie digitale Medien genutzt und wie diese im Unterricht verwendet werden. Auch bei den wahrgenommenen Potentialen des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht liegen deutsche Lehrer*innen weit hinter dem internationalen Durchschnitt zurück [Dr19]. Darüber hinaus zeigen Ergebnisse einer Studie zum Professionswissen von Lehrpersonen der Sekundarstufe 1, dass diese sich durch ihr Lehramtsstudium kaum bis gar nicht dazu veranlasst sehen, sich mit den Wirkungen von digitalen Medien auf Lehrmethoden auseinanderzusetzen [En19].

Diese Befunde decken sich mit den eigenen Erfahrungen aus der projektorientierten Lehrpraxis des Lehrstuhls: Studierende greifen in der Gestaltung von digitalen Lehrarrangements häufig auf einfachere digitale Vermittlungsformen wie Lehrvideos zurück. In Reflexionsgesprächen berichten Studierenden, dass die Erfahrung mit komplexeren digitalen Medien fehlt und das alleinige Wissen über die theoretischen Möglichkeiten und Mehrwerte nicht ausreichen, das Risiko der Auseinandersetzung einzugehen.

Die Vorerfahrung im Studium steigert jedoch die Motivation, selbst Medien im Unterricht einzusetzen. Diese wirkt sich dabei nicht nur positiv auf die Einstellung zum Lernen mit Medien, sondern auch auf die Selbstwirksamkeitserwartung im Umgang mit digitalen Medien aus [Th20]. Es ist somit ein Weg zu finden, Studierenden im Rahmen ihres Studiums die Möglichkeit zu geben AR und VR in einer offenen Fehlerkultur zu erproben und die Erfahrungen in der Gruppe zu reflektieren und diskutieren.

Mit diesem Seminar soll demnach ein Beitrag dazu geleistet werden, sich gestaltend und konstruktiv mit AR- und VR-Software im Unterricht auseinanderzusetzen und gleichzeitig die Sorge vor Fehlern zu reduzieren, indem die grundlegende Medienkompetenz durch eigene Exploration und eigenes Erfahren vermittelt wird.

Das Seminar „Lernen durch Erleben von AR und VR: Explorative Zugänge zu einer Medienkompetenz“ ist im bildungswissenschaftlichen Teil aller Masterstudiengänge des Lehramtes vorgesehen. In jedem Durchgang erlernen 40 Studierende zunächst zu verschiedenen AR- und VR-Anwendungen die Grundlagen der Nutzung, der Erstellung eigener Materialien und der didaktischen Implikationen um abschließend als Prüfungsleistung eine eigene AR- und VR-Umgebung zu schaffen oder eine existierende anzupassen.

2 Umsetzung des Projekts

Das Projekt setzt sich aus drei Phasen zusammen, welche die Planung, Durchführung und Evaluation der Lehrinnovation umfassen und jeweils anhand der Umsetzung zentraler Meilensteine (MS) realisiert werden. Im Seminar selbst folgt nach der Einarbeitung in die Grundkonzepte des Arbeitens mit AR und VR im Bildungskontext die eigene Experimentiertätigkeit bei der Erstellung der Umgebungen mit einer anschließenden Gruppenphase zum Sammeln eigener Erfahrungen durch das aktive Erleben. Diese Erfahrungen werden reflektiert, protokolliert und mit den Studierenden diskutiert, um anschließend in abstrakte Konzepte überführt zu werden.

Die erste Phase dient zur Pilotierung des Seminars und Vorbereitung der Begleitforschung. Zunächst wird die Infrastruktur inklusive der Hard- und Software getestet (MS1). Von Studierenden werden im Rahmen eines Erprobungsseminars AR- und VR-Umgebungen unter den beschriebenen Rahmenbedingungen des Seminars entwickelt, um die Erfahrungen zu reflektieren und etwaige Probleme zu identifizieren. Dazu wird unterschiedliche Software genutzt, um eigenständig AR- und VR-Umgebungen (um-)zu gestalten. Dabei wird darauf geachtet, dass Softwarelösungen genutzt werden, die nur grundlegende Programmier- und Informatikkenntnisse erfordern, da die Vermittlung dieser Kenntnisse nicht im Vordergrund stehen. Für die Erstellung der AR-Umgebungen wird eine AR-Autor*innenumgebung der Universität genutzt, während für VR die Anwendung CoSpaces verwendet wird (MS2). Eine für die Sicherung und Verteilung der Ergebnisse geplante Datenbank wird auf Grundlage der Form und des Umfangs der ersten Ergebnisse eingerichtet und getestet um diese auch über das Seminar hinaus als OER-Ressourcen zu erhalten (MS3). Um die Motivation und Bereitschaft der Studierenden erfassen zu können, wird zum Ende dieser Phase ein Fragebogen konzipiert und die Items mithilfe der Erfahrungen der Studierenden überprüft (MS4). Dabei liegt der Fokus auf den Fragen zum (1) bisherigen Vorwissen im Umgang mit AR- und VR-Umgebungen, (2) dem bisherigen Vorwissen in der Nutzung von AR und VR im Bildungskontext, (3) der Einschätzung der eigenen Bereitschaft, AR und VR für den Unterricht zu nutzen, (4) der Selbstwirksamkeitserwartung der Studierenden sowie (5) der Bereitschaft, sich

eigenständig mit der Auswirkung von AR und VR auf Unterrichtsmethoden auseinander zu setzen.

Phase zwei umfasst die eigentliche Durchführung des Seminars. Im Rahmen der Begleitforschung bearbeiten die Studierenden den entwickelten Fragebogen, um die Ausgangssituation zu erheben (MS5). Danach beginnt das erfahrungsbasierte Seminar in wöchentlicher Taktung. Die vorher getestete Hardware und Software wird von den Studierenden genutzt, um begleitet von Lehre und Tutoring selbstständig AR- und VR-Anwendungen zu gestalten oder anzupassen, diese als Gruppe auszuprobieren und zu erleben (MS6). Als mögliches Beispiel könnte die Entwicklung von AR-unterstützten-Arbeitsblättern dienen, die dreidimensionale Darstellungen von Lernmaterial zur Verfügung stellen, oder die Erkundung einer biologischen Zelle in VR mit der Zuordnung der richtigen Bezeichnungen. Die studentischen Ergebnisse werden gesammelt und nach einer Qualitätskontrolle in eine Datenbank eingepflegt, die im Nachgang als Open Educational Resources (OER) veröffentlicht werden soll (MS7).

In der dritten Phase wird das Seminar abgeschlossen und ausgewertet. Die Studierenden bearbeiten erneut den Fragebogen, um potenzielle Entwicklungen zu erfassen. Die Ergebnisse werden aufbereitet und es wird geprüft, ob die Daten veröffentlicht werden (MS8). Gleichzeitig wird das Seminar mithilfe der studentischen Veranstaltungsevaluation bewertet, wobei auch darüber hinaus Interviews durchgeführt werden sollen, um den unterschiedlichen und individuellen Erfahrungen der Studierenden gerecht zu werden.

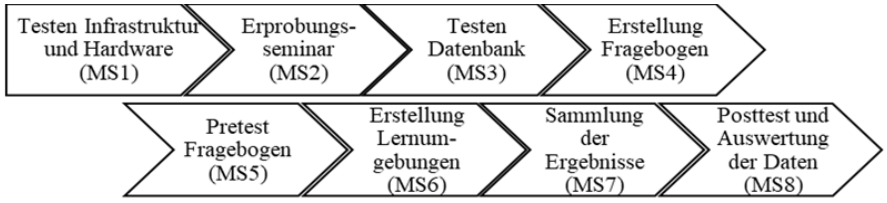


Abb. 1: Zeitlicher Ablauf der Arbeitsschritte mit den dazugehörigen Meilensteinen

Mit diesem Ablauf, zusammengefasst in Abbildung 1, unterscheidet sich das Seminar von einer eher theoretischen Veranstaltung basierend auf der Erarbeitung von Texten und der Diskussion möglicher Anwendungsmöglichkeiten im Sinne eines theoretisch gerahmten Experience-Based-Learning und leistet damit einen Beitrag zur Entwicklung einer konstruktiv gestaltenden Haltung der angehenden Lehrerenden aller Studienfächer.

3 Ziele des Projekts

Für die Lernenden wird eine Steigerung der Medienkompetenz im Umgang mit AR und VR angestrebt. Gleichzeitig soll die Motivation, sich selbstständig mit diesen Medien auseinander zu setzen, verbessert und die Hemmschwelle für einen reflektierten und gestaltenden Umgang mit Technologien gesenkt werden. Durch die Fokussierung auf die

pädagogischen Implikationen auf der einen Seite und die Potenziale, die Medienarrangements bieten auf der anderen Seite, sollen die Studierenden befähigt werden, auch komplexere, aktive und konstruktivistische Lernumgebungen in den Unterricht zu integrieren. Über die Multiplikatorenfunktion der angehenden Lehrenden, die dann Erfahrung im Umgang mit AR und VR gesammelt haben, können mittelfristig auch Schulen profitieren, die innovative Lernsettings initiieren wollen.

Über die Verbesserung der individuellen Fähigkeiten und Einstellung hinaus soll die Lehre allgemein verbessert werden. Die Nutzung von AR und VR im Seminarkontext soll so stattfinden, dass die Studierenden durch das Experimentieren bei der Erstellung und das Erleben der eigenen und anderer Lösungen in ihrem Lernprozess gefördert werden. Diese didaktische Gestaltung der AR- und VR-Lernumgebung soll auf andere Seminare übertragen werden um sowohl bildungs- als auch fachwissenschaftliche Lehre durch erlebbare Elemente zu bereichern.

Die Ergebnisse der Studierenden sollen abschließend gespeichert werden und nach einer Qualitätsprüfung als OER der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt. Diese Qualitätsprüfung wird in Zusammenarbeit zwischen den Bildungswissenschaften und den jeweiligen Fachdidaktiken der Fächer umgesetzt. So können andere Lehreinheiten, beispielsweise in den Fachdidaktiken, das Material zur Reflexion oder Weiterentwicklung nutzen. Bestenfalls können die Studierenden untereinander auf die Inhalte zugreifen und diese weiterentwickeln um eine Mentalität der Kooperation und der Zusammenarbeit zu fördern. Des Weiteren soll im Anschluss an das Seminar die Möglichkeit von Folgekooperationen mit den unterschiedlichen Fachdidaktiken betrachtet werden.

4 Überprüfung der Ziele

Zur Überprüfung, ob die Lehrinnovation die intendierten Ziele erreicht hat, werden folgende Schritte unternommen: Das erste Ziel – die Steigerung der Selbstwirksamkeitserwartung, der Medienkompetenz, sowie die Senkung der Hemmschwelle – wird durch die begleitenden Befragungen und die Studie überprüft. Hier werden die Ergebnisse der Begleitstudie mit den Interviews der Studierenden abgeglichen, um eine potenzielle Veränderung der Motivation und des Selbstwirksamkeitserleben aufzuzeigen. Das Erreichen dieses Ziels wird darüber hinaus auch an den Ergebnissen erkennbar, die die Studierenden als Leistung einreichen. Diese werden jeweils einer Qualitätsanalyse unterzogen, die nicht nur der Veröffentlichung als OER, sondern auch der Wirksamkeitsüberprüfung des Seminars dient. Außerdem sollen die Studierenden ihre Erlebnisse und Erfahrungen verbalisieren und in Gruppen diskutieren. Die Interviews werden als Rating-Konferenzen [La07] durchgeführt, um die erhobenen Daten aus der Begleitstudie durch individuelle Aussagen zu ergänzen und gleichzeitig einen zusätzlichen Austausch und Abgleich der Studierenden untereinander zu ermöglichen. Mit diesem Vorgehen werden auch weitere Information zur Verbesserung der Lehre gesammelt werden, die in der AG diskutiert und in Zukunft genutzt.

Das zweite Ziel der Verbesserung der Lehre wird durch die allgemeine Abschlussevaluation überprüft. Um die Rezeption des Seminars allerdings nicht nur am Ende zu überprüfen, soll auch in dem laufenden Semester ein Teaching Analysis Poll durchgeführt werden. Dabei wird durch Mitarbeiter*innen der Hochschuldidaktik in Gruppendiskussionen erörtert, welche positiven und negativen Aspekte beim Lernen identifiziert werden können, ohne, dass die Lehrperson anwesend ist. Hierdurch bekommen die Studierenden die Möglichkeit mithilfe einer strukturierten Evaluationsmethode Rückmeldungen zu dem Seminar einzubringen.

Für das Ziel des Austausches von Lehr- und Lerninhalten über das Seminar hinaus ist ein konstruktiv-kritischer Diskurs mit den beteiligten Fachdidaktiken vorgesehen, die beurteilen sollen, ob und in welchem Umfang die erstellten OER-Lösungen weiterverwendbar sind.

5 Aktueller Stand der Fallstudie

5.1 Pilotierungsphase

Zum aktuellen Zeitpunkt (Juni 2022) ist die initiale Erprobung des Konzeptes mit der internen Überprüfung von Soft- und Hardware abgeschlossen und die Einbindung in einen ersten Seminarkontext mit Studierenden erfolgt. Um die Möglichkeiten der Nutzung von AR und VR in einem Seminarkontext zu überprüfen, wurde die als Phase eins beschriebene Pilotierungsphase mit Masterstudierenden der Bildungswissenschaften aus dem Bereich der Lehramtsausbildung begonnen. Insgesamt nahmen dabei 21 Studierende in sechs Kleingruppen an der Erarbeitung teil. Neben der Erprobung der technischen Möglichkeiten, zu nutzender Software und der vorhandenen Infrastruktur, sollte die Ausgangssituation der Studierenden erhoben werden. Dadurch sollen vorbereitend auf die wissenschaftliche Auswertung mögliche Fehlerquellen identifiziert und behoben werden können. Der diesbezügliche Seminarcharakter wurde mit den Studierenden besprochen, die angehalten waren, sich bei der Bearbeitung der Materialien in die Rolle der Lehrperson zu versetzen um die Erfahrung auch aus dieser Rolle heraus zu diskutieren.

5.2 Individuelle Voraussetzungen

Hinsichtlich der individuellen Vorerfahrungen ergab sich anhand einer ersten Umfrage, dass die Studierenden keine bis wenig Vorerfahrung im Umgang mit der Nutzung von AR und VR haben. Vereinzelte Studierende besitzen privat eine VR-Brille, diese befinden sich aber in der absoluten Minderheit. Des Weiteren berichten die Studierenden, dass in dem bisherigen Studienverlauf AR und VR nicht genutzt wurde. Bei der technischen Ausstattung der Studierenden liegt bei den Smartphones, Tablets und Laptops eine gleichmäßige Verteilung zwischen Android und iOS Betriebssystemen vor, sodass genutzte Software beides bedienen muss, wenn mit eigenen Geräten gearbeitet wird.

5.3 Erstellung von AR-Umgebungen

Für die Erstellung von AR-Lernumgebungen wurde eine von dem Zentrum für Informations- und Mediendienste (ZIM) der Universität Duisburg-Essen in Entwicklung befindliche Softwarelösung erprobt, die mit Fokus auf die Lehre eine Einbindung von 3D-Objekten, Text und Bildern in eine markerbasiertes AR ermöglichen soll [ZW22]. Als Alternative wurde die vollständig selbstständige Entwicklung mithilfe von den kostenlosen Softwarelösungen Blender und OpenSpace3D erwogen, die Erarbeitung der notwendigen Vorkenntnis hätten jedoch den Rahmen des Seminars überschritten. Durch die Nutzung der ZIM-Umgebung konnten die Studierenden ohne zusätzliche Programmierkenntnisse selbstständig Lernumgebungen gestalten. Gleichzeitig konnten so die Kommunikationswege bei etwaigen Fragen der Studierenden kurzgehalten werden. Bei der Gestaltung zeigte sich, dass vor allem naturwissenschaftlich, biologische Objekte verwendet wurden. Bei einer ersten Testung der verschiedenen Ergebnisse untereinander zeigten sich die Studierenden sehr angetan von den Möglichkeiten und den Resultaten der eigenen Arbeit. Gleichzeitig entstand ein interessanter Diskurs zum einen über die Darstellungsmöglichkeiten von abstrakteren Inhalten und deren Grenzen auf der inhaltlichen Ebene. Zum anderen fragten sich die Studierenden, inwieweit die eigenständige Nutzung von AR-Elementen im schulischen Alltag bei den hohen (programmier-)technischen Anforderungen möglich sei. Zwar wäre durch die Kopplung mit dem ZIM dieser Teil im Seminar ausgelagert, jedoch sei eine solche Lösung in der Schule schwer vorstellbar. Außerdem wurde die vorgegebene Umgebung bei der Umsetzung ausgefallener Ideen als einschränkend wahrgenommen, da sich die Studierenden an die Vorgaben der Software halten mussten und diese nicht selbstständig ändern konnten.

5.4 Erstellung von VR-Umgebungen

Als Ansatz für die Erstellung von VR-Umgebungen bei möglichst reduzierter Anforderung an die programmiertechnischen Vorkenntnisse der Studierenden wurde CoSpaces in der Basisversion verwendet. CoSpaces kombiniert einen kostenfreien Zugang mit intuitiven Gestaltungsmöglichkeiten, wobei die Programmierung mithilfe vordefinierter Funktionsblöcke umgesetzt wird. Gleichzeitig starten die Studierenden mit einer leeren Umgebung, sodass eigene Ideen umgesetzt werden. Hierbei können einzelne Elemente per Drag-and-Drop in einer 3D-Welt abgelegt werden und mithilfe der Programmierbausteine einfache Handlungsabläufe wie beispielsweise Quizze und Museumsrundgänge dargestellt werden. Zwar existieren alternative Softwarelösungen mit einem stärkeren Fokus auf soziale Aspekte des Lernens oder vorgefertigten Lernumgebungen, an dieser Stelle liegt der Fokus jedoch auf der Erschaffung und Gestaltung eigener Umgebungen und Welten, wozu CoSpaces zielführend ist. Gleichzeitig beschränkt sich CoSpaces auf Smartphone-VR, was aufgrund der mangelnden Verfügbarkeit komplexerer VR-Hardware als am ehesten in der Schule zu realisieren eingeschätzt wird. Die Studierenden waren dabei zunächst motiviert, unterschiedliche Umgebungen zu gestalten. Durch den zwischenzeitlich nicht erreichbaren Server kombiniert mit den begrenzten Möglichkeiten der Basisversionen

kam jedoch bei einigen Studierenden Frust auf, die daraufhin die zielgerichtete Arbeit an den Umgebungen einstellten und eher ziellos mit den Elementen spielten. Bei der Erprobung mithilfe von Smartphone-VR zeigten sich Probleme bei einigen Smartphonetypen, die die Ansteuerung per Knopfdruck nicht registrieren konnten. Somit konnte die Umgebung zwar betrachtet, jedoch nicht mit dieser interagiert werden.

Trotz der technischen Schwierigkeiten und den eingeschränkten Möglichkeiten waren die Studierenden an der Verwendung interessiert und auch hier entstanden interessante Diskussionen über verschiedene Anwendungsmöglichkeiten und Ideen für den Unterricht. Auf Grundlage der Erfahrung soll nun getestet werden, ob ein Erwerb einer Softwareversion mit erweitertem Umfang angestrebt werden sollte und wie sich die technischen Probleme bei den Smartphones beheben lassen.

6 Diskussion der aktuellen Erkenntnisse

Die Möglichkeit der Erstellung eigener AR- und VR-Umgebungen wurde von den Studierenden positiv aufgenommen. Besonders die Kombination aus praktischer Tätigkeit auf Basis der theoretischen Grundlagen mit anschließender Erprobung führte den Aussagen der Teilnehmenden zufolge zu einem besseren Verständnis der Theorie.

Gleichzeitig war die intern erfolgte Testung der Soft- und Hardware nicht auf die Studierendengruppe übertragbar. Unterschiedliche Fehler bei der Verfügbarkeit der Software und der Verwendung der Hardware wirkten sich negativ auf die Arbeit der Studierenden aus. Bei der technischen Umsetzung müssen Wege gefunden werden, eine möglichst fehlerfreie Bedienung zu realisieren. Die Studierenden waren zwar motiviert, selbstständig Lösungen zu finden, durch die begrenzten Möglichkeiten an den vorgefertigten Softwarelösungen Änderungen vorzunehmen und Fehler zu beheben, schlug diese Motivation bei Problemen schnell in Frustration um, die den angestrebten Prozess erschwerte.

Insgesamt wurde von den Studierenden zurückgemeldet, dass durch die Erprobung und das eigene Erleben ein tieferes Verständnis von AR und VR im Allgemeinen vermittelt wurde. Zusätzlich wurden von den Studierenden auch Schlüsse für die eigenen Fachrichtungen und die Möglichkeiten der Verwendung von AR und VR gezogen. Somit soll das beschriebene Konzept weiterverfolgt werden, um die Einbindung von Experience-Bases-Learning als Element der didaktischen Gestaltung besser zu verstehen.

Literaturverzeichnis

[Ba97] Bandura, A.: Self-efficacy: The exercise of control. WH Freeman/Times Books/Henry Holt & Co., New York, 1997.

[Dr19] Drossel, K. et al.: Nutzung digitaler Medien und Prädikatoren aus der Perspektive der Lehrerinnen und Lehrer im internationalen Vergleich. In (Eickelmann, B. et al., Hrsg.): ICILS 2018 #Deutschland – Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking. Waxmann, Münster, S. 205-240, 2019.

[En19] Endberg, N..: Professionswissen von Lehrpersonen der Sekundarstufe I zum Einsatz digitaler Medien im Unterricht: Eine Untersuchung auf Basis einer repräsentativen Lehrerbefragung. Empirische Erziehungswissenschaft, Band 71, Waxmann Verlag, Münster, 2019.

[IN01] Ip, A.; Naidu, S.: Experienced-Based Pedagogical Designs for e-Learning. Educational Technology, Vol. 41, No. 5, S. 53-58, 2001.

[La07] Landwehr, N.: Grundlagen zum Aufbau einer Feedbackkultur: Konzepte, Verfahren und Instrumente zur Einführung von lernwirksamen Feedbackprozessen, hep Verlag, Bern, 2007.

[Mo21] Moser, H.: Überlegungen zum Lernen mit und über Medien im Zeitalter der Digitalisierung. In (Rummler, K. et al., Hrsg.): Jahrbuch Medienpädagogik 17: Lernen mit und über Medien in der digitalen Welt. Zeitschrift MedienPädagogik, Hamburg, S. 709–732, 2021.

[Th20] Thyssen, C. et al.: Digitale Basiskompetenzen in der Lehrerbildung unter besonderer Berücksichtigung der Naturwissenschaften. In (Beißwenger, M. et al., Hrsg.): Digitale Innovationen und Kompetenzen in der Lehramtsausbildung. Universitätsverlag Rhein-Ruhr, Duisburg, S. 77-98, 2020.

[Wi20] Winheller, S.: meko:bus – Förderung der Medienkompetenz in der Lehramtsausbildung. Ein Good Practice Beispiel. In (Beißwenger, M. et al., Hrsg.): Digitale Innovationen und Kompetenzen in der Lehramtsausbildung. Universitätsverlag Rhein-Ruhr, Duisburg, S. 265-278, 2020.

[ZW22] Zick, M., Wefelnberg, M.: Entwicklung und Einsatz von AR-Anwendungen in der Hochschule am Beispiel des Projekts „Augmented Learning“ an der Universität Duisburg-Essen. HMD, Band 59, S. 110-121, 2022.

Workshop 2: Learning Analytics - Intertwining adaptive learning and learning analytics

Workshop on Learning Analytics

Intertwining Adaptive Learning and Learning Analytics.

Niels Seidel[1] and Clara Schumacher[2]

Abstract: Learning Analytics collect and analyze a plethora of data on learners and their learning environments. A major aim is using these additional insights for offering adaptive learning to highly heterogenous learners. However, to date the adaptivity is still limited and mostly predefined as well as calling for further integration of technical and pedagogical perspectives. Therefore, this workshop focuses on how Learning Analytics approaches can enhance adaptivity as well as other current topics in the domain of Learning Analytics. Thus, this workshop called for submissions in the domain of Learning Analytics among others with emphasize on adaptive learning, adaptive assessments, models and algorithms for adaptation. Three submissions were accepted for presentation on a half-day workshop.

Keywords: learning analytics, adaptive learning

1 Introduction

The adaption of learning and instruction is a central goal of Learning Analytics [Ag18]. [Ch12] describes adaptivity as the ability to change learning contents based on a set of predefined rules and other parameters. The principle behind adaptive educational systems is that, depending on information about the student and the current situation, a suitable adaptation method should be chosen to adapt the presentation of learning material, instructions, and the user interface to the individual learner.

Adaptive learning can be considered as „a way of delivering learning materials online, in which the learner's interaction with previous content determines (at least in part) the nature of materials delivered subsequently. The process is automated, dynamic, and interactive. Its purpose is to generate a personalized learning experience." [Ke16, p. 88].

Although research on Adaptive Learning Environments dates back to the 1980s, there has been a significant growth in research in recent years [AHA17,KSJ17,Bi17,Xi19, No19,AAC20,Os20,Ma20,KPO21]. Drivers of this development are advances in artificial intelligence including educational data mining but also the dissemination of Learn-

[1] FernUniversität in Hagen, Chair of Cooperative Systems, Universitätsstraße 1, 58084 Hagen, niels.seidel@fernuni-hagen.de
[2] Humboldt-Universität zu Berlin, Department of Computer Science, Unter den Linden 6, Berlin, 10099, clara.schumacher@hu-berlin.de

doi: 10.18420/delfi2022-ws-20

ing Analytics. Adaptive Learning Systems make use of data about students, learning process, and learning products to adapt the level or type of instruction or learning path for each student. Commonly, this adaptivity takes the form of selecting items from a large repository of learning items to match the current learning ability of a student. Application areas range from adaptive tests, learning paths, solution hints, and feedback to supporting self-regulated learning.

Martin et al. [Ma20] integrate prior theoretical assumptions and propose an adaptive learning framework that includes the learner model, the content model and instructional model. In their framework, the learner model includes affective, behavioral, and cognitive characteristics of the learner answering the question to what will be adapted. The content model includes the learning contents and interdependencies whereas the instructional model aims at adapting the instruction to learners under consideration of content and
learner model. Hence, these latter two models focus on what will be adapted (e.g., pace, sequencing, format of instruction) to the learner. To adapt the content and instructional model Martin et al. recommend an adaptive engine using artificial intelligence for selecting contents, learning objectives, timing, and presentation formats resulting in different paths and recommendations that meet learners' personal needs.

The relationship between Learning Analytics and adaptive learning becomes particularly clear in the example of learner models. For the construction of learner models, two traditional methodologies have been extensively researched: Knowledge Tracing and Factor Analysis. Knowledge Tracing approaches leverages the sequences of students' interactions with the system to model the evolution of their knowledge state over time and forecast their future replies. Leading models in this category are Bayesian Knowledge Tracing that use Hidden Markov Model or Recurrent Neural Networks. The second frequent strategy for learner modelling is Factor Analysis, which, other to Knowledge Tracing approaches, ignores the sequence of events in favor of learning a set of generalizable factors about data from a collection of observations. Which algorithms are appropriate for particular adaptive learning opportunities is an open question. The treatment of missing data as well es the automatic interpretation of captured data are still challenging for adaptive learning systems. While many of these approaches can be considered as technically proven, there is still a lack of generalizable, i.e. cohort and subject independent models that can stand up to the test in real learning setting. Learning Analytics play a central role for investigating adaptive treatments of this kind.

Apart from the use of adaptive systems for research purposes, there are a number of questions concerning their use in regular teaching: How can decisions of the adaptive system be made transparent and comprehensible to the learner? How do learners and the adaptive system interact with each other? What are the didactic premises of adaptive learning? How can teachers be involved in the adaptation process using Learning Analytics? What ethical guidelines do adaptive systems need? How can learning be adaptive without being unfair with regard to equal learning opportunities?

The Learning Analytics workshop aims to intertwine research on adaptive learning and Learning Analytics. We would like to share common perspectives, research questions, approaches and methods. In addition, the event will serve to identify important challenges in using Learning Analytics with regard to adaptivity.

2 Goals of the workshop

The overall goals of this interdisciplinary workshop are: (i) Networking of the LA community in the German speaking countries to initiate research and joint projects as well as fostering network activities beyond this workshop; (ii) Presentation of current research projects and results; (iii) Enhancing the interdisciplinarity in the working group: e.g., computer sciences, artificial intelligence, math, learning sciences and psychology as well as ethics and philosophy; (vi) Developing a joint outcome (e.g., paper, digital learning resources, event) based on the workshop discussions.

3 Submissions to the workshop

The call for papers for the workshop has been published online: https://learning-analytics.eu/call-for-papers-2022 and allowed submissions presenting work in progress and preliminary results to the community. Submissions have been peer-reviewed. In total, 6 submissions have been accepted for publication. The accepted papers deal with topics related to reading comprehension, indicators for supporting personalized and adaptive learning as well as production style features of educational videos.

4 Workshop summary

The workshop took place as a half-day event with up to 35 participants. In the beginning the organizers introduced the topic of the workshop followed by the paper presentations and their discussion.

In the first presentation Dennis Menze demonstrated an advanced tool to support reading activities of students reading longer texts. The precise measuring and visualizing of students' reading activities was extended by reading comprehension support. Measuring reading comprehension is based on students' answers to automatically displayed questions about the text sections they have just read. In this way, self-regulated learning can be promoted in relation to the domain-specific content and possibly also in relation to meta-cognitive learning and reading strategies. Future directions to improve adaptivity, interventions, automation, and measurement of reading comprehension have been discussed.

Yvonne Hemmler presented the second paper about an interview study investigating indicators for personalized and adaptive learning environments in online further educa-

tion. The identified indicators included variables about the internal learning context (e.g., demographics, skills, values, motivation) and external learning context (e.g., job characteristics, course characteristics). The authors hope that the indicators might help to make accurate predictions about learning processes and outcomes and to design adequate interventions to individually support learning.

In the third presentation Fatima Maya showed an approach to extract the production style of education videos with deep learning. This research will help answer the question of whether different visual characteristics of videos have an impact on learner engagement and knowledge gain. Production styles such as. female/male instructor, handwriting, whiteboard, pen, slide presentation, and animation is a remarkable visual property of educational videos. The authors introduced a use case for object detection models to recognize the human embodiment and the type of teaching media used in the video. The presented approach is intended to develop an automatic video assessment system.

At the end of the workshop, perspectives and next steps of the Arbeitskreis Learning Analytics (AKLA) were discussed. AKLA has set itself the goals of (i) developing an LA community in German-speaking countries, (ii) strengthening research, teaching and application, (iii) promoting interdisciplinary and cross-organizational cooperation and (iv) expanding international visibility. As the first steps towards achieving these goals, the new website (https://learning-analytics.eu/) and logo were presented. Currently, the website contains an archive of the past workshops including the publications since the year 2013. It is planned to maintain a regular exchange between the community members in the future (e.g., through monthly meetings, events as part of the Learning Analytics Learning Network).

5 Organizing team and program committee

The workshop was organized by Dr. Niels Seidel (FernUniversität Hagen) and
Dr. Clara Schumacher (Humboldt-Universität zu Berlin).
Members of the program committee have been:
Prof. Dr. Niels Pinkwart, Humboldt-Universität zu Berlin
Prof. Dr. Agathe Merceron, Beuth-Hochschule Berlin
Prof. Dr. Tanja Käser, École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL)
Prof. Dr. Katharina Simbeck, Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
Prof. Dr. Dirk Ifenthaler, Universität Mannheim
Dr. Jakub Kuzilek, Humboldt-Universität zu Berlin
Dr. Slaviša Radović, FernUniversität in Hagen

Acknowledgements This research was supported by *CATALPA - Center of Advanced Technology for Assisted Learning and Predictive Analytics* of the FernUniversität in Hagen, Germany.

References

[AAC20] Apoki, U. C.; Al-Chalabi, H. K. M.; Crisan, G. C.: From Digital Learning Resources to Adaptive Learning Objects: An Overview. In: 6th International Conference on Modelling and Development of Intelligent Systems, MDIS 2019, volume 1126 CCIS, pp. 18–32. 2020.

[Ag18] Aguilar, Stephen J: Learning analytics: At the nexus of big data, digital innovation, and social justice in education. TechTrends, 62(1):37–45, 2018.

[AHA17] Almohammadi, K.; Hagras, H.; Alghazzawi, D.: A survey of artificial intelligence techniques employed for adaptive educational systems within E-learning platforms. Journal of Artificial Intelligence and Soft Computing Research, 7(1):47–64, 2017.

[Bi17] Bimba, A. T.; Idris, N.; Al-Hunaiyyan, A.; Binti Mahmud, R.; Liyana Bt Mohd Shuib, N.: Adaptive feedback in computer-based learning environments: a review. Adaptive Behavior, 25(5):217–234, 2017.

[Ch12] Chatti, Mohamed Amine; Dyckhoff, Anna Lea; Schroeder, Ulrik; Thüs, Hendrik: A Reference Model for Learning Analytics. International Journal of Technology Enhanced Learning, 4(5–6):318–331, 2012.

[Ke16] Kerr, Philip: Adaptive learning. Elt Journal, 70(1):88–93, 2016.

[KPO21] Kabudi, Tumaini; Pappas, Ilias; Olsen, Dag Håkon: AI-enabled adaptive learning systems: A systematic mapping of the literature. Computers and Education: Artificial Intelligence, 2:100017, 2021.

[KSJ17] Kumar, Amit; Singh, Ninni; J.Ahuja, Neelu: Learning styles based adaptive intelligent tutoring systems: Document analysis of articles published between 2001. and 2016. International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education (IJCRSEE), 5:83–98, 2017.

[Ma20] Martin, Florence; Chen, Yan; Moore, Robert L; Westine, Carl D: Systematic review of adaptive learning research designs, context, strategies, and technologies from 2009 to 2018. Educational Technology Research and Development, 68(4):1903–1929, 2020.

[No19] Normadhi, Nur Baiti; Shuib, Liyana; Md Nasir, Hairul Nizam; Bimba, Andrew; Idris, Norisma; Balakrishnan, Vimala: Identification of personal traits in adaptive learning environment: Systematic literature review. Computers & Education, 130:168–190, 2019.

[Os20] Osadcha, K.; Osadchyi, V.; Semerikov, S.; Chemerys, H.; Chorna, A.: The review of the adaptive learning systems for the formation of individual educational trajectory. In: 16th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. Volume II: Workshops, ICTERI 2020. volume 2732, pp. 547–558, 2020.

[Xi19] Xie, H.; Chu, H. C.; Hwang, G. J.; Wang, C. C.: Trends and development in technology-enhanced adaptive/personalized learning: A systematic review of journal publications from 2007 to 2017. Computers & Education, 140:16, 2019.

Support for Reading Comprehension in Digital Course Texts

Dennis Menze [1], Niels Seidel [1]

Abstract: Both reading textbooks and answering quizzes lead to better recall of learning content and better learning outcomes, especially when both forms are combined interactively. Nevertheless, existing solutions in learning management systems usually offer reading and quizzes separately. This work aims to improve this by measuring and visualizing students' reading comprehension based on their answers to automatically displayed questions about the text sections they have just read. First, a comprehensive overview of the state of research on reading comprehension is given. Then, a prototypical realization of a partially adaptive system for supporting reading comprehension is presented. Finally, possible extensions to improve adaptivity, interventions, automation, and measurement of reading comprehension are discussed.

Keywords: reading comprehension; reading analytics; learning analytics

1 Introduction

Textbook reading has been shown to be an important factor in student test scores, both print and electronic [DW13]. While [LGS12] confirm that quiz score and final grade are significantly positively correlated with self-reported percentage of completed reading of textbooks, [Ya21] suggest that repeated testing could improve reading skills, reading engagement, and reading comprehension, leading to an improved recall of learning content and key concepts. Studies from educational science have shown that adjunct questions are a form of active learning that increase attention to important parts of the text, and active processing of the topic leads to better learning outcomes [Sy20]. Reading comprehension is a complex process with as many interpretations as there are of reading because it is often viewed as the essence of reading, essential for academic and lifelong learning, getting scientific attention as a cognitive process despite this fundamental importance only since the 1970s. Furthermore, comprehension monitoring is an important strategy to improve text understanding and is unlikely to develop spontaneously [NRP00].

Both reading textbooks and answering quizzes lead to better recall of learning content and better learning outcomes, especially when both forms are combined interactively (e.g. [NRP00; CM07; PW01; Ya21]). Nevertheless, existing solutions in learning management

[1] FernUniversität in Hagen, CATALPA - Center of Advanced Technology for Assisted Learning and Predictive Analytics, 58084 Hagen, Germany {dennis.menze, niels.seidel}@fernuni-hagen.de, https://orcid.org/0000-0003-0002-868X, https://orcid.org/0000-0003-1209-5038

doi: 10.18420/delfi2022-ws-21

systems (LMS), e.g., Moodle, usually offer reading and quizzes separately. Moreover, previous research has focused on enriching of digital texts or visualizing concept maps or summary learner metrics in dashboards, but rarely on real-time visualization of personal reading comprehension in the text itself.
The goal of this work is to address this gap by investigating how to measure the reading comprehension of individual students in LMS and how it can be visualized there adaptively to the reading and learning progress and the individual comprehension level. Thus, this study examines and answers the following research question (RQ1): How can reading comprehension be modeled and represented in digital texts?
Concretely, reading comprehension is modeled based on answering multiple-choice (MC) questions (MCQ) that cover text sections just read and that are automatically displayed depending on reading activity.

After an overview of the state of research on reading comprehension and its measurement and visualization (section 2), the considered design variants of a partially adaptive system for supporting reading comprehension are discussed and a prototypical realization in Moodle is presented (section 3). In the summary (section 4), possible extensions to improve adaptivity, interventions, automation, and measurement of reading comprehension are highlighted.

2 Related Work about Reading Comprehension

There are numerous studies on reading comprehension and its measurement, also with question types other than MC, through objective, linguistic text features such as readability, or behavioral data such as scrolling activity, or gaze data from eye-tracking. Their presentation is followed by a brief overview of similar solutions in LMS and a differentiation from other learning and reading analytics tasks. Finally, related work about the visualization of reading progress and comprehension is discussed.

In a 1944 survey, [Da44] explored the question of how reading comprehension is defined in the literature. By clustering a list of several hundred skills, he identified a ranking of nine mental skills that are deemed most important for reading comprehension. Even then, the still typical tool to measure reading comprehension was deployed: a MC test to measure these nine skills. The skills build upon each other and range from the most basic skill, "knowledge of word meanings", to the ability to draw inferences about the writer's purpose, intent, and point of view – the why, not the what of what is being said. The analysis of the inter-correlations between the skills suggested that reading comprehension is not a unitary ability but composed of several mental abilities. Because of this, [Da44] suggested that learning exercises composed of reading passages followed by factual questions to be answered will not train all the aforementioned skills.

For [AP84], comprehension meant the interpretation of new information in the interaction with old knowledge. Reading with the intention of learning ideas and information means to find a mental "home" in the knowledge store of the memory. Poor reading comprehension leads to 1. gaps in knowledge, 2. to a poor understanding of the relationships of facts,

and 3. to less making inferences about the interconnections among ideas.
According to the so-called *simple model* of [GT86], reading comprehension is the product of decoding and listening comprehension, thus combining a bottom-up process of word identification with a top-down process of deriving syntactic and semantic relationships of the words. Both skills are necessary for understanding the meaning of the text, but neither is sufficient [CS06].

The findings were confirmed by the National Reading Panel (US) review of the research literature of the last 20 years in 2000: the role of vocabulary learning, together with reasoning, is critical for reading comprehension [NRP00], even if they noted that the skills perspective of [Da44] has been questioned since. They stressed the constructivist aspect of reading as intentional, meaning-constructing thinking through the reciprocal interchange between the prior knowledge and experience of the reader and the message in the text. Reading is a purposeful and active process, requiring knowledge of the world, like language and print, to understand, learn and memorize the meaning of the text, and to put it to use by communicating the read information with others.
The Panel named eight comprehension instruction methods with a firm scientific basis: making readers aware of their understanding during reading (comprehension monitoring) and thus breaking through student's passivity and engaging them in their own learning, visualizations of the meanings and relationships of underlying ideas in the text and the story structure, question answering (having the strongest scientific evidence for its effectiveness) and feedback on the correctness, and question generation and summarization by the reader. Explicit instruction on comprehension strategies ("cognitive strategy training") is believed to improve text understanding, information use, and motivation for reading, and it is unlikely that these strategies are developed spontaneously [NRP00].

[PLO05] argued for reading comprehension skill as understanding writing, i.e. printed word identification, as well as spoken language, i.e. listening comprehension, in congruence to the simple model of [GT86]. Deeper comprehension is building a mental model (situational model) of the message of the text, by processes at multiple levels, like word, sentence, and text level. In most research, they said, comprehension is assessed by readers answering questions of short texts following their reading. In order to achieve coherence in the mental model of a text, it is important to monitor its comprehension, to verify the understanding, and correct it if inconsistencies are detected, by reading the text again.

In comparing different reading comprehension assessments, [Fl06] argued that readability, i.e. the difficulty of the text and its semantic and syntactic characteristics, is a major determinant of the inferences that a reader can make about the text and the inferences the researcher then makes about the reader's comprehension. What is measured depends on the concept of what is being measured as well on the characteristics of the diagnostic test. This problem was illustrated by [CS06] in a comparison of scores from three commonly used reading comprehension tests. They stated that tests also differ in whether readers are allowed to see the text while answering questions. In an experiment with first to tenth graders (N = 97), they tried to predict these scores by measures of cognitive skills that research suggests should contribute to comprehension. Their results were inclusive:

measures of rapid serial naming, verbal memory, IQ, or attention did hardly improve predictions, while word recognition/decoding and oral language proficiency together accounted for 50-70% of the variance. Reading speed explained additional 1-6%. They concluded that other skills that account for the unexplained variance have to be found and that the differences among reading comprehension measures need to be examined. In their study, only 25% of children that were identified as weak comprehenders by one test were so by all three tests.

[Al09] defined three different levels of comprehension measurable with MCQs, similar to [Da44]: 1. literal comprehension: a surface-level understanding of the text, whereby questions can be answered by explicit information directly stated in a single location in the text; 2. inferential comprehension: the ability to infer and draw conclusions about the intended meaning of the author; 3. evaluative comprehension: a critical, applied understanding to one's practical or theoretical expertise and previous knowledge, connecting the written word to other texts and the understanding of the world.

Using Bloom's taxonomy, [Sy20] classified two types of questions: factoid/low-level and synthesis/high-level, assigning the former to the "remember" level and the latter to the "analyze" level of cognitive complexity, and used short, free-response questions in order to avoid participants guessing the right answer that had to be corrected manually.
[Br11] extended the requirements for answers even further than [Sy20]: participants received a set of so-called stimulus documents as sources which they had to read to answer multiple questions in their own document. The authors used machine learning to create a model to classify individual text comprehension using features of source and student documents and Latent Semantic Analysis. This approach has an even higher effort of manual grading.

In their study, [Cr17] compared the accuracy of machine learning models using linguistic features (lexical sophistication, text cohesion, syntactic complexity) to different classic readability formulas which take human judgments derived from text comprehension scores of MCQs as the gold standard. Since these formulas only rely on lexical and syntactic features, not on semantic and discourse features, nor on the reader's world knowledge, they can give nonsense texts a high readability score. Readability formulas are often used for predicting text level and are more related to how fast a text can be read and not just comprehended.

[Go21] used scrolling interactions to predict text readability for adult learners of English. They also used reading comprehension scores measured by MCQs to just read text, to compare self-reported language proficiency with what they called subjective readability or leveling, which combines objective readability with the reader's background. Predictions from scrolling behavior were even compared to baseline predictions with traditional readability, but also linguistic measures like lexical richness (type-token ratio). Interaction measures used for prediction were the total reading time, scroll speed of each scroll interaction, the scrolling acceleration by dividing the difference between final and initial scroll speed by time, and the number of text regressions, i.e. upward scrolling actions to recover areas of text. Even though the prediction from scrolling interactions was worse than from

traditional and linguistic measures, their study showed that scrolling behavior is correlated to the objective as well as subjective readability.

[Sy20] combined the analysis of attention signals, obtained from gaze tracking, with the research of how adjunct questions displayed during reading, i.e. questions inserted into the text, affect the learning outcome. Since the use of gaze tracking is not practical in university courses, the research they cited that cursor and mouse movements can be used as a proxy for gaze in certain reading scenarios is noteworthy.

The integrated Moodle Quiz activity[2] offers the management and visualization of questions and answers, while the Lesson activity[3] offers the possibility to provide study material in a structured and adaptive way (manually predefined, not automated), e.g., by alternately displaying course texts and questions. Also, other LMS like Coursera and Ilias[4] provide either a separation of reading and quiz activities or strictly defined learning paths which are unrelated to individual reading progress and comprehension levels.

Related topics in reading analytics are reading styles, engagement and motivation. As an intermediate step toward predicting student academic success, [BO19] identified reading styles from learning log data on reading and navigation within e-books of one university semester. The two high-level reading styles investigated were receptive reading – sequentially and steady from start to end – and response reading – active engagements with the arguments of the text through changes of pace, using bookmarks, memos, and markers. In their study, students used linear, forward-oriented, receptive reading most of the time and showed low interaction with other features. Reading styles did not correlate with final course grades, total reading and grades did, however.

In an experiment with a similar design as [Sy20] (pretest, posttest, automatic question generation), [Ya21] measured reading engagement similarly to [BO19] via reading time, number of highlights made, memos posted, and bookmarks added, in an e-book reading system. In addition, they measured reading skills as text-marking skills: by calculating the similarity between the sentences used by the artificial intelligence (BERT) to generate questions and the content marked by the students. Their results from a four-week experiment in two university courses were promising: although the control group was encouraged to restudy the key concepts of the text as often as possible, the experimental group, which could use machine-generated cloze item practice, had significantly higher reading skills, reading engagement and scores on the reading comprehension MC posttest in the final week. Thus, repeated tests could improve reading skills and engagement as an indirect, and comprehension as a direct testing effect, leading to enhanced retention of learning content.

[Su18] showed that online reading duration is a strong indicator of reading motivation in students, which itself is important to enhance intensive reading behaviors. In their study, they collected log data of 160 students during a two-month online course with reading

[2] https://docs.moodle.org/311/en/Quiz_activity, retrieved August 10, 2022.
[3] https://docs.moodle.org/311/en/Lesson_activity, retrieved August 10, 2022.
[4] https://www.coursera.org and https://www.ilias.de, retrieved August 10, 2022.

material, quizzes, and a post-test questionnaire measuring the motivation of the students. After clustering the students according to their motivation and reading duration, they did a sequential analysis of behavior records transformed into six codes (e.g., intensive reading, skim reading, passing a test). Groups of high reading duration had also higher motivations and more phases of intensive reading, and they more interactively combined reading and tests during their online activities.

In a 2004 paper, [SHW04] presented an e-book user interface that displays the organizational and narrative thread structure of a book to support reading comprehension. [GPB13] developed a reading system for social visualization of reading progress at the chapter, section, and page levels to allow comparison of one's progress with that of others.
[MC15] study student engagement of an LMS which is specialized to extensive reading. For one year, students had access to a library of 500 books, including post-reading quizzes. A dashboard allowed students and teachers to monitor quiz results, total reading time, and reading progress, measured as words-per-minute counts, books read and total words read. Despite students' high satisfaction with the system, they read on average only one-fifth of the expected reading.
[Th20] model domain concepts by generating students' knowledge states to automatically identify recommended personalized sections of textbook materials. These sections are tailored to address knowledge gaps revealed by failed assessments.
In the study of [Ki20], students and experts created summaries of a text. A concept map was automatically created from each summary, and both concept maps were compared. Based on this comparison, students were presented with several types of feedback: similarity indices, an exemplary summary of an expert with highlighted concepts, and a graphical representation of the student's and expert's concept map.
[WW21] implemented a digital textbook that allows students to draw concept maps to the text they are reading, which are then scored using an expert map, similar to [Ki20]. Their novel approach is to provide adaptive feedback during concept mapping in the form of process-based diagnostic instructions that respond to defined patterns.

In summary, there is a solid scientific basis for measuring and reinforcing reading comprehension, motivation and duration with embedded MCQs about the text just read. However, LMS development seems to lag behind this evidence. Previous research has mainly addressed feedback by comparing concept maps, learner dashboards, or visual enhancements of digital texts to represent and improve reading comprehension, but not a real-time estimation of reading comprehension per section directly in the respective text.

3 Design and Realization

The prototype of a partially adaptive system for supporting reading comprehension is implemented as part of *Longpage*, which extends the Moodle page with functionalities that simplify reading on screen or provide advantages that are not available when reading printed works or PDF files: students can annotate texts, mark and comment sections, and share this information with others. A reading progress indicator marks how often certain

sections of text have already been read by fellow students.
Reading comprehension is calculated as the ratio of correct answers to questions after a section or to all questions on the current page. The distinction between comprehension levels is left to the teacher as a recommendation when creating and assigning questions.

The integration of a reading comprehension estimation into Longpage breaks down into three main parts: an option for the teacher to create and edit questions and assign them to parts of text, the display of the embedded questions for the student with the option to answer them, and the display of the estimated reading comprehension for each text section. A screenshot of the implemented prototype is shown in fig. 1.

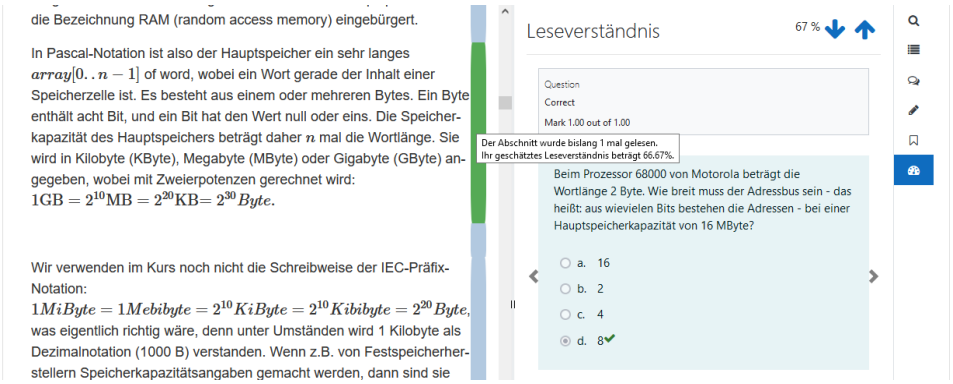


Fig. 1: Screenshot of prototype: text (left), reading progress bar (middle), questions (right)

Moodle already provides the functionality to create, preview and edit questions and their answer options with the so-called question bank.[5] For the assignment of these questions to text sections, there is no default functionality available. Two solutions were considered and evaluated: assignment via tags referring to section IDs, and assignment directly in the text via HTML attributes. For this prototype, the second solution was chosen, as placing questions in the text where they later appear is more intuitive for less technically adept users, and the assignment cannot be changed incidentally by reordering sections as when using tags. As reuse of existing open-source code is recommended, a collection of third-party plugins was installed: *Embed question atto button*[6] makes it possible to assign questions to sections. After putting the cursor at a certain position in the text, the teacher can select a question from the question bank. Then, a cryptic code will be inserted inside the text identifying the question. *Embed question filter*[7] is a Moodle text filter plugin that converts this cryptic code into HTML for rendering the question inside of Longpage like in a quiz. Multiple questions have to be added sequentially without line breaks so that the script can associate sections and questions correctly. The questions are hidden per default.

[5] https://docs.moodle.org/311/en/Question_bank, retrieved August 10, 2022.
[6] https://moodle.org/plugins/atto_embedquestion, retrieved August 10, 2022.
[7] https://moodle.org/plugins/filter_embedquestion, retrieved August 10, 2022.

Displaying questions, answers and resulting scores in the student view is already possible in Moodle with the quiz activity. What remains to be discussed is where to show the questions, when to show them, and the selection of questions to show for the individual student. As questions should be rendered inside a Longpage and not on a separate page, there are at least three possible ways how to embed them: directly in the text under a section, in the side panel of Longpage, or in an overlay on the side, similar to chatbots.
In this work, questions are displayed in the side panel, similar to [Sy20] where the question area is at the bottom of the page, because with direct embedding, the reading flow will be interrupted – detrimental to reading comprehension [Fo15] –, and the impression of a static text will be broken in favor of a more interactive text, which could be distracting. An overlay could be associated negatively by students, as they are often used for marketing purposes, even though it could be the basis of an assistance function or virtual agent to build upon (e.g., like in [AlSnMc15]).
The reading intention has to be distinguished by reading activity: there could be several reasons for a student to open up a text page and scroll through it, e.g., reading it for building up reading comprehension, just skimming through it to get an overview, or scrolling through it to find an answer to a question, maybe using the search functionality of the browser [PM12]. Only the first reason seems like a reasonable time to show questions.
But in this prototype, scrolling intention is not distinguished: when skimming over the section, the questions are faded in and out so fast that they are actually never visible to the human eye, which makes further optimization unnecessary. Also, as the questions are displayed on the side panel, the students can actively express their reading intention by opening or closing the sidebar.
Question selection according to comprehension levels and answer history is deferred, too, because this feature makes only sense if there is a vast catalog of questions, which makes this a good feature for optimizations later on.

Using the Intersection Observer API[8] available in a modern web browser, a custom script clones the HTML code of a hidden question when the student scrolls over it, pastes it to the side panel and sets it to visible. When the original hidden question inside of the text is scrolled outside of the view, the cloned question in the side panel will be removed. This way, for the student, the question appears in the side panel as long as the corresponding text section is visible. If there are multiple questions per section, they can be clicked through in a carousel by clicking on the left and right arrows. Thus, students can answer as many questions as they like, until the contingent on questions is exhausted. With two arrows, up and down, it is possible to jump to the next section with questions available.

The reading progress indicator already present in Longpage is shown immediately on the right side of the text as a bar. Its width signifies the frequency, its color is always grey-blue. The indication for reading comprehension could either be built upon it because of the related concepts, or shown separately in another bar right or left, or shown by font or text background color. The text could be harder to read with colors, and the highlighting and commenting functions of Longpage could interfere. Although another bar could have

[8] https://www.w3.org/TR/intersection-observer, retrieved August 10, 2022.

different widths depending on the comprehension level of the section, it could be too much distraction from the text, and make reading confusing.
Thus, in this prototype, reading comprehension is displayed by coloring the existing reading progress bar according to the estimated comprehension level. Hovering the mouse cursor over the bar displays the value for the estimate. In further versions, the values for multiple comprehension levels could be shown, too.

Moodle follows a client-server model, whereas the client part runs in the web browser and is written in HTML, CSS, and JavaScript, and the server part is written in PHP. The client part of Longpage is written as a single-page application using Vue.js, a JavaScript framework[9]. This means that content, e.g. reading comprehension data, can be reloaded dynamically without reloading the whole web page via Asynchronous JavaScript and XML (AJAX). This is important, as this data can change while the student is reading and answering section-related questions. Thus, questions, answer options, and reading comprehension information are rendered in the browser, while the latter is calculated as follows: When the student submits an answer, an AJAX call is triggered so that the PHP function on the server is executed that calculates the comprehension values for the whole page. This is necessary because a question can be referenced several times on the same page, so a new answer could potentially change the estimated reading comprehension in multiple sections. This function iterates over all questions on the page, fetches the student's last five attempts no older than three months for each question, and calculates the average scores. Finally, a JSON array with all scores is sent back to the client, which iterates through it and changes the color and tooltip text of all reading progress bars accordingly. An overall reading comprehension estimate for the page is added to the sidebar.

4 Conclusion and Outlook

In this work, we showed how reading comprehension can be modeled and visualized in digital texts (RQ1). Questions are displayed adaptive to reading progress, and reading comprehension per section is calculated and displayed from the answers. Ideally, when a text is filled by the instructor with many questions for each section, it results in a kind of text coverage for the students to monitor their learning progress. Following this study, usability, user, and field studies are planned to evaluate the prototype.

Of course, many more improvements are conceivable: adaptivity could be improved by preselecting questions according to comprehension levels [Al09], question difficulty, scrolling intention [Sy20], learning profile including further learning activities [Ya21], or time since last answer. The first two should be fairly easy to implement: an input field for the difficulty level needs to be added to each question, and the questions could be displayed according to the student's current comprehension estimate. Reducing questions when comprehension is high or displaying e.g. a help button when there are many wrong answers (fading) is another form of adaptivity, as well as hints which text should be reread

[9] https://vuejs.org, retrieved August 10, 2022

in case of wrong answers [Th20], reinserting not understood text parts in the text, collapsing understood sections, or simplifying not understood sections by replacing difficult words [NRP00, p. 4-4]. Allowing students to manually adjust objective to subjective comprehension or including self-evaluation as another variable when calculating reading comprehension or selecting questions would make the solution more adaptive, too.

To make interventions based on reading comprehension of individual students possible, a dashboard for the instructors is needed. They could further be supported by as much automation as possible: manually generated questions as well as other contents like assignments and self-assessments could be automatically matched to text sections with semantic matching, with the possibility to correct matches manually. Topic modeling would make it possible to map text segments and questions to underlying concepts to calculate reading comprehension more flexibly. Automatic question generation would support both instructors and students, as many detailed questions increase frequency and accuracy of reading [Sy20]. The measurement of reading comprehension could be improved by additional factors, e.g., comprehension levels, text-marking [Ya21], reading frequency, or course activities. Thus, there are still many opportunities to improve adaptive support for reading comprehension in digital course texts to enhance the reading experience and learner success.

Acknowledgements This research was supported by *CATALPA - Center of Advanced Technology for Assisted Learning and Predictive Analytics* of the FernUniversität in Hagen, Germany.

References

[Al09] Alonzo, J.; Basaraba, D.; Tindal, G.; Carriveau, Ronald S.: They Read, but How Well Do They Understand?: An Empirical Look at the Nuances of Measuring Reading Comprehension. In: Assessment for Effective Intervention Bd. 35 (2009), pp. 34–44

[AP84] Anderson, R. C.; Pearson, P. D.: A schema-theoretic view of basic processes in reading comprehension. In: Handbook of Reading Research (1984), pp. 255–292

[ASM09] Allen, Laura K.; Snow, Erica L.; McNamara, D. S.: Are you reading my mind? Modeling students' reading comprehension skills with natural language processing techniques. In: ACM International Conference Proceeding Series, Association for Computing Machinery (2015), pp. 246–254

[BO19] Boticki, I.; Ogata, H.; Tomiek, K.; Akcapinar, G.; Flanagan, B.; Majumdar, R.; Hasnine, N.: Identifying Reading Styles from E-book Log Data. In: ICCE 2019 - 27th International Conference on Computers in Education, Proceedings. Bd. 1: Asia-Pacific Society for Computers in Education, 2019, pp. 312–317

[Br11] Bravo-Marquez, F.; L'Huillier, G.; Moya, P.; Ríos, pp. A.; Velásquez, J. D.: An automatic text comprehension classifier based on mental models and latent semantic features. In: ACM International Conference Proceeding Series, 2011

[CM07] Callender, A. A.; McDaniel, M. A.: The benefits of embedded question adjuncts for low and high structure builders. In: Journal of Educational Psychology Bd. 99 (2007), Nr. 2, pp. 339–348

[Cr17] Crossley, pp. A.; Skalicky, S.; Dascalu, M.; McNamara, D. S.; Kyle, K.: Predicting Text Comprehension, Processing, and Familiarity in Adult Readers: New Approaches to Readability Formulas. In: Discourse Processes Bd. 54, Routledge (2017), pp. 340–359

[CS06] Cutting, L. E.; Scarborough, H. S.: Prediction of reading comprehension: Relative contributions of word recognition, language proficiency, and other cognitive skills can depend on how comprehension is measured. In: Scientific Studies of Reading (Vol. 10, Issue 3), pp. 277–299

[Da44] Davis, F. B.: Fundamental Factors of Comprehension in Reading (Nr. 3). Bd. 9, 1944

[DW13] Daniel, D. B.; Woody, William D.: E-textbooks at what cost? Performance and use of electronic v. print texts. In: Computers and Education Bd. 62, Elsevier Ltd (2013), pp. 18–23

[Fl06] Fletcher, J. M.: Measuring reading comprehension. In: Scientific Studies of Reading Bd. 10 (2006), Nr. 3, pp. 323–330

[Fo15] Foroughi, C. K.; Werner, N. E.; Barragán, D.; Boehm-Davis, D. A.: Interruptions disrupt reading comprehension. In: Journal of Experimental Psychology: General Bd. 144 (2015), pp. 704–709

[Go21] Gooding, S.; Berzak, Y.; Mak, T.; Sharifi, M.: Predicting Text Readability from Scrolling Interactions. In: Proceedings of the 25th Conference on Computational Natural Language Learning, 2021, pp. 380–390

[GPB13] Guerra, J.; Parra, D.; Brusilovsky, P.: Encouraging Online Student Reading with Social Visualization Support. In: Proceedings of the Workshops at the 16th International Conference on Artificial Intelligence in Education AIED (2013), pp. 47–50

[GT86] Gough, P. B.; Tunmer, W. E.: Decoding, Reading, and Reading Disability. In: Remedial and Special Education Bd. 7 (1986), Nr. 1, pp. 6–10

[Ki20] Kim, M. K.; Gaul, C. J.; Bundrage, C. N.; Madathany, R. J.: Technology supported reading comprehension: a design research of the student mental model analyzer for research and teaching (SMART) technology. In: Interactive Learning Environments, Routledge (2020)

[LGS12] Landrum, R. E.; Gurung, R. A. R.; Spann, Nathan: Assessments of Textbook Usage and the Relationship to Student Course Performance. In: College Teaching Bd. 60 (2012), Nr. 1, pp. 17–24

[MC15] Milliner, B.; Cote, T.: One year of extensive reading on mobile devices: engagement and impressions. In: Critical CALL – Proceedings of the 2015 EUROCALL Conference, Padova, Italy, 2015, pp. 404–409

[NRP00] National Reading Panel: Teaching children to read: An evidence-based assessment of the scientific research literature on reading and its implications for reading instruction. In: NIH Publication No. 00-4769 Bd. 7 (2000)

[PLO05] Perfetti, C. A.; Landi, N.; Oakhill, J.: The Acquisition of Reading Comprehension Skill. In: The Science of Reading: A Handbook, 2005, pp. 227–247

[PM12] Peckham, T.; McCalla, G.: Mining student behavior patterns in reading comprehension tasks. In: Proceedings of the 5th International Conference on Educational Data Mining, EDM, 2012

[PW01] Peverly, pp. T.; Wood, R.: The Effects of Adjunct Questions and Feedback on Improving the Reading Comprehension Skills of Learning-Disabled Adolescents. In: Contemporary Educational Psychology Bd. 26 (2001), Nr. 1, pp. 25–43

[SHW04] Sun, Y.; Harper, D. J.; Watt, pp. N. K.: Design of an e-book user interface and visualizations to support reading for comprehension. In: Proceedings of the 27th annual international conference on Research and development in information retrieval - SIGIR '04: ACM Press, 2004, p. 510–511

[Sy20] Syed, R.; Collins-Thompson, K.; Bennett, P. N.; Teng, M.; Williams, S.; Tay, Dr W. W.; Iqbal, S.: Improving Learning Outcomes with Gaze Tracking and Automatic Question Generation. In: The Web Conference 2020 - Proceedings of the World Wide Web Conference, WWW 2020: ACM, 2020, pp. 1693–1703

[Su18] Sun, J. C. Y.; Lin, C. T.; Chou, C.: Applying learning analytics to explore the effects of motivation on online students' reading behavioral patterns. In: International Review of Research in Open and Distance Learning Bd. 19 (2018), Nr. 2, pp. 209–227

[Th20] Thaker, K. M.; Zhang, L.; He, D.; Brusilovsky, P.: Recommending Remedial Readings Using Student Knowledge State, International Conference on Education Data Mining, 2020

[WW21] Wang, S.; Walker, E.: Providing adaptive feedback in concept mapping to improve reading comprehension. In: Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings, Association for Computing Machinery (2021)

[Ya21] Yang, A. C. M.; Chen, I. Y. L.; Flanagan, B.; Ogata, H.: Automatic Generation of Cloze Items for Repeated Testing to Improve Reading Comprehension. In: Educational Technology and Society Bd. 24 (2021), Nr. 3, pp. 147–158

Indicators for supporting personalised and adaptive learning environments in online further education: An interview study

Yvonne M. Hemmler [1] and Dirk Ifenthaler [2]

Abstract: Personalised and adaptive learning environments (PALE) are considered a promising invention for online further education, as they take the different prerequisites and backgrounds of learners into account. However, to what indicators (e.g., prior knowledge, interests) should PALE adapt? We conducted $N = 37$ interviews with German professionals to develop an empirical model of indicators for supporting PALE in online further education. Future research should build on the indicators identified in our interview study to design PALE for online further education.

Keywords: personalised and adaptive learning, online further education, learning context

1 Introduction

Current research focusing on educational technologies and artificial intelligence suggests that vast amounts of education-related data can provide useful insights into learning behaviour and offer benefits for implementing personalised and adaptive learning environments (PALE). PALE are digital learning systems that continuously analyse and leverage education-related data to tailor learning activities to the individual learner [PP20; Xi19]. PALE are considered a promising invention for online further education, as they take the different prerequisites and backgrounds of learners into account. However, learners differ in a wide range of indicators such as abilities, knowledge, interests, or learning strategies [PP20]. Hence, to what indicators should PALE adapt? Although researchers claim that this question requires empirical answers [Ga16; PP20], empirical approaches to identify indicators for PALE in online further education are scarce. Therefore, the aim of this interview study is to develop an empirical model of indicators for supporting PALE in online further education.

[1] University of Mannheim, Chair of Learning, Design & Technology, L4, 1, 68161 Mannheim, hemmler@uni-mannheim.de, https://orcid.org/0000-0002-3780-995X
[2] University of Mannheim, Chair of Learning, Design & Technology / Curtin University, UNESCO Deputy Chair of Data Science in Higher Education Learning and Teaching, L4, 1, 68161 Mannheim, dirk@ifenthaler.info, https://orcid.org/0000-0002-2446-6548

doi: 10.18420/delfi2022-ws-22

2 Theoretical background

2.1 Personalised and adaptive learning environments in online further education

Further education refers to a broad range of learning activities aimed at developing or renewing knowledge, skills, or competencies after the completion of an initial phase of education (e.g., the completion of a university degree or apprenticeship) [De13, DB70]. While the initial approaches to further education were primarily classroom-based trainings, online and digitally-supported further education opportunities have become increasingly common in the last years [De13; If18]. Digital technologies enable the implementation of flexible and customised forms of further education such as PALE [DJI20; If18]. However, the identification of reliable indicators remains a major challenge in designing PALE for online further education. Indicators are variables (e.g., prior knowledge, interests) that are collected by the learning environment and processed by specific algorithms to personalise and adapt learning activities. Several research efforts have attempted to identify indicators for learning analytics in higher education. However, these research efforts have focused on data-driven analytics rather than pedagogical theories [Ga16; YI20]. Researchers claim that the search for indicators for PALE should be guided by pedagogical theories and rigorous findings from empirical studies, as these explain fundamental mechanisms of learning and help to design pedagogically meaningful interventions to support learning in online further education [Ga16; PP20]. According to [PP20], only variables that have a relevant impact on learning processes (i.e., on behaviour or motivational and emotional processes during learning) or outcomes (i.e., on subjective or objective learning success) should be considered as indicators for PALE.

2.2 Learning context

According to [WH98], learning processes and outcomes are inherently affected by the learning context. The learning context refers to a learner's resources and conditions, and can be divided into internal and external learning context. The internal learning context refers to personal and subjectively perceived variables (e.g., demographics, interests). It encompasses a learner's personal and emotional world as well as cognitive and motivational conditions. In contrast, the external learning context refers to objective and predefined variables (e.g., location, course characteristics) of a learner's environment [Ga16; Wi10]. According to [WH98], different characteristics of the learning context determine how learners engage in different learning tasks and construct new knowledge. For example, if learners are not interested in a specific task, they might engage in the task only superficially or even stop learning [Go19].

2.3 Research question

In a previously conducted systematic review, we identified several indicators of the learning context (e.g., age, interests, location) that have been associated with learning

processes and outcomes of adult learners in various educational areas (e.g., higher education, massive open online courses, workplace learning) [HI22]. Our interview study aims to build on this systematic review and investigate which indicators of the learning context are especially relevant in online further education. Our interview study is guided by the following research question: *Which indicators of the learning context affect learning processes and outcomes in online further education and shall, therefore, be considered when designing PALE?*

3 Method

We conducted $N = 37$ semi-structured interviews with German professionals (23 female, 14 male) from different working areas (e.g., education and research, information technology). Participants were between 22 and 65 years old ($M = 39.9$, $SD = 12.3$) and had already participated in at least one online further education course. Participants were first asked to freely speak about their learning experiences in online further education. Then, each participant was presented a selection of five to six out of 26 different concepts related to the learning context (e.g., emotions, spatial context) that were derived from the above-mentioned systematic review [HI22]. Participants were asked to explain how these concepts affected their learning processes or outcomes by providing specific examples. Participants signed an informed consent form and all interviews were voice recorded, transcribed, and analysed using deductive and inductive content analysis [Ma15]. The identified indicators were clustered into dimensions.

4 Results and discussion

The indicators of the learning context identified in the interviews are presented in Table 1 and Table 2. Participants reported that these indicators had an impact on their learning processes (e.g., motivation, engagement) or outcomes (e.g., course completion, performance). For example, participants' *prior knowledge* had an impact on their motivation to learn: "If I already know everything, […] then that doesn't really motivate me" (interview 12).

The results of the interview study are similar to those of the systematic review [HI22], but the list of indicators identified in the interview study is shorter. Especially for the dimensions *educational history* and *values*, several indicators identified in the systematic review (e.g., previous grades, tradition) could not be replicated in the interview study. We conclude that these indicators are less relevant for online further education than for other educational areas focusing on adult learners that were considered in the systematic review (e.g., higher education). However, in the interview study only indicators that the participants were aware of could be coded. Some indicators might affect learning processes and outcomes unconsciously. These indicators cannot be identified in an interview study, which might be another reason for the lower number of indicators identified in the interview study compared to the systematic review.

Internal learning context	
Dimension	Indicators
Demographics	Age, origin/nationality, marital status, socioeconomic status, parents' education
Educational history	Educational degrees, previous experiences with the course format
Learning approaches	Importance of education, attitudes towards digitalization and digital education, deep/surface approach, self-regulated learning strategies (cognitive and metacognitive strategies, resource management strategies)
Skills and abilities	Prior knowledge, language skills, digital literacy, intelligence
Values	Optimism, achievement
Personality	Openness to experience, conscientiousness, extraversion, agreeableness, neuroticism, resilience, grit
Needs	Autonomy, control, competence, relatedness
Emotions	Boredom, frustration, overburdening, satisfaction, excitement, curiosity, pride
Motivation	General motivation for the course, type/source of motivation, voluntariness of participation, self-efficacy, task value, learning goals
Mental and physical states	Attention, flow, fatigue, engagement/effort, stress, well-being, trust, mood
Perception of the course	Immersive experience, hedonic value, social value, difficulty, time pressure, sociability, learning climate, quality, teacher's presence/engagement, teacher's competence
Perceived social influence	Perceived social support, acquaintances and friends in the course, mimetic pressures
Duties outside the course	Professional duties, family duties, leisure activities
Perception of the job	Work experience, organizational culture (of learning), job satisfaction

Tab. 1: Indicators of the internal learning context identified in the interview study

External learning context	
Dimension	Indicators
Job characteristics	Hours of work, working area, organizational requirements, organization size

Course characteristics	Course size, course length, course content, teacher-guided vs. student activating methods, collaborative learning, social media learning, regulatory teaching, examples, homework, media type, communication channel, nonlinear learning, tests, social comparison, gamification, course homogeneity, receipt of feedback, possibility to give feedback, type of feedback
Educational institution	Reputation, costs, institution size
Spatial and temporal context	Location, date, time saving for virtual classes, time available for learning, technical and material resources, disruptive factors, simultaneous activities

Tab. 2: Indicators of the external learning context identified in the interview study

Our interview study provides the first empirical model of indicators of the learning context for supporting PALE in online further education. It provides an overview of different indicators that might be considered when tailoring learning activities to the individual learner. We suggest that the indicators identified in our interview study offer several benefits for designing PALE for online further education. First, they might help to make accurate predictions about learning processes and outcomes, and to identify learners at risk who might need special support [YI20]. Second, a detailed analysis of certain indicators of our model might help to design adequate interventions to individually support learning in online further education. For example, if an individual's prior knowledge is analysed in detail, personalised learning paths can be created in which certain content is either skipped or specifically explained, depending on the individual's prior knowledge [RM21]. However, our model is based on qualitative data and cannot provide information on the strength of the influence of different indicators on learning processes and outcomes. An in-depth analysis of the effects of specific indicators on learning processes and outcomes is still necessary to design PALE for online further education.

Acknowledgements

This work was funded by the German Federal Ministry of Education and Research as well as the German Federal Institute for Vocational Education and Training (funding reference 21INVI01).

References

[DJI20] de Laat, M.; Joksimovic, S.; Ifenthaler, D.: Artificial intelligence, real-time feedback and workplace learning analytics to support in situ complex problem-solving. A commentary. The International Journal of Information and Learning Technology 37/5, pp. 267-277, 2020.

[De13] Demary, V. et al.: Berufliche Weiterbildung in Deutschland. Ein Vergleich von betrieblicher und individueller Perspektive. Institut der deutschen Wirtschaft, Köln, 2013.

[DB70] Deutscher Bildungsrat: Strukturplan für das Bildungswesen. Klett, Stuttgart, 1970.

[Ga16] Gašević, D. et al.: Learning analytics should not promote one size fits all. The effects of instructional conditions in predicting academic success. The Internet and Higher Education 28, pp. 68-84, 2016.

[Go19] González-García, N. et al.: Attitude and learning approaches in the study of general didactics. A multivariate analysis. Revista de Psicodidáctica 24/2, pp. 154-162, 2019.

[HI22] Hemmler, Y. M.; Ifenthaler, D.: Indicators of the learning context for supporting personalized and adaptive learning environments. In (Chang, M.; Chen, N.-S.; Dascalu, M.; Sampson, D. G.; Tlili, A.; Trausan-Matu, S., eds.): Proceedings of the International Conference on Advanced Learning Technologies. IEEE, Bucharest, 2022.

[If18] Ifenthaler, D.: How we learn at the digital workplace. In (Ifenthaler, D., ed.): Digital workplace learning. Bridging formal and informal learning with digital technologies, Springer, Cham, pp. 3-8, 2018.

[Ma15] Mayring, P.: Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken, 12th edition, Beltz, Weinheim, 2015.

[PP20] Plass, J. L.; Pawar, S.: Toward a taxonomy of adaptivity for learning. Journal of Research on Technology in Education 52/3, pp. 275-300, 2020.

[RM21] Rasch, J.; Middelbeck, D.: Knowledge state networks for effective skill assessment in atomic learning. arXiv, 2021.

[Wi10] Winne, P. H.: Improving measurements of self-regulated learning. Educational Psychologist 45/4, pp. 267-276, 2010.

[WH98] Winne, P. H.; Hadwin, A. E.: Studying as self-regulated learning. In (Hacker, D. J.; Dunlosky, J.; Graesser, A. C., eds.): Metacognition in educational theory and practice, LEA, Mahwah, pp. 227-304, 1998.

[YI20] Yau, J. Y.-K.; Ifenthaler, D.: Reflections on different learning analytics indicators for supporting study success. International Journal of Learning Analytics and Artificial Intelligence for Education 2/2, pp. 4-23, 2020.

[Xi19] Xie, H. et al.: Trends and development in technology-enhanced adaptive/personalized learning: A systematic review of journal publications from 2007 to 2017. Computers & Education 140/19, Article e103599, 2019.

Extracting Production Style Features of Educational Videos with Deep Learning

Fatima Maya[1], Philipp Krieter[2], Karsten D. Wolf[3] and Andreas Breiter[4]

Abstract: Enforced by the pandemic, the production of videos in educational settings and their availability on learning platforms allow new forms of video-based learning. This has a strong benefit of covering multiple topics with different design styles and facilitating the learning experience. Consequently, research interest in video-based learning has increased remarkably, with many studies focusing on examining the diverse visual properties of videos and their impact on learner engagement and knowledge gain. However, manually analysing educational videos to collect metadata and to classify videos for quality assessment is a time-consuming activity. In this paper, we address the problem of automatic video feature extraction related to video production design. To this end, we introduce a novel use case for object detection models to recognize the human embodiment and the type of teaching media used in the video. The results obtained on a small-scale custom dataset show the potential of deep learning models for visual video analysis. This will allow for future use in developing an automatic video assessment system to reduce the workload for teachers and researchers.

Keywords: video-based learning; MOOC; video lecture design; video features; object detection; YOLOv4-algorithm; deep learning

1 Introduction

The use of educational videos such as explanatory videos, tutorials and video lectures has increased massively over the past 20 years both in formal and informal education. YouTube has become the central distribution platform for audio-visual explanations of even complex topics such as dark matter or programming on quantum computers. Explanatory videos are used by students to review lessons they did not understand, to do homework and write term papers, to deepen school knowledge and to prepare for exams [Wo21, PGM17]. In online education programs such as MOOCs, videos also play a central role for content delivery. Moreover, the creation of explanatory videos by students for

[1] University of Bremen, Faculty 3 - Mathematics and Computer Science, Am Fallturm 1, 28359 Bremen, famaya@uni-bremen.de
[2] University of Bremen, Faculty 3 - Mathematics and Computer Science, Am Fallturm 1, 28359 Bremen, pkrieter@uni-bremen.de
[3] University of Bremen, Faculty 12 - Educational Sciences, Centre for Media, Communication and Information Research (ZeMKI), Linzer Str. 4, 28359 Bremen, wolf@uni-bremen.de
[4] University of Bremen, Faculty 3 - Mathematics and Computer Science, Am Fallturm 1, 28359 Bremen, abreiter@uni-bremen.de

doi: 10.18420/delfi2022-ws-23

educational purposes have become a fairly common exam assignment in secondary and tertiary education to foster deep learning [Ho19, KW21].

While it is advantageous to have a large and free availability of video-based learning resources, the quality of videos in terms of their didactic and media design has to be taken into consideration in order to achieve an effective learning process. Therefore, there is a growing interest in different scientific fields such as instructional psychology, didactic, film studies, communication and media science, as well as video-based learning to further understand how to design effective and motivational explanatory videos for teaching and learning.

Screening or evaluating educational videos for specific design criteria both in educational practice as well as in empirical studies has mostly been done manually [Ho22]. Human analysis of videos requires an enormous amount of time resources for even small samples. To further open up audio-visual content for large scale research as well as for assessment purposes, it would be desirable to partially automate this process.

The main contribution of this work is to demonstrate how deep learning can support the automatic classification of educational videos and the extraction of the relevant production design characteristics with a selected set of features. To address this, we utilize object detection algorithms to identify design features such as human protagonists, animated visualization or slides in educational videos. Additionally, we investigate how reliably these algorithms recognize the target elements. For this aim, we collect and present a suitable small-scale dataset for training our model and show that we can reach a mean average precision (mAP) of 62.2% demonstrating the great potential of the presented approach.

2 Related Work

In a review on the recent advances in video-based learning research, *Navarrete et al.* [NHE21] studied 41 reviewed articles that examines specific characteristics of the educational videos. Based on this study, they proposed a taxonomy to group the video features in the following categories: (a) audio features, (b) visual features, (c) textual features, (d) production style, (e) instructor's behaviour, (f) learner interaction with the video, (g) interactive features, and (h) instructional design principles. In the context of *audio features* which include all information related to audio stream and spoken text, *Shi et al.* [Sh19] found an important positive correlation between the modulated loudness and the learner's knowledge gain and a negative correlation between average syllable duration (talking speed) and knowledge acquisition, where these two features were extracted automatically using an open source toolkit for audio features retrieval. The *visual features* category consists of the information that can be extracted from the video frames. In [Sh19], the authors computed the text ratio and the image ratio in order to evaluate the design quality of the slide presentation.

Any text-based information that could be extracted from the video can be grouped in the

textual features category. A common practice in text retrieval from video is to generate speech transcripts from spoken content, which are processed and analysed using NLP models, and then used for video segmentation [GHE20]. Many features related to instructor's behaviour, as a central facilitator, have been also retrieved from videos, for instance, detecting gesture and facial emotions using deep learning models [CWJ20]. The learner's interaction with a certain educational video was examined by many studies, for example, predicting the learner's performance by analysing video clickstream data with LSTM neural network [MCA20]. The interactive features denote the functionalities that help the learner to interact with the video. In this study [El21], analysing quizzes answers was used to predict the learner's knowledge gain. The *production style* category groups the video features based on design choices. In his work, *Chorianopoulos* [Ch18] proposed a taxonomy of video production styles by considering two dimensions: human embodiment (whether the instructor is visible) and the used teaching media type (whiteboard, slides, animation film, lecture, etc.) to help classify videos in a comprehensive way for further analysis. Previous work has explored the impact of production design on the learning outcomes. According to [CW15], *Chen et al.* found that compared to voice over presentation video type, other types of video composition improve the learning performance and reduce the cognitive load: both lecture capture, where the classroom is recorded, and picture to picture videos, where the instructor overlays slides, as well as animated content, are suitable for online learning. Furthermore, students who watched videos where the instructor's face is visible reported to learn better and needed less effort compared to those who watched them without the face [KBG15].

Animation-based learning has also proven to be an effective learning medium. Compared to traditional learning environments based on verbal explanations, learning through graphic animation helped improve understanding of complex notions [Ro09]. For example, it is difficult to visualize the movement of electrons or chemical reactions using traditional teaching tools. Therefore, using this medium can help create mental representations of phenomena that cannot be visualized in the classroom or laboratory.

In contrast to the other feature categories, we observed an absence of technology components that could help to extract video properties related to the video's design. Most studies use *manual* approaches to extract these features by assigning humans to watch a large set of videos and encode their properties, which could be an exhausting task and affect the advancement of the research in this field. Therefore, there is a need to automate the feature extraction from educational videos to study larger sets of videos.

Within computer vision, deep learning (DL) approaches can provide efficient methods to analyse videos automatically. In fact, deep learning networks have been widely used for image classification, and particularly, for object detection as a technique that allows to recognize and locate objects of specific classes in digital images. These DL models are the backbone of real-time video analysis and have a wide range of applications, from pedestrian and traffic sign detection for autonomous driving [Li20], detection of fire and personal protective equipment at construction sites [Ku21] to human abnormal behaviour recognition [Liu20]. However, in the context of educational videos, the object detection models have not yet been used for the visual analysis.

3 Methodology

In this work, the task of identifying visual properties related to the production style of educational videos is formulated as an object recognition problem, where we investigate the possible implementation of the state-of-the-art YOLOv4 object detection algorithm [BWL20] in identifying the human presence (teacher, hand, no person) and type of the used teaching tool (whiteboard, pen, slides, animation). To this end, a custom dataset is collected and annotated to train the model to perform the target task.

3.1 Dataset

Due to the lack of suitable datasets that include the target objects, we collected a custom dataset from the following sources to ensure diversity and to obtain a generalizable model: *Open Images Dataset V6*[5]*, Google images* using the following search keywords: {*PowerPoint Slides, Latex Slides, Slide Presentation*}*, SlideImages* [MME20] and frames taken from educational videos with different production styles. As a next step, the dataset needs to be labelled to train the object detection model. For this purpose, the open source annotation tool *LabelImg*[6] is used to manually create regions around the target objects in the images called bounding boxes. The corresponding object class and its location coordinates will be assigned to each of the boxes and saved in a *txt* file for training. Our custom dataset contains 3797 images[7] with more than 500 samples for each of the seven object classes and a total of 10 729 annotations (labelled objects) distributed as follows: man (2982), human hand (2257), woman (2206), slide (1141), pen (962), whiteboard (617), animation frames (564). It exists an uneven distribution of objects numbers among the classes. Although approximately the same number of sample images has been collected for all object classes, some images, for instance, contain more than one person which explains the dominance of the classes *Man*, *Woman* and *Hand*. For the classes *Whiteboard* and *Animation*, there is often just one object per image which explains why these classes are under-represented in the dataset.

3.2 Object Detection with YOLOv4-Algorithm

We aim to automatically extract visual features related to the instructor's presence and the used teaching tool in educational video frames. In computer vision, this problem can be solved using an object detection model which simultaneously performs object classification and localization within an image. *YOU Only Look Once (YOLO)* is a state-of-the art object detection algorithm that is able to predict the bounding boxes and the corresponding object class probability at one pass. This algorithm was chosen due to its ability to run object detection in real time making it suitable for processing videos. Additionally, it has outperformed the previous object detection networks in terms of

[5] https://storage.googleapis.com/openimages/web/index.html
[6] https://github.com/heartexlabs/labelImg
[7] https://gitlab.informatik.uni-bremen.de/famaya/edu_vid_YOLOv4

achieving a significant balance between accuracy and speed [BWL20]. YOLOv4 has a complex architecture composed of the following three main blocks: It uses the *CSPDarknet53* network (backbone) as a features extractor which has 53 convolutional layers organized in 2 consecutive modules: the CBM (Convolution, Batch Normalization and MISH) contains a convolutional layer, a batch normalization layer and a mish activation function. This module is used to extract the image features. The CSP (Center and Scale Prediction) block is deployed to improve the learning ability of the convolutional layer. It takes the extracted features from the previous CBM block as input, applies zero padding to preserve the input size and pass it to an CBM block, where the input is then divided into two parts: one half is sent to a residual unit followed by another CBM block, and the other half is routed directly to an CBM module, where at the end of the CSP block both outputs will be concatenated. This technique helps to preserve low-level features. An *SPP* block is then applied to increase the receptive field of the model by using multiple max-pooling layers. Additionally, *PANet* is incorporated in the network to enhance the process of instance segmentation by identifying objects present in the images in a pixel level. The CBL (Convolution, Batch Normalization and Leaky-ReLU) block is the main structure of the PANet. The described blocks build the neck of YOLOv4 algorithm. Finally, three *YOLO* heads with different sizes placed in different stages of the network are used to process the extracted feature maps in order to detect objects of different scales.

3.3 Model training

To set its architecture for training, YOLOv4 uses *Darknet* [Re16], an open-source neural network framework written in C and CUDA which is faster and supports CPU (Central Processing Unit) and GPU (Graphics Processing Unit) computations. *Google Colab*[8] is chosen as an efficient environment to build this project. It offers the access to *the Nvidia Tesla T4 GPU*[9], and has the necessary libraries to train the models. To train the model, the cleaned dataset with a total of 3797 images was split into training set consisting of 80% of the samples (3037 images), and the rest 20% was used for validation (759 images). The default YOLOv4 model is modified adapting it to solve the given problem: the maximum number of training iterations is set to 14000, the input images are rescaled to the size of 416 × 416, the learning rate was first initialized with a fixed value of 0.001, and after 80% and 90% of the steps it was divided by 10 to ensure that the weights are not updated aggressively by the end of the training and miss the local minimum. The number of classes in the YOLO layers (output layers) is set to 7, and the number of filters in the convolutional layers before each of the 3 YOLO layers is changed to 36, obtained by the following equation: filters = (classes + 5) × 3. Training a CNN from scratch might be challenging as it requires a large-scale dataset with hyper-parameters tuning in order to achieve optimal results. To address this issue, pre-trained YOLOv4 weights on the *COCO-dataset* [Li14] with 80 object classes including persons, were used to initialize the weights. Additionally,

[8] https://colab.research.google.com/?utm_source=scs-index
[9] https://gist.github.com/cedrickchee/273cf787f8d998f1ba61a7265b3e1957

hue, saturation and exposure data augmentation techniques were used to expand the size of the training set. A training duration of 17 hours was recorded for YOLOv4. The loss over the training set and the mean average precision (mAP) over the validation set are evaluated on a 1000 iteration interval basis. The average loss, which estimates how much the model prediction distribution deviates from the ground truth distribution, settles at a value of 1.99 after 14000 iterations. The training yields a mean average precision of 62.2% which is a popular metric for measuring object detection accuracy that compares the predicted bounding box with the ground truth box and returns the corresponding score.

3.4 Results and Discussion

Most images of the collected dataset do not come from an educational context. additionally, some objects and person classes such as male/female instructor and slides were not seen combined enough during the training. To evaluate the performance of our model, we selected a separate test set consisting of video frames from different video production designs: instructor using a whiteboard, instructor presenting with slides, hands writing on a whiteboard, and animation frames ranging from simple to sophisticated drawing. Another factor is considered when selecting the test images is to ensure that it contains the target objects with different sizes and captured from different angles as shown in Figure 1. The object detection model is evaluated with a set of 100 images, where each object appears 20 times (40 times for the class hand) within the test set. To assess the accuracy of YOLOv4, the *root-mean-square error (RMSE)* was chosen to measure the deviation between the predicted number of objects and the ground truth number expressed as follows

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(A_i - D_i)^2},$$

where N denotes the number of images for each class, A_i is the ground truth number of objects in an image and D_i represents the number of the detected objects by the model. Furthermore, the average prediction probability was also evaluated for each class.

Table 1 displays the RMSE and the average prediction score achieved for each object. The results show that the YOLOv4 has a low error value and a good prediction score in detecting all classes. The custom model works well in recognizing the classes whiteboard, slides, male instructor and animation frames. However, it has relatively lower performance when detecting female instructor, hands and pen. To gain more insight into the observed results, we analysed the test images and focused on those where the model fails to detect a certain object. As visualized in Figure 1, YOLOv4 is quite strong in locating objects of big size and with different angles within the images such as whiteboard, slides, animation and instructor. However, the model could not detect the pen, hands and far located instructors as shown in Figures (a) and (f). In the test image (g), the model successfully recognized the frame as animation and did not confuse with a slide, although it contains

text. Additionally, the drawn pen and hand in figure (h) were not false detected, but in Figure (i) we observe that an animation character was detected as a real person due to the high-quality drawing.

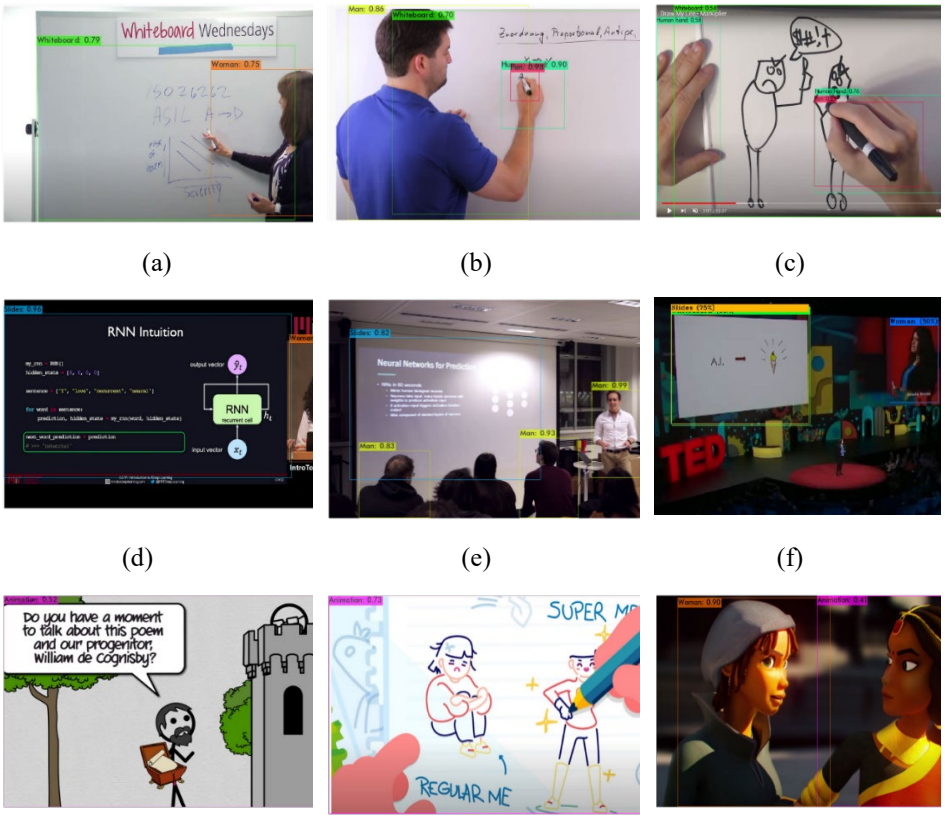
Although all the experiments have been carried on static images, the findings of this work are also applicable to video samples. Testing the custom YOLOv4 model in the settings described in section 3.3, we recorded an average detection speed of 26.7 frame per second (FPS), achieving a real-time inference.

Object Class	Detected	Not Detected	Total Objects	Images Number	RMSE	Average Prediction Score (%)
Male Instructor	17	3	20	20	0.38	84.37
Female Instructor	15	5	20	20	0.50	75.00
Hand	30	17	47	20	0.59	64.00
Whiteboard	20	0	20	20	0.00	87.70
Pen	12	8	20	20	0.63	70.00
Slide	19	1	20	20	0.22	82.37
Animation	16	4	20	20	0.44	76.90

Tab. 1: Experiments results with test images.

4 Conclusion

This paper explores the use of deep learning techniques in analysing educational videos. More specifically, it examines the suitability of using object detection algorithms to automate the recognition of relevant features related to the production design of instructional videos. To this end, the state-of-the-art algorithm YOLOv4 was trained on a custom dataset of images representing the presence of the instructor and the type of the used teaching tool. To reflect the most probable performance of the algorithm on unseen



(a) (b) (c)

(d) (e) (f)

(g) (h) (i)

Fig. 1: Example output images representing the different educational scenarios.

data and in real applications, the utilized test images were selected from different educational videos based on the complexity of the represented scene. We can conclude that object detection algorithms have a remarkable potential to be used in the task of extracting design features of educational videos.

There are several starting points for future work. The custom dataset could be improved by adding more samples for each class and from different educational scenarios to improve the classification and the detection accuracy. Another promising aspect is to include more object classes such as digital whiteboard, code screencast and tablet screen.

While this work focuses only on the production style features, it would be highly relevant to develop a pipeline combining our custom model with the other algorithms mentioned in the literature review to obtain an end-to-end system for video analysis. Such system would significantly support researchers to conduct large-scale studies to efficiently

evaluate the quality of each video type and develop an automatic video assessment system. In addition, such system could be also beneficial for recommendation systems, which are mostly based on the video meta data such as title and search topics but not the actual design qualities of the video.

References

[BWL20] Bochkovskiy, A.; Wang, C.Y.; Liao, H.M.: YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection. In: CoRR abs/2004.10934, 2020.

[Ch18] Chorianopoulos, K.: A Taxonomy of Asynchronous Instructional Video Styles. In: The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 19(1), 2018.

[CW15] Chen, C.M.; Wu, C.H.: Effects of different video lecture types on sustained attention, emotion cognitive load and learning performance. Computers & Education, Volume 80, pp. 108-121, 2015.

[CWJ20] Chen Y.; Wang, C.; Jian, Z.: Research on Evaluation Algorithm of Teacher's Teaching Enthusiasm Based on Video. In: 2020 6th International Conference on Robotics and Artificial Intelligence (ICRAI 2020). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 184–191, 2020.

[El21] El Aouifi, H. et.al.: Toward Student Classification in Educational Video Courses Using Knowledge Tracing. In: Business Intelligence. Ed. by Mohamed Fakir, Mohamed Baslam, and Rachid El Ayachi, pp. 73–82, 2021.

[GHE20] Ghauri, J. A.; Hakimov, S.; Ewerth, R.: Classification of Important Segments in Educational Videos using Multimodal Features. In: CoRR abs/2010.13626, 2020.

[Ho19] Hoogerheide, V. et.al.: Generating an instructional video as homework activity is both effective and enjoyable. In: Learning and Instruction 64. pp. 101226. ISSN: 0959-4752, 2019.

[Ho22] Honkomp-Wilkens, V. et.al.: Informelles Lernen auf YouTube: Entwicklung eines Analyseinstruments zur Untersuchung didaktischer und gestalterischer Aspekte von Erklärvideos und Tutorials. In: MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung 18.Jahrbuch Medienpädagogik, pp. 495–528, 2022.

[KBG15] Kizilcec, R.; Bailenson, J.; Gomez, C.: The Instructor's Face in Video Instruction: Evidence from Two Large-Scale. In: Journal of Educational Psychology 107, 2015.

[Ku21] Kumar, S. et.al.: YOLOv4 algorithm for the real-time detection of fire and personal protective equipments at construction sites. In: Multimedia Tools and Applications, 2021.

[KW21] Kulgemeyer, C.; Wolf, K. D.: Lehren und Lernen mit Erklärvideos im Fachunterricht. In: Handbuch: Lernen mit digitalen Medien, 1. Auflage., G. Brägger und H.-G. Hrsg. Weinheim: Beltz, pp. 474–487, 2021.

[Li14] Lin, T. Y. et al.: Microsoft COCO: Common Objects in Context. In: CoRR abs/1405.0312, 2014.

[Li20] Li, Y. et.al.: A Deep Learning-Based Hybrid Framework for Object Detection and

Recognition in Autonomous Driving. In: IEEE Access 8, pp. 194228–194239, 2020.

[Liu20] Liu, Y. et.al.: Abnormal Behavior Recognition Based on Key Points of Human Skeleton. In: IFAC-PapersOnLine, Volume 53, Issue 5, pp. 441-445, 2020.

[MCA20] Mubarak, A. A.; Cao, H. K.; Ahmed, S. A. M.: Predictive learning analytics using deep learning model in MOOCs' courses videos. In: Education and Information Technologies 26, pp. 371–392, 2020.

[MME20] Morris, D.; Müller-Budack, E.; Ewerth, R.: SlideImages: a dataset for educational image classification. In: European Conference on Information Retrieval. Springer, Cham, 2020.

[NHE21] Navarrete, E.; Hoppe, A.; Ewerth, R.: A Review on Recent Advances in Video-based Learning Research: Video Features, Interaction, Tools, and Technologies. In: Proceedings of the CIKM 2021 Workshops co-located with 30th ACM International Conference on Information and Knowledge Management (CIKM 2021), Gold Coast, Queensland, Australia, November 1-5, 2021. Vol. 3052. CEUR Workshop Proceedings. CEUR-WS.org, 2021.

[PGM17] Pappas, I.; Giannakos, M.; Mikalef, P.: Investigating students' use and adoption of with-video assignments: lessons learnt for video-based open educational resources. In: Journal of Computing in Higher Education 29, pp. 160-177, 2017.

[Re16] Redmon, J.: Darknet: Open Source Neural Networks in C. http://pjreddie.com/darknet/. 2013–2016.

[Ro09] Rosen, Y.: The Effects of an Animation-Based On-Line Learning Environment on Transfer of Knowledge and on Motivation for Science and Technology Learning. In: Journal of Educational Computing Research 40.4, pp. 451–467, 2009.

[Sh19] Shi, J. et.al.: Investigating Correlations of Automatically Extracted Multimodal Features and Lecture Video Quality. In: SALMM '19. Nice, France: Association for Computing Machinery, pp. 11–19, 2019.

[Wo21] Wolf, K. D. et.al.: Leistungsoptimierung von Schülerinnen und Schülern durch schulbezogene Erklärvideonutzung auf YouTube: Entschulungsstrategie oder Selbsthilfe?. In: MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung 42 (Optimierung): pp. 380-408, 2021.

Workshop 3: Kompetenzen digital: Modellierung, Erfassung, Katalogisierung, Verarbeitung und Zertifizierung

Workshop Kompetenzen Digital: Modellierung, Erfassung, Katalogisierung, Verarbeitung und Zertifizierung.

Vorwort der Workshop-Organisatoren

Ilona Buchem[1], Johannes Konert[2], Michael Eichhorn[3], Jan Wunderlich[4]

Die Nutzung digitaler Technologien im Bildungssystem und dessen Verwaltungseinrichtungen fördert eine höhere Durchlässigkeit und eine bessere Transparenz bei der Bescheinigung von erworbenen Kompetenzen und Qualifikationen.

Teilweise existieren Lösungen, bspw. für die semantische Modellierung (vgl. Schema.org Alignment[5]) und zur Verbindung von Bildungsabschlüssen und Arbeitsplatzanforderungen (vgl. ESCO[6]). Die kontinuierliche Nutzung der existierenden Teillösungen vom Beginn einer Bildungsbiographie über den Einstieg ins Arbeitsleben bis hin zum lebenslangen Lernen ermöglicht individuelle (automatisierte) Empfehlungen für Kompetenzentwicklung und Arbeitsplatzvermittlung.

Hier bekommen digitale Nachweise eine besondere Bedeutung: Sie ermöglichen eine Validierung und Anerkennung von Lernergebnissen aus formellen, aber auch aus informellen und digitalen Lernkontexten, was auch Zugangsbarrieren im Sinne der Teilhabe an Bildung senken kann. Der Einsatz von digitalen Kompetenz-/Qualifikationsnachweisen wird auch auf nationalen Ebenen thematisiert, z. B. in der AG Anerkennung und Anrechnung digitaler Lehrformate beim Hochschulforum

[1] Beuth Hochschule für Technik Berlin, Luxemburger Straße 10, 13353 Berlin, buchem@beuth-hochschule.de, https://orcid.org/0000-0002-9189-7217

[2] Fulda University of Applied Sciences, Leipziger Str. 123, 36039 Fulda, Johannes.konert@cs.hs-fulda.de, https://orcid.org/0000-0003-0022-535X

[3] Goethe Universität, Varrentrappstr. 40-42, 60486 Frankfurt am Main, eichhorn@sd.uni-frankfurt.de

[4] Universität Stuttgart, Pfaffenwaldring 4F, 70569 Stuttgart, jan.wunderlich@ids.uni-stuttgart.de

[5] https://schema.org/AlignmentObject

[6] https://esco.ec.europa.eu/select-language?destination=/node/1

doi: 10.18420/delfi2022-ws-30

Digitalisierung, das Projekt Modus[7] bei der HRK und in den Empfehlungen der HRK zu Microdegrees und Badges[8].

Der Workshop "Kompetenzen Digital 2022"[9] fand zum vierten Mal im Rahmen der DELFI Tagung statt. Das übergeordnete Ziel des Workshops in 2022 war, den ganzheitlichen Blick zu ermöglichen und die Bedarfe aus der Praxis mit den Möglichkeiten existierender (Forschungs)-lösungen zusammenzubringen. Eingeladen wurden Forschende und Praktizierende der beteiligten Fachdisziplinen in den Themenbereichen *Modellierung, Beschreibung, Erfassung, Katalogisierung, Verarbeitung und Zertifizierung von Kompetenzen. Um die Grenzen und Potenziale interdisziplinär zu beleuchten, wurden zum Workshop Akteure mi Expertise in verschiedenen Themenbereichen eingeladen, u. a. digitale Zertifikate (z. B. Public-Key-Zertifikate), Open Badges, Blockcerts, föderierte Architekturen zur dezentralen Vernetzung von Kompetenzmodellen, semantische Technologien zur Kompetenzmodellierung, Kompetenzkataloge, Kompetenz-Frameworks und ihre Querverweise, Graphenalgorithmen und Graphendatenbanken, Maschinelles Lernen/KI zur Bestimmung der Ähnlichkeit von Kompetenzprofilen, Matching von Qualifikationsprofilen und Anforderungsprofilen, Verfahren zur (semi-)automatischen Kompetenzerfassung bzw. Kompetenzbewertung, Praxiserfahrung aus der Modellierung, Einführung oder Nutzung von digitalen Kompetenzen und digitaler Nachweise.*

In der vierten Ausgabe des Workshops "Kompetenzen Digital" im Rahmen von DELFI 2022 wurden die Diskussion durch angenommene Beiträge und dazugehörigen Vorträgen unterstützt. Die eingereichten Beiträge wurden von mindestens zwei Wissenschaftler*innen aus dem Fachgebiet begutachtet, wie im wie im Call for Papers auf der Webseite des Workshops angegeben. Die angenommenen Beiträge werden in diesem Band veröffentlicht. Diese sind:

- Erstellung eines NLP-basierten Editors mit Qualitätsindikatoren und Änderungsvorschlägen für Kompetenzbeschreibungen.
- Designing Granular Competency Models for Adaptive Learning on the Example of Naïve Bayes Classifiers.
- Modellierung und Anerkennung von Kompetenzen im Forschungsdatenmanagement (FDM). Ein FDM Kompetenzrahmen mit Open Badges zum Einsatz in didaktischen Szenarien.

[7] https://www.hrk-modus.de
[8] https://www.hrk.de/positionen/beschluss/detail/micro-degrees-und-badges-als-formate-digitaler-zusatzqualifikation/
[9] https://projekt.bht-berlin.de/delfi-wsdq/workshop-4-delfi-2022/

Designing Granular Competency Frameworks for Adaptive Learning on the Example of Naïve Bayes Classifiers

André Selmanagić[1], Katharina Simbeck[2]

Abstract: Adaptive learning environments that follow a competency-based learning approach require granular, domain-specific competency frameworks (models) for the continuous assessment of a learner's knowledge and skills as well as for the subsequent personalization of instruction. This case-study describes the iterative creation process for a competency framework in the domain of Naïve Bayes classifiers, including the design principles that led to the framework and the tools used for making it publishable as linked, open data.

Keywords: competency frameworks, competency modelling, adaptive learning, linked data, open data, semantic web

1 Introduction

The personalization of learning to the needs and goals of individual learners is known as adaptive learning [SS20]. Adaptivity is used to help learners reach a desired level of mastery at their own pace [Ca20]. In order to create adaptive learning environments, a model of the domain to be learnt is required [ST03], describing the competencies that are to be developed and the relationships between them.

Naïve Bayes classifiers are one of the basic concepts in machine learning and taught in higher education classes [NM22]. Naïve Bayes is a classification method that uses the probability of observing so-called predictor values given an outcome, to estimate the probability of observing the outcome given a set of predictor values – essentially applying Bayes rule [BBG20]. It is e.g. used in e-mail spam classification to distinguish between spam and no spam based on words. It is called naïve, because it assumes the predictor values (e.g. words) are conditionally independent from each other [BBG20].

We present the development of a shareable, digital competency framework for the domain of Naïve Bayes classifiers. The framework is required for the upcoming development of an adaptive learning environment focussing on Naïve Bayes classifiers. It serves as a granular description of the domain as well as the interrelated competencies within it. This case-study explores how competency frameworks must be structured in terms of granularity and relationships in order to be of use in adaptive learning environments.

[1] HTW Berlin, Fachbereich 4, Ostendstr. 25, Berlin, 12459, andre.selmanagic@htw-berlin.de
[2] HTW Berlin, Fachbereich 4, Ostendstr. 25, Berlin, 12459, katharina.simbeck@htw-berlin.de

doi: 10.18420/delfi2022-ws-31

2 Theoretical Background

This section presents the concept of competency, its use in the context of adaptive learning and shows how competencies and learning resources can be aligned via semantic relations.

2.1 Competency

Competency is a vague and fuzzy concept with many different interpretations [KHR09, vB03], which "range from that of a broad overarching attribute to that of a very specific task" [KHR09]. The upcoming IEEE standard "P1484.20.2 Recommended Practice for Defining Competencies" defines competency as "the set of skills and behaviours required in the performance of a task or activity within a specific context" [Fo21]. Competencies can thus be viewed along various dimensions [vB03, Mu17]. They revolve around personal characteristics, like "cognitive and metacognitive skills, knowledge and understanding, interpersonal, intellectual and practical skills, and ethical values" [LD10]. The meaning and thus description of competencies can be generic or specific, depending on the usage of these competency descriptions [Mu17]. They can be more domain-specific or more general [LD10] or may have any other type of context associated with them [vB03]. Proficiency levels can be used to describe the level of competence, e.g. on a proficiency level scale from beginner to expert [de07]. These levels can "express both what an entity knows and can do and how well they know and can do it, and different levels can represent differences in both of these aspects" [Ro21]. [Ro20] call these two aspects attainment levels and performance levels. Multiple related competencies can be organized into competency frameworks or models [Ro21]. These may describe both the structure (relationships between competencies) as well as the proficiency levels associated with each (sub-)competency [Fl13]. Possible relationships are e. g. subsumption (more/less general), prerequisite relations [Pe22], part-of relations [Al15] and equivalence relations (e.g. for merging different frameworks) [Os06]. De Coi et. al argue that relationships between competencies depend on both context and proficiency level [de07], e.g. when a competency requires English language skills, the context (business vs. science) and proficiency level (intermediate vs. fluent) are necessary in order for the competency to be measurable and the framework to be useful. Competencies can also differ by the degree to which they can be measured / inferred from observations [Mu17]. With learning outcomes being "a measurable result of a learning experience" [LD10], competencies with a narrow focus can be written as learning outcomes [KHR09].

2.2 Adaptive Learning

Adaptive learning (AL) is a "learning process in which the content taught, or the way such content is presented, changes or 'adapts' based on individual student responses" and which "dynamically adjusts the level or types of instruction based on individual student abilities or preferences" [OW14]. As such, AL "can increase motivation, engagement and understanding, maximizing learner satisfaction, learning efficiency, and learning effectiveness" [SS20]. Adaptive learning is closely connected to competency-based

learning, which is a "pedagogical approach that focuses on the mastery of measurable student outcomes" [HJN17], that encourages tailoring learning experiences to the learner and using evidence to improve and adapt learning [DL21]. In order to assess the learner's needs and adapt the instruction accordingly, AL environments make use of various models: most importantly learner, domain, instructional and assessment model. The domain model "houses domain-related bits of knowledge and skill, as well as their associated structure or interdependencies" [ST03]. The learner model is used for capturing what a person knows and does, the learner characteristics, e g. knowledge, learning style, goals, or demographics [VDC11]. A learner model "thus must be based in some way on a domain model" [Pe22]. The assessment model describes how to infer what the learner knows [Es16], his / her level of competence. Learner, domain and assessment models are inherently interconnected, as the competencies a learner is supposed to develop and which are being assessed do always belong to some subset of the domain [Es16, Pe22]. The instructional model can be seen as the didactical component that encompasses the instructional strategy [VDC11], e.g. for developing competencies in a certain order.

2.3 Competency Frameworks as Directed Acyclic Graphs

Modelling knowledge and competencies for the learner, domain, instruction and assessment model often involves the use of directed acyclic graphs for competency frameworks, e.g. in IEEE Simple Reusable Competency Map [Os06], Experiential Competency Application Framework (ECAF) [Ro21], Bayesian Networks in Evidence-Centered Assessment Design (ECD) [Al15] and Hasse diagrams in Competence-based Knowledge Space Theory (CbKST) [RKA13]. Based on similar examples, Essa claims in his second principle for next generation adaptive learning systems, that "Directed Acyclic Graphs (DAG) are optimal for formally representing knowledge domains" [Es16].

2.4 Linked Data, Competency Data Formats and Alignment

In line with the vision of a semantic web of linked, machine-readable data, several data format standards for defining competency frameworks exist, e.g. CTDL [KSS17] and CASE [1E22]. Using web-based competency repositories, such as the open-source competency management software CaSS (Competency and Skills Service), competency frameworks and competencies can be distributed using their unique URI, which "enables training and talent management systems to reference and apply the same competencies" and have shared understanding of them [Ro20]. Similarly, specifications such as LRMI [BC15] and AMB [Ko22] exist for the description of learning resource meta-data as part of the semantic web, aiming to improve the shareability of learning resources. In order to use learning resources for the development of competencies (e. g. in AL environments), both need to be aligned [Ro20]. In the semantic web, this is only a matter of linking data. AMB, for example, provides meta-data fields like "assesses", "competencyRequired" and "teaches" for referencing competencies using their URIs [Ko22].

3 Method and Results

The competency framework was created iteratively, starting with the formulation of design principles, followed by multiple prototypes created using different software.

3.1 Design Principles

As evident from the theoretical backgrounds, the concept of competency is vague, leaving a lot of choice in the design of competency frameworks. In ECAF, for example, proficiency levels of a competency are treated as though they are separate competencies, which results in each level having "its own set of child competencies and its own set of relations to other competencies" [Ro21]. This treatment shows that the distinction between (sub)competencies and proficiency levels is blurry. Following, the term *competency* will thus serve as an umbrella term for all of these: competency, sub-competency, competency field / cluster, learning outcome and a competency's proficiency levels.

The purpose of the competency framework for Naïve Bayes is to provide information for various aspects of the upcoming AL environment. With competency statements being a description of the domain, the framework should act as a central part of the domain model and guide the creation of learning resources. Competency statements will be used by learners for goal-setting, self-evaluation and progress-monitoring [SNA09]. Both general competencies (e.g. "Conditional Probability") and specific competencies (e.g. "Calculate Conditional Probability of 2 Events") may be displayed to the user. The competency framework will also be used in the instructional model, as recommendation algorithms like CbKST use semantic relationships such as "requires" / "is based on" between competencies to create personalized learning paths [RKA13]. Formative assessments play a key role for updating learner models in AL environments [DL21]. The competency framework thus holds viable information for the assessment design, e.g. within the competency statements or in the form of semantic relationships between competencies (e.g. rollup rules for calculating competency measures from sub-competencies [Os06]).

Subjective terms and clustering in competency frameworks hinder the validity, reliability and reusability of such frameworks. The use of proficiency levels with widely interpretable terms like "beginner", for example, has been critiqued for their inconsistency and context-specificity [Da19]. As every kind of model is the result of inherently subjective activities (e.g. simplification) and created from a certain point of view, "objectivity" must generally be achieved by social agreement [Pi18]. We thus argue that in order to fulfil the potential of reusability, while still addressing the pragmatic needs of AL environments a layered approach to competency modelling should be followed. This means that a competency framework is a composite of multiple frameworks ("layers") merged using graph operations: from more agreeable information (e.g. competency statements and prerequisite relationships) to more context-specific application-oriented information (e.g. proficiency levels), effectively allowing a separate distribution and re-use of this information. Based on the considerations above, the following design principles for the creation of competency frameworks for AL environments were formulated:

Formulation of competency statements: (1) Specific competency statements should be written using the ABCD (audience, behaviour, condition, degree) method, in which a topic/concept is combined with an action verb (B=behaviour) and a measurable performance objective (D=degree) [CH10]. Action verbs can be taken from Bloom's taxonomy as proposed in [KHR07]. Note that Bloom's taxonomy levels are not a measurement of proficiency but a classification of cognitive complexity [AKB01]. Nonetheless, the advantage of these verbs lies in their widespread use in education and their original intent of providing a certain specificity and measurability [NDP20]. More general competencies (e.g. competencies that subsume / group others) are described using topics / concepts alone. At this stage, competency statements should be monolithic, though constructing statements themselves semantically via hyper graphs as in [Da20b] should be an area of further research. (2) Vague proficiency levels (e.g. "beginner") should be avoided. The basic idea of dividing the measurable performance of a competency into sub-competencies along a proficiency scale though is valuable. Thus, performance criteria should be added directly as the D for degree part of the statement.

Framework structure and relationships: (3) Following the layered approach, the framework should be constructed in the form of multiple subgraphs. (4) The core graph contains the specific competency statements (e.g. "Calculate conditional probability of 2 Events"), grouped by more general competencies (e.g. "Conditional Probability") using subsumption and part-of relationships, effectively dividing the domain into subdomains. This graph should have the highest reusability across different usage contexts. (5) The learning path graph additionally links the competencies of the core graph using prerequisite relationships such as "requires", "is based on" or "desires". (6) Other subgraphs are more specific to the requirements of the respective AL environment. The learning progression graph, for example, groups competencies into progression levels (e.g. "beginner" and "advanced"), which are mainly used for learner (self-)monitoring. Despite the similarity to proficiency levels, the term progression level is used here to denote the subjectivity of this grouping. (7) The measurement graph may add assessment information by adding more granular sub-competencies and the aforementioned rollup relationships.

The design principles stated above were revised according to the workshop discussions. The framework presented in the next chapter was designed using an older set of principles, which lacked the layered approach, resulting in a single competency framework mixing reusable competency statements and subjective groupings based on proficiency.

3.2 Iterative Approach

Principled assessment design methods like ECD and instructional design methods like ADDIE contain analysis and design phases, in which subject matter experts are involved [Br09, Al15], e.g. in the design of competency frameworks. For this project, the primary author, who is a computer scientist with experience in machine learning and teaching in higher education, takes on this role. The Naïve Bayes classifier was chosen as a domain, because it is a basic machine learning algorithm. For the extraction of competencies, various learning resources (e.g. machine learning books, online courses and video

tutorials) were reviewed and their structure (order of knowledge elements etc.) analysed. Knowledge elements were copied to a digital whiteboard and clustered according to topic.

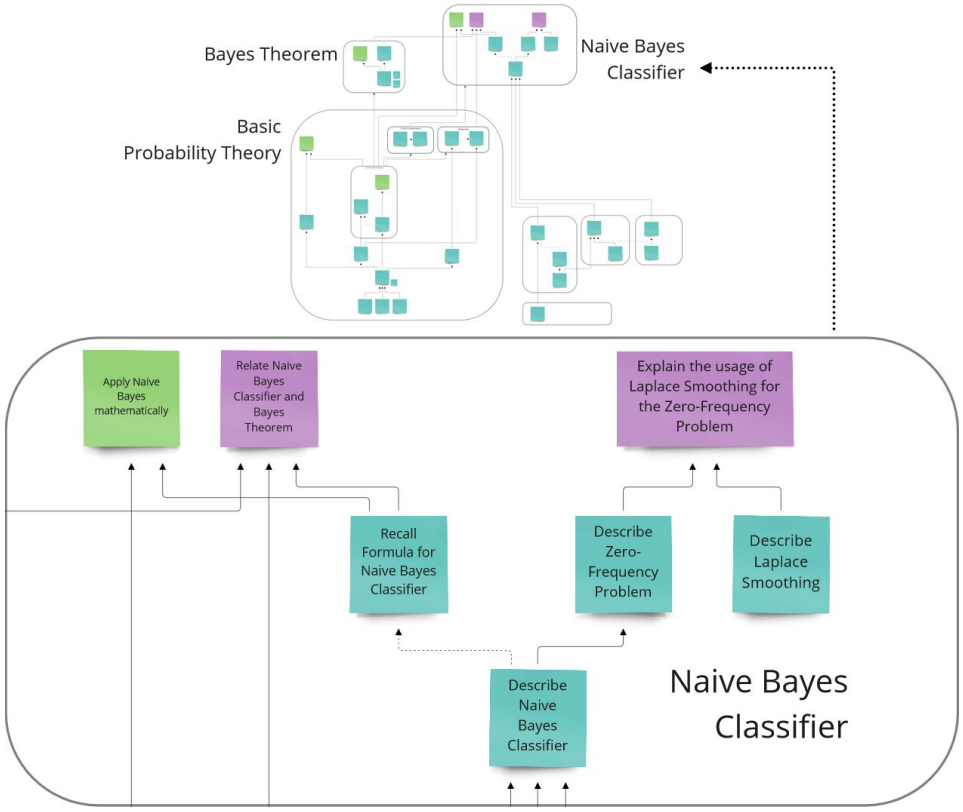


Figure 1: First iteration of the Naïve Bayes classifier competency framework in the form of a graph created with a digital whiteboard (top: overview, bottom: zoomed into upper rectangle). Boxes are color-coded by Bloom level (blue: remember, purple: understand, green: apply).

The creation of the competency framework followed an iterative approach. The first prototype was created using the digital whiteboard software Miro[3]. The graph was constructed from bottom to top, where competencies reference prerequisite competencies below them. To enhance readability, more general competencies that subsume others or have them as parts were defined as boxes around the more specific ones. The competencies were also color-coded in terms of their Bloom cognitive taxonomy level. Figure 1 shows an overview and a cutout of the digital whiteboard. It contains topics (general competencies) such as “Conditional Probability”, “Bayes theorem” or “Naïve Bayes Classifier”, specific competencies like “Define Conditional Probability”, “Relate Naïve Bayes Classifier and Bayes theorem” and “Apply Naïve Bayes Mathematically” as well

[3] Miro | Online Whiteboard for Visual Collaboration, https://miro.com

as the precedence relationships between such competencies. For the second iteration, the competencies and their relationships were modelled as linked data using the competency management software CaSS. In this iteration, progression and performance levels were added to the framework. Sub-competencies of topics like "Conditional Probability" were subjectively grouped into attainment levels from "beginner" to "expert" for progression tracking. Specific competencies were divided into sub-competencies according to performance levels. For Bloom verbs like "calculate" reusable performance scales (as proposed by [de07]) with multiple criteria were developed for better measurability (see Table 1). For the sake of readability, the competence statements used the level label as a reference to the performance level (e.g. "Calculate Conditional Probabilities of 2 Events: Beginner" references the row "beginner" in the table). At this level of granularity, the description of competency proficiency levels begins to merge with the assessment design of the tasks assessing these competencies. In order to not be overly task-specific, the terms used in the performance dimensions were designed to leave detailed rubrics up to the assessment designers, but are as such up to subjective interpretation. The competency framework for Naïve Bayes classifiers can be found online.[4]

Calculate Conditional Probabilities of 2 Events	Level Label	Correctness	Execution Time
The learner is able to calculate the conditional probabilities of two events, where the result is at least {Correctness} and the calculation takes a {Execution Time} execution time.	Uninformed	incorrect	long
	Beginner	sometimes correct	long
	Intermediate	mostly correct	medium
	Advanced	always correct	medium
	Expert	always correct	short

Table 1: Performance levels for a competency based on multiple performance criteria. A template string is used for creating the complete competency statement.

4 Discussion

The iterative design approach and the use of different design tools (Miro, CaSS) for the different iterations has proven useful in the creation of the framework. In the next iteration, the framework will be split according to the layered approach presented above. Following iterations must address the main drawback of the current iteration: its creation by a single author. In order to be valid and reliable, competency frameworks that truly provide a shared understanding of the domain should be socially constructed within a mutual process involving multiple subject matter experts [Da20, Ro20]. But even then, compromises will have to be made in order to reduce the complexity of human competence into a model [Pi18]. As an example, let us consider a competency that should only be taught once a certain level of competence was demonstrated for its prerequisite competency "Calculate Conditional Probability of 2 Events". Such a scenario requires a relationship between the

[4] https://gitlab.com/adaptive-learning-engine/naive-bayes/competency-framework

first competency and a sub-competency (performance level) of the second. But into how many sub-competencies should the required competency be divided and which of these should be referenced? Should sub-competencies target different performance criteria simultaneously as in Table 1 or should sub-competencies for all possible combinations of criteria exist, resulting in more specific "levels" to choose from? Is it better to use vague terms like "mostly correct" or measurable though arbitrarily chosen thresholds like "80% of the time correct"? In the authors' opinion, the assessment of competencies requires clearly defined, measurable competency statements, while the use of prerequisite relations for determining a learner's readiness for further learning does benefit from fuzzy descriptions (as 75% vs. 80% correctness may be negligible). While the authors have no answer on how to address such contradictory requirements, applying fuzzy graph theory [MMM18] to competency frameworks is a potential area of future research in this regard.

While the creation of the first competency framework prototype using a digital whiteboard enhanced the readability of the graph due to complete freedom in node positioning and grouping using boxes, the process of moving nodes and creating edges was tedious. Meanwhile, CaSS does not provide any graph visualization. Further research should be conducted on enhanced visual editing techniques specifically for competency frameworks.

The competency framework presented here will be an integral part of an adaptive learning environment teaching Naïve Bayes classifiers that is currently in development.

5 Conclusion

Digital competency frameworks contain valuable information for various aspects of adaptive learning environments. Distributing competency frameworks in the form of globally accessible, linked, open data as part of the semantic web allows the alignment of (open) educational resources with competencies (see 2.4). The semantic relationships between competencies (e.g. prerequisites) and between competencies and learning resources ("teaches", "assesses" etc.) provide the necessary information for creating customized learning paths in adaptive learning environments. Especially for assessing competencies and subsequently adapting the instruction in AL environments, competency frameworks need to divide the domain into granular sub-competencies. In order to provide a guiding example, we described the iterative process of creating a competency framework for the domain of Naïve Bayes classifiers, including the formulation of design principles, prototyping the framework in graph form on a digital whiteboard and modelling the meta-data as well as distributing the framework using the modelling software / repository CaSS.

Bibliography

[1E22] 1EdTech Consortium: Competencies and Academic Standards Exchange | IMS Global Learning Consortium. https://www.imsglobal.org/activity/case, accessed 29.09.2022.

[AKB01] Anderson, L. W.; Krathwohl, D. R.; Bloom, B. S.: A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing. A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. Longman, New York, London, 2001.

[Al15] Almond, R. G. et al.: Bayesian Networks in Educational Assessment. Springer, New York, NY, 2015.

[BBG20] Bruce, P. C.; Bruce, A.; Gedeck, P.: Practical Statistics for Data Scientists. 50+ essential concepts using R and Python. O'Reilly, Sebastopol, CA, 2020.

[BC15] Barker, P.; Campbell, L. M.: LRMI, Learning Resource Metadata on the Web. In (Gangemi, A. Hrsg.): Proceedings of the 24th International Conference on World Wide Web Companion. May 18 - 22, 2015, Florence, Italy. ACM, New York, NY, S. 687, 2015.

[Br09] Branch, R. M.: Instructional Design: The ADDIE Approach. Springer Science & Business Media, 2009.

[Ca20] Cavanagh, T. et al.: Constructing a Design Framework and Pedagogical Approach for Adaptive Learning in Higher Education: A Practitioner's Perspective. The International Review of Research in Open and Distributed Learning 1/21, S. 172–196, 2020.

[CH10] Carr, J. W.; Hardin, S.: The Key to Effective Assessment: Writing Measurable Student Learning Outcomes. Recreational Sports Journal 2/34, S. 138–144, 2010.

[Da19] Dahlmeyer, M. P.: Conditions, Requirements, and Guidelines to a Universal, Integrative Model of Digitally Operable Competence Representations. Gesellschaft für Informatik e.V.z, 2019.

[Da20a] Dahlmeyer, M. P.: Taxonomic Competence Modelling – Observations from a Hands-on Study and Implications for Modelling Strategies. Gesellschaft für Informatik e.V.z, 2020.

[Da20b] Dahlmeyer, M. P.: Semantic Competence Modelling – Observations from a Hands-on Study with HyperCMP Knowledge Graphs and Implications for Modelling Strategies and Semantic Editors. Gesellschaft für Informatik e.V.z, 2020.

[de07] de Coi, J. L. et al.: A Model for Competence Gap Analysis, 2007.

[DL21] Dunagan, L.; Larson, D. A.: Alignment of Competency-Based Learning and Assessment to Adaptive Instructional Systems. Springer, Cham, S. 537–549, 2021.

[Es16] Essa, A.: A possible future for next generation adaptive learning systems. Smart Learning Environments 1/3, S. 1–24, 2016.

[Fl13] Fleischer, J. et al.: Kompetenzmodellierung: Struktur, Konzepte und Forschungszugänge des DFG-Schwerpunktprogramms. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft S1/16, S. 5–22, 2013.

[Fo21] Forth, S.: What are skills? What are competencies? An update on the IEEE 1484.20.2 work on defining competencies. https://www.ibbaka.com/ibbaka-talent-blog/what-are-skills-what-are-competencies-an-update-on-the-ieee-148420-work, accessed 10.05.2022.

[HJN17] Henri, M.; Johnson, M. D.; Nepal, B.: A Review of Competency-Based Learning: Tools, Assessments, and Recommendations. Journal of Engineering Education 4/106, S. 607–638, 2017.

[KHR07] Kennedy, D.; Hyland, Á.; Ryan, N.: Writing and Using Learning Outcomes: A Practical Guide, 2007.

[KHR09] Kennedy, D.; Hyland, A.; Ryan, N.: Learning outcomes and competencies, 2009.

[Ko22] Kompetenzzentrum Interoperable Metadaten: Allgemeines Metadatenprofil für Bildungsressourcen (AMB). https://dini-ag-kim.github.io/amb/draft/, accessed 29.09.2022.

[KSS17] Kitchens, J.; Sutton, S. A.; Sheets, R. G.: Metadata for Improving Transparency in the Credentialing Marketplace: Proceedings of the 2017 International Conference on Dublin Core and Metadata Applications. Dublin Core Metadata Initiative, S. 88–90, 2017.

[LD10] Lokhoff, J.; Durkin, K.: A tuning guide to formulating degree programme profiles. Including programme competences and programme learning outcomes. Groningen and the Hague, Bilbao, 2010.

[MMM18] Mathew, S.; Mordeson, J. N.; Malik, D. S.: Fuzzy graph theory. Springer, Cham, 2018.

[Mu17] Mulder, M.: Competence Theory and Research: A Synthesis. In (Mulder, M. Hrsg.): Competence-based vocational and professional education. Bridging the worlds of work and education. Springer Verlag, Switzerland, S. 1071–1106, 2017.

[NDP20] Newton, P. M.; Da Silva, A.; Peters, L. G.: A Pragmatic Master List of Action Verbs for Bloom's Taxonomy. Frontiers in Education 5, 2020.

[NM22] Ng, A.; Ma, T.: CS229 Lecture Notes, 2022.

[Os06] Ostyn, C.: Proposed Draft Standard for Learning Technology — Simple Reusable Competency Map. IEEE, 2006.

[OW14] Oxman, S.; Wong, W.: White Paper: Adaptive Learning Systems. Integrated Education Solutions, S. 6–7, 2014.

[Pe22] Pelánek, R.: Adaptive, Intelligent, and Personalized: Navigating the Terminological Maze Behind Educational Technology. International Journal of Artificial Intelligence in Education 1/32, S. 151–173, 2022.

[Pi18] Pierazzo, E.: How subjective is your model? In (Flanders, J.; Jannidis, F. Hrsg.): The Shape of Data in Digital Humanities. Modeling Texts and Text-Based Resources. Routledge, London, S. 117–132, 2018.

[RKA13] Reimann, P.; Kickmeier-Rust, M.; Albert, D.: Problem solving learning environments and assessment: A knowledge space theory approach. Computers & Education 64, S. 183–193, 2013.

[Ro20] Robson, R. et al.: Competency Framework Development Process Report. Eduworks Corporation Corvallis United States, 2020.

[Ro21] Robson, E. et al.: An Experiential Competency Application Framework. In (Sottilare, R. A.; Schwarz, J. Hrsg.): Adaptive Instructional Systems. Adaptation Strategies and Methods. Springer International Publishing, Cham, S. 121–134, 2021.

[SNA09] Steiner, C. M.; Nussbaumer, A.; Albert, D.: Supporting Self-Regulated Personalised Learning through Competence-Based Knowledge Space Theory. Policy Futures in Education 6/7, S. 645–661, 2009.

[SS20] Shemshack, A.; Spector, J. M.: A systematic literature review of personalized learning terms. Smart Learning Environments 1/7, 2020.

[ST03] Shute, V.; Towle, B.: Adaptive E-Learning. Educational Psychologist 2/38, S. 105–114, 2003.

[vB03] van der Klink, M. R.; Boon, J.: Competencies: the triumph of a fuzzy concept. International Journal of Human Resources Development and Management 2/3, S. 125, 2003.

[VDC11] Vandewaetere, M.; Desmet, P.; Clarebout, G.: The contribution of learner characteristics in the development of computer-based adaptive learning environments. Computers in Human Behavior 1/27, S. 118–130, 2011.

Erstellung eines NLP-basierten Editors mit Qualitätsindikatoren und Änderungsvorschlägen für Kompetenzbeschreibungen

Ludwig Loth[1] und Johannes Konert[2]

Abstract: Um Lernenden die potenziell zu erlangenden Kompetenzen einer Lehrveranstaltung zu vermitteln, sind hochwertige, einfach zu verstehende und unmissverständliche Kompetenzbeschreibungen vorteilhaft. In der Praxis sind solche Beschreibungen nicht immer von guter Qualität. Im Rahmen des beschriebenen Forschungsprojektes wurde ein Editor entwickelt, welcher mittels Natural Language Processing eine Echtzeitanalyse der eingegebenen deutschsprachigen Kompetenzformulierungen durchführt. Basierend auf der Analyse und zuvor ermittelten Regeln kann der Editor Rückmeldung geben und den Benutzer*innen Hinweise zu Verbesserungsmöglichkeiten anzeigen. Es werden zuvor definierte Schlüsselwörter markiert und kategorisiert, um den Benutzer*innen zu zeigen, inwieweit ihre Beschreibung Wörter und ganze Sätze enthält, die ausgetauscht, verbessert oder weggelassen werden sollten. Über alle Sätze hinweg erfolgt eine prozentuale Qualitätsbewertung (und Anzeige), welche die auf den Text angewendeten Regeln zusammenfasst, um die Qualität mehrerer Formulierungen und Varianten vergleichbar zu machen.

Keywords: Natural Language Processing, Kompetenzbeschreibungen, Webeditor, Lernziele

1 Einleitung

Kompetenzbeschreibungen und Lernziele sind ein wichtiges Werkzeug in der Lehre und werden beispielsweise in Modulbeschreibungen akademischer Einrichtungen genutzt, um den möglichen Teilnehmenden den Inhalt, die angestrebte Kompetenzvermittlung sowie die dazu angedachte Prüfungsform näher zu bringen. Die Erstellung und Nutzung von Lernzielen und Lernzielbeschreibungen ist ein integraler Bestandteil eines hochwertigen und nachhaltigen Lehrangebotes. Lernziele werden in diesem Beitrag als messbare und in Taxonomiestufen strukturierbare Ausprägungen von Kompetenzen verstanden [Kl03], wobei der Kompetenzbegriff nach Weinert zugrunde gelegt wird [We01].

Kompetenzbeschreibungen können teils fehlerhaft, ungenau und schwer verständlich geschrieben sein. Das ist auf verschiedene Faktoren zurückzuführen. So sind die Erstellenden der Texte nicht zwingend darin ausgebildet solche Beschreibungen korrekt zu verfassen und könnten diese mit unterstützenden Werkzeugen in höherer Qualität

[1] Hochschule Fulda, Fachbereich Angewandte Informatik, Leipziger Straße, 123, 36039 Fulda
ludwig.loth@informatik.hs-fulda.de
[2] Hochschule Fulda, Fachbereich Angewandte Informatik, Leipziger Straße, 123, 36039 Fulda
johannes.konert@informatik.hs-fulda.de, https://orcid.org/0000-0003-0022-535X

doi: 10.18420/delfi2022-ws-32

entwickeln. Durch eine geführte Erstellung könnte sich ein gewisses Maß an Ressourcen einsparen.

Ziel der diesem Beitrag zugrunde liegenden Forschungsarbeit ist es, Verfassende von Lernzielformulierungen und/oder Kompetenzformulierungen eine bessere Erfahrung bei der Erstellung zu bieten und damit die Qualität der Kompetenzbeschreibungen zu erhöhen.

Zu diesem Zweck wurde ein Texteditor implementiert. Dieser unterstützt die Benutzer*innen in Echtzeit, Texte gemäß den empfohlenen Regeln in deutscher Sprache zu erstellen. Ein solches Werkzeug ist zum Zeitpunkt der Erstellung der Arbeit nicht verfügbar. Besonders einen Editor, welcher die deutsche Sprache unterstützt und durch Natural Language Processing (NLP) eine tiefe Analyse durchführt. Das Forschungsfeld NLP fokussiert sich zumeist auf die englische Sprache und somit sind wenige Werkzeuge für die deutsche Sprache im Umlauf.

2 Aktueller Stand der Forschung und verwandte Arbeiten

Editoren für das unterstütze Erstellen von Kompetenzbeschreibungen sind bisher ein wenig erforschtes Feld. Insbesondere deutschsprachige Werkzeuge lassen sich in der Literatur nicht finden. Das Erstellen von Lernzielen in englischer Sprache wird von einigen Anwendungen unterstützt. Diese basieren auf den Taxonomiestufen von B. Bloom [BCE64]. Literatur, welche sich mit der Erstellung deutschsprachiger Editoren oder Software beschäftigt, ist ebenfalls nicht zu finden. Die im Rahmen der Recherche zu dieser Forschungsarbeit gefundenen verwandten Arbeiten werden im Folgenden kurz erläutert.

2.1 Lernzieleditoren

Bei Easygenerator [Ea22b] handelt es sich um einen proprietären Editor. Der Hersteller bietet eine webbasierte Demoversion [Ea22a]. Die Software beschränkt sich auf die Erstellung von Lernzielen. Beim Einstieg werden die Nutzer*innen gebeten, einen Lernenden so genau wie möglich zu beschreiben. Dann wählen die Benutzer*innen die Taxonomiestufe und eines der dort vorgeschlagenen Verben aus. Anschließend sollten die Benutzer*innen die Aufgabe sowie das Ziel beschreiben, welches vom Lernenden erreicht werden soll. Abschließend erfolgt die Angabe der Voraussetzungen, unter denen Lernende die Aufgabe zu erfüllen haben. Während des gesamten Prozesses werden den Benutzer*innen kleine Hilfsinformationen angeboten. Diese erscheinen in Form von kurzen Beispielteilsätzen oder erklärenden Tooltipps. Eine aktive Hilfestellung wird nicht aufgeführt.

Das Objective Builder Tool [Ce16] der University of Central Florida ist unter der Open-Source Lizenz MIT[3] verfügbar. Das Programm kann im Browser eingesetzt werden. Die Software bietet einen schrittweisen Prozess für die Erstellung messbarer Lernziele im

[3] https://opensource.org/licenses/MIT, Stand: 24.06.2022

kognitiven, affektiven oder psychomotorischen Bereich. Die Benutzer*innen werden durch einen Erstellprozess geführt, welcher zunächst die Bedingung und die Zielgruppe für das Lernziel erfragt. Als weiterführenden Schritt wählen die Benutzer*innen die Domäne sowie die Höhe der Taxonomiestufe und ein entsprechend passendes Verb aus. Diese Möglichkeiten sind vorgegeben und es ist nicht realisierbar, eigene Ideen einfließen zu lassen. Hilfestellung bittet das Werkzeug über die Dauer des gesamten Prozesses. Erreichbar ist diese durch einen Klick auf ein Ausrufezeichen oder wird neben den Eingabefeldern als Beispiel aufgeführt. Die Benutzer*innen können nur Textbausteine anlegen und keinen Freitext eingeben oder diesen von anderer Stelle aus einfügen.

Das E-Assessment-Literacy Tool von Andreas Thor und der Universität Leipzig wurde in zwei Versionen veröffentlicht: EAs.LiT [Th16] und EAs.LiT v2 [Th21]. Erstere ist nicht mehr abrufbar. Es existiert nur noch eine Übersichtsseite, auf der die Funktionsweise erläutert wird. Die zweite Version wird von einem Team von Entwickelnden betrieben und der Quellcode ist auf mehreren Gitlab-Seiten[4] abrufbar. Diese Iteration des Tools ist weitaus komplexer gestaltet als bei den anderen oben vorgestellten Werkzeugen und bietet Funktionen, die für das Erstellen von Lernzielen nicht von Nöten sind. Den Benutzer*innen wird kaum Hilfestellung gegeben, Lernziele zu formulieren. Die Benutzer*innen sollten diese in Eigenregie in einem Volltexteditor eingeben und speichern. Das Tool unterstützt die Benutzer*innen, die Kompetenzen, Lernziele und Domänen zu organisieren und in die jeweilige Fachkompetenz einzuordnen.

2.2 Zusammenfassung

Die vorgestellten Werkzeuge und Editoren weisen alle eine ähnliche Mechanik der Erstellung von Kompetenzbeschreibungen auf. Benutzer*innen werden anhand eines stufenweisen geführten Formulars beim Erzeugen einer Lernzielbeschreibung unterstützt. Die Benutzer* innen können nur eingeschränkt Freitext eingeben und die Hilfestellung ist entweder kaum bis gar nicht vorhanden oder nur eingeschränkt. Eine dynamische Hilfestellung basierend auf den Eingaben der Benutzer*innen wird bei keinem der aufgeführten Werkzeuge verwendet. Nur das EAs.LiTv2 bietet die Möglichkeit, deutsche Texte einzugeben. Dabei zeigt es keinerlei Hilfestellung oder Hinweise für das korrekte Schreiben einer Kompetenzbeschreibung.

3 Definitionen, Grundlagen und Hintergründe

Da eine einheitliche Definition für den Kompetenzbegriff nicht ausfindig gemacht wurde, bezieht sich diese Arbeit auf die Definition nach Weinert [We01]. Laut dieser umfassen Kompetenzen: Wissen, Können, sowie motivationale und soziale Aspekte. Kompetenzen werden im Verlauf des Bildungsprozesses von Lernenden erworben und können später nachgewiesen werden. So ist es der Person möglich, unterschiedliche wissenschaftliche Problemstellungen zu bewältigen. Für den Nachweis von Kompetenzen werden

[4] https://gitlab.com/Tech4Comp?filter=eas.lit, Stand: 24.06.2022

beobachtbare Handlungen der betroffenen Person in den Vordergrund gerückt. Basierend darauf ist es möglich, bestimmte Lernziele zu entwickeln, die sich anhand des Nachweises einer Kompetenz erstellen lassen. [Kl03]

Lernziele können Niveaustufen zugeordnet werden, welche anhand von Lernzieltaxonomien beschrieben werden können. So lässt sich der Nachweis einer Kompetenz klassifizieren. Jede Niveaustufe zeigt die Fähigkeit eines Lernenden, die beschriebenen Problemstellungen zu bewältigen. Diese Stufen lassen sich nach der kognitiven Taxonomie von B. Bloom [BCE64] abbilden. Dabei können den einzelnen Stufen bestimmte Verben zugeordnet werden, welche bei der Beschreibung von Kompetenzen die Tätigkeit des Lernenden umschreiben. Nach Abschluss dieser Tätigkeit kann der Lernende ein messbares Ergebnis vorweisen, welche durch das beschreibende Verb erbracht worden ist.

Für die in diesem Beitrag beschriebene Forschungsarbeit und den entwickelten Prototypen wurde eine vorgefertigte Liste der Technischen Universität Hamburg an Verben bzw. Schlüsselwörter verwendet. Diese Verben sind bereits den unterschiedlichen Taxonomiestufen zugeordnet [In19].

Durch Natural Language Processing, wird das maschinenbasierte Verarbeiten und Erfassen von natürlicher Sprache ermöglicht. Unter Nutzung von Algorithmen und Regeln werden verschiedenste sprachwissenschaftliche Methoden und Ergebnisse zusammengeführt und mithilfe von Maschinellen Lernen verarbeitet. Vorrangig wird diese Technologie für die Kommunikation zwischen Menschen und Computern genutzt. Um unterschiedliche Geräte oder Software beispielsweise mit der menschlichen Sprache zu steuern. Es besteht des Weiteren die Möglichkeit, die Ergebnisse der Analyse durch ein NLP-Programm für andere Projekte zu nutzen. [GLZ17]

4 Konzeption, Implementierung, Umsetzung und Ergebnisse

4.1 Anforderungen an den Editor

Basierend auf den Erkenntnissen der Recherche über verwandte Arbeiten in Bezug auf Freitexteditoren zur Erstellung von Kompetenzbeschreibungen und Lernzielen wurden folgende Anforderungen für den Editor definiert. Aufgrund des Prototypenstatus wurden die Anforderungen nicht in funktionale und nicht funktionale unterteilt.

- *Volltexteditor:* Freitext in das Eingabefeld eintippen ohne Einschränkungen. Text einfügen aus anderen Quellen ist ohne Formatierungsbruch möglich.
- dauerhafte und konstruktive Hilfestellung für Nutzer: Während der Texteingabe sollte den Benutzer*innen dauerhaftes Feedback in nahezu Echtzeit angezeigt werden. Die Hilfestellung sollte in zwei Kategorien unterteilt sein:

  - statische Hilfstexte, welche für die Benutzer*innen jeder Zeit abrufbar sind und die entsprechenden Oberflächenelemente und Bereiche der Software erklären
  - direktes und dynamisches Feedback, was den Benutzer*innen basierend auf dem eingegebenen Text angezeigt wird und kontextuelle Verbesserungsvorschläge für die Kompetenzbeschreibung bereitstellt.
- *unverbindliche Bewertung und Analyse des Textes:* ein dynamischer Zahlenwert, welcher anhand von festgelegten und kommunizierten Regeln und basierend auf den empfohlenen Verben der jeweiligen Taxonomiestufe sowie der Gesamtzahl der Sätze errechnet wird
- *einfache Zugänglichkeit:* die Software wird mit Webtechnologien entwickelt, sodass diese in jedem handelsüblichen Browser aufrufbar ist.

4.2 Konzeption und Implementierung

Basierend auf der vorangegangenen Recherche, Anforderungsanalyse und Sondierung von Freitexteditoren wie der vom Grammatiktool Grammarly [Gr22] wurde ein Konzept für den Editor erstellt. Abb. 1 zeigt den Aufbau und Struktur der Hauptseite. Der Volltexteditor für die Kompetenzbeschreibung befindet sich zentral in der Mitte der Applikation. Darunter wird die Wertung des Textes angezeigt, sodass die Benutzer*innen stets darüber informiert sind, wie der Text basierend auf dem Regelwerk bewertet wird. Außerdem werden dort detaillierte Informationen über die Errechnung des Wertes bereitgestellt. Auf der rechten Seite befindet sich eine Spalte, in der das dynamische Feedback angezeigt wird. Basierend auf der Eingabe werden dort verschiedene Kacheln angezeigt, die Vorschläge und Hinweise auf die aktuelle Kompetenzbeschreibung liefern. In allen genannten Bereichen befindet sich ein i-Symbol, welches beim Klick einen Dialog öffnet. Dieser liefert den Nutzer*innen weitergehende Informationen, speziell über den entsprechenden Bereich der Software in dem sich dieses Symbol befindet.

Die Anwendung ist als Client-Server Architektur umgesetzt. Das Frontend wird mit den TechnologienVue.js [Yo22], Vuetify [Vu22] und Dexie.js [Fa22] implementiert. Im Frontend wird unter anderem die Berechnung der Bewertung, das Hervorheben der entsprechenden Schlüsselwörter sowie das Koordinieren der dynamischen Hilfestellung bewerkstelligt. Das Backend wird mit der Hilfe von Docker [Do22] in einem Container präsentiert und die sprachverarbeitende Logik der Natural Language Processing wird durch die Software spaCy [Ex22] bereitgestellt. Dockercontainer ermöglichen es, durchwenig Interaktion ein portables, sofort einsatzfähiges und komplexes Softwarepaket zu installieren und bereitzustellen.

Ein auf Dockerhub und Github veröffentlichter Container beinhaltet eine aktuelle Version von spaCy, welche mit einem bereits in Deutsch vortrainierten Modells aufwartet. Gleichzeitig ist eine API basierend auf einem Python Server integriert. So lassen sich von einem externen Punkt die Ergebnisse der Textanalyse abfragen und anstoßen [Ba21].

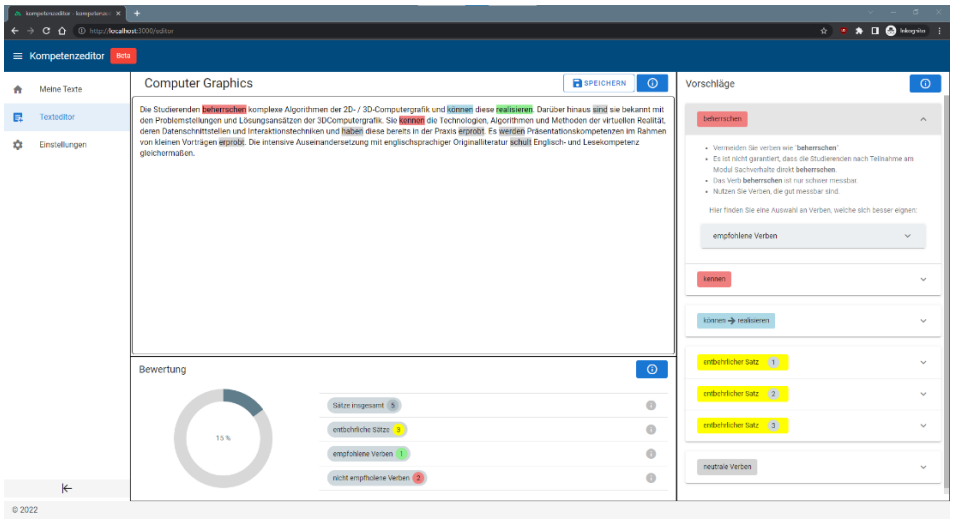


Abb. 1: Aufbau des Kompetenzeditors

Die Bewertung B der Kompetenzbeschreibung zeigt den Benutzer*innen, wie der Editor unter Betrachtung der Vorschläge den Text analysiert und insgesamt einschätzt. Es handelt sich um einen prozentualen Richtwert für eher unerfahrene Benutzer*innen, der wie folgt gebildet wird.

$$B = \left(1 - \left(\frac{N_{\{entbehrlicheSaetze\}} * \frac{3}{4}}{N_{\{Saetze\}}} + \frac{N_{\{nichtEmfpholeneVerben\}}}{N_{\{Saetze\}}}\right)\right) * 100\%$$

Ein Satz ist als entbehrlich deklariert, wenn dieser kein Verb aus der Liste der empfohlenen Verben enthält. Die Annahme ist, dass diese Sätze keine Kompetenz- oder Lernzielformulierungen enthalten. Die Liste nicht empfohlener Verben wurde prototypisch auf Basis der Hinweise aus [In19] und [CJ15] erstellt und umfasst die zu vermeidenden Verben *wissen*, *verstehen* und ähnliche, welche aufgrund der schweren Messbarkeit als vermeidbar gelten.

4.3 Umsetzung

Auf der Startseite des Editors finden Benutzer*innen alle bereits von ihnen zuvor angelegten Texte. Es werden Informationen wie Erstellungsdatum, die momentane Bewertung, die Anzahl der Sätze und eine eindeutige Nummer dargestellt. Von diesem Punkt aus lassen sich die jeweiligen Kompetenzbeschreibungen aufrufen und löschen. Außerdem ist es möglich, einen komplett neuen Text anzulegen. Durch einen Klick auf eine der Kacheln werden die Benutzer*innen auf die zentrale Seite der Anwendung weitergeleitet. Hier kann der soeben ausgewählte Text angepasst oder ein neuer eingegeben werden. Dabei werden mit einer Sekunde Verzögerung die entsprechenden

Schlüsselwörter gemäß der Taxonomiestufen hervorgehoben, und auf der rechten Seite werden dynamisch Vorschläge für die Verbesserung des Textes angeboten, wie in der Abbildung (Abb. 1) dargestellt.

Vorschläge werden durch entsprechende Boxen angezeigt, die die Benutzer*innen darauf hinweisen, dass der Text an bestimmt en Stellen verbessert werden kann. Dabei kongruieren die Farben, mit welcher die Wörter im Text hervorgehoben sind mit den Farben in der Vorschlagsbox. Die Wörter werden in der jeweiligen Box wiederholt aufgegriffen. Auf der Abbildung (Abb. 2) ist dies für ein nicht empfohlenes Verb dargestellt. Entbehrliche Sätze werden in Gelb angezeigt. Diese enthalten keine der empfohlenen oder der nicht empfohlenen Verben. Diese Kriterien wirken sich negativ auf die Gesamtbewertung des Textes aus (siehe Kap. 4.2).

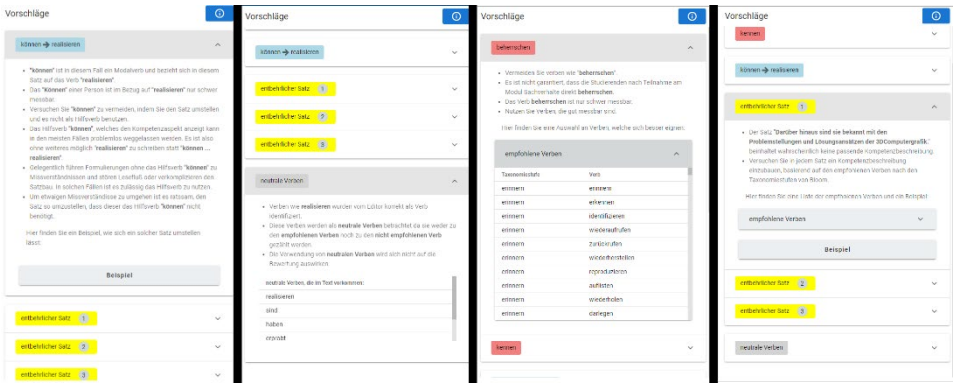


Abb. 2: Hilfestellungen für (v.l.n.r.):
Hilfsverb *können*, neutrale Verben, nicht empfohlenes Verb, entbehrlicher Satz

Neutrale Regeln wirken sich nicht auf die Bewertung des Textes aus und sind rein informativer Natur, da die Möglichkeit besteht, dass diese Schlüsselwörter von den Benutzer*innen mit einer bestimmten Intention verwendet worden sind. Auf der Abbildung Abb. 2 ist eine besondere Regel in Hellblau zu sehen. Das Hilfsverb *können*, welches sich auf ein anderes Verb bezieht, kann in einer Kompetenzbeschreibung gestrichen werden, da es den Lesefluss unterbricht und zu Missverständnissen führen kann. Jedoch ist die Formulierung mit diesem Hilfsverb weder grundlegend falsch, noch wird sie in der Literatur empfohlen [CJ15].

5 Fazit und Ausblick

Das angestrebte Ziel der diesem Beitrag zugrundeliegenden Forschungsarbeit ist ein webbasierter Kompetenzformulierungseditor, welcher es Benutzer*innen ermöglicht, korrekte Kompetenzbeschreibungen in schriftlicher Fließtextform zu konstruieren. Durch Recherche über ähnlich geleitete Projekte und Applikationen konnte ein Anforderungsprofil erstellt werden. Die Erhebung über NLP-gestützte Software war erfolgreich und notwendig, sodass eine geeignete Auswahl getroffen werden konnte, welche die deutsche Sprache unterstützt. Im Ergebnis dieser Arbeit kann die Software spaCy für den Einsatz solcher Textanalysen und Verarbeitungen empfohlen werden.

Das größte Hindernis bereitet nicht die Verarbeitung der NLP-Ergebnisse, sondern die dynamische Anzeige mitsamt den Hervorhebungen im Volltexteditor. Diese Funktion ist in der aktuellen Version noch nicht fehlerfrei. Die Erkennung der Schlüsselwörter und der damit verbundenen Errechnung der Bewertung hingegen ist funktionsfähig und war in allen Testfällen korrekt. Die Erkennung auf die Beendigung eines Satzes kann ebenfalls noch fehlerbehaftet sein. Das kann auf das vortrainierte Textmodell von spaCy zurückzuführen sein. Diesen Umstand gilt es in anschließenden Arbeiten zu evaluieren.

Insgesamt lässt sich sagen, dass das Ziel, einen Kompetenzeditor mit dynamischen kontextbasierten Hilfestellungen zu implementieren, mit einer nutzbaren ersten Version erfüllt wurde. Die so entstandene Anwendung kann eine Grundlage für weitere Projekte darstellen. Die aktuelle Version sollte zunächst durch Experten evaluiert werden und entsprechend dem Ergebnis verbessert werden. Darüber hinaus ist es sinnvoll, eine nutzerbasierte Evaluation durchzuführen, um Bedienungsprobleme zu identifizieren.

Die Benutzer*innen sollten in fortgeschritteneren Versionen noch mehr Feedback erhalten. Es wäre denkbar, dass Schlüsselwörter mit besseren vorgeschlagenen Alternativen per Buttonklick ausgetauscht werden können und das direkte Hilfestellungen im Text durch ein Tooltipp an dem entsprechenden Wort erscheinen. Durch eine Exportfunktion für die Kompetenzbeschreibungen könnten diese in Kompetenzdatenbanken miteinander verknüpft werden oder in bereits vorhandene Systeme integriert werden. Der Editor könnte um eine alternative Darstellung erweitert werden, welche für Benutzer*innen geeignet ist, die keine Erfahrung mit dem Erstellen von Lernzielen und Kompetenzbeschreibungen haben. Diese könnte in Form eines schrittweise auszufüllenden Formulars mit vorgefertigten Bausteinen implementiert werden, ähnlich zu den Anwendungen, die in Kap. 2 vorgestellt werden, jedoch mit einem größeren Umfang und der bereits implementierten NLP-basierten Hilfestellungen. Eine wünschenswerte Erweiterung wäre es, die Kompetenzen aus den Beschreibungen per NLP automatisiert herauszufiltern und einer Domäne zuzuordnen. So könnte jeder Text in eine weitere Datenbank gespeist werden und mit anderen Kompetenzen dieser Domäne verglichen oder automatisch um Vorschläge aus anderen Texten ergänzt werden. Die Verbesserung der Erkennung mit NLP ist angebracht und notwendig, so dass Schlüsselwörter auch in abgewandelter, konjugierter und weiterer abweichender Form von der Software analysiert werden können.

Literaturverzeichnis

[Ba21] Baltazar, B.: Ready-to-use Docker images for the spaCy NLP library. 2021, https://github.com/bbieniek/spacy-api-docker, Stand: 14.06.2022.

[BCE64] Bloom, B. S.; of College, C.; Examiners, U.: Taxonomy of educational objectives. Longmans, Green New York, 1964.

[Ce16] Center for Distributed Learning, University of Central Florida: objective builder tool, 2016, https://cdl.ucf.edu/teach/resources/objectivebuilder-tool/, Stand: 14.06.2022.

[CJ15] Cursio, M.; Jahn, D.: Formulierung kompetenzorientierter Lernziele auf Modulebene. Fortbildungszentrum Hochschullehre, S. 2, 2015, https://www.nat.fau.de/files/2015/12/03-Leitfaden-Leitfaden-zur-Formulierung-kompetenzorientierter-Lernziele-auf-Modulebene-NatFak-und-FBZHL.pdf/, Stand: 14.06.2022.

[Do22] Docker Inc.: Docker, 2022, https://docs.docker.com/, Stand: 14.06.2022.

[Ea22a] Easygenerator: Easygenerator, 2022, https://learning-objectives.easygenerator.com/, Stand: 14.06.2022.

[Ea22b] Easygenerator: Easygenerator Website, 2022, https://www.easygenerator.com/, Stand: 14.06.2022.

[Ex22] Explosion: spaCy-Industrial-Strength Natural Language Processing, 2022, https://spacy.io/, Stand: 14.06.2022.

[Fa22] Fahlander, D.: Dexie-A Minimalistic Wrapper for IndexedDB, 2022, https://dexie.org/, Stand: 14.06.2022.

[GLZ17] Goldberg, Y.; Liu, Y.; Zhang, M.: Neural Network Methods for Natural Language Processing. 37/, S. 1–2, 2017.

[Gr22] Grammarly Inc.: Grammarly, 2022, https://www.grammarly.com/, Stand: 15.06.2022.

[In19] Institut für Technische Bildung und Hochschuldidaktik (G-3): Verben zur Formulierung von Kompetenzbeschreibungen: 2019, https://www3.tuhh.de/itbh/kompetenzcheck/kompetenzcheck-hilfe/media/Verben_fuer_Kompetenzbeschreibung.pdf, Stand: 15.06.2022.

[Kl03] Klieme, E. et al.: Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Eine Expertise. Bonn, Berlin: BMBF, 2003.

[Th16] Thor, A.: E-Assessment-Literacy Tool, 2016, http://andreasthor.github.io/eal/, Stand: 14.06.2022.

[Th21] Thor, A.: E-Assessment-Literacy Tool v2, 2021, https://frontend.easlit.aksw.org/, Stand: 14.06.2022.

[Vu22] Vuetify: Material Design Framework, 2022, https://vuetifyjs.com/en/, Stand: 14.06.2022.

[We01] Weinert, F. E.: Vergleichende Leistungsmessung in Schulen-eine umstrittene Selbstverständlichkeit, Beltz, S. 17-32, 2001.

[Yo22] You, E.: Vue-The Progressive JavaScript Framework, 2022, https://vuejs.org/, Stand: 14.06.2022.

Modellierung und Anerkennung von Kompetenzen im Forschungsdatenmanagement (FDM). Ein FDM Kompetenzrahmen mit Open Badges zum Einsatz in didaktischen Szenarien.

Ilona Buchem [1]

Abstract: Das Forschungsdatenmanagement (FDM; engl. Research Data Management, RDM) gewinnt als ein informationswissenschaftliches Praxisfeld kontinuierlich an Bedeutung. Das Management von Forschungsdaten, z. B. in Forschungsprojekten, Bibliotheken, beinhaltet vielfältige Arbeitsschwerpunkten mit Aufgaben zur systematischen Erschließung von Daten. Diese umfassen u. a. generische Aufhaben im Bereich der Entwicklung und im Betrieb von Infrastrukturen, sowie disziplinspezifische Aufgaben aus den betroffenen Fachwissenschaften. Zur Bearbeitung von diesen Aufgaben werden verschiedene Kompetenzen benötigt. Im Vergleich zu den herkömmlichen Datenlebenszyklus- und Rollenmodellen im FDM, sind die vorhandenen Ansätze zur Modellierung und Anerkennung von Kompetenzen im FDM aufgrund ihrer hohen Komplexität und des großen Umfangs nur schwer in didaktischen Kontexten einsetzbar, z. B. als Grundlage für die Entwicklung von Ausbildungsangeboten. Dieser Beitrag stellt einen vereinfachten und dadurch praktikableren Ansatz zur Modellierung und Anerkennung von Kompetenzen im FDM aus dem EU-Projekt OBERRED (Open Badge Ecosystem for the Recognition of Skills in Research Data Management & Sharing). Im Projekt OBERRED wurde ein FDM Kompetenzrahmen mit acht Kompetenzbereichen und insgesamt 22 Open Badges zur Anerkennung von einzelnen Kompetenzen entwickelt, mit dem Ziel, die Planung von didaktischen Maßnahmen im FDM zu erleichtern. Dieser Beitrag stellt den methodischen Ansatz bei der Entwicklung des Kompetenzrahmens mit Open Badges und formuliert Handlungsempfehlungen für die Modellierung und Anerkennung von Kompetenzen im FDM in didaktischen Szenarien.

Keywords: Forschungsdatenmanagement, Kompetenzmodellierung, FDM Kompetenzrahmen, Anerkennung von Kompetenzen, Open Badges, Informationswissenschaft.

1. Einleitung

Das Forschungsdatenmanagement (FDM; engl. Research Data Management, RDM) gewinnt als ein informationswissenschaftliches Praxisfeld kontinuierlich an Bedeutung. Zusätzlich stehen Organisationen und Personen, die Forschungsdaten anbieten, produzieren, bearbeiten und nutzen, angesichts aktueller Leitlinien und Empfehlungen, vor verschiedenen technischen, rechtlichen und organisatorischen Herausforderungen [PNN21]. Zu den Leitlinien und Empfehlungen im FDM gehören u. a. der Kodex

[1] Berliner Hochschule für Technik, Luxemburger Str. 10, 13353 Berlin, buchem@bht-berlin.de, https://orcid.org/0000-0002-9189-7217

doi: 10.18420/delfi2022-ws-33

„Leitlinien zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis" der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), die Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI), die European Open Science Cloud (EOSC), sowie die Aufnahme von FAIR-Prinzipien in den Förderrichtlinien zum EU Programm "Horizon" der Europäischen Kommission [PNN21]. Gemäß den FAIR-Prinzipien müssen Forschungsdaten für Dritte jederzeit auffindbar (findable), zugänglich (accessible), interoperabel (interoperable) und wiederverwendbar (reusable) sein [Wi16]. Dabei müssen die rechtlichen und ethischen Rahmenbedingungen erhalten sowie eine Open Data-Kultur angestrebt werden [HPG21].

Das FDM wird als Teilkompetenz von Data Literacy betrachtet [ZS21] und bildet zusammen mit Data Science (DS) die Basis für eine transparente, nachhaltige sowie zukunftsweisende Forschung [HPG21]. Kompetenzen im FDM werden häufig in Orientierung an den Forschungsdatenlebenszyklus definiert [ZS21]. In der Studie von [HPG21] wurden Kompetenzbedarfe im FDM aus der täglichen Arbeit verschiedener Statusgruppen und Sektoren einer Hochschule ableitet. Das auf dieser Basis entwickelte Curriculum hat zum Ziel alle Schritte des Datenlebenszyklus abzubilden [HPG21]. Aktuelle Studien zu Kompetenzen im FDM zielen darauf ab, die verschiedenen internationalen und nationalen FDM Rahmenwerke zusammenzubringen, zu vergleichen und die breit gefächerten Kompetenzbeschreibungen und die Unterschiede in der Granularität von Kompetenzbeschreibungen in den verschiedenen Rahmenwerken zusammenzuführen. Ein Beispiel hierzu ist die Literaturanalyse von [ZS21], welche auf Basis von nationalen und internationalen FDM Rahmenwerken, Praxisberichten und Stellenanzeigen, durchgeführt wurde, um dieses Ziel zu erreichen.

Das Management von Forschungsdaten, z. B. in Forschungsprojekten, Bibliotheken, Rechenzentren, umfasst grundsätzlich verschiedene Arbeitsbereiche mit Aufgaben zur systematischen Erschließung von Daten. Die Arbeitsschwerpunkte im FDM beziehen sich zum einem auf die einzelnen Phasen im Lebenszyklus von Forschungsdaten (z. B. Planung und Erstellung, Auswahl und Aufbewahrung, Speicherung, Erhaltung, Zugriff und Nutzung von Forschungsdaten), sowie auf übergreifende Aufgaben (z. B. Management, Organisation, rechtliche und ethische Aufgaben, Finanzierung und Förderung und Identifizierung von Forschungsdaten mit Hilfe von Metadaten und Identifikatoren) [EL13]. Insgesamt können Aufgaben im FDM in generische und disziplinspezifische Aufgaben eingeteilt werden [En13]. Die generischen Aufgaben beziehen sich vor allem auf die Infrastruktur für das FDM, welche zu einer nationalen und sogar globalen Aufgabe geworden ist [BHM11].

Im Vergleich zu den herkömmlichen Datenlebenszyklusmodellen und Rollenmodellen im FDM, sind die verschiedene Ansätze zur Modellierung und Anerkennung von Kompetenzen im FDM mit dem Ziel des didaktischen Einsatzes, z. B. bei der Entwicklung von Ausbildungsmaßnahmen, sehr komplex aufgebaut, was den praktischen Einsatz häufig erschwert. Zum Beispiel das Data Science Framework aus dem EU-Projekt EDISON, definiert fünf Kompetenzgruppen als "Hard-Skills", d. h. Data Science Analytics, Data Science Engineering, Data Management and Governance, Research Methods, Project Management, domänenspezifische Fähigkeiten und 15 Soft-Skills, welche in Anlehnung an die Taxonomie von Bloom stufenweise innerhalb der einzelnen

Kompetenzgruppen ausdifferenziert werden [De17]. Das spätere FAIR4S-Framework (FAIR Stewardship Skills for Science and Scholarship) aus dem EU Projekt EOSCpilot, wurde entwickelt, um einen Rahmen für die Planung der beruflichen Entwicklung von Mitarbeiter:innen in Organisationen zu schaffen [Wh18]. Das FAIR4S-Framework definiert 59 Kompetenzen, die auf neun Kompetenzbereiche verteilt werden, zu denen Schlüsselkompetenzen und Tätigkeiten zugeordnet werden [ZS21]. Das FAIR4S-Framework gibt eine komplexe Struktur vor, nach der die zentralen Kompetenzen schrittweise entlang von drei Dimensionen, d. h. Kompetenzstufen, Organisationstypen und Verantwortungsebenen entwickelt werden [Wh18].

2. Das FDM Kompetenzrahmen im OBERRED Projekt

2.1. Kontext und Zielsetzung

Im Unterschied zu den oben beschriebenen Ansätzen zur Modellierung von Kompetenzen im FDM wurde im EU-Projekt OBERRED (engl. Open Badge Ecosystem for the Recognition of Skills in Research Data Management & Sharing; deutsch, Open Badge Ecosystem für die Anerkennung von Fähigkeiten in der Verwaltung und gemeinsamen Nutzung von Forschungsdaten) ein vereinfachender Ansatz entwickelt, welcher in erster Linie für didaktische Zwecke sowie einen praktikablen und flexiblen Einsatz im didaktischen Kontext gedacht wurde. Der OBERRED Rahmenwerk erhebt keinen Anspruch, erschöpfend alle notwendigen Kompetenzen zu definieren. Das OBERRED Modell wurde konzipiert um die basalen Kompetenzen im FDM zu beschreiben, die an den jeweiligen Kontext angepasst werden können.

2.2. Methodische Vorgehensweise

Das FDM Modell aus dem OBERRED Projekt orientiert sich, wie alle gängigen Modelle im FDM, an die Phasen des Datenlebenszyklus. Die Entwicklung wurde in einem kriterienbasierten Abstimmungsprozess mit sechs Partnerorganisationen im OBERRED Projekt aus fünf europäischen Ländern vollzogen. Das Modell wurde methodisch an EOSC (European Open Science Cloud)[2], ein Projekt der Europäischen Kommission, angelehnt. Hierzu wurde jedoch eine Vereinfachung des umfassenden EOSC-Rahmenwerks vorgenommen. Das Modell orientiert sich ferner an das Datenzyklusmodell aus dem "Open Science Passport", einem mehrseitigen Leitfaden für Promovierende zu Open Science in Forschungsprojekten. Das "Open Science Passport" wurde vom Ministerium für Hochschulbildung, Forschung und Innovation in Frankreich in 2020 entwickelt[3]. Die methodische Entwicklung des Kompetenzmodell verlief in mehreren Schritten:

[2] https://eosc-portal.eu
[3] https://www.ouvrirlascience.fr/home/

- Ausgehend von den Phasen des Datenlebenszyklus im EOSC-Rahmenwerk wurden die wesentlichen, basalen Elemente im FDM identifiziert.
- Auf der Grundlage der Literaturanalyse und der praktischen Erfahrungen im FDM im akademischen Bereich wurden die Mindestkompetenzen in Bezug auf die Phasen des Datenzyklus und den EOSC-Rahmen definiert.
- Um die Kompetenzen innerhalb eines FDM Ausbildungszyklus kohärent und verständlich zu beschreiben, wurde die Anzahl der Kompetenzen reduziert. Dabei wurde auf die Niveaustufen verzichtet, um die Komplexität zu reduzieren.
- Schließlich wurde jede Kompetenz mit möglichen Beispielen aus der Praxis versehen und jeder Kompetenz wurde ein Open Badge mit Metadaten zugeordnet.

In der Einführung in den OBERRED Kompetenzrahmen wurde darauf hingewiesen, dass das Model nach speziellen Anforderungen angepasst werden kann, sei es durch Differenzierung, Vereinfachung oder Präzisierung. Auch bei der Beschreibung von Open Badges zur Auszeichnung von basalen Kompetenzen wurde darauf hingewiesen, dass diese je nach Fachgebiet, Arbeitsbereich und/oder Projekt angepasst werden sollen.

2.3. Kompetenzbereiche und Kompetenzen

Der FDM Rahmen im OBERRED Projekt gruppiert die Kompetenzbereiche im FDM entlang der acht zentralen Phasen in einem Datenlebenszyklus (vgl. Abb. 1):

1. Planen und Gestalten (plan and design)
2. Datenerhebung und -verwaltung (data collection and management)
3. Beschreibung von Daten (data description)
4. Datenformatierung und -speicherung (data formatting and storing)
5. Qualitätssicherung der Daten (data quality assurance)
6. Datenverarbeitung und -analyse (data processing and analysis)
7. Datenarchivierung (data archiving)
8. Veröffentlichung und Auffindbarkeit (data publication and discoverability)

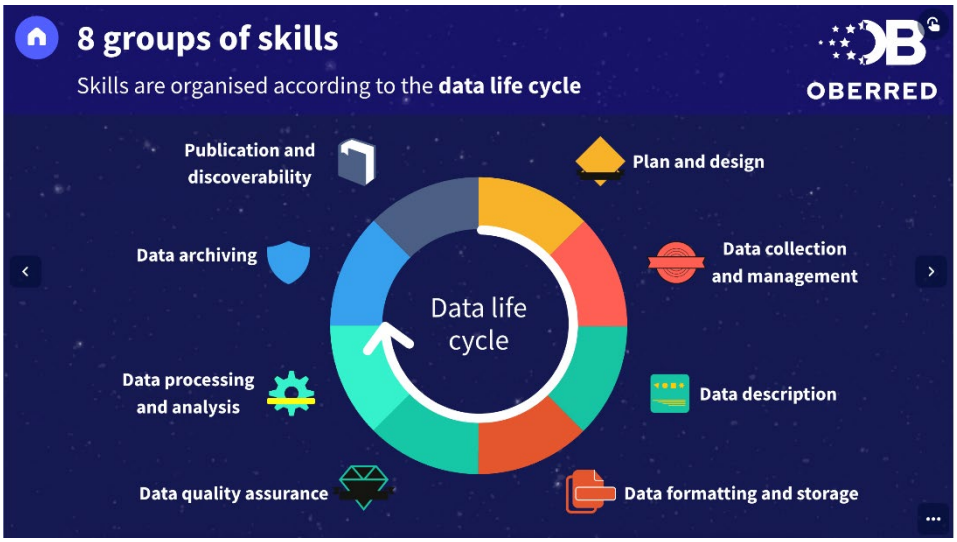


Abb. 1: Der FDM Kompetenzrahmen im Projekt OBERRED mit acht Kompetenzbereichen

In jeden Kompetenzbereich gibt es mehrere, dazugehörige Kompetenzen, z. B. der Kompetenzbereich “Planen und Gestalten” umfasst sechs Kompetenzen (vgl. Abb. 2).

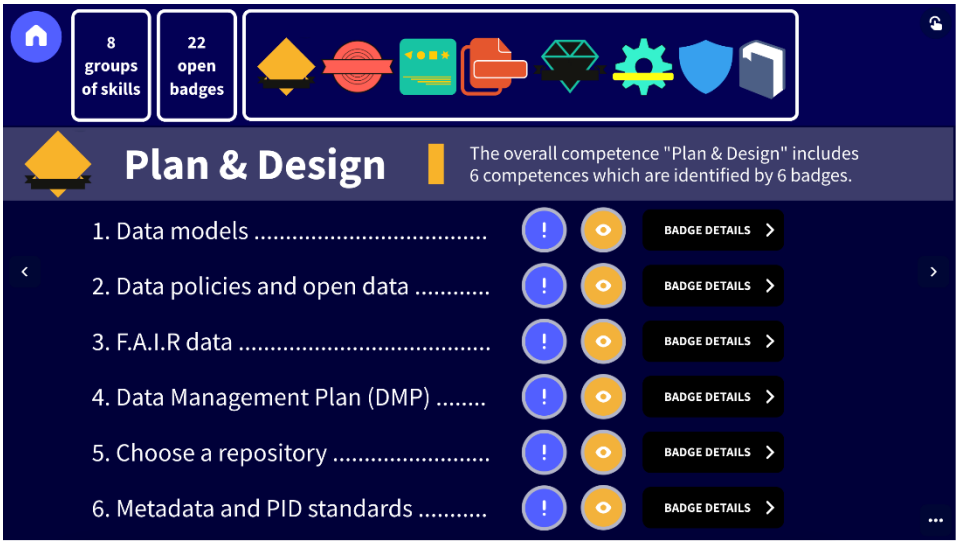


Abb. 2: Kompetenzbereich “Planen und Gestalten” im OBERRED Rahmen

Die Anzahl der einzelnen Kompetenzen variiert pro Kompetenzbereich. Insgesamt gibt es 22 Kompetenzen und damit 22 Open Badges, die zur Visualisierung und Anerkennung der einzelnen Kompetenzen entwickelt wurden.

3. Open Badges zu FDM Kompetenzen

Im OBERRED Projekt wurde zusätzlich zu dem Kompetenzrahmen eine Sammlung an Open Badges entwickelt, mit denen einzelne Kompetenzen in digitalen Medien in Form von digitalen Zertifikaten bzw. digitalen Kompetenznachweisen ausgezeichnet bzw. anerkannt werden können. Die Erstellung von Open Badges im OBERRED Projekt orientiert sich an die Gestaltungsmöglichkeiten vom Open Badge Standard v2.0 [OG18]. Grundsätzlich enthalten Open Badges übergeordnete Informationen (Metadaten), die maschinenlesbar, im JSON-LD Format, im Badge-Bild, im PNG-Format, kodiert werden, z. B. Vergabekriterien, Vergabeinstanz, Vergabedatum, Evidenz bzw. Nachweise [BMZ21]. Der Standard v2.0 ermöglicht es darüberhinaus, durch das Metadaten-Feld "Alignment", die im Open Badge ausgezeichnete Kompetenz mit einer Kompetenz aus einem anderen Rahmenwerk zu verknüpfen, vorausgesetzt, dass der andere Rahmenwerk im maschinenlesbaren Format vorliegt [BK21]. Im OBERRED Projekt wurden Verbindungen zu Kompetenzen im ESCO-Rahmenwerk über das Feld "Alignment" erstellt. So wurde beispielsweise "Data Models"[4] mit der ESCO Kompetenz "Gather Data"[5] verknüpft. ESCO ist die europäische Klassifizierung für Fähigkeiten/Kompetenzen, Qualifikationen und Berufe und umfasst eine gemeinsame Terminologie, um Kompetenzen, Fähigkeiten, Berufe und deren Beziehung zueinander auszudrücken [BK21]. Das Referenzieren von Kompetenzen zum ESCO Rahmenwerk erhöht die Transparenz und die Vergleichbarkeit der verschiedenen Kompetenzen.

3.1. Design

Für das Design der Badge-Bilder im PNG-Format wurden Farben des OBERRED Projektes verwendet. Alle Open Badges beinhalten das OBERRED Logo, einen Titel zum Kompetenzbereich und einen Untertitel zur jeweiligen. Es wurden verschiedene Farben und verschiedene Formvorlage (z. B. rechteckige und kreisförmige Formen) verwendet, um die zentralen acht Kompetenzbereich von einander zu unterscheiden. Neben den Badge-Bildern wurden einheitliche Formulierung gewählt, um die Badge-Beschreibungen und die Vergabekriterien zu formulieren. Abb. 3. zeigt ein Beispiel für ein Badge-Design für den Kompetenzbereich "Data Models" mit den sechs dazugehörigen Kompetenzen.

[4] https://eu.badgr.com/public/badges/LBAJiYlFTqWAICl7xLwYPg

[5] https://esco.ec.europa.eu/en/classification/skill?uri=http%3A%2F%2Fdata.europa.eu%2Fesco%2Fskill%2F0d6714c6-720e-4985-9791-5ab85d28da79

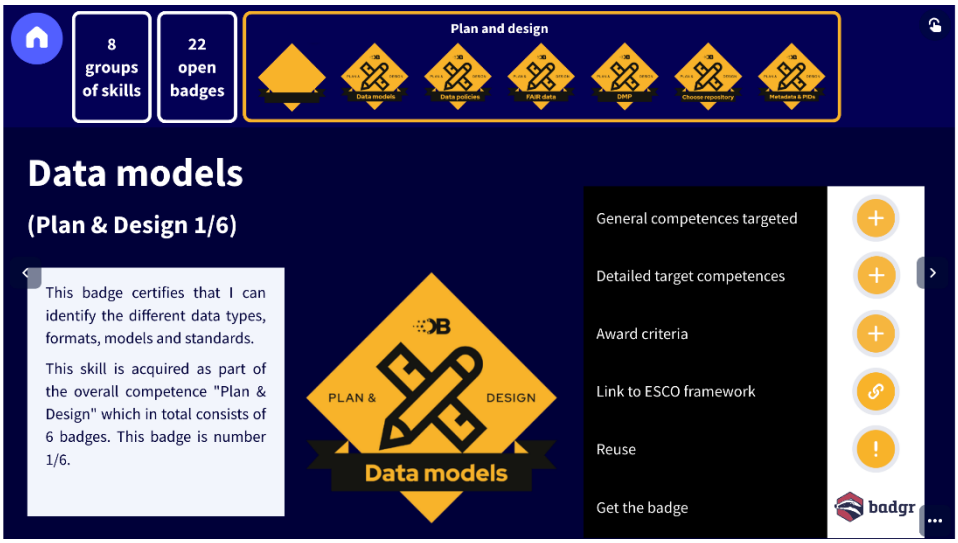


Abb. 3: Die FDM Badges im Projekt OBERRED

3.2. Implementierung in der Platform BADGR

Alle OBERRED Badges zur Auszeichnung von Kompetenzen im FDM wurden auf der EU-Instanz der Badging Platform BADGR angelegt (vgl. Abb. 4) Die Platform BADGR ermöglicht das Anlegen, das Verleihen und das Überprüfen von Open Badges. Nach den Login ist es den Nutzer:innen von Badgr möglich, Open Badges aus verschiedenen Quellen im eignen Repositorium (sog. Backpack) zu sammeln und zu verwalten. Die einzelnen Benutzer:innen haben dann die Möglichkeit, einen öffentlichen Link zur Sammlung zu erhalten und diesen mit anderen zu teilen, um z. B. die mit Open Badges anerkannten Kompetenzen zu kommunizieren. Das OBERRED Projekt wurde in Badgr als Ausstellers (Issuer) angelegt, d. h. als eine Einheit, die Open Badges vergeben kann. Die Aussteller-Seite beinhaltet das Projektlogo, den Projekttitel, sowie weitere Details über die Kompetenzen im FDM, die durch Open Badges repräsentiert werden.

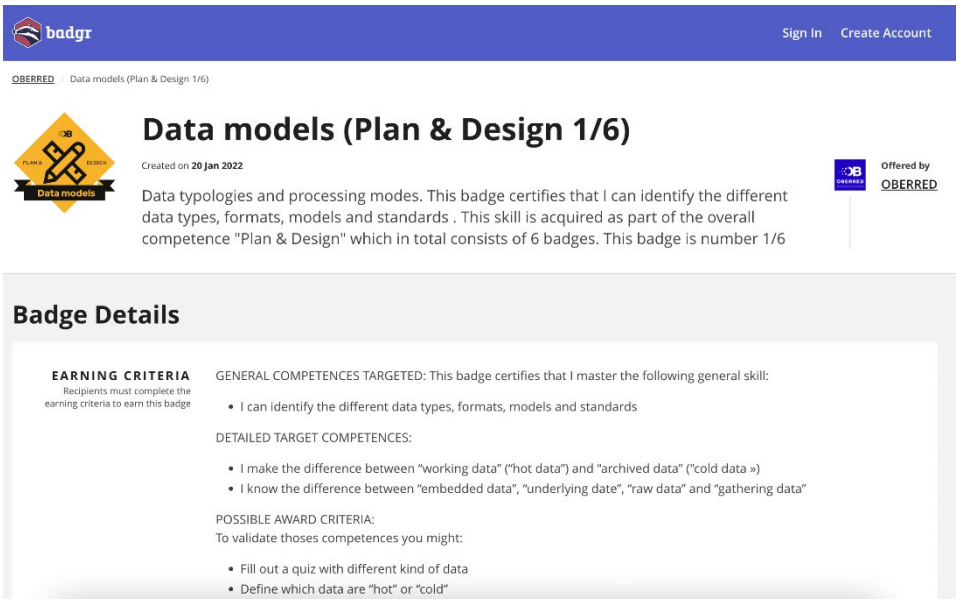


Abb. 4: Beispiel für ein Open Badge zu FDM Kompetenzen in der Badgr Platform

4. Diskussion und Handlungsempfehlungen

Das FDM Kompetenzrahmen aus dem OBERRED Projekt wurde entwickelt, um die Gestaltung von didaktischen Szenarien in verschiedenen Lern- und Bildungskontexten zu unterstützen. Das Ziel dabei war, die zentralen Kompetenzbereiche zu erfassen und die Komplexität der bestehende Kompetenzmodelle im FDM Bereich zu reduzieren. Auf der Grundlage von dem OBERRED Kompetenzrahmen können z. B. Workshops, Online-Kurse, MOOCs oder andere Fortbildungsmaßnahmen entlang der definierten Kompetenzbereich konzipiert und der Kompetenzerwerb mit Hilfe der entwickelten Open Badges anerkannt bzw. ausgezeichnet werden. Im Projekt OBERRED wurde hierzu eine Sammlung von Anwendungsbeispielen erstellen (vgl. Collection of Case Studies)[6], in denen eine beispielhafte didaktische Konzeption inklusive passender Open Badges skizziert wird. Die Anwendungsbeispiele sind ein Teil vom Praxisleitfadens (vgl. Practical Guide)[7], in dem Rollen und Kompetenzen im Forschungsdatenmanagement und die Grundsätze für die Anwendung von Open Badges in didaktischen Szenarien zu FDM beschrieben wurden. Ausgehend von den Erkenntnissen aus dem Projekt OBERRED können folgende Handlungsempfehlungen für die Modellierung und Anerkennung von Kompetenzen im FDM, vor allem in didaktischen Szenarien, formuliert werden:

[6] https://oberred.eu/visual-composer-740/
[7] https://oberred.eu/wp-content/uploads/2022/09/OBERRED-Practical-Guide-Appendixes_compressed.pdf

- Es ist ratsam, Kompetenzrahmen im FDM gegenseitig zu referenzieren, um mehr Transparenz und Vergleichbarkeit zwischen den verschiedenen Rahmenwerken zu schaffen. Gerade im FDM gibt es zahlreiche und z. T. sehr unterschiedliche Modelle, die kaum systematisch aufeinander bezogen werden. Das gegenseitige Referenzieren, kann das Treffen von didaktischen Entscheidungen unterstützen.
- Es ist ratsam, die einzelnen Kompetenzbereiche und Kompetenzen zu FDM mit praktischen Anwendungsbeispielen zu versehen, so dass die Übertragbarkeit auf andere Kontexte gelingen kann. Zum Beispiel im OBERRED Projekt wurden zusätzlich zum FDM Kompetenzrahmen eine Sammlung von Anwendungsbeispielen (Use Cases) erstellt, um bei der Nutzung und lokalen Anpassung des Kompetenzrahmens zu helfen.
- Schließlich ist es wichtig, die Anwendung von einen neuen Kompetenzrahmen gezielt zu unterstützen. So wurde beispielsweise im OBERRED Projekt ein Anwendungsleitfaden (Practical Guide) erstellt, um die Nutzung zu begleiten.

Weitere Arbeiten in diesem Bereich könnten den erstellen FDM Kompetenzrahmen bei der Entwicklung von didaktischen Szenarien einsetzen und validieren. Anzustreben wäre ebenfalls eine breiter angelegte empirische Studie zum Vergleich der verschiedenen FDM Kompetenzrahmen bezüglich deren Anwendbarkeit in der Konzeption, Implementierung und Evaluation von didaktischen Szenarien im Bereich des Forschungsdatenmanagements (FDM) mit verschiedenen Zielgruppen.

Literaturverzeichnis

[BHM11] Büttner, S.; et al. (Hrsg.): Handbuch Forschungsdatenmanagement. Bad Honnef, S. 7-13, 2011.

[BK21] Buchem, I.; Konert, J.: Competency Mapping 3.0: Modellierung, Referenzierung und Auszeichnung von Kompetenzen mit semantischen Technologien. Instrumente und Einsatz im Projekt Open Virtual Mobility). Tagungsband der Gesellschaft für Informatik. In (Schumacher, C., Hrsg.), Bonn, S. 62-73, 2021.

[BMZ21] Buchem, I.; Mauch, M.: Ziesmann L: Digitale Auszeichnungen „Gute Lehre mit digitalen Medien“ Ein Praxisbeispiel zur Anwendung von Open Badges zur Anerkennung von Lehrleistungen an der Beuth Hochschule für Technik Berlin. In (Wollersheim, H.; Karapanos, M.; N. Pengel, P., Hrsg.). Bildung in der digitalen Transformation 2021, Medien in der Wissenschaft, 78/I, S. 167-173, 2021.

[EL13] Enke, H.; Ludwig, J. (Hrsg.): Leitfaden zum Forschungsdaten-Management. Handreichungen aus dem WissGrid-Projekt. Glückstadt, 2013.

[En13] Engelhardt, C.: Forschungsdatenmanagement in DFG Sonderforschungsberichten: Teilprojekte Informationsstruktur (INF-PROJEKTE). Libreas: Library Ideas, S. 106-130, 2013.

[HPG21] Hörner, T.; Pigeot, I.; Glöckner, F. O.; Drechsler, R.: Disziplinübergreifendes Modell zur Ausbildung von Forschungsdatenmanagement und Data Science Kompetenzen: „Data Train – Training in Research Data Management and Data Science, 2021.

[PNN21] Putnings M.; Neuroth H.; Neumann J.: Praxishandbuch Forschungsdatenmanagement. Berlin, Boston: De Gruyter Saur; 2021.

[OG18] Otto, N.; Gylling, M.: Open Badges v2.0 IMS Final Release, 2018, http://www.imsglobal.org/Badges/OBv2p0/index.html

[KSŠ13] Kindling, M.; Schirmbacher, P.; Šimukovič, E.: Forschungsdatenmanagement an Hochschulen: das Beispiel der Humboldt-Universität zu Berlin. In Libreas: Library Ideas, S. 43-63, 2013.

[Wi16] Wilkinson, M. D. et al.: The FAIR guiding principles for scientific data management and steward-ship, Scientific Data, 1/160018, 2016.

Workshop 4: Rahmenbedingungen für Künstliche Intelligenz in Educational Technology

Rahmenbedingungen für Künstliche Intelligenz in Educational Technology

Zielsetzungen, Ergebnisse und Perspektiven des Workshops im Rahmen der DELFI Tagung 2022

Johannes Schleiss[1] und Stefan Göllner[2]

Abstract: Educational Technology (EdTech) Angeboten, die auf Künstlicher Intelligenz (KI) basieren, werden aktuell große Chancen für die Umsetzung adaptiver und individueller Lernszenarien zugeschrieben. Jedoch führen fehlendes Wissen und Ängste im Umgang mit KI zu einer Verunsicherung, die den Einsatz erschwert oder sogar verhindert und damit Chancen für Lernende, aber auch für EdTech Unternehmen einschränkt. Dieser Beitrag beschreibt das Vorgehen, die Teilergebnisse und das Fazit des Workshops „Rahmenbedingungen für Künstliche Intelligenz in EdTech“. Ausgangspunkt bildet die Frage nach benötigten Voraussetzungen bezogen auf ethische, soziale und rechtliche Fragestellungen, die den Einsatz dieser Technologien erleichtern könnten.

Keywords: KI in der Bildung, Bildungstechnologie, Bildungsdaten, Datenschutz, Ethikstandards, ELSI, Ethik für KI in der Bildung

1 Einleitung

EdTech Produkte spielen eine immer größere Rolle in der Gestaltung von Bildungsangeboten. Dies betrifft Lernende individuell, aber auch Bildungseinrichtungen, die diese zur Verfügung stellen. Neue digitale Tools verändern die Art und Weise, wie wir lernen. Gerade durch den Einsatz von KI in EdTech Angeboten werden große Chancen für adaptive und individuelle Lernszenarien gesehen. Lernen findet dadurch zunehmend zeitlich und räumlich entgrenzt statt und Möglichkeiten, etwa des adaptiven Lernens, eröffnen ganz neue pädagogische und didaktische Chancen [PMS19].

Demgegenüber stehen neue Herausforderungen in der Konzeption pädagogischer Konzepte und der Einführung in digitale Lehr- und Lernarrangements. So stehen EdTech Unternehmen vor großen Hürden bei der Einführung intelligenter Systeme. Zum einen gilt es den Umgang mit personenbezogenen Daten zu klären, zum anderen ist die soziale Akzeptanz für intelligente Anwendungen teilweise noch nicht gegeben.

[1] Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Artificial Intelligence Lab, Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg, johannes.schleiss@ovgu.de
[2] Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V. KI-Campus, Tempelhofer Ufer 11, 10963 Berlin, stefan.goellner@stifterverband.de

doi: 10.18420/delfi2022-ws-40

Der Einsatz von KI in EdTech baut vor allem auf der Verwendung großer Datenmengen auf. Im Bildungskontext können beispielsweise Interaktionsdaten der Lernenden mit Lernplattformen Rückschlüsse darüber geben, in welchen Bereichen bereits ausreichend Kompetenzen erworben wurden und wo noch Schwierigkeiten bestehen. Die Analyse solcher Interaktionsdaten ermöglicht es, individuelle Lernpfade zu erstellen, die auf die Lernpräferenzen und den Wissensstand der Lernenden zugeschnitten sind.

Gleichzeitig stellen sich durch die Erfassung solch sensibler, personenbezogener Daten viele kritische Fragen: Wer kann auf diese Daten zugreifen? Wie werden die Daten analysiert und weitergegeben? Für welche Entscheidungen werden die Daten verwendet? Darüber hinaus besteht beim Einsatz von KI das Risiko von Voreingenommenheit des Algorithmus, der die Art und Weise, wie Daten analysiert werden, beeinflusst und so bestimmte Gruppen benachteiligen könnte. Obwohl es bereits Arbeiten zu den ethischen [Fe16; Ho21; PS14; SP13], sozialen [BH21; IS16; Jo20; KY20; Li21], und rechtlichen Implikationen [HC16; HGC17] von KI in Lernanwendungen gibt, fehlt es weiterhin an klaren Grundsätzen, die den Entwicklungsprozess von intelligenten Lernanwendungen begleiten [Mi21].

Um mehr Vertrauen zu schaffen, braucht es daher klare Leitlinien für den Einsatz von KI in EdTech. Diese sollten die Anforderungen von Bildungsinstitutionen (Hochschulen, Schulen und anderen Bildungseinrichtungen) aufgreifen und auch Unternehmen dazu dienen, diese Vorbehalte richtig zu adressieren und bereits in der Produktentwicklung zu berücksichtigen.

Im Zentrum des Workshops steht der Diskurs um die Frage, welche Grundsätze für den Einsatz von KI in EdTech gelten sollten, um das Lernen und Lehren für alle zu verbessern und gleichzeitig negative Folgen zu minimieren.

Im Kontext dieser kritischen Betrachtung stehen vor allem die folgenden Perspektiven:

Ethische Perspektive: Wie können wir den ethischen, integrativen und gerechten Einsatz von KI in EdTech Angeboten sicherstellen und wie können sich private Unternehmen diesen Anforderungen stellen?

Rechtliche Perspektive: Welche rechtlichen Fragen treten auf, wenn KI-basierte EdTech Lösungen in die Lehre integriert werden? Wie ist der Einsatz von KI im Lernanwendungen mit der Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) vereinbar?

Pädagogische Perspektive: Welche Veränderungen und Chancen lassen sich beim Einsatz von KI in der pädagogischen Praxis ableiten und wie kann eine sinnvolle Einbindung von KI im Bildungskontext sichergestellt werden?

2 Vorgehen

Nach einer Einführung in die Thematik und die Fragestellungen des Workshops durch die Organisatoren, wurden zunächst die Herausforderungen und Probleme beim Einsatz von KI in EdTech auf Basis der Vorerfahrung der Teilnehmenden gesammelt.

Anschließend gab es drei Impulsvorträge zu den Themen: (1) Chancen und Risiken von KI in EdTech (Dr. Benjamin Paaßen, Education Technology Lab, DFKI), (2) Soziale Akzeptanz beim Einsatz von KI im schulischen Kontext (Janne Mesenhöller, Universität Potsdam), und (3) Ethische Fragestellungen bei der Entwicklung von KI in EdTech Anwendungen (Prof. Dr. Jan-Niklas Voigt-Antons, Hochschule Hamm-Lippstadt).

Die Erkenntnisse aus den Impulsen wurden genutzt, um die Sammlung von Herausforderungen und Problemen weiter zu ergänzen. Anschließend wurden die identifizierten Herausforderungen in Kleingruppen diskutiert und thematisch geclustert. Auf Basis der Sammlung wurden Wunschergebnisse formuliert.

Im weiteren Verlauf wurde in Gruppen konkret an zwei prototypischen Anwendungsszenarien gearbeitet. In diesem Kontext wurden die Anwendungsszenarien beschrieben und die jeweiligen Szenario-spezifischen Herausforderungen unter den ethischen, rechtlichen, pädagogischen und technischen Gesichtspunkten ausgearbeitet. Darauf aufbauend wurden mögliche Maßnahmen diskutiert. Abschließend wurden die Teilergebnisse im Plenum vorgestellt und gegenseitig ergänzt. Zuletzt wurde das weitere Vorgehen besprochen und die wichtigsten Erkenntnisse des Tages zusammengefasst.

3 Ergebnisse des Workshops

3.1 Chancen und Risiken von KI in EdTech

Der Impuls von Dr. Benjamin Paaßen zeigt auf, dass die Vision von KI in EdTech auf der Idee aufbaut, den „besten“ Lernpfad zu finden und zu unterstützen. EdTech Anwendungen operieren dabei in der Regel auf unterschiedlichen Detaillevels von (1) Wissensstand, (2) Fortschritt in einem Kurs oder (3) Fortschritt in einer Aufgabe.

Die praktischen Herausforderungen sind in diesem Kontext vielfältig. Zum einen müssen Bildungsdaten und -ziele explizit und maschinenlesbar sein. Gleichzeitig besteht bereits eine große Vielfalt von Methoden, Systeme und auch Daten, die aber hochgradig kontextabhängig sind. Eine Evaluation von EdTech-Anwendungen in Bezug auf Lernerfolge ist aufwändig und ebenfalls kontextabhängig. Wichtig ist eine starke Orientierung daran, wie Bildung sinnvoll ergänzt werden kann, anstatt sie zu „vertechnisieren“. Dafür sollten langfristige Lernerfolge als Standard für die Evaluation verwendet werden. Weiterhin muss über Fairness im Kontext von atypischen Profilen von Lernenden oder Kursen diskutiert werden, sowie Akzeptanz und Transparenz über den Einsatz von KI geschaffen werden.

Diskutierte Rahmenbedingungen sind eine stärkere Fokussierung auf Transfer von Projektergebnissen, insbesondere durch Zusammenarbeit zwischen Hochschulen und Schulen, der Aufbau von Communities of Practices, eine Stärkung der Wirkungsforschung von EdTech Angeboten und eine Förderung gemeinsamer Datenformate und Standards. Eine Herausforderung und Chance bietet dabei der interdisziplinäre Forschungsraum mit Stakeholdern aus der Bildungsforschung, Psychologie, Technologien, Lehrenden, Lernenden und der Politik. Weiterhin sollte der gesellschaftliche Diskurs konkreter werden in Bezug auf Anwendungsfälle und Technologien. Ein wichtiger Baustein dafür ist die nachhaltige Einbindung unterschiedlicher Stakeholder in Forschungsprojekte.

3.2 Ethik, Moral und Soziale Akzeptanz

Moral lässt sich als regelbasiertes Set beschreiben, das Werte und Normen einer Gruppe festlegt. Das heißt auch, dass dies von Gruppe zu Gruppe unterschiedlich sein kann und es schwierig ist, „korrektes" Verhalten festzulegen [Aw20]. Ethik und Moral lassen sich dementsprechend als weiche Regeln beschreiben. Demgegenüber ist Datenschutz durch seine gesetzliche Verankerung, beispielsweise in der DSGVO, klar geregelt. Die Diskussionen im Workshop zeigen, dass Fragen des Datenschutzes technisch lösbar sind, während ethische und moralische Fragen kontextabhängig sind.

Der Impuls von Prof. Dr. Jan-Niklas Voigt-Antons zeigt auf, dass existierende Ethikstandards aktuell nicht explizit den Anwendungsfall KI in EdTech abdecken. Dabei wird auch angesprochen, dass viele der aktuell herausgegebenen Ethikrichtlinien auf einer recht oberflächlichen Ebene bleiben, die es erschwert, konkrete Handlungen daraus abzuleiten. Dies spiegelt sich auch in der Diskussion wider, in der der Bedarf einer Standardisierung von Vorgehensweisen in Ethikkommissionen und der Bedarf, Ethikkommissionen auch fachspezifischer anzusiedeln, beispielsweise direkt in der Informatik, angesprochen wird.

Nach Nistor ist Akzeptanz „die erste Voraussetzung für die Nutzung einer Bildungstechnologie" [Ni20, S. 535]. Diese Rahmenbedingung greift die von Frau Janne Mesenhöller vorgestellte Untersuchung der sozialen Akzeptanz von Eltern und Lehrkräften gegenüber dem Einsatz von KI-basierten Lernunterstützungstools in der Schule auf, die im Rahmen des BMBF geförderten AKILAS Projekts (Adaptiver KI-Lern-Assistent im schulischen Kontext)[3] durchgeführt wurde. Hierbei zeigt sich, dass Eltern und Lehrkräfte der Nutzung intelligenter, adaptiver Systeme in der Schule gegenüber offen zu sein scheinen. Dennoch weisen beide Gruppen Bedenken dahingehend auf, dass die soziale Interaktion zwischen den Peers und die persönliche Begleitung durch die Lehrkraft abnimmt. Weiterhin werden Sorgen bezüglich des Datenschutzes und mangelnder technischer Ausstattung (WLAN/Hardware) in den Schulen geäußert.

Als Rahmenbedingung zur Nutzung von KI-basierten Lernunterstützungstools im schulischen Kontext sehen die befragten Eltern und Lehrkräfte eine flächendeckende

[3] https://www.uni-potsdam.de/de/innovative-hochschule/bildungscampus/digitalpioneers/akilas

technische Ausstattung, hinreichend Datenschutz sowie ausreichende Weiterbildung und Aufklärung aller Beteiligten (Lehrkräfte, Eltern, Schüler:innen) an.

3.3 Identifizierte Herausforderungen

Wichtig ist aus Sicht der Teilnehmenden, dass aus der Nutzung eines EdTech Angebots eine reale Entlastung der Lehrenden und Verbesserung für die Lernenden resultiert. Noch ist der Mehrwert des KI-Einsatzes für Lehrende und Lernende oftmals unklar oder wird wenig kommuniziert. Welcher Mehrwert erwartet wird, sollte durch eine frühzeitige und „ehrliche“ Zieldiskussion begleitet werden und die Ergebnisse darüber zur Verfügung gestellt werden.

In der öffentlichen Diskussion bestehen oftmals nur vage Vorstellungen darüber, was eine KI leistet. Oftmals wird in der Argumentation auf „starke KI“ angespielt und damit abstrakte Ängste geweckt, was wiederum Akzeptanzprobleme begünstigt. Hier sind aus Sicht der Teilnehmenden Maßnahmen für eine bessere Aufklärung über tatsächliche Risiken erforderlich, die auch immer stark kontextbezogen erfolgen sollten.

Gerade die rechtlichen Herausforderungen rund um Datensicherheit und Datenschutz stellen nach Ansicht der Teilnehmenden große Hürden dar. Sie wecken Unsicherheiten und Ängste und erschweren auch den beteiligten KMUs Entwicklung und Einführung der Technologien. Aspekte des Datenschutzes sollten deshalb bereits in der Konzeption der Projekte detailliert berücksichtigt werden. Dafür ist es auch notwendig, den entwickelnden Personen einen niedrigschwelligen Zugang, beispielsweise in Form von Checklisten, zu angewandtem Datenschutz und Datensicherheit in konkreten Anwendungsfällen bereitzustellen.

Als Herausforderung wird auch die Begutachtung der Systeme im Einsatz gesehen. In diesem Kontext stellen sich Fragen, welche Überwachung zu welchem Zeitpunkt erforderlich ist, wie Genauigkeit und Zuverlässigkeit der KI-Systeme überprüft werden und wie zwingend eine menschliche Überprüfung in diesem Prozess ist. Dies schließt auch die Frage nach einer Voreingenommenheit der Modelle ein, die bei der Entwicklung berücksichtigt und bewertet werden muss.

Ein Problem stellt zudem eine oft zu geringe Größe und Verfügbarkeit von Datensätzen dar, zum Beispiel wenn das Anwendungsszenario auf den Rahmen einer üblichen Lehrveranstaltung ausgerichtet wird. Die Teilnehmenden sehen hierbei große Herausforderungen, aber auch hohes Potential, strukturelle Rahmenbedingungen zum Teilen von Datensätzen zu schaffen.

Als generelles Problem für nachhaltige Entwicklung und Einsatz von KI in EdTech Produkten wird die zeitliche Beschränkung von Forschungsprojekten betrachtet. Diese erschwert die langfristige Evaluation der Technologienutzung, die nachhaltige Ergebnissicherung und den Transfer von Forschung in die Bildungsinstitutionen und Bildungsunternehmen. Dies tritt insbesondere als Herausforderung in Erscheinung, wenn Daten erst im Projekt zur Nutzung und Auswertung gewonnen werden können.

Der Bedarf nach einer weitergehenden Standardisierung von Ethikkommissionen und beratenden ELSI-Boards[4] wird festgestellt. Eingesetzte Gremien sollten entsprechende fachspezifische Kenntnisse nachweisen und mit vereinheitlichten Leitlinien ausgestattet werden, damit auch Anforderungen an KI gestützte Systeme vergleichbar beurteilt werden können. Auch der Einbezug von Anwender:innen in diesen Gremien wird als sinnvoll erachtet, jedoch fehlen auch hier Vorgaben, wie dies geschehen sollte. Eine weitere Herausforderung ist, dass verfügbare Ethische Richtlinien oftmals schwierig auf den Anwendungsfall herunterzubrechen sind. Vor allem, wenn sie zu allgemein oder unspezifisch ausgestaltet sind, beziehungsweise nicht auf die in der Praxis auftretenden Fragen eingehen.

Eine projektbezogene Technikfolgenabschätzung, aber auch eine Folgenabschätzung der Datennutzung wäre aus Sicht der Teilnehmenden empfehlenswert. Voraussetzung dafür ist, die Entscheidungen, die KI-Systeme treffen, möglichst nachvollziehbar dokumentieren und gewichten zu können. Auch hier stellen sich Fragen nach Vorgaben und Beispielen.

4 Fazit und Ausblick

Im Workshop wurden unterschiedliche Perspektiven auf KI in EdTech in Bezug auf konkrete Anwendungsfälle diskutiert. In einem interdisziplinären Rahmen wurde analysiert, unter welchen Rahmenbedingungen ein Einsatz von KI angemessen und sinnvoll stattfinden kann. Die Diskussionen im Workshop zeigten, dass der Kontext von KI Anwendungen in Bildungstechnologien eine neue, tiefgreifende Auseinandersetzung im Umgang mit ethischen, rechtlichen und pädagogischen Fragestellungen erfordert. Diese sollte auf bestehenden Erfahrungen und Erkenntnissen aufbauen und in entsprechende Handlungsleitfäden übersetzt werden.

Die Tatsache, dass sich die Entwicklung von KI-basierten Anwendungen im europäischen Bildungskontext aktuell noch im Anfangsstadium befindet, sollte genutzt werden, um bedeutsame Grundrechte wie Menschenwürde, Selbstbestimmung, Privatsphäre und Gleichberechtigung und eine Souveränität im Umgang mit Daten hinreichend in den verschiedenen Anwendungskontexten zu berücksichtigen. Nur so kann die Entwicklung solcher Anwendungen auch tatsächlich mit dem Einsatz im Bildungskontext vereinbart werden.

Die Diskussionen im Workshop zeigten auch, dass ethische Fragestellungen und Herausforderungen immer nur kontextabhängig beurteilt werden können. Daher ist eine Diskussion anhand von Anwendungsszenarien zielführender als eine generelle Diskussion über den Einsatz von KI in EdTech. Zusammenfassend zeigte sich der Bedarf nach konkreten Richtlinien, die sich an Best-Practices orientieren. Diese können nur im fachübergreifenden Austausch entwickelt werden, was neue Formate erforderlich macht.

[4] ELSI steht für Ethical, Legal, and Social Implications und ist eine Art von Technikfolgenabschätzung, die oft im Bereich der Mensch-Maschine-Interaktion eingesetzt wird.

Hierfür ist eine interdisziplinäre Diskussion erforderlich, bei der technische und nichttechnische Fragestellungen in direkte Beziehung gestellt und Lösungsansätze gefunden werden.

Ein Großteil der Teilnehmenden des Workshops hat sich zu einer Arbeitsgruppe zusammengeschlossen, um die Ergebnisse des Workshops weiter in einem Diskussionspapier zu verarbeiten. Dieses wird voraussichtlich im Frühjahr 2023 veröffentlicht werden. Gleichzeitig soll ein Community-Prozess angestoßen werden, um die aufgezeigten Herausforderungen weiter zu diskutieren und gemeinsame Lösungen anzustoßen.

Literaturverzeichnis

[Aw20] Awad, E., Dsouza, S., Shariff, A., Rahwan, I., & Bonnefon, J. F.: Universals and variations in moral decisions made in 42 countries by 70,000 participants. In: Proceedings of the National Academy of Sciences, *117*(5), 2332-2337, 2020.

[BH21] Baker, R. S.; Hawn, A.: Algorithmic Bias in Education. International Journal of Artificial Intelligence in Education/, S. 1–41, 2021.

[Fe16] Ferguson, R.; Hoel, T.; Scheffel, M.; Drachsler, H.: Guest Editorial: Ethics and Privacy in Learning Analytics. Journal of Learning Analytics 3/1, 2016.

[HC16] Hoel, T.; Chen, W.: Privacy-driven Design of Learning Analytics Applications – Exploring the Design Space of Solutions for Data Sharing and Interoperability. Journal of Learning Analytics 3/1, S. 139–158, 2016.

[HGC17] Hoel, T.; Griffiths, D.; Chen, W.: The influence of data protection and privacy frameworks on the design of learning analytics systems. In: Proceedings of the Seventh International Learning Analytics & Knowledge Conference. S. 243–252, 2017.

[Ho21] Holmes, W.; Porayska-Pomsta, K.; Holstein, K.; Sutherland, E.; Baker, T.; Shum, S. B.; Santos, O. C.; Rodrigo, M. T.; Cukurova, M.; Bittencourt, I. I.; Koedinger, K. R.: Ethics of AI in Education: Towards a Community-Wide Framework. International Journal of Artificial Intelligence in Education, S. 1–23, 2021.

[IS16] Ifenthaler, D.; Schumacher, C.: Student perceptions of privacy principles for learning analytics. Educational Technology Research and Development 64/5, S. 923–938, 2016.

[Jo20] Jones, K. M.; Asher, A.; Goben, A.; Perry, M. R.; Salo, D.; Briney, K. A.; Robertshaw, M. B.: "We're being tracked at all times": Student perspectives of their privacy in relation to learning analytics in higher education. Journal of the Association for Information Science and Technology 71/9, Hrsg: Wiley Online Library, S. 1044–1059, 2020.

[KY20] Karaoglan Yilmaz, F. G.; Yilmaz, R.: Student Opinions About Personalized Recommendation and Feedback Based on Learning Analytics. Technology, Knowledge and Learning 25/4, S. 753–768, 2020.

[Li21] Li, W.; Sun, K.; Schaub, F.; Brooks, C.: Disparities in Students' Propensity to Consent to Learning Analytics. International Journal of Artificial Intelligence in Education, S. 1–45, 2021.

[Ni20] Nistor, N. (2020). Akzeptanz von Bildungstechnologien. In: H. Niegemann & A. Weinberger (Eds.), Handbuch Bildungstechnologie (S. 536–545). Springer Berlin Heidelberg.

[Mi21] Miao, F.; Holmes, W.; Ronghuai, H.; Hui, Z.: AI and education: A guidance for policy-makers. Hrsg: UNESCO, 2021.

[PMS19] Peng, H.; Ma, S.; Spector, J. M.: Personalized adaptive learning: an emerging pedagogical approach enabled by a smart learning environment. Smart Learning Environments 6/1, S. 1–14, 2019.

[PS14] Pardo, A.; Siemens, G.: Ethical and privacy principles for learning analytics: Ethical and privacy principles. British Journal of Educational Technology 45/3, S. 438–450, 2014.

[SP13] Slade, S.; Prinsloo, P.: Learning Analytics: Ethical Issues and Dilemmas. American Behavioral Scientist 57/10, S. 1510–1529, 2013.

Workshop 5: Der Blick hinter die Kulissen der digitalen Bildung im Schulkontext

Bildungstechnologien in der Schule

Workshop „Der Blick hinter die Kulissen der digitalen Bildung im Schulkontext“ der 20. Fachtagung Bildungstechnologien der GI Fachgruppe Bildungstechnologien

Thiemo Leonhardt [1], Matthias Ehlenz [2], Ronny Röwert[3] und Nadine Bergner [4]

Abstract: Im Mittelpunkt des Workshops steht der Austausch zwischen Forscher:innen, Entwickler:innen und Praktiker:innen zur Entwicklung innovativer, digitaler Lernwerkzeuge für Schüler:innen, um so eine optimale Passung der bildungstechnologischen Entwicklungsprojekte zu den didaktischen Einsatzszenarien inner- und außerhalb der Schule zu schaffen. Das Ziel ist hierbei der praxisorientierte Austausch zu Herausforderungen und Erfahrungen in der Konzeption, Entwicklung und Anwendung neuartiger, interaktiver, digitaler Bildungstechnologien im schulischen wie außerschulischen Kontext, wenn möglich unterstützt durch eine Evaluation.

Keywords: Bildungstechnologien, Schule, Technik, Lerntechnologien, Lernwerkzeuge, E-Learning.

1 Vorwort

Für Lehrkräfte und auch Schüler:innen ergeben sich durch digitale Medien früher nie gedachte Möglichkeiten, um zeit- und ortsunabhängig gemeinsam zusammenzuarbeiten und neue Formen der Offenheit miteinander sowie in Unterrichtskontexten umzusetzen. Die Kultusministerkonferenz formuliert in „Lehren und Lernen in der digitalen Welt“, den ergänzenden Empfehlungen zur Strategie “Bildung in der digitalen Welt” das Ziel, “[...] in jedem Unterricht an allen Schulen die Potenziale der digitalen Technologien durchgehend zu nutzen [...] [KK21]. An digitalen Tools und technischen Anwendungen zur leichteren digitalen Zusammenarbeit mangelt es nicht. Häufig werden die technischen Lösungen dabei jedoch als gegeben diskutiert, von denen aus mediendidaktische und -pädagogische Potenziale diskutiert werden. Wenn man jedoch dem Leitsatz folgt, dass die Technik der Didaktik folgen soll, dann lässt sich feststellen, dass bisher nur selten über die Neu- bzw. Weiterentwicklung entsprechender Bildungstechnologien gesprochen wird. Dies trifft insbesondere auf eine forschungsbasierte Auseinandersetzung mit den

[1] TU Dresden, Professur für Didaktik der Informatik, 01069 Dresden, thiemo.leonhardt@tu-dresden.de, https://orcid.org/0000-0003-4725-9776
[2] RWTH Aachen, MediaLab Lehramt am Lehrerbildungszentrum, 52070 Aachen, ehlenz@lbz.rwth-aachen.de, https://orcid.org/0000-0001-6189-6056
[3] Technische Universität Hamburg, ITBH, Am Irrgarten 3-9, 21073 Hamburg, ronny.roewert@tuhh.de
[4] TU Dresden, Professur für Didaktik der Informatik, 01069 Dresden, nadine.bergner@tu-dresden.de, https://orcid.org/0000-0003-3527-3204

doi: 10.18420/delfi2022-ws-50

besonderen Herausforderungen der Technologieentwicklung für den Einsatzkontext Schule zu. Wie die ICILS-Studie [Ei19] zeigt, werden zwar digitale Lernwerkzeuge im Unterricht eingesetzt, diese aber vorrangig zur Unterstützung des Frontalunterrichts verwendet. Die Qualifizierung der Lehrkräfte und Schüler:innen ist dabei ein wichtiger Punkt [EC17]. Neben den in der Studie aufgeführten schlechten Rahmenbedingungen für digitalen Unterricht in den Schulen fehlen insbesondere auch Softwarelösungen, die didaktisch, methodisch, fachlich und fachbezogen für den spezifischen Einsatz im Unterricht geeignet sind.

Diskutiert wurden im Workshop die vorgestellten Projekte aus vier unterschiedlichen Perspektiven. Die *didaktische Perspektive* betrachtete Ideen für noch nichtexistierende, innovative, digitale Lernwerkzeuge für den Unterricht allgemein- und berufsbildender Schulen sowie didaktische Konzepte für neue Bildungstechnologien. Die *Netzwerk-Perspektive* betrachtet die Vernetzung verschiedener Akteure im Bereich Entwicklung digitaler Medien, die Entwicklung und Bereitstellung von Plattformen zur Einordnung und Sammlung von Bildungstechnologien sowie die Entwicklung von Institutions- und bundeslandübergreifenden Kategoriensystemen und Kriterienkatalogen zum Erfahrungsaustausch. Die *Prozess-Perspektive* nimmt die Evaluation des Einsatzes digitaler Lernwerkzeuge mit den Akteuren Lernende und Lehrende (insb. von Prototypen) zur Verbesserung der Unterrichtsqualität sowie Good-Practice-Beispiele für die Zusammenarbeit von technischen und didaktischen Entwickler:innen, und/oder bildungspolitischen Entscheider:innen in den Fokus. Als letztes bietet die *Technische Perspektive* neuartige (insb. noch in der Entwicklung befindliche) digitale Lernwerkzeuge für die Hauptzielgruppe Kinder und Jugendliche (Freie Software im Sinne der Free Software Foundation), die Integration von Learning Analytics-Ansätzen für die Zielgruppen Schüler:innen und Lehrkräfte und ein Lessons Learned bei der Entwicklung digitaler Lernwerkzeuge für die Schule allgemein. Die folgenden Beiträge spiegeln die unterschiedlichen Ansätze wider Bildungstechnologien in der Schule einzusetzen und bieten eine gute Grundlage zur Fortsetzung des Workshops auf der nächsten Fachtagung Bildungstechnologien der GI Fachgruppe Bildungstechnologien.

2 Literaturverzeichnis

[EC17] European Commission. Joint Research Centre: European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu. https://data.europa.eu/doi/10.2760/1781382, 2017.

[Ei19] Eickelmann, B. et. al.: ICILS 2018 #Deutschland – Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking. Münster: Waxmann, 2019.

[KK21] Kultusministerkonferenz (Hrsg.): Die ergänzende Empfehlung zur Strategie „Bildung in der digitalen Welt.“, 2021.

Konzeption eines Setups für VR-gestützte 360°-Unterrichtsbeobachtung im TeachingLab

Innovative Verzahnung von Lehre und Forschung

David Baberowski [1], Thiemo Leonhardt [2] und Nadine Bergner [3]

Abstract: Das EduInf der TU Dresden stellt mit seinem TeachingLab einen Ort bereit an dem Schüler:innen in Workshops für Informatik begeistert werden und Lehramtstudierende erste Praxiserfahrungen in einer vorbereiteten Umgebung sammeln. Für eine detaillierte Reflexion und das Training der selektiven Aufmerksamkeitssteuerung in Unterrichtssituationen eignen sich Unterrichtsvideos. In diesem Beitrag wird ein Konzept zum Einsatz von 360°-Kameras für diesen Zweck vorgestellt, mit dem eine multiperspektivische Betrachtung von Unterrichtssituationen möglich ist, ohne den Beobachtenden einen festen Bildausschnitt vorzugeben. Ein prototypisches Setup wurde im TeachingLab pilotiert, um Anforderungen an die Entwicklung der benötigten Komponenten des Konzepts zu formulieren. Im Ausblick wird das Potential des Ansatzes für die Datenerhebung im Forschungskontext thematisiert.

Keywords: TeachingLab, VR, 360°-Videos, Unterrichtsbeobachtung

1 Einleitung

Unterrichtsbeobachtung ist ein fester Bestandteil der Lehramtsausbildung und verfolgt die Ziele Lehrkräftehandeln aus allgemein- und fachdidaktischer Perspektive zu analysieren und zu reflektieren. Eine Möglichkeit der Umsetzung sind Videoaufnahmen von Unterricht, welche in verschiedenen Settings bereits in der Lehrkräftebildung eingesetzt werden. Der Einsatz von Unterrichtsvideos ermöglicht eine bessere Betrachtung von komplexen und gleichzeitig stattfindenden Unterrichtssituationen als klassische Unterrichtsbeobachtung, besonders wenn diese aus verschiedenen Perspektiven aufgenommen werden (Krammer, Kathrin & Reusser, Kurt, 2005). So wird außerdem das Training der selektiven Aufmerksamkeitssteuerung der Beobachtenden auf relevante

[1] TU Dresden, Professur für Didaktik der Informatik, 01069 Dresden, david.baberowski@tu-dresden.de, https://orcid.org/0000-0001-6308-4334

[2] TU Dresden, Professur für Didaktik der Informatik, 01069 Dresden, thiemo.leonhardt@tu-dresden.de, https://orcid.org/0000-0003-4725-9776

[3] TU Dresden, Professur für Didaktik der Informatik, 01069 Dresden, nadine.bergner@tu-dresden.de, https://orcid.org/0000-0003-3527-3204

doi: 10.18420/delfi2022-ws-51

Aspekte des Unterrichtsgeschehens ermöglicht (Magdalena Sonnleitner et al., 2018). Als Kritik wird allerdings auch die Vorauswahl der Beobachtung durch den Fokus der Kamera aufgeführt. Durch den Einsatz von 360°-Kameras kann dieser Schwäche begegnet werden.

360°-Kameras nehmen durch mehrere Weitwinkelobjektive alle Raumrichtungen auf und ermöglichen die dynamische Auswahl des betrachteten Bildausschnitts durch die Beobachtenden. Gemeinsam mit dem Aspekt der Multiperspektivität sind somit deutlich mehr Informationen als Grundlage für eine Reflexion von Unterricht verfügbar. Neben speziellen Videoplayern können auch VR-Headsets zur Betrachtung eingesetzt werden, welche eine sehr intuitive Auswahl des Bildausschnittes der Aufnahmen durch einfaches „Umschauen“ ermöglichen.

Das im Folgenden beschriebene Konzept ermöglicht den Einsatz von 360°-Kameras für eine multiperspektivische Betrachtung von Unterricht in einem Seminarkontext und beinhaltet sowohl die Aufnahme von mehreren Perspektiven durch 360°-Kameras, als auch die Darstellung für mehrere Beobachtende. Das bisher vorliegende Konzept selbst beschäftigt sich nicht mit der didaktischen Begleitung der Unterrichtsbeobachtung, soll aber die Voraussetzungen dafür schaffen.

2 Das TeachingLab des EduInf an der TU Dresden

Die Entwicklung und Erprobung des Konzepts erfolgt im TeachingLab[4] der Professur Didaktik der Informatik an der TU Dresden. Das EduInf ist ein Projekt mit einem vielfältigem Workshopangebot für Schüler:innen unabhängig der Schulform und Jahrgangsstufe. Das Projekt EduInf verfolgt mit dem SchoolLab das Ziel Schüler:innen für informatische Themen zu begeistern und Lehrkräfte mit OER-Materialien[5] zu unterstützen. Gleichzeitig werden die Formate auch zur Erprobung von neuen Lehr-Lern-Konzepten genutzt. Durch diese Verzahnung wird es Lehramtsstudierenden im Rahmen verschiedener Seminare ermöglicht entwickeltes Unterrichtsmaterial und ganze Stundenplanungen mit Schüler:innen in einem realen Setting unter vertrauten und besser kontrollierbaren Randbedingungen im TeachingLab zu erproben.

Ein wichtiger Teil jeder Erprobung ist die anschließende Reflexion, die im Allgemeinen auf Notizen von Beobachtenden aufbaut. Besonders am Anfang des Studiums, kann nicht davon ausgegangen werden, dass die Seminarteilnehmenden die Kompetenz besitzen, bei der Live-Beobachtung alle wesentlichen Aspekte zu erfassen und daraus nützliches Feedback zur Reflexion zu generieren (vgl. Gaudin & Chaliès, 2015, Kapitel 6.3). Videografie in Kombination mit einer geeigneten Begleitung im Seminar kann hier ein nützliches Hilfsmittel sein, um konkrete Situationen zu analysieren. Durch die Verwendung von 360°-Kameras aus verschiedenen Perspektiven und VR-Systemen kann die Beobachtung und Reflexion tiefgreifender gestaltet werden. Die Entwicklung eines

[4] https://tu-dresden.de/ing/informatik/smt/ddi/projekte/praxisdigitalis/teachinglab
[5] https://tu-dresden.de/ing/informatik/smt/ddi/schulinformatik/eduinf-education_in_informatics/lehr-lern-material

Konzepts zur VR-gestützten 360°-Videografie für die Unterrichtsbeobachtung im EduInf soll so die Reflexionsphase von Praxiserprobungen im TeachingLab bereichern.

3 Konzept zur 360°-Unterrichtsbeobachtung

Das Konzept basiert auf der Aufnahme der Unterrichtssituation im TeachingLab mittels mehrerer 360°-Kameras. Dabei ist eine flexible Installation an unterschiedlichen Positionen vorgesehen, um je nach Szenario verschiedene Perspektiven zu erfassen. Um Effekte wie Motion-Sickness bei der Betrachtung der Aufnahmen mit VR-Brillen zu vermeiden, sollten die Kameras nicht während der Aufnahme bewegt werden. Bei der Platzierung der Kameras können je nach Ziel der Beobachtung verschiedene Ansätze verfolgt werden. So kann durch eine Platzierung auf Augenhöhe versucht werden klassische Perspektiven einer Lehrkraft einzufangen, um ggf. Kompetenzen in Bezug auf das Klassenmanagement bei den Beobachtenden zu verbessern. Ein anderer Ansatz ist das Einfangen von normalerweise unzugänglichen Perspektiven, wie bei einer Vogelperspektive oder der Platzierung in der Mitte des Tisches während einer Gruppenarbeit. Mithilfe solcher Perspektiven können Beobachtungen für eine Detailanalyse konkreter Situationen oder der Verwendung von Materialien gemacht werden.

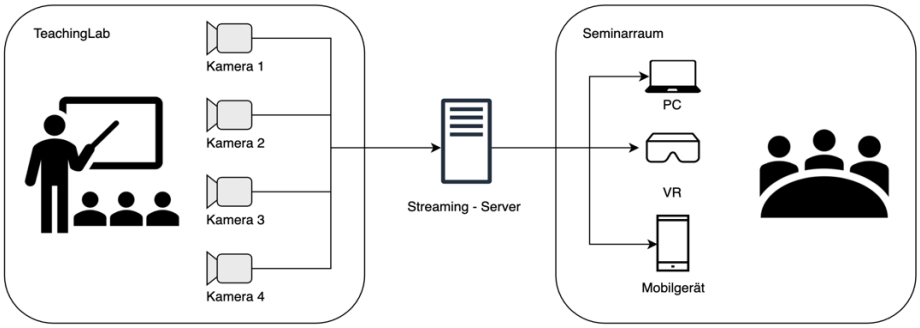


Abbildung 1: Konzeptioneller Aufbau des Systems zur 360°-Videografie

Die Kameras übermitteln die Aufnahmen über das RTMP-Protokoll an einen Streaming-Server (auf basis von nginx), der diese dann für die Beobachtung bereitstellt. Diese kann entweder live in einem separaten Raum oder im Nachgang erfolgen (siehe Abbildung 1). Die Beobachtung erfolgt vorrangig VR-gestützt, aber nicht ausschließlich mit VR-Headsets. Zwar bieten VR-Headsets einen besonders intuitiven Weg der Betrachtung von 360°-Videos, erschweren aber das gemeinsame Beobachten in einer Gruppe. So soll das Betrachten der Aufnahmen ebenfalls über den Browser sowohl auf PCs als auch auf Tablets erprobt werden. Dabei ist auch die Kombination der Unterrichtsbeobachtung mit digitalen Fragebögen möglich, um eine quantifizierbare Auswertung zu erhalten.

Die Entscheidung, ob die Beobachtung live oder im Nachgang stattfinden soll, hängt vom Seminar und den Zielen der Reflexion ab. Die Beobachtung im Nachgang ermöglicht das mehrmalige Betrachten von Situationen aus verschiedenen Perspektiven in Kombination mit einer Diskussion z. B. zu Ursachen oder Handlungsalternativen. Außerdem kann so eine Vorauswahl an interessanten Situationen getroffen werden, um die verfügbare Zeit effektiv zu nutzen.

4 Pilotierung

Eine erste Pilotierung diente dazu a) das grundsätzliche technische Setup zu erproben, b) die Live-Beobachtung mit dem asynchronen Betrachten der Aufnahmen zu vergleichen und c) die didaktische Einbettung in einen Seminarkontext zu erproben. Dazu wurden vier Workshopdurchführungen mit Themen 3D-Druck und Laser-Cutten im Rahmen der fachdidaktischen Veranstaltung „Fachdidaktik Informatik– ausgewählte Aspekte“ des Informatik-Lehramtstudiums genutzt. Jeder Workshop dauerte 2,5 Stunden und wurde von einer Gruppe von drei bis vier Studierenden durchgeführt. Die Schüler:innen waren im Alter von 13 bis 16 Jahren. Während des Workshops einer Gruppe beobachteten die anderen Studierenden das Unterrichtsgeschehen live in einem separaten Seminarraum und hielten Beobachtungen auf einem digitalen Whiteboard fest. Im Anschluss an den Workshop wurden in Einzelgesprächen mit jeder Gruppe die Aufnahmen einzelner Ausschnitte noch einmal betrachtet. Die Studierenden wurden dazu aufgefordert nicht nur das Unterrichtsszenario, sondern auch das Beobachtungssetup in einem separaten Bereich des digitalen Whiteboards zu beurteilen.

Da zu diesem Zeitpunkt noch keine Anwendung zur Betrachtung verschiedener 360°-Perspektiven auf den verschiedenen Geräten zur Verfügung stand, wurde die Pilotierung mithilfe von vier klassischen Kameras (je 720p), die zu einer 2x2 Matrix (siehe Abbildung 2) kombiniert wurden, durchgeführt. Der Ton wurde durch ein auf Sprache optimiertes Kondensatormikrofon erfasst.

Abbildung 2: Screenshot der Kameraperspektiven die zur Beobachtung während der Pilotierung zur Verfügung standen

Während der Pilotierung erfolgte das Streaming an bis zu 15 Geräte gleichzeitig ohne Aussetzer oder andere Probleme. Die Auflösung der Kameras war ausreichend, um Beobachtungen zum Klassenmanagement, Aufmerksamkeit und Unterrichtsatmosphäre zu machen. Die Beobachtenden gaben an, dass die Anordnung der Kamerabilder eine Orientierung im Raum erschwerte, insbesondere dann, wenn sich Personen durch verschiedene Perspektiven bewegten. Dieses Problem sollte durch den Einsatz von 360°-Kameras behoben werden, da so ein Umschauen im Raum und somit eine bessere Orientierung ermöglicht wird.

Der Ton war für Sprecher:innen in der Nähe des Mikrofons von ausreichender Qualität, jedoch waren Schüler:innen im hinteren Bereich des Raums nur äußerst schwer zu verstehen. Aus diesem Grund sollen künftig die Mikrofone der verschiedenen Kameras in Kombination mit Ansteckmikrofonen für die Lehrperson(en) zum Einsatz kommen. Spätere Tests zeigten, dass die Mikrofone der Kameras geeignet sind den Ton der näheren Umgebung einzufangen. Eine akustische Abdeckung des gesamten Raumes soll dann über die gleichmäßige Verteilung der Kameras im Raum erreicht werden.

Aus didaktischer Perspektive war es interessant zu beobachten, dass sich während der Live-Beobachtung detaillierte Diskussionen über das aktuelle Geschehen entwickelten. Dadurch, dass der Workshop nicht gestört wurde, konnten sich die Beobachtenden direkt über eine aktuelle Situation austauschen, Hypothesen aufstellen und prüfen. So wurde in einem der Testläufe beispielsweise die Hypothese aufgestellt, dass ein Schüler Probleme bei der Bearbeitung einer Aufgabe hatte, da er sich häufig Hilfe bei seinem Sitznachbarn holte, was sich als korrekte Annahme herausstellte. Die nachfolgenden Gruppen achteten

in ihren Workshops anschließend besonders auf die Dynamik der Schüler:innen untereinander und versuchten aktiv beobachtete Fehler zu vermeiden.

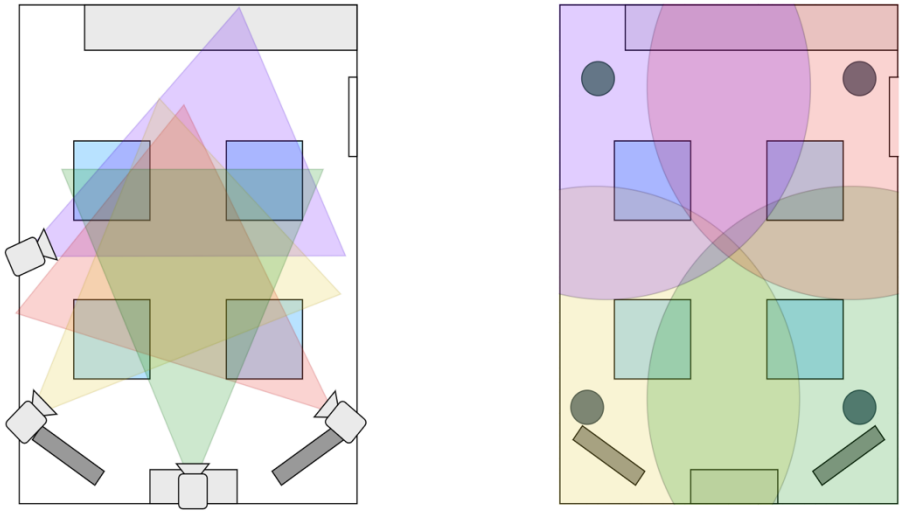


Abbildung 3: Abdeckung des TeachingLabs durch die Kameraperspektiven während der Pilotierung (links) im Vergleich mit dem angestrebten Setup mit 360°-Kameras (rechts)

Während der Phasen in denen die Schüler:innen selbständig arbeiteten und keine Interaktion mit den Lehrkräften stattfand, waren nur sehr wenige Beobachtungen, z. B. zur Arbeitsweise, zu machen. Dies wurde als Nachteil der Live-Beobachtung empfunden, insbesondere, wenn diese Phasen über längere Zeit andauerten. Als Konsequenz erscheint die Verwendung von Aufnahmen der interessanten Phasen im Seminarkontext effektiver als der Einsatz des Live-Streamings. So wird außerdem den Durchführenden des Workshops die Möglichkeit der Selbstbeobachtung gegeben, die bei Studierenden oft besonders gefragt ist (vgl. Mitchell et al., 2007).

Trotz der Schwächen während der Pilotierung wurde das Beobachtungssetup von den Teilnehmenden als gewinnbringend für die Selbstwahrnehmung und das eigene Lehrkräftehandeln empfunden.

5 Ausblick

Für die Verwendung von 360°-Kameras wird aktuell die Entwicklung von Anwendungen zur Beobachtung für VR-Brillen, Smartphones/Tablets und Computern vorangetrieben und diese im Kontext der Unterrichtsbeobachtung zu vergleichen. Dabei wird das Betrachten von Aufnahmen gegenüber dem Live-Streaming vorgezogen, da hier ein größeres Potential für die didaktische Einbettung, insbesondere in Bezug auf eine

Selbstreflexion, in den Seminarkontext gesehen wird. Technisch wird das Setup durch weitere Mikrofone erweitert und die Videoabdeckung des Raumes durch 360°-Kameras im Vergleich zur Pilotierung optimiert (siehe Abbildung 3).

Zur Erhebung von weiteren Forschungsdaten während der Unterrichtsbeobachtung soll es in zukünftigen Versionen der Anwendung möglich sein, Ereignisse wie z. B. Unterrichtsstörungen, Meldungen, Verständnisprobleme und andere Beobachtungen in den 360°-Aufnahmen zu markieren und die zeitliche und räumliche Position dieser Markierungen für spätere Auswertungen heranzuziehen. Diese Daten unterstützen den Beobachtungsprozess, indem die Teilnehmenden geeignete Situationen für eine Detailanalyse identifizieren.

Ein Transfer an andere Fachdidaktiken wird mit Kooperationspartnern der Universität Leipzig vorangetrieben. Um dies zu ermöglichen, wird bei der Entwicklung ein besonderer Fokus auf die Usability und die Dokumentation der Software gelegt. Weitere Erprobungen werden im Wintersemester 2022/23 in weiteren Seminaren im TeachingLab des EduInf erfolgen.

Literaturverzeichnis

[GC15] Gaudin, C.; Chaliès, S.: Video viewing in teacher education and professional development: A literature review. In *Educational Research Review*, *16*, 41–67. https://doi.org/10/ggc5p2, 2015.

[KR05] Krammer, K.; Reusser, K.: Unterrichtsvideos als Medium der Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen. https://doi.org/10.25656/01:13561, 2005.

[So18] Sonnleitner, M. et. al.: Video- und Audiografie von Unterricht in der LehrerInnenbildung. DOI: 10.36198/9783838549569, 2018.

[MHS07] Mitchell, N.; Hobson, A. J.; Sorensen, P.: External Evaluation of the University of Sussex In-School Teacher Education Programme (INSTEP). 23, 2007.

ComPleTT – Common Plattform for electronic Teacher Training

Ein Blick auf die Entstehung der gemeinsamen Arbeitsplattform der Länder zur Lehrkräfteausbildung

Natalie Kiesler [1], Daniel Schiffner [2]

Abstract: Die Plattform ComPleTT ist ein Beispiel für die erfolgreiche Zusammenarbeit aller deutschen Bundesländer in der Erstellung von digitalen Lerninhalten für die Lehrkräfteausbildung. Die gewählte Herangehensweise zielt auf das Zusammenspiel einzelner Fachexpert*innen ab, die Kursvorlagen erstellen und inhaltliche Diskussionen führen. Die definierte Struktur setzt auf multiplikatorische Effekte, wodurch die Dissemination der Inhalte in die Verantwortung der Länder gelegt wird. Dieser Beitrag stellt die Anforderungen, Lösungen sowie Herausforderungen bei der Erstellung der Plattform aus verschiedenen Perspektiven vor. Neben Auswirkungen auf den Bildungssektor werden Lessons Learned diskutiert und neue Entwicklungen vorgeschlagen.

Keywords: Lehrkräfteausbildung, Arbeitsplattform, Moodle, Nextcloud, Phasenvernetzung, Kooperation, Kollaboration, länderübergreifend

1 Einleitung

Nicht erst seit dem Strategiepapier der Kultusministerkonferenz (KMK) „Bildung in der digitalen Welt“ [KMK16] stellt die kompetente Ausgestaltung und Teilhabe an unserer zunehmend digitalisierten Gesellschaft ein erstrebenswertes Ziel der Lehrkräfteausbildung dar. Die ergänzende KMK-Empfehlung „Lehren und Lernen in der digitalen Welt“ aus dem Jahr 2021 unterstreicht u.a. die Notwendigkeit zur Vermittlung pädagogischer Konzepte sowie zur Qualifizierung der Lehrkräfte in didaktischer und technischer Hinsicht [KMK21].

Obwohl es dringend medienkompetenter Lehrkräfte in der Berufspraxis bedarf, gehen Lehramtsstudierende noch zu selten mit digitalen Medien um [PPH18]. Die länderübergreifend fehlende curriculare Verankerung von Medienbildung in Studium, Praktika und Vorbereitungsdienst offenbart bzw. erklärt dieses Defizit [BDS18] [Sc18]. Gleichzeitig wünschen sich Lehramtsstudierende durchaus eine zeitgemäße Ausbildung und zeigen Bereitschaft und Initiative zum Medieneinsatz. Daher bedarf es zum einen der

[1] DIPF | Leibniz Institute for Research and Information in Education, Information Center Education, Rostocker Straße 6, 60323 Frankfurt am Main, kiesler@dipf.de, https://orcid.org/0000-0002-6843-2729
[2] DIPF | Leibniz Institute for Research and Information in Education, Information Center Education, Rostocker Straße 6, 60323 Frankfurt am Main, schiffner@dipf.de, https://orcid.org/0000-0002-0794-0359

doi: 10.18420/delfi2022-ws-52

verbindlichen, phasenübergreifenden Integration von Medienbildung und Medienpraxis in die Lehrkräftebildungskette [Ki20], und zum anderen pädagogische Konzepte, Arbeitsformen und -modi zur Zusammenarbeit der verschiedenen Akteure.

Mit der Plattform ComPleTT[3] stellen wir ein Praxis-Beispiel für die Zusammenarbeit zwischen technischen und didaktischen Entwickler*innen, und/oder bildungspolitischen Entscheider*innen vor. Die gemeinsame Arbeitsplattform ermöglicht dabei vor allem die Zusammenarbeit an Kursen mit Fachinhalten sowie die Vernetzung verschiedener Akteure im Kontext digitaler Medien in der Lehrkräfteausbildung. Darüber hinaus wird die Sammlung, Bereitstellung und Einordnung von Bildungstechnologien maßgeblich unterstützt. Der vorliegende Beitrag bietet zunächst einen Einblick in Hintergründe und die Entstehung des Angebots, dessen Ziele und Workflows sowie die Struktur der Inhalte. Darüber hinaus wird ComPleTT aus der Didaktik-, Netzwerk-, Prozess- und Technologie-Perspektive diskutiert. Die aus der bisherigen Zusammenarbeit gewonnenen Erkenntnisse liefern Implikationen für Weiterentwicklungen und neue Features. Der Beitrag schließt insofern mit einem Ausblick auf die Evaluation der entwickelten Kursformate und Arbeitsprozesse.

2 Kurzvorstellung der Arbeitsplattform ComPleTT

Das Ziel der Plattform ist es, eine gemeinsame Arbeitsplattform zu bieten, welche Bildungsakteuren im Kontext der Lehrkräfteausbildung in ganz Deutschland zum einen die kollaborative Erstellung von Kursen mit Fachinhalten, und zum anderen den Austausch darüber ermöglicht. Vertreten sind Expert*innen aus den Landesinstituten, Ausbildungsstätten, teilweise Universitäten, sowie Lehrkräftebildner. Durch die Zusammenarbeit auf der Arbeitsplattform entstehende Lehr- und Lerninhalte können über Bundeslandgrenzen hinweg im Kontext der Lehrkräftebildung verwendet werden. Sprich, die Übertragung auf die jeweiligen Landesserver und in die jeweiligen Weiterbildungsstätten der Länder wird angestrebt. ComPleTT stellt damit erstmals einen länderübergreifenden, langfristig angelegten, plattformgestützten Arbeitsraum für die fachliche Zusammenarbeit im Kontext der Lehrkräftebildung bereit.

Durch die Verwendung einer Share-and-Sync Lösung mittels Nextcloud sowie die Nutzung von Moodle wird hierbei eine denkbar einfache Kollaboration ermöglicht und gleichermaßen eine breite Gruppe von Nutzenden in der Lehrkräfteausbildungskette angesprochen. Die bewusst gewählte Begrenzung auf eine reine Arbeitsplattform führt dazu, dass keine Daten von Lehrer*innen und Ausbilder*innen gesammelt und dadurch der Datenschutz vereinfacht sowie Föderalismus als Thematik ausgeklammert werden können. Der Einsatz der Lerninhalte wird durch die Teilnehmenden selbst gesteuert, welche diese z.B. in Form eines Moodle-Kurses zu “Grundlagen der Bildungswissenschaften” exportieren und in ihre eigenen Lernmanagementsysteme importieren.

[3] https://moodle.bildungsserver.de

Neben der Möglichkeit zur Erstellung von Kursen mit Fachinhalten beinhaltet die ComPleTT Plattform eine Reihe von Anwendungen (Apps) in der Nextcloud. Diese dienen vor allem der Koordination und Terminierung der Gruppen (z.B. durch Circles, Calendar) oder dem kollaborativen Bearbeiten von Dokumenten. Darüber hinaus werden bekannte Plugins für Moodle zur Gestaltung interaktiver Lehr-/Lerninhalte bereitgestellt, wie zum Beispiel H5P, Layouts oder Completion-Progress.

Die Plattform ComPleTT wurde als gemeinsames Angebot des Pädagogischen Landesinstituts Rheinland-Pfalz, der Lehrkräfteakademie Hessen, der Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung sowie dem DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation initiiert. Die 2020 ins Leben gerufene Plattform hat derzeit 281 registrierte Nutzer*innen (Stand: 26.9.2022), welche mittlerweile aus allen 16 deutschen Bundesländern stammen. In der kurzen Zeit haben sich dazu knapp 85 GB an Dokumenten, Medien und Lehrinhalte ergeben, welche durch die kollaborativen Technologien der Plattform erstellt, gepflegt und geteilt werden. Auf dieser Basis sind zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Artikels 37 Kurse entstanden.

Die auf der Plattform ComPleTT verfügbaren Kurse sind in drei Kategorien zu untergliedern: (1) Öffentliche Kurse, (2) Interne Kurse mit Arbeitseinheiten nach Bundesländern und Arbeitsgruppen untergliedert, und (3) Verschiedenes. In die letzte Kategorie fällt zum Beispiel der FAQ-Kurs mit Informationen für die Administrator*innen der Länder. In der aktuellen Phase werden alle Kurse als interne Kurse angelegt. Musterkurse als Vorlagen zum Export im öffentlichen Kursbereich anzubieten, ist in Zukunft denkbar.

ComPleTT bietet ein spezielles Nutzermanagement an. Dieses umfasst vier verschiedene Rollen. Dazu gehören die DIPF Administrator*innen, pro Bundesland ein bis zwei Länder-Administrator*innen, die authentifizierten Nutzer*innen sowie Gäste. Letztere können lediglich die öffentlich zugänglichen Moodle-Kurse einsehen. Zur Authentifizierung wurde ein eigenes Single-Sign-On Plugin entwickelt, welches die Nutzerinformationen aus Nextcloud verwendet. Die Länderadministrator*innen fungieren hierbei als Multiplikator*innen des ganzen Systems. Sie verwalten die Zugänge für die jeweils bundeslandspezifischen Nutzer*innen - durch Erstellung eines Accounts in Nextcloud - und bieten diesen einen First-Level-Support. Dadurch reduziert sich der Aufwand für alle Administrator*innen auf der Plattform und eine nahtlose Transition zwischen den Landes-eigenen Systemen und ComPleTT wird sichergestellt.

3 Auswirkung auf die Perspektiven: Didaktik, Netzwerk, Prozess und Technologie

Bei der genaueren Betrachtung von ComPleTT werden nachfolgend vier Perspektiven eingenommen und diskutiert: Didaktik, Netzwerk, Prozess und Technologie.

Didaktik: Registrierte Nutzer*innen können in ComPleTT jederzeit neue Kurse erstellen. Die bereitgestellten Technologien erlauben dabei eine vielfältige Umsetzung von (medien-)didaktischen Konzepten, z.B. zum Lernen mit und über digitale Medien. Die konkreten didaktischen Konzepte werden jedoch von den Nutzer*innen bestimmt. Bei entsprechender Rückmeldung können weitere Moodle-Plugins installiert werden.

Netzwerk: Das Potenzial von ComPleTT wird vor allem aus Netzwerk-Perspektive sichtbar. Aufgrund des Charakters als Arbeitsplattform bildet ComPleTT die Basis für Kollaboration und Kooperation und unterstützt den Austausch von Ideen, Inhalten sowie exemplarischen Kursdesigns zwischen fachlichen Expert*innen in einem geschützten Raum. Anhand der Moodle und Nextcloud Plugins wird z.B. die Planung von Arbeitstreffen erleichtert. Lehr- und Lernmaterialien können interaktiv gestaltet werden. Insofern wird der Austausch mit und über Inhalte möglich. Gleichzeitig wird der Raum zur Reflexion über die Inhalte eröffnet, da Inhalte als Teil eines Moodle-Musterkurses konkret, greifbar und erfahrbar werden (siehe Abb.1). Aktuell sind eine Reihe von Arbeitsgruppen aktiv an der Erstellung von Kursen beteiligt, diese sind derzeit als interne Kurse angelegt. Thematisch werden darin u.a. folgende Fachinhalte adressiert:

- Digitale Formate in der Lehrkräftefortbildung,
- Lehren und Lernen,
- Fachdidaktische Impulse,
- Beschulung Ukrainischer Schülerinnen und Schüler.

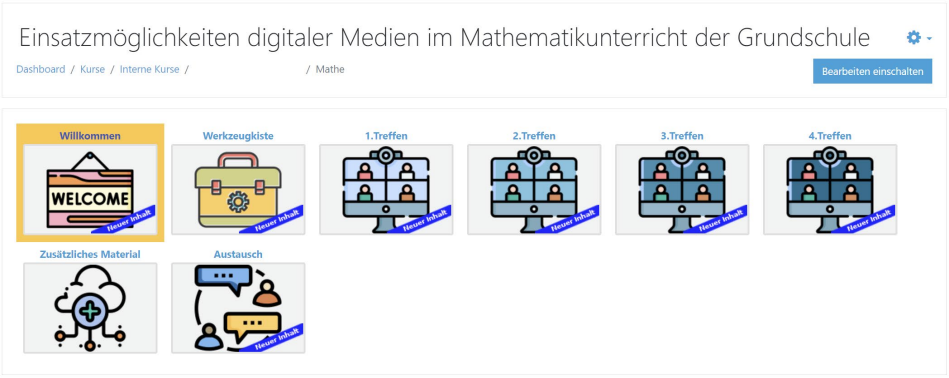


Abb. 1: Beispielkurs zu den Einsatzmöglichkeiten digitaler Medien im Mathematikunterricht der Grundschule.

Weiterhin finden andere Formate für die Lehrkräfteausbildung, z.B. “Master Classes” (siehe Abb. 2), welche einen gezielten Input zu einem Fachthema aus der Wissenschaft bieten. Ebenfalls zeigen sich Workshop-artige Kurse, die eine Heranführung an die digitalen Werkzeuge bieten, welche in den Lernplattformen der Länder einheitlich verfügbar sind, bspw. als Kurs “Kompetenzen zeigen: H5P-Lernprodukte er- und einstellen, erproben und austauschen”.

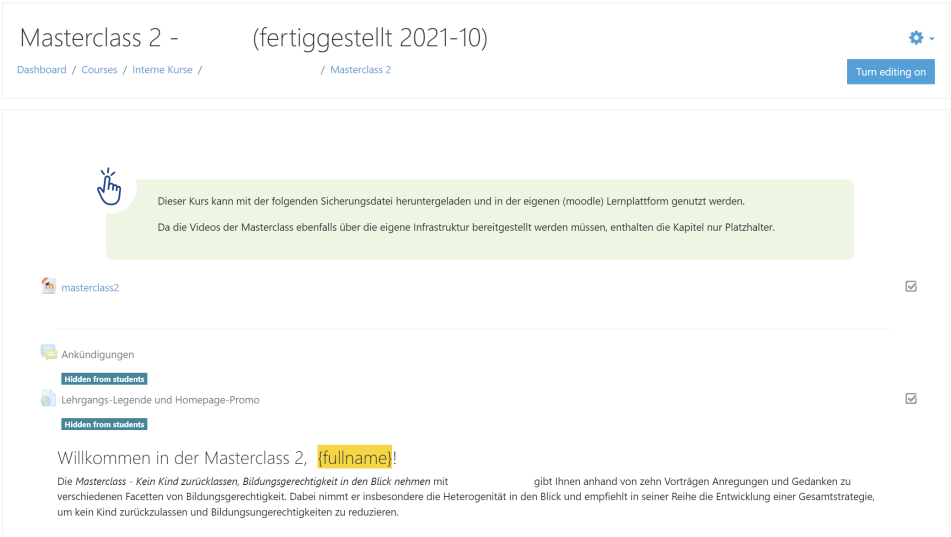


Abb. 2: Beispiel eines Musterkurses für Schwerpunktthemen der Bildungswissenschaften.

Der Zugriff auf die gemeinsamen Ressourcen und Unterrichtsmaterialien bietet einen wichtigen Anreiz für die Nutzer*innen. Derzeit liegen allerdings noch keine Rückmeldungen zum Transfer von Kursen in die beteiligten Bundesländer vor. Die zeitnahe Entwicklung von standardisierten Evaluationsformaten erscheint daher sinnvoll und wurde auch von den Ländern als Wunsch geäußert.

Prozess: Moodle und Nextcloud als weit verbreitete Open-Source Software stellen die technologische Grundlage der Arbeitsplattform dar. Besonders Moodle wird an zahlreichen Bildungseinrichtungen wie z.B. Schulen und Universitäten, und damit in weiten Teilen der Lehrkräftebildung verwendet. Die Vorteile von Open-Source Lösungen waren ein wichtiges Entscheidungskriterium für die gewählten Lösungen. So wäre eine Neuentwicklung unwirtschaftlich gewesen. Zudem wurde ein niedrigschwelliges Angebot angestrebt, da Lehrkräftebildner*innen sich nicht in ein zusätzliches, neues System einarbeiten sollten. Ähnlich dazu sollten auch Lehrer*innen möglichst nah an dem Schul- bzw. Landes-eigenen System lernen können. In der aktuellen Phase wird die Ausgestaltung der Plattform durch die Landesinstitute des Digitalpakt-Antrags definiert. In Zukunft bedarf es eines Konzepts zur Rolle der verschiedenen Akteure und deren Einfluss auf die Plattformentwicklung, d.h. eine Festlegung, wer Anforderungen definiert, wer Weiterentwicklungen abnimmt, und wie technologische Entwicklungsschritte wissenschaftlich evaluiert werden [KS22].

Technologie: Die Wahl der Software und der darin enthaltenen Plugins erlaubt sehr viel Flexibilität in der Umsetzung der Lerninhalte, ist aber dennoch stark einschränkend, um einen Austausch zwischen den Ländern sicherzustellen. Gerade hier stellen sich neue Herausforderungen, wie beispielsweise Landesspezifika bestmöglich abgebildet werden können, ohne die Übertragbarkeit zu gefährden. Die Verwendung von Learning-Analytics oder individuellen Erweiterungen kann über die Plattform auch disseminiert werden und

den Akteur*innen als hilfreiches Werkzeug dienen. Dabei muss die Datenschutz-Thematik frühzeitig aufgegriffen und ein geeignetes Format für die Evaluation der Kurse und Inhalte gefunden werden. Durch die Einheitlichkeit der Kurse bieten sich hier viele Möglichkeiten für Learning Analytics. Der Fokus wird auf die Verbesserung der Inhalte gelegt und ein Vergleich zwischen einzelnen Bundesländern von vornherein ausgeschlossen. Letzteres würde der Neutralität der Plattform schaden und dadurch die gewonnene Akzeptanz und Reputation zunichtemachen.

4 Lessons Learned

Das Projekt ComPleTT liefert bereits jetzt eine Reihe von „Lessons Learned“ für die im Workshop angesprochene Community. Zum einen gestaltet sich die Wartung des Systems als effizient und kann in bestehende Systeme gut integriert werden. Gleichzeitig besteht ein großer Bedarf an weiteren Features und Anpassungen. Dazu gehört unter anderem die Umsetzung eines geeigneten Quota-Modells für die Plattform und deren Nutzer*innen. Die von dem System normal bereitgestellte Variante (ohne Plugins) ist eng an die Nutzer*innen gebunden und führt dazu, dass Wenige die Majorität der Daten verwalten (siehe Abb.3). Ein Erstellen von Projekt-Ordnern würde wiederum der Bottom-Up Idee widersprechen, da diese nur von (Länder-)Adminisrator*innen erstellt werden können. Weiterhin ergibt sich auch die Notwendigkeit eines Konzepts zur Sicherstellung der Persistenz von Daten (sowohl für einzelne Elemente, als auch für ganze Kurse) unabhängig von der Bereitstellung durch einzelne Nutzer*innen.

Ein zusätzlicher Bedarf besteht hinsichtlich des automatisierbaren Austauschs von Moodle-Kursen. Dieser ist besonders für den Export und Import der Kurse in die Länder Instanzen relevant und sollte mehrere Aspekte adressieren. Primäres Ziel ist die Einfachheit des Austauschs. Dies befördert die Wiederverwendung der Kurse und erlaubt den schnellen und zielgerichteten Einsatz im Rahmen einer Weiterbildung oder des Unterrichtes ohne lange Vorbereitung. Ein anderer Aspekt ist die Aktualität einzelner Inhalte. Eine Verknüpfung zwischen den Inhalten von ComPleTT und den Kopien auf den Landesservern ist bisher noch nicht vorhanden, könnte aber durchaus eine Verbesserung der Qualität bedeuten, da Nutzer*innen nicht selbst überprüfen müssen, ob sie die aktuellste Version verwenden.

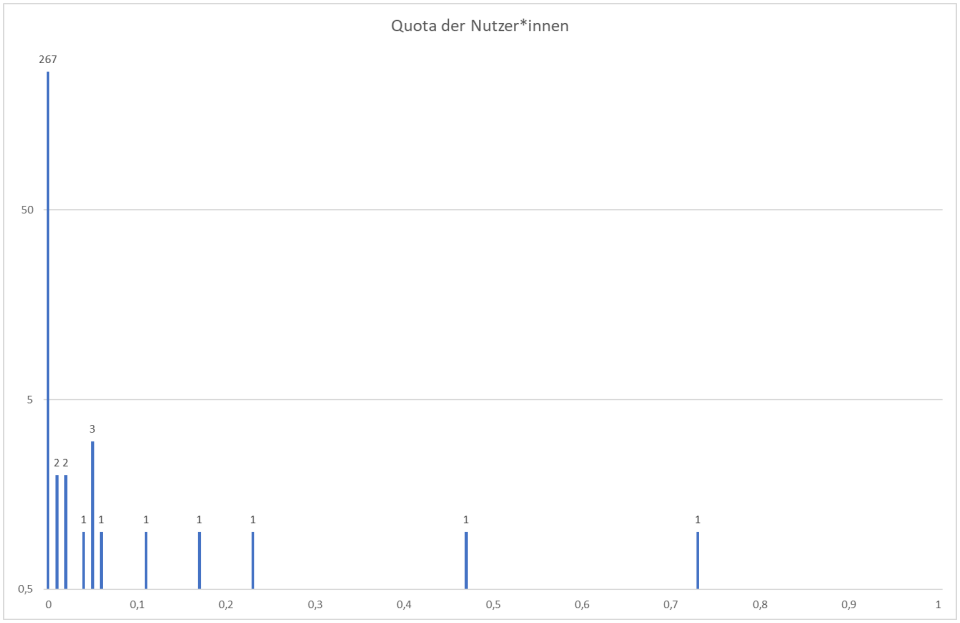


Abb. 3: Verteilung der Quota der einzelnen Nutzer. Der Großteil der Daten wird durch wenige Nutzer*innen getragen und geteilt.

Die Verwendung der Kurse und die daraus ableitbaren Erkenntnisse fließen bisher nicht in die Plattform zurück und bleiben daher als Potenzial ungenutzt. Die einzelnen Länder haben hierbei auch schon Interesse bzgl. einer Evaluation gezeigt und wünschen sich gerade bei der Erstellung und Bearbeitung der Inhalte einen anonymisierten Überblick in den Einsatz der Kurse.

Ein letztes Beispiel der Lessons Learned betrifft die frühzeitige Klärung und Umsetzung einer Corporate Identity, da diese rückwirkend nur mit erheblichem Mehraufwand geleistet werden kann. Dieses wurde insbesondere bisher nicht berücksichtigt, da ComPleTT als Arbeitsplattform nur innerhalb der Landesinstitute propagiert wurde. Sollten öffentliche Inhalte, wie bspw. OER Materialien oder Beispiele relevant werden, muss hier eine Assoziation zu der Plattform ComPleTT sichergestellt werden. Die Inhalte repräsentieren schließlich das Produkt mehrerer Bundesländer, welche auf der Plattform zusammenarbeiten.

5 Ausblick

Dank der bestätigten Verstetigung des ComPleTT Projekts durch die KMK in 2022 können die genannten Bedarfe in Zukunft adressiert werden. Zusätzlich wird die Entwicklung einer neuen Methode zur Aktualisierung von Kursen nach deren Durchführung und Evaluation angestrebt. Diese Möglichkeit hat das Ziel, in der

Unterrichtspraxis gewonnene Erkenntnisse zurück in die Blaupause des Kurses auf ComPleTT übertragen zu können, bevor diese wiederum von anderen Nutzer*innen exportiert und eingesetzt wird. Weiterhin werden die Möglichkeiten für die Erhebung und Auswertung von Daten der Nutzer*innen exploriert (Learning Analytics). Nicht zuletzt sollen in Zukunft Möglichkeiten zur einfachen Einbindung weiterer Open Educational Ressources und wissenschaftlichen Dokumenten zu Bildungsthemen fokussiert und umgesetzt werden, um die verfügbaren Fachinhalte auf der Plattform noch zu erweitern.

Literaturverzeichnis

[BDS18] Bertelsmann Stiftung, CHE Centrum für Hochschulentwicklung gGmbH; Deutsche Telekom Stiftung; Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft: Lehramtsstudium in der digitalen Welt – Professionelle Vorbereitung auf den Unterricht mit digitalen Medien?! Sonderheft, Monitor Lehrerbildung. https://2020.monitor-lehrerbildung.de/export/sites/default/.content/Downloads/Monitor-Lehrerbildung_Broschuere_Lehramtsstudium-in-der-digitalen-Welt.pdf, Stand 23.9.2022.

[Ki20] Kiesler, N.: Medienkompetenzförderung im Lehramtsstudium der Goethe-Universität: Ein Projektbericht zur erfolgreichen Medienproduktion am Beispiel studentischer Erklärvideos. MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie Und Praxis Der Medienbildung, 17 (Jahrbuch Medienpädagogik), S. 477–506, 2000. https://doi.org/10.21240/mpaed/jb17/2020.05.19.X

[KS22] Kiesler, N.; Schiffner, D.: On the Lack of Recognition of Software Artifacts and IT Infrastructure in Educational Technology Research. In Henning, P. A., Striewe, M. & Wölfel, M. (Hrsg.): 20. Fachtagung Bildungstechnologien (DELFI) 2022. Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn, S. 201-206, 2022. https://doi.org/10.18420/delfi2022-034

[KMK16] Kultusministerkonferenz. Strategie der Kultusministerkonferenz Bildung in der digitalen Welt, https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2016/2016_12_08-Bildung-in-der-digitalen-Welt.pdf. Stand: 23.09.2022.

[KMK21] Kultusministerkonferenz: Lehren und Lernen 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-. Stand: 23.09.2022.

[PPH18] Petko, D.; Prasse, D.; Honegger, B.D.: Digitale Transformation in Bildung und Schule: Facetten, Entwicklungslinien und Herausforderungen für die Lehrerinnen- und Lehrerbildung. Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung 36, S. 157-74, 2018.

[Sc18] Schiefner-Rohs, M.: Lehrerinnen-und Lehrerbildung für die digitale Zukunft. Synergie: Fachmagazin für Digitalisierung in der Lehre 6 (2018), S. 48–55, 2018.

„Pentomino 3D“ Werkstattbericht: SuS programmieren für SuS – ein Projektkurs

Interdisziplinäre Entwicklung und Erforschung von Bildungstechnologien für den Grundschulmathematikunterricht

Birte Heinemann[1], Katja Eilerts[2], Tobias Huhmann[3] und Carsten Schulte[4]

Abstract: Dieser Werkstattbericht beschreibt einen Informatikprojektkurs, in dem Schüler der Q1 eine Lernapplikation für jüngere Schülerinnen und Schüler programmiert haben. Diese Applikation kann genutzt werden, um den Inhaltsbereich Raum und Form aus der Mathematik zu lehren und spielerisch zu lernen. Die Lernziele werden vorgestellt, ebenso wie die theoretischen Überlegungen, ob das Projekt geeignet ist nach den Kriterien von Andreas Schwill. In diesem Werkstattbericht wird die Durchführung beschrieben und die Eignung von SCRUM für Projektkurse reflektiert.

Keywords: Pentomino, SCRUM, Projektkurs, Interdisziplinäre Bildungstechnologien

1 Einleitung

Dieser Werkstattbericht beschreibt einen Projektkurs, einen Jahreskurs in Schulen aus NRW, mit dem Umfang von 2x45 Minuten pro Woche. Mit der Belegung eines Projektkurses entfällt die Verpflichtung zur Anfertigung einer Facharbeit in einem Fach[5]. Dieser Kurs fand und findet im Rahmen einer Kooperation zwischen der Universität Paderborn (Fachgruppe „Didaktik der Informatik“) und der gymnasialen Oberstufe des Gymnasiums Theodorianum statt.

Den Schülerinnen und Schülern (im Folgenden SuS) der Q1 soll in einem Projektkurs die Möglichkeit geboten werden, ihr Wissen außerhalb des Unterrichts praktisch anzuwenden, eigene Ideen einzubringen und umzusetzen. Die Lernziele umfassen außerdem vertieftes wissenschaftspropädeutisches Arbeiten. Die SuS erhalten Anleitung zum selbstständigen und kooperativen Arbeiten.

[1] RWTH Aachen, Lehr- und Forschungsgebiet Informatik 9: Lerntechnologien und Didaktik der Informatik, Ahornstr. 55, 52074 Aachen, heinemann@cs.rwth-aachen.de, https://orcid.org/0000-0002-7568-0704
[2] Humboldt-Universität, Mathematik in der Primarstufe, Unter den Linden 6, 10099 Berlin, katja.eilerts@hu-berlin.de
[3] Pädagogische Hochschule Weingarten, Forschungszentrum für Elementar- und Primarbildung, Kirchplatz 2, 88250 Weingarten, huhmann@ph-weingarten.de
[4] Universität Paderborn, Didaktik der Informatik, Warburger Str. 100, 33098 Paderborn, carsten.schulte@upb.de
[5] https://www.schulministerium.nrw.de/docs/Schulsystem/Schulformen/Gymnasium/Sek-2/FAQ-Projektkurse/index.html; Zugegriffen 30.09.2022

doi: 10.18420/delfi2022-ws-53

Das Projekt des Schuljahres 2017/2018, von dem hier berichtet wird, hat ein fächerübergreifendes Thema behandelt. In Kooperation mit Prof. Dr. Katja Eilerts, Mathematik in der Primarstufe an der HU Berlin und Prof. Dr. Tobias Huhmann, dem Zentrumsdirektor des Forschungszentrums für Elementar- und Primarbildung an der PH Weingarten, haben die SuS eine App entwickelt. Die App namens „Pentomino 3D“ wurde mit Unity programmiert, hierbei handelt es sich um eine Lernapplikation für SuS, die von der ersten bis zur sechsten Klasse eingesetzt werden kann.

Dieser Beitrag stellt die Lernziele des Projektkurses, das methodische Vorgehen mit den SuS und den Einsatz von SCRUM in einem Projektkurs der Q1 vor. Außerdem wird die Eignung des Projektes für einen Projektkurs reflektiert. [Sch10]

Abbildung 1: Projektteam - Schüler vom Gymnasium Theodorianum Paderborn und den Betreuenden aus Schule und zwei Universitäten (Foto: Universität Paderborn, Ricarda Michels).

2 Lernziele

Die Entwicklung von Lehrmaterialen und Lernapps mit den SuS des Projektkurses umfasst Lernziele auf zwei Ebenen, da wir einerseits Lernziele in den zu entwickelnden Inhalten mit den SuS verfolgen und diese selbst natürlich auch gewünschte Lernergebnisse erreichen sollen.

Pentomino 3D ist eine Variante von Pentominos, Quadratfünflinge, die im Matheunterricht genutzt werden, um den Bereich Raum und Form zu unterrichten[6]. Die zentralen Lernziele dieser Applikation wurden auch mit den SuS besprochen, sodass diese bei der Entwicklung der App das Lernen der jüngeren SuS bedenken konnten. Unterrichtsinhalte beim Einsatz von Pentominos sind zum Beispiel[6]:

- Pentominos frei zu Figuren zusammenlegen
- Figuren oder Rechtecke mit Pentominos nach bzw. auslegen und die Lösung aufmalen

Entsprechend sind die Lernziele für die jüngeren SuS, dass diese die Bildungsregeln der Pentomino Objekte verstehen, diese unterscheiden zu können und analysieren zu können, welche Pentomino Objekte sich für die Bildung von bestimmten Figuren eignen.

Der Schwerpunkt der Lernziele für den Projektkurs sind informatikbezogene Kenntnisse, wie zum Beispiel die Projektorganisation mit SCRUM, die Softwareentwicklungstechniken, Versionsverwaltungsmethoden und die Präsentation von digitalen Artefakten. Eine Herausforderung einer 3D Variante von Pentomino ist die Gestaltung der graphischen Oberfläche. Die Interaktionen in 3D müssen zugänglich für die Altersgruppe der Lernenden gestaltet sein. Deshalb wurden auch Themen der Mensch-Maschine-Gestaltung wie zum Beispiel Usability mit den Teilnehmenden des Projektkurses besprochen. Außerdem sind Teamarbeit und Selbstorganisation wichtige Bestandteile, die sich gut mit der für die Schule abgewandelten Version von SCRUM vereinen lässt. Ebenso wie [Bri15] haben wir bei der Reduktion auf ein paar Standardelemente aus Scrum verzichtet, zum Beispiel das Schätzen von User Storys und das Burn Down Chart.

3 Theoretische Überlegungen zur Projektauswahl

Die Projektauswahl erfüllt die Kriterien von Andreas Schwill auf die im Folgenden kurz eingegangen wird [Schwill, 2010]. Das Lernen mit Medien ist, wie in den Kriterien gefordert, ein Thema unmittelbar aus dem Umfeld der SuS. Die Realisierbarkeit ist gegeben, die Projektplanung war im Vorhinein so flexibel gehalten, dass das Projekt in einem gewissen Rahmen skalierbar war. Ein Diskussionspunkt bei der Planung war der Zeitaufwand für die nötigen Vorarbeiten, da den Lernenden die Programmiersprache in Unity C# und die Grundlagen der Softwareversionierung mit GIT vorher nicht bekannt waren. In Absprache mit der Lehrkraft wurde besonders in der Einstiegsphase Wert darauf gelegt alle SuS mitzunehmen. Diese konnten sich allerdings schnell einarbeiten, hierbei waren öffentlich zugängliche Tutorials, z.B. auf der Videoplattform YouTube und ein freier, spielerischer Einstieg, hilfreich. Das Kriterium der Modularisierbarkeit wurde durch verschiedene Maßnahmen erreicht: Nach einer gemeinsamen Anfangsphase konnten die Schüler sich auf verschiedene Bereiche spezialisieren, z.B. Spiellogik und

[6] https://pikas.dzlm.de/unterricht/raum-und-form/ebene-figuren/pentominos, Zugegriffen 30.09.2022

Aussehen der Applikation, wobei diese auch getauscht werden und sich in SCRUM Meetings verschieben konnten. Bedeutender für die Modularisierung ist die flexible Aufteilung der verschiedenen Interaktionsformen und freie Gestaltung der Prototypen in der zweiten Phase, die maßgeblich von den Schülern mitbestimmt werden konnte. Ebenso bietet Pentomino verschiedene Spielformen an, die eine arbeitsteilige Implementierung ermöglicht. Dieser Punkt führt auch zu der flexiblen Komplexität, die das Projektthema reduzier- und erweiterbar macht. Das Kriterium des Software-Lebenszyklus wird angepasst auf SCRUM erfüllt. Insbesondere die Anforderungsanalyse und die Tests waren für die Teilnehmenden spannend, da die Interdisziplinarität des Teams ihre Stärken ausgespielt haben und sich die SuS als Experten fühlen und in Entscheidungsprozesse einbezogen werden konnten. Katja Eilerts hat den SuS viel über Grundschule und Lernen erklärt, während die SuS ihr die Grenzen der Technologie bzw. ihrer Möglichkeiten kommunizieren konnten.

4 Durchführung

Die SuS sind alle zwei Wochen mit der Lehrerin in die Universität Paderborn gekommen. In der dazwischenliegenden Woche haben wurde in der Schule programmiert und weitergearbeitet. Ansonsten konnten sich die SuS die Zeit frei einteilen und die im SCRUM Prozess festgelegten Aufgaben frei erledigen.

Besonders der Einstieg in die Programmierung wurde offen und spielerisch gestaltet, die SuS durften ein Tutorial aus dem Internet nutzen und kleinere Spielansätze programmieren. Außerdem gehörte zu den ersten Lernzielen, die SuS auf die Nutzung von GIT vorzubereiten. Die nächste – nun inhaltliche - Aufgabe, die gelöst wurde, war die Festlegung des Interaktionskonzepts. Hierfür wurden verschiedene Prototypen durch die Lernenden entwickelt, um die 3-dimensionale Interaktion mit einem Tablet besonders nutzerfreundlich zu gestalten. Gemeinsam mit den „Kunden“ wurde dieser Meilenstein bei einem gemeinsamen Meeting gefeiert und sich auf das beste Interaktionskonzept geeinigt. Am intuitivsten war eine Variante, bei der immer eine Dimension festgesetzt wird und man auf einer Ebene interagiert, die man anpassen kann. Die letzte und längste Phase der Durchführung war die weitestgehend selbstgesteuerte Umsetzung des Prototypens. Das agile Projektmanagement hat zu vielen nutzbaren Prototypen geführt, welche die Lernenden auch auf eigenen Endgeräten testen konnten. Der Projektkurs wurde final mit einer Präsentation der Lernenden abgeschlossen, die ihre Vorgehensweise und vor allem Ergebnisse den Kunden und weiteren interessierten Personen gezeigt haben, siehe Abbildung 2.

5 Zusammenfassung

Der Projektkurs wurde Teil eines größeren Forschungsprojektes und ist als gelungenes exploratives Prototyping für Pentomino 3D zu sehen. Neben dem Projektkurs sind mit Studierenden und in Projektgruppen weitere Spiele entstanden, die jeweils auch

verschiedene Varianten von Hilfestellungen und anderen didaktischen Maßnahmen, siehe [Bec21], [Bey20], [Win20]. Die Ergebnisse sind offen zugänglich auf der Webseite: https://pentomino-digital.de/.

Der Projektkurs wurde von allen Seiten als sehr erfolgreich wahrgenommen. Zielmedium der App waren Tablets, aber im Verlauf des Projektkurses hat sich gezeigt, dass die SuS sehr bereitwillig auf eigenen Androidgeräten getestet haben. Die Projektorganisation mit SCRUM wurde ebenfalls positiv wahrgenommen und Beobachtung von [Br15] kann bestätigt werden: „Und die Eigenverantwortung im Team, unterstützt durch das Weekly fördert die Gruppendynamik und das Engagement.“ Offene Fragen sind, wie nutzerfreundliche Interaktionen gestaltet werden können, z.B. die Spiegelung und Drehung von Pentomino Steinen, vgl. [KRR13].

Abbildung 2: Projektpräsentation für die Gäste mit Demo (Foto: Universität Paderborn, Ricarda Michels).

Literaturverzeichnis

[Bec21] Bechinie, D., Eilerts, K., Huhmann, T., Lenke, M., Schulte, C., & Winkelnkemper, F.: Geometrielernen digital unterstützen—Räumliche Kompetenzen und individuelle Lernwege mittels adaptierbarer algorithmischer Rückmeldemöglichkeiten fördern. *Beiträge Zum Mathematikunterricht 2021,* 2021.

[BHE20] Beyer, S., Huhmann, T., & Eilerts, K.: Nutzung von Hilfen in Problemlöseprozessen – am Beispiel einer analogen und einer digital gestützten Lernumgebung zu Pentominos. In S. Ladel, R. Rink, C. Schreiber, & D. Walter (Eds.), Forschung zu und mit digitalen Medien (1st ed., pp. 119–133). WTM-Verlag Münster. https://doi.org/10.37626/GA9783959871747.0.09, 2020.

[Bri15] Brichzin, P.: Agile Softwareentwicklung – Erfahrungsbericht eines Oberstufenprojekts im Wahlpflichtunterricht. Lecture Notes in Informatics (LNI), 10. https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/2026, 2015.

[KRR13] Kolb, J., Rudner, B., & Reichert, M.: Gesture-based Process Modeling Using Multi-Touch Devices. International Journal of Information System Modeling and Design, 4 (4), Article 4, 2013.

[Sch10] Schwill, A.: Projektunterricht: Grundlagen und Beispiele. Universität Paderborn. https://docplayer.org/18950234-Projektunterricht-grundlagen-und-beispiele-andreas-schwill-universitaet-potsdam-ueberblick.html, 2010.

[Win20] Winkelnkemper, F., Schulte, C., Eilerts, K., Bechinie, D., & Huhmann, T.: The interdisciplinary development of an educational game for primary school Children–Lessons learned. EdMedia+ Innovate Learning, 522–529, 2020.

Förderung von Medienkompetenzen im Selbstlernformat

Ein Selbstlernkurs auf Moodlebasis über das Erstellen von Podcasts und eigenen Tonaufnahmen für den und im Unterricht. Ein Fortbildungsangebot des MediaLab Lehramts der RWTH Aachen.

Frederic Maque[1], Matthias Ehlenz[2], Yasmin Willner[3] und Alexander Prizkau[4]

Abstract: In diesem Beitrag wird E-Learning als Fortbildungsangebot in Form von Selbstlernkursen am Beispiel der Erstellung eigener Podcasts aufgezeigt. Da es um die Fortbildung zukünftiger und aktiver Lehrer*innen geht, liegt der Fokus dieser Arbeit auf den Bereichen der Medienkompetenzen und der technischen Grundlagen, die der Selbstlernkurs abbildet. Es soll dabei ein Überblick gegeben werden, wie die Vermittlung von (Medien-)Kompetenzen im Selbstlernformat funktionieren kann, indem alle Nutzer*innen mit ihrem jeweiligen medialen Kenntnisstand abgeholt werden.

Keywords: Podcasts, Medienkompetenzen, Selbstlernkurse, E-Learning

1 Einleitung

Der Medienkompetenzrahmen NRW [Sch18] bietet ungewöhnlich viel Freiheit in der Ausgestaltung der Kompetenzförderung und steht damit im direkten Gegensatz zu den Kernlehrplänen [Sch22]. Diese Freiheit kann man sich zu Nutze machen, indem die Medien und Rollen der Lernenden möglichst vielfältig gewählt werden. An unterschiedlichen Medien mangelt es heutzutage ganz sicher nicht. Im digitalen Bereich sind allem voran die Erklärvideos zu nennen. Doch auch Podcasts erfreuen sich steigernder Beliebtheit [Go18]. Im weiteren Sinne des Medieneinsatzes an Schulen sind Blogs, allgemein Websites, Artikel, (aufbereitete) Quellen, Videospiele, Hörspiele, Hörbücher usw. zu nennen. Dabei nehmen Schüler:innen und Lehrer:innen äußerst selten die Rolle der Produzenten ein, wenn man bei Letzteren vom Arbeitsblätter-Remix absieht. Dabei ist es mit unseren heutigen technischen Hilfsmitteln ein Leichtes, eigene digitale Medien zu erstellen und diese im Unterricht einzusetzen bzw. die Schüler:innen dazu zu

[1] RWTH Aachen, MediaLab Lehramt am Lehrerbildungszentrum, 52070 Aachen, maquet@lbz.rwth-aachen.de
[2] RWTH Aachen, MediaLab Lehramt am Lehrerbildungszentrum, 52070 Aachen, ehlenz@lbz.rwth-aachen.de, https://orcid.org/0000-0001-6189-6056
[3] RWTH Aachen, MediaLab Lehramt am Lehrerbildungszentrum, 52070 Aachen, willner@lbz.rwth-aachen.de
[4] RWTH Aachen, MediaLab Lehramt am Lehrerbildungszentrum, 52070 Aachen, prizkau@lbz.rwth-aachen.de

doi: 10.18420/delfi2022-ws-54

befähigen, selbst produktiv tätig zu werden. Denn wie soll ein wirklich reflektierter Umgang mit den Medien unserer Zeit ausgebildet werden, wenn immer nur die Rolle des Konsumenten eingenommen wird? Aus diesem Grund bietet das MediaLab Lehramt der RWTH Selbstlernkurse an, mit denen sich Lehrer:innen sowie Lehramtsanwärter:innen und Studierende eigenständig fortbilden können. In unserem Grundlagenmodul steht daher nicht der Einsatz von Selbsterstellten Podcasts im Unterricht im Vordergrund. Wichtiger ist es, die Grundlagen der Technik und der Software zu erlernen, die es braucht, um ansprechende (Lern-)Produkte herstellen zu können. Mit diesem Beitrag wird der Entstehungsprozess des Moduls mitsamt der Wahl der jeweiligen Technik und Software beschrieben, einen Einblick in das Modul gegeben und die geförderten Kompetenzen aufgezeigt.

2 Das Selbstlernmodul zur Podcast-Produktion

2.1 Angebotsformat

In die Entscheidung dieses Angebot als Selbstlernformat zu konzipieren haben mehrere Faktoren hineingewirkt. Die eben genannten Zielgruppen sind zeitlich sehr divers aufgestellt. Das Selbstlernformat bietet in diesem Fall das Potential, niemanden aus Zeitgründen auszuschließen. Zudem kann das MediaLab es so schaffen, auch einen größeren Andrang zu bewältigen. Somit wird mit diesem Format sowohl die Zeitknappheit der Zielgruppen als auch die gegebenen zeitlichen Kapazitäten im MediaLab geschont[5]. Auch die unvorhersehbare Pandemiesituation, welche jederzeit Präsenzveranstaltungen unmöglich machen kann, wird durch das Selbstlernformat umgangen. Zudem ist das MediaLab vorerst bis Ende 2023 finanziert. Um nachhaltige Strukturen im Falle einer ausbleibenden Weiterförderung zurückzulassen, musste ein Fortbildungsangebot entwickelt werden, welches dauerhaft und einfach zugänglich gestaltet ist. Aus diesem Grund ist auch die Entscheidung für Moodle als Plattform gefallen. Das Modul steht dort offen unter CC-BY-SA-Lizenz zur Verfügung. Zudem ist eine Weitergabe an Interessierte möglich, die es in ihre eigene Moodle-Instanz einbinden möchten. Bevor nun die genaue Umsetzung aufgezeigt wird, sollen die vorab gewählten Inhalte dargestellt werden.

2.2 Inhaltliche Ausgestaltung

Vorab stand die Überlegung, mit welchen Inhalten das Modul gefüttert werden soll. Vorrangig waren dabei Benutzerfreundlichkeit und Zugänglichkeit der Technik und Software sowie die Anschaulichkeit der verwendeten Medien für die Vermittlung von Wissen.

[5] Für Veranstaltungen innerhalb der RWTH und für interessierte Schulen bieten wir unseren Service auch in Präsenz an.

Die Technik

Die notwendige Technik, um einen Podcast aufzunehmen, kann sich je nach Anspruch an die Qualität der Sprachaufnahme unterscheiden. Letztlich funktioniert es, einfach ein Smartphone auf den Tisch zu legen und die Sprachmemofunktion zu nutzen. Am Ende hat man eine nutzbare Tonaufnahme, deren Qualität noch Luft nach oben hat. Es gehört jedoch auch zu der Förderung der Medienkompetenzen, auf unterschiedliche Herangehensweisen aufmerksam zu machen [Sch18], also auch auf die Smartphone-Variante.

Im MediaLab werden verschiedene technische Lösungen angeboten - vom USB-Mikrofon bis hin zur Tonaufnahmekammer mit einem hochwertigen dynamischen Mikrofon. Für den Einsatz in Schule und Lehre bietet sich die Lösung mit USB-Mikrofonen an, da diese unkompliziert und ohne ein Audiointerface[6] an Computer und Tablets angeschlossen werden können. Dabei ist die Beschaffenheit des Gerätes (Betriebssystem, Geräteart usw.) egal, solange es mindestens einen ungenutzten USB-Port übrig hat. Als optional sind hier noch Mikrofonarme und Popschutz zu nennen. Ersteres dient der flexiblen Handhabung und dem möglichst mundnahen Einsatz der Mikrofone und Letzteres der Prävention von Luftgeräuschen durch die beim Sprechen ausgestoßene Atemluft. Im Einsatz in der Lehre haben sich bei uns die Rode NT-USB Mini bewiesen, da sich diese als Plug & Play-Lösung und für den unkomplizierten Anschluss mehrerer Mikrofone an einem Gerät eignen.

Wichtig ist es noch zu wissen, dass USB-Mikrofone häufig sogenannte Kondensatormikrofone sind. Die genaue Technik dahinter ist in diesem Kontext unwichtig. Es genügt zu wissen, dass Kondensatormikrofone im Gegensatz zu dynamischen Mikrofonen einen geringeren Eingangspegel benötigen, und daher Stimmen klarer aufnehmen, gleichzeitig aber auch anfälliger für Störgeräusche sind. Es ist also wichtig, das Mikrofon näher an den Mund zu bringen, anstatt die Mikrofonstärke am PC höher zu stellen.

Die Software

Der Grundgedanke bei der Auswahl der Software war: Was ist gleichzeitig mächtig und kostenlos? Für die Aufnahme einer Tonspur und dem direkten Bearbeiten eignet sich die Open Source Software „Audacity“[7]. Diese steht für Windows, MacOS und Linux zur Verfügung. Sie ist einfach zu bedienen und bietet sich daher für den Einsatz in Schule und Lehre an. Die Benutzeroberfläche sieht zwar etwas karg aus und erinnert an frühe Windows-Zeiten, ist dafür aber sehr aufgeräumt und nur wenig verschachtelt aufgebaut.

[6] Einfach ausgedrückt stellt das Audiointerface die Verbindung zwischen analogen Mikrofonen und einem Computer her, indem es analoge Signale in für den Computer verständliche digitale Signale übersetzt. Sie erfüllen je nach Ausstattung auch andere Funktionen, welche hier jedoch nicht von Interesse sind.

7 https://www.audacityteam.org/ ; Bitte darauf achten, nur diese Seite für den Download zu verwenden. audacity.de wird in den Suchergebnissen häufig an erster Stelle genannt, verbreitet jedoch Schadsoftware. Auch große Portale verlinken ohne böswillige Absicht auf audacity.de.

Die wichtigsten Effekte stehen mit wenigen Klicks zur Verfügung (Kompression, Normalisierung, Rauschentfernung).

Auch für MacOS, iOS bzw iPadOS gibt es mit Garageband eine kostenlose Software, die das Aufnehmen und Bearbeiten von Tonaufnahmen ermöglicht. GarageBand ist bedeutend mächtiger als Audacity, ist dadurch allerdings auch komplizierter in der Bedienung. Der Vorteil besteht darin, dass größere Projekte direkt in GarageBand produziert werden können. Es stehen vorgefertigte Musikloops und Jingles bereit und sogar eigene Melodien lassen sich mit verschiedensten digitalen Instrumenten komponieren.

Die Kurve zur vorher genannten Technik schlägt ebenfalls eine kostenlose Software. Um bis zu vier Rode NT-USB Mini an einem Windows oder MacOS Rechner betreiben zu können, wird die Software „Rode-Connect“[8] benötigt. Diese Software erlaubt es, gleichzeitig vier Mikrofone an einem Gerät aufzunehmen und mit im Vorhinein eingestellten Effekten zu bearbeiten. Das macht es äußerst komfortabel, Podcasts mit mehreren Teilnehmern aufzunehmen. Rode Connect funktioniert jedoch nur mit ausgewählten Rode-Mikrofonen. Im Anschluss kann die Aufnahme als MP3 exportiert werden und dann entweder als fertig deklariert oder in Programmen wie Audacity und GarageBand weiterbearbeitet werden. Gerade bei der Software kann nicht die vollständige Bandbreite abgebildet werden, so dass hier exemplarisch gebräuchliche Software für alle Betriebssysteme ausgewählt wurde

Weitere Inhalte und Medien

Nachdem die Frage der Technik und der Software geklärt wurden, musste über den weiteren Inhalt und die Medien zur Vermittlung entschieden werden. Inhaltlich sollte der Kurs eine Einführung bieten, in der Podcasts definiert und ihre Stellung in der Gesellschaft aufgezeigt wird. Zudem wurde von verschiedenen Ansprechpartnern eine Checkliste gewünscht, an der man sich Punkt für Punkt bei der Erstellung eines eigenen Podcast orientieren kann. Im gleichen Zuge war es uns wichtig, dass Bezugsquellen für Lizenzfreies Material aufgezeigt werden. Der Skripterstellung wurde ein eigener Abschnitt zugesprochen, da dieser Punkt häufig in der Nützlichkeit unterschätzt wird. Die bereits genannte Technik und Software mussten ebenfalls vermittelt werden. Neben grundlegenden Erklärungen zu Vor- und Nachteilen der im MediaLab zur Verfügung stehenden Medien mussten auch Anleitungen für die Technik und die Software verfasst werden. Auf diese wird im weiteren Verlauf noch weiter eingegangen.

Das Modul beschränkt sich dabei auf zwei Hauptmedien zur Vermittlung der Inhalte. Nicht mit eingerechnet ist Moodle als Tool zur Umsetzung unseres Kurses. Genutzt werden kurze (Audio-)Skits und schriftliche Anleitungen. Die Skits sind dabei auch auf der Metaebene als Teil des Moduls zu verstehen. Teilnehmende werden damit konfrontiert, Informationen nur zu hören. Damit wird die Qualität der Informationen nicht angetastet. Jeder der Teilnehmenden erhält durch die Skits genau die, die gebraucht

8 https://rode.com/de/software/rodeconnect

werden. Durch die Konfrontation mit einem nicht-visuellen Medium soll jedoch die Reflexion darüber angeregt werden, in welchen Situationen ein Podcast bzw. eine reine Tonaufnahme nicht nur effektiv, sondern auch effizient Informationen vermittelt. Mehr dazu jedoch später.

Die Anleitungen sind als Klick-für-Klick Anleitungen angelegt, die mit Text und Bildern jeden einzelnen Schritt der Software und teilweise auch Hardware beschreibt. Somit wird sichergestellt, dass auch Teilnehmende mit rudimentären Medienkompetenzen in diesem Bereich abgeholt werden.

2.3 Der Ablauf des Moduls und (kurze) didaktische Überlegungen

Das Modul ist in verschiedene Abschnitte eingeteilt, die sich jeweils erst mit dem bearbeiten aller Aktivitäten im vorherigen Abschnitt freischalten. Im Folgenden werden die einzelnen Abschnitte vorgestellt und die Überlegungen hinter dem Aufbau transparent gemacht.

- **Abschnitt 1: Einstieg in das Modul**

Inhalte: 1. Eure Erfahrungen mit Podcasts, 2. Der Podcast,3. Vorteile und Nachteile des Mediums

Die Teilnehmenden müssen ihre eigenen Erfahrungen mit Podcasts in einer Datenbank verschriftlichen, die mit der Anzahl der Teilnehmenden immer weiter wächst. Im Anschluss werden grundlegende Informationen über Podcasts und deren Relevanz in unserer Gesellschaft als Skit vermittelt. Nachdem die Teilnehmenden mit dem Audioformat konfrontiert wurden, sollen sie sich bereits erste Gedanken zu den Vor- und Nachteilen des Mediums im Schuleinsatz machen.

- **Abschnitt 2: Was brauche ich alles für einen Podcast?**

Inhalte: 1. Eine Checkliste für die Podcasterstellung, 2. Zusatztipp: Quellen für Sound und Musik zur freien Verfügung

Den Teilnehmenden wird hier vorab vermittelt, welche einzelnen Schritte für die Erstellung eines eigenen Podcast benötigt werden. Dazu gehören die Themenfindung, das Skript, die notwendige Technik und die Software. Zudem sollen sie sich über das gewünschte Format Gedanken machen. Dazu gehört die Frage, ob der Podcast als Reportage, als Gespräch, als Diskussion oder auch als Interview angelegt sein soll. Der Hinweis darauf, dass die Entscheidung des Formats die vorangegangenen Punkte ebenfalls beeinflussen kann, erfolgt hier. Als optional gelten Name, musikalisches Markenzeichen und das Thumbnail. Ein Teil des Podcast soll mit Skript und ein Teil ohne Skript entstehen. So soll der Nutzen des Skripts im Endprodukt ersichtlich werden und auch reflektiert werden. Im Anschluss erhalten die Teilnehmenden noch einige Quellen, unter denen sie Material unter freier Lizenz finden, welches sie in ihr Projekt einbinden können.

- **Abschnitt 3: Wie erstelle ich ein Skript**

Inhalte: 1. Ein eigenes Skript erstellen, 2. Gruppen und Themenfindung

Der Skripterstellung wird ein eigener Abschnitt gewidmet. Welche Merkmale ein typisches Skript hat, wird wieder durch ein Skit vermittelt, um die Frage nach den Vor- und Nachteilen mit Erfahrung zu unterfüttern. Dabei soll nur ein Teil des Podcast als Skript vorbereitet werden. Dieser Teil muss in den Kurs hochgeladen werden, um den nächsten Abschnitt freizuschalten. Ein Forum für die Vernetzung der Teilnehmenden wird ebenfalls angeboten, damit niemand alleine arbeiten muss (sie dürfen aber gerne).

- **Abschnitt 4: Die Technik**

Inhalte: 1. Informativer „Podcast" über die notwendige Technik, 2. Anleitungen für die Technik des MediaLab, 3. Themenwahl

Wieder erfolgt die Vermittlung neuer Inhalte über ein Skit. Im Anschluss erhalten die Teilnehmenden Anleitungen für unsere Technik (Mikrofone, Mischpulte, Aufnahmegeräte usw.). Alle Teilnehmenden dürfen gerne unsere Technik nutzen. Es darf aber auch eigene Technik verwendet werden. Worauf die Wahl gefallen ist, soll in einer Datenbank verschriftlicht und begründet werden.

- **Abschnitt 5: Die Software**

Inhalte: 1. Informativer „Podcast", 2. Anleitungen für Audacity und GarageBand

Das Herzstück des Moduls wird durch die Anleitungen repräsentiert, die sich nach dem informativen Skit präsentieren. Mit den Anleitungen sollen alle Teilnehmenden die Möglichkeit erhalten, ohne Berührungsängste den Weg in die Aufnahme und Bearbeitung von Tonaufnahmen/Podcasts zu finden. Der Einstieg ist niederschwellig und niemand wird ausgeschlossen. Teilnehmende, die bereits fortgeschrittener in der Materie sind, können die Anleitungen überspringen und sofort mit ihrem Abschlussprojekt starten.

- **Abschnitt 6: Das Abschlussprojekt**

Inhalte: 1. Die Abgabe des Podcast, 2. Peer-Feedback, 3. Schlussreflexion, 4. Modulfeedback

Das Abschlussprojekt ist der Podcast, zu dessen Aufnahme die Teilnehmenden im Laufe des Moduls befähigt wurden. Die Umsetzung verlangt einen Darstellungswechsel der es verlangt, die Informationen des Podcastthemas zu durchdringen und in das Tonformat zu transferieren. Die Abgabe, das Peer-Feedback und die Schlussreflexion sind Voraussetzung für den Erhalt des Teilnahmezertifikats. In der Schlussreflexion werden nochmal die Meinungen zu den Vor- und Nachteilen abgefragt. Zudem soll verschriftlicht werden, ob die Teilnehmenden sich vorstellen können, Podcasts im Unterricht einzusetzen. Das Modul gilt als abgeschlossen, auch wenn die freiwillige Evaluation am Ende nicht bearbeitet wird.

3 Geförderte Kompetenzen

Das Teilnahmezertifikat weist die Kompetenzen von zwei Medienkompetenzrastern aus. Der bereits erwähnte Medienkompetenzrahmen NRW [Sch18] ist das prominentere Raster. Nicht weniger wichtig ist jedoch der „Orientierungsrahmen für die Lehrerausbildung und Lehrerfortbildung in NRW“ [Ei20]. Ersterer ist eigentlich ein Kompetenzraster für die Kompetenzen von Schüler*innen. Diese Kompetenzen müssen Lehrer:innen jedoch auch besitzen, um sie fördern zu können. Letzterer betrifft explizit die Kompetenzen der Lehrkräfte. Eine genaue Auflistung aller Kompetenzen würde den Rahmen sprengen. Daher folgen die Grafiken des Teilnahmezertifikats, welches die geförderten Kompetenzen ausweist.

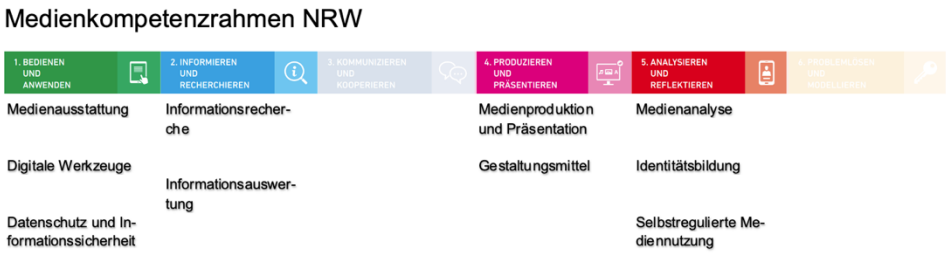


Abb. 2: Geförderte Medienkompetenzen MKR NRW

Abb. 3: Geförderte Medienkompetenzen Orientierungsrahmen NRW

Je nach Umsetzung des Moduls können sich die geförderten Kompetenzen und die Schwerpunkte verlagern.

4 Abschluss & Ausblick

Dieser Beitrag kann nur einen statischen Einblick in das Modul ermöglichen und soll den Entstehungsprozess und die zugrundeliegenden Entscheidungen transparent machen. Wer Interesse hat, sich das Modul näher anzuschauen und eventuell sogar zu bearbeiten, kann das gerne unter folgendem Link machen, sich ein Benutzerkonto anlegen und sich mit dem Schlüssel **123456** selbst in den öffentlichen Kurs einschreiben.

https://medialab.lbz.rwth-aachen.de/moodle/mod/data/view.php?id=137

Interessierte Dozierende und Multiplikatoren können sich gerne bei uns melden. Wir stellen gern alles zur Verfügung, damit Sie dieses Modul in Ihrer Moodle-Instanz integrieren können und freuen uns über Feedback zur Verbesserung unserer Materialien.

Zudem finden sich hier weitere Selbstlernkurse zu Themenstellungen mit Medienbezug.

Literaturverzeichnis

[Go18] Goldman, T: The Impact of Podcasts in Education. In Advanced Writing: Pop Culture Intersections 29, 2018. https://scholarcommons.scu.edu/engl_176/2

[Ei20] Eickelmann, B.: Lehrkräfte in der digitalisierten Welt – Orientierungsrahmen für die Lehrerausbildung und Lehrerfortbildung in NRW, Medienberatung NRW, 2020.

[Sch18] Schulministerium NRW: Medienkompetenzrahmen NRW. https://www.schulministerium.nrw/medienkompetenzrahmen-nrw, 2018. Zugegriffen am 14.10.2022

[Sch22] Schulministerium NRW: Lehrplannavigator – Kernlehrpläne und Richtlinien für die Sekundarstufe I, https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-i/. Stand 2022, zugegriffen am 14.10.2022

Workshop 6: Die KI-Frage - Anwendungsorientierten Diskurs in der Hochschulbildung anregen

Die KI-Frage

Anwendungsorientierten Diskurs in der Hochschulbildung anregen

Alice Watanabe[1], Kathrin Schelling[2], Stefanie Go[3] und Tobias Schmohl[4]

Abstract: Obwohl die Forschung zum KI-gestützten Lehren und Lernen im tertiären Bildungssektor boomt [Ki19; WGW22], gestaltet sich der Austausch über Chancen und Gefahren des KI-Einsatzes in der Hochschullehre bisher als wenig perspektivenreich [SGS20]. Vor allem Lernende und Lehrende, deren Akzeptanz von integraler Bedeutung für die erfolgreiche Implementierung von KI in der Hochschullehre ist, werden eher selten zur aktiven Teilnahme am Diskurs angeregt. Der vorliegende Beitrag präsentiert ein dreiteiliges Workshopkonzept, das animierte Erklärvideos und einen Impulsvortrag über ein aktuelles Anwendungsbeispiel nutzt, um Hochschulakteur:innen – insbesondere Studierende – zur Diskussion über die Chancen, Gefahren und Herausforderungen des KI-Einsatzes in der Hochschulbildung anzuregen. Entlang ausgewählter Thesen und über die Methode der „Six Thinking Hats“ von de Bono [ASS16] erschließen sich die Workshop-Teilnehmenden so unterschiedliche Perspektiven auf den Themenkomplex „KI in der Hochschulbildung“.

Keywords: Technologieakzeptanz, Künstliche Intelligenz, Hochschulbildung, Diskurs, Wissenschaftsdialog, Transfer

1 Einleitung

Künstliche Intelligenz (KI) wird als internationale Trend-Technologie des 21. Jahrhunderts gehandelt – auch in der Bildung [Ki19; WGW22]. Besonders reges Interesse herrscht dabei im Kontext der Hochschulbildung: Seit über dreißig Jahren wird KI hier bereits als Mittel für das digitale Lernen und Lehren erforscht [Za19]. Chatbots, die Studierende bei der Entwicklung individueller Lernstrategien unterstützen [He22], und intelligente Textgeneratoren, die Prozesse des akademischen Schreibens nachhaltig verändern [MW22], sind nur zwei der zahlreichen aktuellen Beispiele dafür, wie sich KI

[1] Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Fachbereich Medienproduktion, Campusallee 12, 32657 Lemgo, alice.watanabe@th-owl.de
[2] Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Fachbereich Medienproduktion, Campusallee 12, 32657 Lemgo, kathrin.schelling@th-owl.de
[3] Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Fachbereich Medienproduktion, Campusallee 12, 32657 Lemgo, stefanie.go@th-owl.de
[4] Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Fachbereich Medienproduktion, Campusallee 12, 32657 Lemgo, tobias.schmohl@th-owl.de, https://orcid.org/0000-0002-7043-5582

doi: 10.18420/delfi2022-ws-60

als disruptive Technologie auf den Hochschulalltag auswirken kann. Vor allem für die Bereiche personalisiertes Lernen, automatische Betreuung, datengestütztes Feedback und Studienerfolgsvorhersagen werden in KI-Anwendungen große Potenziale zur Verbesserung der Lehre gesehen [Ho21; SLF19; Fi19; He18].

Bei aller Begeisterung für die rasante Entwicklung von KI und die damit verbundenen Möglichkeiten für digitales Lernen und Lehren ist allerdings auch ein reflektierter Umgang mit der neuen Technologie geboten [SWS22]. Kritiker:innen thematisieren mit Blick auf den Einsatz von KI an Hochschulen beispielsweise die Gefahr systematischer Diskriminierung, fehlende Transparenz und potenzielle Verstöße gegen den Datenschutz sowie die mögliche Verletzung der Persönlichkeitsrechte von Studierenden [Br18]. Um Chancen und Risiken realistisch einzuschätzen und den flächendeckenden Einsatz von KI in der Hochschullehre durchdacht zu gestalten, ist daher ein perspektivenreicher Diskurs unerlässlich, der hochschuldidaktische, technische und ethische Aspekte gleichermaßen einbezieht. Hierzulande gestaltet sich dieser Diskurs jedoch eher verhalten: Trotz der Fülle von Möglichkeiten, die sich Forscher:innen von ihrem Einsatz versprechen, sind bislang nur wenige KI-basierte Anwendungen in die Lehr-Lern-Prozesse des Regelbetriebs an deutschen Hochschulen eingebunden [Ba 2020; WRP2020]. Das hat wiederum zur Folge, dass sowohl Lehrende als auch Lernende selten mit der Technologie in Berührung kommen – und wie sie tatsächlich zu KI-gestützten Anwendungen stehen, wird kaum erfasst [SGS20].

Der vorliegende Beitrag setzt an dieser Überlegung an, indem er zunächst anhand einer explorativen Interviewstudie aufzeigt, welche Bedingungen für den KI-Einsatz in der Hochschullehre aus Sicht der Studierenden wichtig sind. Anschließend wird ein auf dieser Studie basierendes Workshopkonzept dargestellt, das im Rahmen des Forschungsprojekts *KI in der Hochschullehre* (Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe 2020–2022, gefördert durch das Wissenschaftsministerium Nordrhein-Westfalen) entwickelt wurde. Das ursprüngliche Konzept ist zwar auf Studierende zugeschnitten, doch kann der Workshop in identischer Form auch mit Lehrenden oder mit gemischten Gruppen von Hochschulakteur:innen durchgeführt werden, um diese dazu anzuregen, sich über KI an der Hochschule – und spezifisch über die Perspektive der Studierenden – zu informieren und auszutauschen. Der Artikel schließt mit einem kurzen Fazit, das einerseits einen Ausblick auf den möglichen Nutzen des Workshops für aktuelle und künftige Forschungsprojekte zu KI in der Hochschulbildung gibt, andererseits aber auch die Limitationen des Konzepts skizziert.

2 Akzeptanzforschung über KI in der Hochschullehre

Um das Workshop-Konzept einerseits auf die Bedürfnisse der Studierenden, andererseits auf ihren aktuellen Wissensstand auszurichten, wurden im Rahmen einer explorativen Interviewstudie sechs Studierende aus unterschiedlichen Disziplinen und Studienphasen zum KI-gestützten Lernen an der Hochschule befragt [Wa21]. Gemäß der Methodik des sogenannten „problemzentrierten Interviews“ [WRP20] wurden den Studierenden dabei

zwei konkrete Fallbeispiele für KI in der Hochschulbildung präsentiert, anhand derer sie mögliche Chancen, Gefahren und Bedingungen für den KI-Einsatz formulieren sollten. Aus den Ergebnissen dieser Interviews wurden anschließend Handlungsempfehlungen für den KI-Einsatz in der Hochschullehre abgeleitet, die mit dem Akronym AICODE zusammengefasst werden können:[5]

Applicability: Die explorative Befragung zeigt, dass Studierende bislang kaum Berührungspunkte mit KI haben und sich infolgedessen kein konkretes Bild von Anwendungen in der Hochschullehre machen können. Daraus ergibt sich für Hochschulen die Handlungsempfehlung, zumindest einzelne exemplarische KI-Anwendungen in den Regelbetrieb zu integrieren. Durch die Interaktion mit KI-Prototypen können Studierende eigene KI-Erfahrungen sammeln, die es wiederum den Hochschulen ermöglichen, Meinungen und Akzeptanz der Lernenden zum Thema KI direkter zu erforschen.

Information: Anhand der Interviews wird deutlich, dass es den Studierenden nicht nur an praktischen Bezügen zum Thema mangelt: Sie besitzen auch kaum theoretisches Wissen über das Thema KI in der Hochschullehre. Entsprechend ratsam ist es, den KI-Diskurs an Hochschulen gezielt voranzutreiben und in Workshops oder Seminaren über KI-Anwendungen in der Hochschullehre sowie über deren Chancen, Gefahren und Arbeitsweisen zu informieren und zu diskutieren.

Clarity: Die Befragung zeigt auch, wie wichtig die verständliche und transparente Aufbereitung der Informationen ist. Studierende wollen wissen, wie die KI-Anwendungen funktionieren, welche Möglichkeiten spezifische Tools eröffnen und welche Rechte sie selbst bezüglich der Verwendung dieser Anwendungen haben.

Optionality: Eine weitere Handlungsempfehlung besteht darin, KI-Anwendungen für die Hochschullehre als optionale Lernangebote zu konzipieren, die menschliche Betreuung und Bewertung nicht ersetzen, sondern ergänzen. Dadurch soll sichergestellt werden, dass die Beziehung zwischen Lehrenden und Lernenden nicht durch die KI beeinträchtigt wird.

Data Security: Das Thema Daten ist zentral für die Akzeptanz KI-gestützter Hochschullehre. Um die Akzeptanz der Studierenden in Bezug auf KI-Anwendungen zu stärken, ist sicheres und transparentes Datenmanagement von Seiten der Hochschule notwendig. Außerdem sollte die Entscheidungsfreiheit der Studierenden bezüglich der zu verwendenden Datenarten gewahrt werden.

Empowerment: Als letzte Handlungsempfehlung für den Einsatz von KI-Anwendungen in der Hochschullehre ergibt sich aus den explorativen Interviews die Selbstbestimmung der Studierenden. Es ist von hoher Relevanz für die KI-Akzeptanz, dass Studierende selbstverantwortlich und selbstbestimmt entscheiden können, ob und in welchem Maß sie im Hochschulkontext mit KI-Anwendungen arbeiten möchten.

---

[5] Die hier vorgestellten Ergebnisse wurden bereits in der Masterarbeit *Künstliche Intelligenz in der Hochschullehre. Eine explorative Interviewstudie zu Akzeptanzfaktoren aus Studierendenperspektive* [Wa21] veröffentlicht. Die Hochschulschrift gibt zudem ausführlich Auskunft über die theoretischen Vorarbeiten, die Erstellung des Interviewleitfadens und die Durchführung der Befragungen.

Das Akronym AICODE gibt keine Reihenfolge für die Umsetzung dieser Handlungsempfehlungen vor. Idealerweise sollten ganzheitliche Konzepte für den KI-Einsatz in der Hochschullehre entstehen, die alle sechs Faktoren als gleichermaßen relevant einbeziehen. Um Redundanzen zu vermeiden, gilt es allerdings auch, in Bezug auf das konkrete KI-Projekt sowie die betreffende Hochschule im Rahmen einer individuellen Bedarfsanalyse zu eruieren, welche Handlungsempfehlungen bereits in welcher Form umgesetzt werden und welche Aspekte weiterer Aufmerksamkeit bedürfen.

3 KI-Parallelwelten im Video-Format

Für das Workshop-Design erwiesen sich die Handlungsempfehlungen *Applicability* und *Information* als richtungsweisend, da sie ein grundlegendes Problem offenbaren, das sich einerseits auf die Akzeptanzforschung, andererseits aber auch den KI-Diskurs an Hochschulen auswirkt: Solange Studierende weder mit KI-Anwendungen in Berührung kommen noch über umfassende theoretische Vorkenntnisse verfügen, können sie sich nur bedingt mit Chancen und Gefahren des KI-Einsatzes in der Hochschullehre auseinandersetzen. Der erste Schritt, um sie zur aktiven Teilnahme am Diskurs anzuregen, muss folglich in der Vermittlung von Wissen über die technologischen Anwendungen und damit verbundenen Chancen und Gefahren bestehen.

Der erste Teil des Workshops zielt daher darauf ab, den Teilnehmenden verschiedene Argumente für und gegen den Einsatz von KI in der Hochschullehre zu liefern. Zu diesem Zweck wurden drei animierte Videos erstellt, die Vor- und Nachteile des KI-gestützten Lernens thematisieren und zur Auseinandersetzung mit den dargestellten Szenarien anregen. Die in den Clips aufgezeigten Argumente orientieren sich einerseits am aktuellen Forschungstand über KI-Anwendungen, greifen andererseits aber auch die Chancen und Gefahren auf, die in der explorativen Interviewstudie zur Sprache kamen.

Gefahren

Grundsätzlich sehen viele Wissenschaftler:innen im Einsatz von KI in der Hochschullehre die Gefahr, dass durch die benötigten Daten die Privatsphäre der Studierenden und der damit in Verbindung stehende Datenschutz nicht beachtet werden [Wa22b]. Zudem wird vor Diskriminierung durch aggressive Algorithmen [Bü19; Ki19] sowie vor der einer Minimierung des Austausches zwischen Lehrenden und Lernenden gewarnt [Ba20]. In der explorativen Interviewstudie äußerten die Befragten außerdem die Sorge, dass sich Lehrkräfte stark von KI-Bewertungen beeinflussen lassen und infolgedessen nicht mehr unabhängig bewerten könnten. Zudem sahen sie die technische Umsetzung als kritisch. So stellten sich die Studierenden etwa die Frage, ob KI-Anwendungen auf dem aktuellen Stand der technischen Entwicklung überhaupt weit genug ausgereift sind, um individuelles Lernverhalten adäquat zu bewerten [Wa21].

Chancen

Die größte Chance KI-basierter Systeme sieht die Bildungswissenschaft derzeit in der Unterstützung und Optimierung von Lernprozessen. Angewandt auf die

Hochschulbildung kann das beispielsweise bedeuten, dass Studierende mithilfe spezieller KI-Anwendungen ihr eigenes Lernverhalten besser kontrollieren sowie automatisches Feedback, personalisierte Lernunterstützung oder speziell für sie zusammengestellte Lernmaterialien erhalten [Sc21; WRP20b; Wa22a; Ku18]. Insgesamt könnte KI so zu effizienteren Lernprozessen und größerem Studienerfolg beitragen. Auch die Teilnehmenden der explorativen Interviewstudie thematisierten verschiedene Aspekte der Lernunterstützung als potenziellen Vorteil des KI-Einsatzes an der Hochschule. Sie waren etwa der Ansicht, dass KI dazu beitragen könnten, das Studium zu optimieren – etwa durch schnelleres, individuelleres Feedback, das die Motivation der Studierenden steigern könnte [Wa21].

In den animierten Videos, die für den Workshop erstellt wurden, erkunden zwei fiktive Studierende – Daria und Dan – die möglichen Vor- und Nachteile des KI-Einsatzes in Szenarien aus dem Studienalltag. Mithilfe einer „What if else"-Maschine reisen sie in Parallelwelten, in denen KI bereits fest im Regelbetrieb ihrer Hochschule verankert ist. Dabei erleben sie, wie sich KI-basierte Anwendungen auf Lernprozesse, Prüfungen und studienbegleitende Beratung auswirken können. Als Tragfläche für diese Geschichten wurde gezielt das animierte Video gewählt, da dieses Medium in der Lage ist, Zukunftsszenarien wie diese mit geringem Kostenaufwand anschaulich darzustellen. Gleichzeitig wird sowohl durch die Darstellung in Comic-Optik als auch durch die amüsante Erzählweise die Komplexität des Themenfelds aufgebrochen und die Vorstellungskraft sowie das Problembewusstsein der Zuschauer:innen aktiviert [Ti11]. Durch den starken Fokus auf den Alltag der Studierenden in den Parallelwelten ermöglichen die Videos außerdem den direkten Vergleich zwischen der Lebenswelt der Workshop Teilnehmenden und den dargestellten Best-Case- und Worst-Case-Szenarien für den KI-Einsatz. Alle drei Videos stehen auf YouTube zur Verfügung [SW21].

4 Die Learning-Experience-Plattform „HAnS"

Während die einleitenden Videos mit ihrer überspitzten Darstellung der Chancen und Gefahren des KI-Einsatzes primär darauf abzielen, das Problembewusstsein der Hochschulakteur:innen zu wecken und erste Ansatzpunkte für eine Diskussion zu etablieren, geht es im zweiten Teil des Workshops darum, den Teilnehmenden realistische Bezüge zum KI-gestützten Lernen und Lehren aufzuzeigen. Zu diesem Zweck wird das BMBF-geförderte Verbundprojekt „HAnS" (2021–2025) vorgestellt, in dem insgesamt zwölf deutsche Bildungsinstitutionen gemeinsam ein intelligentes Hochschul-Assistenz-System entwickeln und bildungswissenschaftlich erforschen.

Das Ziel des Projektes besteht darin, einen Beitrag zur Förderung adaptiver Lernprozesse zu leisten und Studierenden die Möglichkeit zu bieten, online verfügbare Lehr-/Lernmaterialien über eine Learning-Experience-Plattform (LXP) in ihr Selbststudium einzubeziehen. Dafür werden Audio- und Videodateien aus der Hochschullehre – etwa Vorlesungsmitschnitte, Podcasts und Erklärvideos – auf einer zentralen Onlineplattform gesammelt und mittels Spracherkennung für eine KI-basierte Suchfunktion aufbereitet. Diese ermöglicht es Studierenden, die Lehr-/Lernmaterialien nach Schlagworten zu

durchsuchen und direkt an die Stellen innerhalb einer Aufnahme zu springen, an denen das jeweilige Thema angesprochen wird. Ergänzt wird dieser Materialpool durch einen KI-Tutor, der zu den Materialien passende Übungsaufgaben generiert und personalisierte Materialpakete für Wiederholung und Vertiefung zusammenstellt. So soll eine digitale Lernumgebung entstehen, in der Studierende selbst entscheiden können, was sie lernen – transdisziplinär, interessengeleitet, zeit- und ortsunabhängig [Sc22].

Während die Zukunftsszenarien in den animierten Videos stark darauf ausgerichtet sind, Interesse zu wecken und die Vorstellungskraft anzuregen, ermöglicht der Impulsvortrag zu HAnS einen Blick hinter die Kulissen einer echten KI-Anwendung für die Hochschulbildung. In der Kombination ermöglichen diese beiden Informationsformate eine langsame, niedrigschwellige Annäherung an den KI-Diskurs.

5 Mit den „Six Thinking Hats“ in den KI-Diskurs

Haben sich die Workshop-Teilnehmenden anhand der animierten Videos und des Impulsvortrags einen ersten Eindruck vom Themenfeld verschafft, regt der dritte Teil des Workshops sie dazu an, sich mit ihren Peers auszutauschen und so weitere Perspektiven kennenzulernen. Dazu diskutieren die Teilnehmenden in Kleingruppen über vorgegebene Thesen zum KI-gestützten Lernen und Lehren. Je nachdem, ob zu Beginn des Workshops eines oder mehrere der animierten „Daria & Dan“-Videos eingespielt wurde, können sich die Gruppen dabei entweder mit ein- und derselben These beschäftigen oder über unterschiedliche Aspekte des KI-Einsatzes diskutieren.

Um möglichst viele – auch kontroverse – Positionen zur Sprache zu bringen, kommt in diesen Gruppendiskussionen die Methode der Denkhüte (*Six Thinking Hats*) nach de Bono zum Einsatz. Dabei wird ein- und dieselbe These aus sechs verschiedenen Perspektiven betrachtet (ASS16):

- Roter Hut = spontane Gefühle
- Gelber Hut = positive Aspekte
- Schwarzer Hut = negative Aspekte
- Weißer Hut = erforderliche Informationen
- Grüner Hut = kreative Ideen
- Blauer Hut = Bedingungen[6]

Idealerweise übernimmt jedes Teammitglied einen Denkhut und somit eine spezifische Perspektive auf das Thema. Diese Einschränkung ist bewusst gewählt – und zwar aus zwei didaktischen Gründen. Zum einen reduziert der Fokus auf einen einzigen Denkhut die

[6] Der blaue Hut steht bei de Bono eigentlich für Organisation. Da jedoch Studierende zumeist nur mit einem Teil der Organisationsstrukturen an ihrer Hochschule vertraut sind, wurde der blaue Hut für diesen Workshop durch den Aspekt „Bedingungen“ ersetzt. Dadurch werden die Teilnehmenden dazu angeregt, sich aktiv mit der Gestaltung des KI-Einsatzes in der Hochschullehre auseinander zu setzen, ohne sich dabei an den tatsächlichen Organisationsstrukturen orientieren zu müssen, in die sich KI-basierte Lösungen für den Hochschulalltag schlussendlich einfügen müssten.

Komplexität der Aufgabe. Gerade für Teilnehmende, die sich bislang nicht intensiv mit KI in der Hochschulbildung beschäftigt haben, kann das insofern eine Entlastung darstellen, als klar ist, dass es gar nicht darum geht, ein komplexes Thema in allen Facetten zu erfassen. Zum anderen vollziehen die Teilnehmenden mit den Six Thinking Hats aber auch einen Perspektivwechsel, der ebendiesen Fokus wieder ausgleicht: In der Diskussion mit ihren Gruppenmitgliedern lernen sie schließlich vier weitere Perspektiven auf ein- und dasselbe Thema kennen. Jede Gruppe hält die Ergebnisse ihrer Diskussion stichpunktartig fest und diskutiert sie anschließend mit den anderen Gruppen im Plenum.

6 Fazit und Ausblick

Um die Chancen KI-basierter Technologien für alle potenziellen Nutzer:innengruppen an in der Hochschulbildung gewinnbringend einzusetzen, gilt es, die Diskussion über das Thema auf einer anwendungsorientierten Ebene zu führen, auf der auch Gefahren und Herausforderungen explizit benannt und abgewogen werden können. Der hier vorgestellte Workshop ist dazu geeignet, Lernende und Lehrende in den KI-Diskurs einzuführen und sie zur bewussten Auseinandersetzung mit Chancen, Gefahren und Bedingungen des KI-Einsatzes in der Hochschulbildung anzuregen. Im Rahmen eines maximal eintägigen Workshops lässt sich zwar weder ein breit gefächertes Grundlagenwissen vermitteln noch der Wissensstand der Teilnehmenden umfassend evaluieren – doch das ist auch nicht der Anspruch, dem dieses Format gerecht werden soll. Der Workshop soll primär als Denkanstoß dienen, der Studierenden und Lehrenden aller Fachrichtungen einen Anreiz dazu bietet, über ein niedrigschwelliges Informationsangebot in den Diskurs einzusteigen und sich auf Augenhöhe über ihre Ideen und Bedenken auszutauschen.

Gleichzeitig soll der Workshop dazu anregen, den Diskurs im Praxisfeld fortzuführen: Je mehr Hochschulakteur:innen sich an Diskussionen über KI an der Hochschulbildung beteiligen, desto stärker können ihre Ansichten auch in die Akzeptanzforschung und die Gestaltung von KI-Richtlinien für die Hochschule der Zukunft einfließen. Zu diesem Zweck lässt sich das hier vorgestellte Konzept modular erweitern. Im Wintersemester 2022/23 wird der Workshop in seiner auf qualitative Bildungsforschung ausgerichteten Form in verschiedenen Seminaren innerhalb des Studiengangs Medienproduktion an der Technischen Hochschule Ostwestfalen-Lippe durchgeführt.

Der eintägige Workshop wird dafür ein in das Seminargeschehen eingebettetes Format umgewandelt, das zwei jeweils dreistündige Sitzungen und eine selbstorganisierte Gruppenarbeitsphase umfasst. Die erste Seminarsitzung läuft auch bei dieser Variante des Workshops ab wie oben beschrieben: Die Studierenden sehen sich die drei animierten Videos an, hören den Impulsvortrag und diskutieren dann mit den Six Thinking Hats über Chancen, Risiken und Bedingungen des KI-Einsatzes in der Hochschullehre. Auf die Sitzung folgt dann jedoch eine asynchrone Phase, in der jede Gruppe einen gemeinsamen Essay (ca. drei Seiten) zu einem der in den animierten Videos dargestellten Themenschwerpunkte verfasst und darlegt, unter welchen Bedingungen KI in diesem Bereich der Hochschullehre eingeführt werden könnte. Zusätzlich erstellt jede Gruppe mit dem kostenfreien Tool SimpleShow ein kurzes Erklärvideo (ca. 2-3 Minuten), das die

zentralen Argumente ihres Essays zusammenfasst. In der zweiten gemeinsamen Seminarsitzung präsentieren die Studierenden ihre Erklärvideos, geben einander Feedback und diskutieren abschließend darüber, welche Chancen, Risiken und Bedingungen des KI-Einsatzes an der Hochschule sie aus welchen Gründen als besonders wichtig empfinden.

Mithilfe des dabei entstehenden Datenmaterials (Essays, Erklärvideos und Notizen aus den Diskussionsrunden) soll im Rahmen bildungswissenschaftlicher Begleitforschung untersucht werden, welche Chancen und Gefahren Studierende im KI-gestützten Lehren und Lernen sehen und unter welchen Bedingungen sie den KI-Einsatz in der Hochschullehre unterstützen würden. Langzeitziel ist es, aus diesen Daten Leitlinien für das technologiegestützte Lernen an Hochschulen abzuleiten [Wa22b].

7 Literaturverzeichnis

[ASS16] Aithal, P. S.; Shailashree, V. T.; Suresh Kumar, P.M.: Factors & Elemental Analysis of Six Thinking Hats Technique using ABCD Framework. International Journal of Advanced Trends in Engineering and Technology (IJATET), 1(1), S. 85–95, 2016.

[Ba20] Bates, T. et al.: Can Artificial Intelligence Transform Higher Education? International Journal of Educational Technology in Higher Education, 17(42), S. 1–12, 2020.

[Br18] Brundage, M. et al.: The Malicious Use of Artificial Intelligence: Forecasting, Prevention, and Mitigation. 2018.

[Bü19] Büching, C. et al.: Learning Analytics an Hochschulen. In (Wittpahl, V., Hrsg.): Künstliche Intelligenz: Technologie, Anwendung, Gesellschaft. Springer VS, Berlin & Heidelberg, S. 142–160, 2019.

[Fi17] Fischer, H. et al.: Lernst du noch oder spielst du schon? Zum Einsatz von GameDesign-Elementen in der Hochschullehre. DeLFI/GMW. Chemnitz, 2017.

[He18] Heinz, M. et al.: Motivationsdesign im Lernmanagementsystem. Das gamifizierte Studienassistenzsystem gOPAL. Tagung der Gemeinschaften in Neuen Medien (GeNeMe). Dresden, 2018.

[He22] Helten, A.-K. et al.: „Wie kann ich dich unterstützen?“ Chatbot-basierte Lernunterstützung für Studienanfänger:innen. In (Schmohl, T.; Watanabe, A.; Schelling, K., Hrsg.): Künstliche Intelligenz in der Hochschulbildung. Trends, Chancen, Gefahren und Grenzen des KI- gestützten Lernens und Lehrens. Transcript, Bielefeld, 2022, im Druck.

[Ki19] Kieslich, K. et al.: Hochschule der Zukunft: Einstellungen von Studierenden gegenüber Künstlicher Intelligenz an der Hochschule. Düsseldorf Institute for Internet und Democracy. 2019.

[Ku18] Klutka, J., et al.: Artificial Intelligence in Higher Education: Current Uses and Future Applications. Learning House, Louisville, 2018.

[Sc21] Schumacher, C.; Ifenthaler, D.: Investigating prompts for supporting students’ self-regulation – A remaining challenge for learning analytics approaches? The Internet and Higher Education, (49), 2021.

[Sc22] Schmohl T. et al.: Development, Implementation and Acceptance of an AI-based Tutoring System: A Research-Led Methodology. Proceedings of the 14th International Conference on Computer Supported Education (2), S. 179-186, 2022.

[SGS20] Seufert, S.; Guggemos, J.; Sonderegger, S.: Digitale Transformation der Hochschullehre: Augmentationsstrategien für den Einsatz von Data Analytics und Künstlicher Intelligenz. Zeitschrift für Hochschulentwicklung, 15(1), S. 81–101, 2020.

[SW21] Schmohl, T. & Watanabe, A.: KI in der Hochschulbildung. Zukunftsszenario 1. https://www.youtube.com/watch?time_continue=1&v=Q39iY0heWtQ&feature=emb_logo, Stand: 12.09.2022.

[Ti11] Tiberius, V.: Hochschuldidaktik der Zukunftsforschung. Springer, Berlin, Wiesbaden, 2011.

[Wa21] Watanabe, A.: Künstliche Intelligenz in der Hochschullehre. Eine explorative Interviewstudie zu Akzeptanzfaktoren aus Studierendenperspektive. Masterarbeit, Universität Hamburg, 2021.

[Wa22a] Watanabe, A.: Let's Talk about Artificial Intelligence. How Scholarship of Teaching and Learning Can Enhance the AI Scientific Discourse in Higher Education. In (Almaraz Menéndez, F. et al. (Hrsg.): Strategy, Policy, Practice, and Governance for AI in Higher Education Institutions. IGI Global, Hershey, S.48-72, 2021.

[Wa22b] Watanabe, A.: Studierende im KI-Diskurs. Wie Studierende in einem Workshopformat über den KI-Einsatz informiert und zum Nachdenken über KI-gestütztes Lehren und Lernen angeregt werden. In (Schmohl, T.; Watanabe, A.; Schelling, K., Hrsg.): Künstliche Intelligenz in der Hochschulbildung. Trends, Chancen, Gefahren und Grenzen des KI- gestützten Lernens und Lehrens. Transcript, Bielefeld, 2022, im Druck.

[Wi20a] Witzel, A.: Das problemzentrierte Interview. Forum Qualitative Sozialforschung. 2000.

[WRP20b] Witt, C. de; Rampelt, F.; Pinkwart, N.: Künstliche Intelligenz in der Hochschulbildung. Whitepaper, 2020.

[Za19] Zawacki-Richter, O. et al. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? International Journal of Educational Technology in Higher Education, 16(1). https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0

Workshop 7: Offene Entwicklung nachhaltiger Bildungstechnologien - Nuts & Bolts: Die Technik hinter den Kulissen der digitalen Bildungsforschung

Offene Entwicklung nachhaltiger Bildungstechnologien

Nuts & Bolts: Die Technik hinter den Kulissen der digitalen Bildungsforschung

Birte Heinemann[1], Sergej Görzen[1], René Röpke[1], Matthias Ehlenz[1] und Ulrik Schroeder[1]

Abstract: Dieser Workshop beschäftigt sich mit der technischen Seite der Lernforschung und angrenzender Felder, denn der Forschungsprozess im Bereich des technologiegestützten Lernens ist gekennzeichnet von technischen Entscheidungen, Hindernissen und Stolpersteinen. Die Wahl der Technologie, ebenso wie die Vernetzung und die Entwicklung werden selten in Publikationen erläutert, sodass viele Gruppen vor ähnlichen Hürden stehen. Das Ziel dieses Workshops ist eine offene Diskussion über Konstruktionen, Ideen und technische Probleme anzuregen und zu ermöglichen mit der Absicht ein Netzwerk im Gebiet der Bildungstechnologien aufzubauen. Im Workshop wird das Tagungsmotto „Digitale Lehre nachhaltig gestalten“ aufgenommen und somit Möglichkeit zum Austausch über die technischen Implikationen geboten.

Keywords: Lernumgebungen, Architekturen, Anwendungen, OER, Infrastrukturen, Open Source

1 Motivation und Inhalt

Bildungstechnologien bieten methodisch eine große Auswahl an Varianten, von Serious Games über Escape Rooms bis zu Personalisierung, Kooperation und verschiedenen lerntheoretischen Umsetzungen. Doch auch technisch gibt es verschiedene Vorgehensweisen, die jeweils andere Vor- und Nachteile mitbringen. Wie bereits im Vorjahr beschrieben: „Von der Integration verschiedener Komponenten über die Planung von Schnittstellen und Architekturen werden die Herausforderungen immer größer je weiter ein Projekt fortschreitet und je umfangreicher es wird. Doch die Dokumentation zu solchen Fragestellungen ist nur selten aufbereitet, schlüssig erfasst und detailliert beschrieben. Im Gegensatz dazu werden Methoden, Auswertungen und Experimentaldesigns in Publikationen sauber dokumentiert erfasst und diskutiert.“

Technische Ergebnisse haben selten eine Plattform, um im Detail diskutiert und außerhalb der Projektteams thematisiert zu werden. Und auch innerhalb der Projekte kann es vorkommen, dass sich nicht genug Experten finden, um technische Entscheidungen zu diskutieren oder die Projektlaufzeit lässt keine gründliche Planung der Schnittstellen und eine Aufbereitung der Möglichkeiten zu. Der Austausch beschränkt sich oft auf die Kaffeepausen auf Konferenzen, denn echte Plattformen und Möglichkeiten für einen Austausch und eine Vernetzung sind rar.

[1] RWTH Aachen, Informatik 9 (Learning Technologies), Ahornstr. 55, 52074 Aachen, {heinemann, goerzen, roepke, ehlenz, schroeder}@informatik.rwth-aachen.de

doi: 10.18420/delfi2022-ws-70

Um jedoch offene und nachhaltige Entwicklung zu unterstützen wird dieser Austausch zwingend benötigt. Neben der Diskussion über technische Entscheidungen, Open Source und der Weitergabe von Erfahrungen, Ideen und Best Practices, wird durch die Digitalisierung eine andere Form von Austausch gefördert – Open Educational Resources (OER), Bildungsmaterialien, die unter offenen Lizenzen veröffentlich werden und zur Nachnutzung und Bearbeitung anregen. OER ermöglichen den Austausch von Lehrmaterialien wie Grafiken, Texten, Aufgaben, Tests, Skripten, Source Code aber auch Audio- und Videomaterialien. Wachsende Materialsammlungen umfassen zahlreiche Ressourcen und Formate. Die Erstellung, Bearbeitung und Weitergabe von OER benötigt jedoch solide Kenntnisse, z.B. über die Lizenzformate. Um dies zu unterstützen gibt es organisatorische und technische Entwicklungen, die für die Community von wachsender Bedeutung sind.

2 Ziele des Workshops

Auch dieses Jahr sol das Tagungsmotto der DELFI und der GMW in dem Workshop aufgriffen werden: „Digitale Lehre nachhaltig gestalten“. Der Fokus des Workshops ist die offene Entwicklung nachhaltiger Bildungstechnologien und die damit verbundenen technischen Herausforderungen zu diskutieren. Hierfür soll insbesondere über OER und Open Source gesprochen werden. Welche Entscheidungen müssen auf konzeptioneller Ebene getroffen werden, um eine nachhaltige Nutzung der Materialien zu erlangen? Wie kann die OER-Entwicklung technisch unterstützt werden, sowohl in klassischen Medien wie Präsentationen, Dokumenten als auch in Formaten, die erweitertes Vorwissen voraussetzen wie VR/AR oder Multitouch Entwicklungen? Ziel des Workshops ist der Austausch zu Herausforderungen, Entscheidungsprozessen und Erfahrungen in der Entwicklung nachhaltiger, offener Architekturen und Lernmaterialien für Forschungsprojekte im Bereich der Bildungstechnologien.

Das übergeordnete Ziel der Workshopreihe ist es, die technische Black Box der Forschungsprozesse im Feld der Lerntechnologien zu öffnen und Projekte, Probleme und Ideen auf technischer Ebene ausführlich diskutieren zu können. Dies dient insbesondere vier Zielen:

- **Dokumentation des Prozesses der Toolentwicklung**: Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler entwickeln auf der Suche nach Antworten auf Forschungsfragen „ganz nebenbei“ spannende Tools und Werkzeuge. Damit diese Tools eine angemessene Nachnutzung und Weiterentwicklung erfahren, ist die Dokumentation des Ergebnisses und des Prozesses unerlässlich.
- **Nachhaltigkeit und Offenheit**: Durch die aktive Kommunikation über Tools und die Open-Source-Veröffentlichungen erhöht sich die Chance auf deren Wiederverwendung drastisch. Ein Community-Bewusstsein könnte hierdurch langfristig zu dem Effekt führen, dass Forschungswerkzeuge auch mit der Weiterverwendung in anderen Forschungsarbeiten im Hinterkopf modular und

gut dokumentiert entwickelt werden. Der Austausch und die Öffnung führen zu potenziellen Kooperationen und Nachhaltigkeit der Entwicklungen.

- **Lerneffekte und Erkenntnisse auf dem Weg**: Durch unterschiedliche Workshopbeiträge soll Teilnehmerinnen und Teilnehmer, die ggf. noch am Anfang ihres Weges stehen gleich auf dreierlei Weise geholfen werden: Sie werden aufgefordert zu durchdenken, welche Fragen sie sich selbst bei der Entwicklung des persönlichen Toolsets stellen sollten, sie lernen aus den Fehlern anderer und erfinden das Rad nicht jedes Mal neu und schließlich wird ihnen die Angst genommen, es einfach anzugehen und mit der Planung einzusteigen.
- **Diskussion und Austausch**: Durch die Vorstellung akzeptierter Beiträge ergeben sich Einstiegspunkte für den offenen Austausch zwischen den Teilnehmenden. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, deren Prozess noch nicht so weit gereift ist, dass sie ihn hier präsentieren möchten, erhalten so die Gelegenheit eben jene Zweifel zu diskutieren und sich über Stolpersteine auszutauschen.

3 Eingereichte Beiträge und Vorträge

Beim diesjährigen Workshop wurden drei eingereichte Beiträge präsentiert. Zusätzlich gab es einen eingeladenen Vortrag mit anschließender Diskussion und Austausch mit den Workshopteilnehmenden:

- “Novice-friendly feedback for Python tasks in ArTEMiS” von Antje Kazimiers, Martin Morgenstern, Thiemo Leonhardt und Nadine Berger
- “Harmonizing OER metadata in ETL processes with SkoHub in the project WirLernenOnline” von Steffen Rörtgen
- “Open Educational Resources and Virtual Reality: An inventory” von Sergej Görzen, Birte Heinemann, Marlene Heim und Ulrik Schroeder
- Eingeladener Vortrag zum Thema “Eine nachhaltige Infrastruktur für hochschulweite Learning Analytics“ von Sven Judel

Weitere Informationen zum Workshop sind unter https://elearn.rwth-aachen.de/nuts-and-bolts-2022 verfügbar.

Harmonizing OER metadata in ETL processes with SkoHub in the project "WirLernenOnline"

Steffen Rörtgen [1]

Abstract: The values for metadata attributes of Open Educational Resources (OER) are often made available in repositories without recourse to uniform value lists and corresponding standards. This circumstance complicates data harmonization when OERs from different sources are to be aggregated in one search environment. With the help of the RDF standard “SKOS” and the tool “SkoHub-Vocabs”, the project "WirLernenOnline" has found an innovative, reusable and standards-based solution to this challenge. This involves the creation of SKOS vocabularies that are used during the ETL process to harmonize differing terms (for example, "math" and "mathematics"). This then forms the basis for providing users with consistent filtering options and a good search experience. The created and open licensed vocabularies can then easily be reused and linked to overcome this challenge in the future.

Keywords: data aggregation, data harmonization, ETL, OER, RDF, SKOS, SkoHub

1 Introduction

All providers of OER materials have one thing in common: by their very nature, they have a vested interest in their materials being found, reused and shared. However, they differ greatly in the way they make their materials available. Some materials can be found distributed across the web on individual web pages, others in repositories with differently developed interfaces. While some annotate their materials with Linked Data (e.g. edulabs: [Ed22]), others have sophisticated teaching and learning materials including competence assignments, which are, however, located in the body of the web page (e.g. ZUM: [Ze22]).

What both have in common is that they do not use machine-readable controlled vocabularies for the values of their metadata attributes. It is therefore not possible for a machine to recognize that, for example, the term "math" is the same as the term "mathematics". This leads to challenges and the need for data harmonization, particularly in the automated aggregation of materials from different OER providers.

[1] Gesellschaft für wissenschaftliche Datenverarbeitung mbH Göttingen, AG eScience, Burckhardtweg 4, Göttingen, 37077, steffen.roertgen@gwdg.de, , https://orcid.org/0000-0001-6378-2618

doi: 10.18420/delfi2022-ws-71

2 Harmonizing metadata with SkoHub-Vocabs in "WirLernenOnline"

At the beginning of the COVID-19 pandemic, the "WirLernenOnline" project [Wi22] dedicated itself to make distributed materials centrally findable in a comprehensive search with focus on the "school" sector. For this purpose, an ETL process was developed in which metadata is harmonized using the RDF-based standard "SKOS" (Simple Knowledge Organization System)[2] and the tool "SkoHub-Vocabs" [Sk22a] developed by the “Hochschulbibliothekszentrum NRW”. Therefore it connects Semantic Web technology with OER [Ch17].

"SKOS" is a W3C standard that is used to create controlled vocabularies, supports multilingualism and also offers the possibility of linking the respective terms with terms from other vocabularies (or with each other). In addition to a "preferred term" per language, "alternative terms" can also be specified. For example, it could be indicated that "math" is an alternative label for "mathematics", but both terms belong to the same "concept", for which “mathematics” is the “preferred term”. This can be used to create lists of values for various attributes like, e.g. "school subject" [Sc22] ,"competences in the digital world" [Ko22] or other attributes. Especially the subject is important for educational related search engines to provide a good user experience [Ta20].

"SkoHub-Vocabs" is a tool for publishing these vocabularies in a human-readable form on the one hand, and in a machine-readable form on the other.[3] SKOS pushes the idea that a concept, with all its possible alternative labels or labels in other languages, can always be found under a resolvable URL. Thus, in the process of data harmonization, it becomes possible for a machine to "look at" a vocabulary with all possible alternative labels, find out that "math" is an alternative label for "mathematics", and then assign the corresponding URL to the attribute instead of a string. The proposed approach also opens up the possibility of applying network analysis methods to the collected data, e.g. to measure the quality of metadata [POZ20].

Another advantage is the ease with which the preferred term can be changed. If the preferred label of a term changes, this change only has to be made in one place, namely in the vocabulary. Because the metadata of the materials are linked to the vocabulary entries, the new preferred terms can then be displayed in the corresponding front-end components and it is not necessary to modify the entire dataset in time-consuming search-and-replace procedures. SkoHub-Vocabs thus serves as a "single source of truth" for all architecture components.

---

[2] See [Sk09] for an introduction to SKOS or [Ei22] for a German introduction
[3] e.g. http://w3id.org/kim/schulfaecher/index.json for a machine-readable representation

3 Summary

This paper explained the reasons and benefits of using SKOS and SkoHub-Vocabs for metadata harmonization in ETL processes. The value lists for "WirLernenOnline" [Vo22] were initially developed project-specific and then generalized, linked and re-published by the members of the "OER Metadata Group" [OE22] and "Curricula Group" [Cu22] of the DINI-AG-KIM [Ki22]. From there, they are already being reused in other projects, thus initiating a process of standardization and linking of metadata in the field of education.

Bibliography

[Ch17] Chicaiza, Janneth; Piedra, Nelson; Lopez-Vargas, Jorge; Tovar-Caro, Edmundo: Recommendation of open educational resources. An approach based on linked open data. In: Global Engineering Education Conference. IEEE, pp. 1316–1321, 2017.

[Cu22] Curricula-Gruppe, https://wiki.dnb.de/display/DINIAGKIM/Curricula-Gruppe, accessed 22/06/2022.

[Ed22] Edulabs, https://edulabs.de/oer/ldhp2/, accessed: 22/06/2022.

[Ei22] Einführung in SKOS am Beispiel von Open Educational Resources, dini-ag-kim.github.io/skos-einfuehrung/#/, accessed: 26/06/2022.

[Ki22] Kompetenzzentrum Interoperable Metadaten, https://dini.de/ag/kim, accessed: 22/06/2022.

[Ko22] Kompetenzen in der digitalen Welt (Vokabular), http://w3id.org/kim/kmk-vocabs/digitalisierungsbezogene-kompetenzen/, accessed: 22/06/2022.

[OE22] OER-Metadatengruppe, https://wiki.dnb.de/display/DINIAGKIM/OER-Metadatengruppe, accessed: 22/06/2022.

[POZ20] Phillips, Mark E; Zavalina, Oksana L; Tarver, Hannah: Using metadata record graphs to understand digital library metadata. In: International Conference on Dublin Core and Metadata Applications. pp. 49–58. 2020.

[Sh22] Schulfächer (Vokabular), http://w3id.org/kim/schulfaecher/, accessed, 26/06/2022.

[Sk22] SKOS Simple Knowledge Organization System Primer, www.w3.org/TR/skos-primer/, accessed: 26/06/2022.

[Sk22a] SkoHub, www.skohub.io, accessed: 26/06/2022.

[Ta20] Tavakoli, Mohammadreza; Elias, Mirette; Kismihok, Gábor; Auer, Sören: Quality Prediction of Open Educational Resources - A Metadata-based Approach. In: International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT). 2020.

[Vo22] Vokabular WirLernenOnline, https://vocabs.openeduhub.de, accessed: 22/06/2022.

[Wi22] WirLernenOnline, www.wirlernenonline.de, accessed: 26/06/2022.

[Ze22] Zentrale für Unterrichtsmedien im Internet e.V. - ZUM, https://unterrichten.zum.de/wiki/Quadratische_Funktionen_erkunden, accessed: 22/06/2022.

Novice-friendly Feedback for Python Tasks in ArTEMiS

Antje Kazimiers [1], Martin Morgenstern[2], Thiemo Leonhardt [1], Nadine Bergner [1]

Abstract: Since Python is a popular language to teach programming to novices, there is a need for programming exercises which require knowledge of basic concepts of imperative programming. At the same time, educators have an interest in giving individual feedback which guides students to improve their results. We implement Python programming exercises in the automatic assessment system ArTEMiS and explore the possibilities to provide formative elaborated feedback and hints which support learning.

Keywords: automated feedback, learning programming, programming exercises

1 Introduction

Learning programming is challenging [Do18]. There is a need to provide tools and exercises which allow self-regulated learning and which give formative, individual feedback to improve the outcome of the learning process.

We implement programming exercises in ArTEMiS, an automatic assessment management system for interactive learning [KS18]. Our target audience are student teachers in an introductory programming course. The tasks we chose to include into our exercise catalogue can be solved using basic concepts of imperative programming such as loops, conditions, variables and Python built-in functions. The following questions are of our interest: Which kind of feedback needs to be given to improve the results of the learner and how can this feedback be implemented in ArTEMiS?

2 Overview of ArTEMiS

The ArTEMiS system has client-side and server-side components. Students and instructors can use a web interface to work on the exercises and submit solutions. Amongst others, it supports the programming languages Python, C and Java, the architecture allows the addition of tasks for arbitrary programming languages. Supported task types are single choice / multiple choice, drag and drop tasks, modelling tasks and programming exercises

[1] TU Dresden, Professur für Didaktik der Informatik, {antje.kazimiers, thiemo.leonhardt, nadine.bergner}@tu-dresden.de, https://orcid.org/0000-0003-3817-9758, https://orcid.org/0000-0003-4725-9776, https://orcid.org/0000-0003-3527-3204
[2] TU Dresden, Professur für Softwaretechnologie, martin.morgenstern1@tu-dresden.de

doi: 10.18420/delfi2022-ws-72

in an interactive programming editor.

Solutions for programming exercises can be created using an online code editor or, for advanced students, by editing files locally and synchronizing them via Git version control. Resubmission of exercise results is allowed, so it is possible to give formative feedback, which helps the learners to improve their results.

ArTEMiS provides options for educators to create and change tasks as well to add feedback. Dashboards give instructors the ability to assess the outcome of the learning process.

User Roles and Types

ArTEMiS supports different types of users, namely students, editors, teaching assistants, instructors and administrators. For our work, differentiating between the students and instructors view is sufficient.

Student View

Once a student logs into the system they can select a course, select a task within that course, open the code editor and start working on the task.

Instructor View

Instructors have an extended view which includes a course management area. Here they have the ability to create courses and to create tasks within that course.

Fig. 1 shows the exercise view seen by an instructor. Instructors can define templates, example solutions, and tests to describe their tasks and can provide a task description.

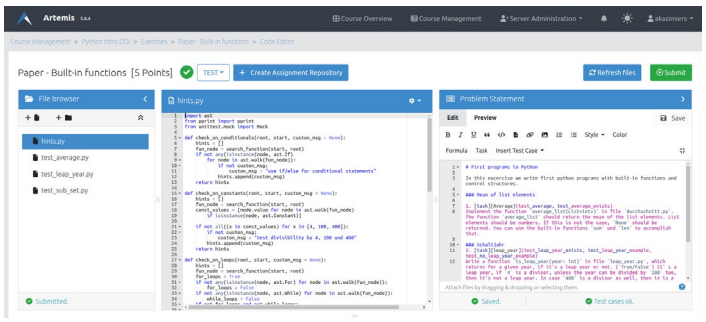


Fig. 1: Online programming editor of ArTEMiS

3 Feedback Implementation

Usually, instructors write a feedback program using a testing library in the same programming language that is required by the exercise, which is Python in our case. The target audience of most testing libraries are professional programmers, though. As such, the feedback that they generate exposes many technical details, which can be overwhelming for novice programmers. However, our general goal is to implement feedback which is easily readable by novices.

In this section we describe which feedback types we provide in our tasks and which Python libraries we use in our implementation. We also discuss some code snippets that show how to give elaborated feedback and at the same time hide the aforementioned complexity. Our full code base is published under an open source licence.[3]

Feedback Types

We refer to the labels identified by Keuning et al. [KJH19] to differentiate between different types of elaborated feedback, i.e., feedback which is intended to improve the work of the student. Here, we are mostly interested in feedback messages which are hints, so they are formulated in form of a question or a suggestion. The types we focus on are:

- Knowledge about task constraints (KTC) and its subtype hints on task requirements (TR)
- Knowledge about mistakes (KM)
- Knowledge about how to proceed (KH), includes bug-related hints for error correction and task-processing steps

Different features of a program, which can be assessed automatically, can be distinguished as well [Al05]. We are interested in three different types of program features:

- Syntactical: this includes syntax errors, missing or misspelt functions. They can be identified with static code analysis with the help of the Python `ast` library.
- Functional: functional tests using the `pytest` unit testing framework automatically examine if the output of a student solution is as expected.
- Code features: We also check on the usage of built-in functions, if the task description expects to use a certain function. To accomplish this we combine analysis of abstract syntax trees and use mock objects of the `unittest.mock` package.

[3] https://gitlab.hrz.tu-chemnitz.de/ddi-tudresden/artemis-feedback

Implementation

First we check if solution files exist and if they contain the necessary function declaration. Then we test the functionality of the submitted solution by comparing its output with the expected output. If both do not match, we generate hints.

Fig. 2 illustrates the types of feedback we cover and which Python libraries we use in our implementation.

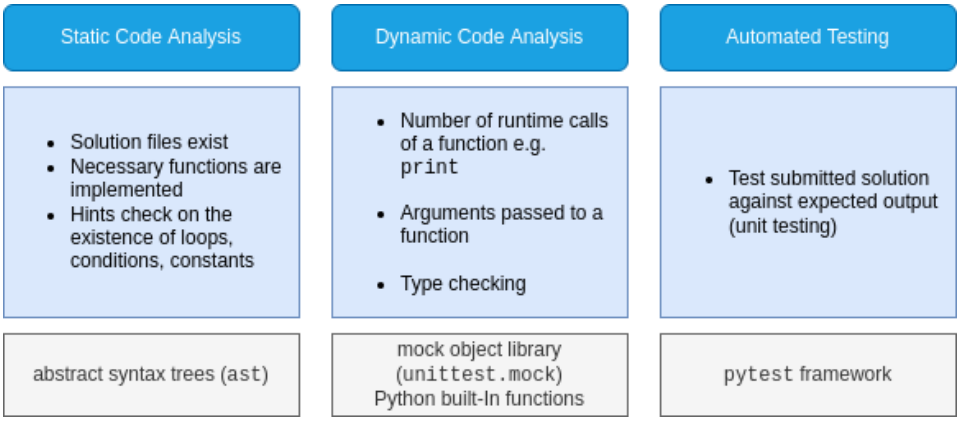


Fig. 2: Types of feedback and their implementation

Hints are stored in a hints module. It contains functions to check against the existence of lists, loops, conditional statements and built-in functions. They can be called and combined from the test files arbitrarily.

The following code snippet illustrates how to statically check if conditional statements have been used within a function:

```
import ast

def check_on_conditionals(root, start, custom_msg):
    hints = []
    fun_node = search_function(start, root)
    if not any(isinstance(node, ast.If)
            for node in ast.walk(fun_node)):
        hints.append(custom_msg)
    return hints
```

The helper function `search_function` returns the node of the abstract syntax tree which corresponds with a function name.

We also can check how often a built-in function is called at run time using a mock object of that function. The following code snippet illustrates this:

```
def check_on_builtin_functions(fileName):
    with open(fileName, mode="rb") as stream:
        source = stream.read()
    try:
        bytecode = compile(source, mode="exec", ...)
        mock = Mock(wraps=len, name="len")
        eval(bytecode, {"len": mock})
        if mock.call_count == 0:
           return ["please use the len function"]
    catch SyntaxError:
        # ...
```

In the above snippet, we use the Python `compile` and `eval` built-ins instead of an `import` of the student's Python module, to be able to run and test the submitted code (which may only contain module-level code, i.e., without function definitions) multiple times. This also allows for custom messages, e.g., in case of syntax errors.

Feedback is emitted using a wrapper around `pytest.fail` which hides the Python call stack. This results in feedback messages which can be read easily:

```
from functools import partial
from pytest import fail as pytest_fail
fail = partial(pytest_fail, pytrace=False)
```

Fig. 3 displays the output after submitting a solution. A green box indicates that the test case has passed successfully, texts in red boxes show our feedback messages.

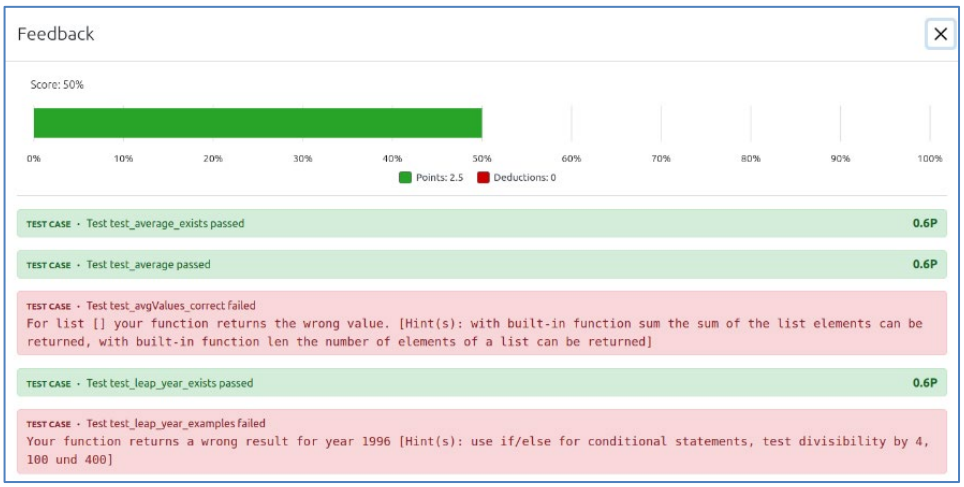


Fig. 3: Generated feedback

4 Summary and Next Steps

We implemented a hints module, which can be used to generate hints that are collected from all test cases run. The module is designed in an extendable fashion, new feedback can be added easily.

ArTEMiS is a powerful tool to implement feedback of the categories mentioned above and also provides the capabilities for instructors to go beyond this. Hints on task-processing steps to help a student solve a problem step by step as it is described by Keuning et al. [KJH19] would be valuable to include. We are also interested if feedback is needed when syntax errors occur or if we can leave syntax checking to ArTEMiS' internal compile testing.

We continue developing feedback methods for varying programming exercises to further explore the capabilities of the system.

Bibliography

[Al05] K. M. Ala-Mutka: A survey of automated assessment approaches for programming assignments. Comput. Sci. Educ., Bd. 15, Nr. 2, S. 83–102, 2005.

[Do18] N. Dorn; M. Berges; D. Capovilla; P. Hubwieser: Talking at cross purposes: perceived learning barriers by students and teachers in programming education. In Proceedings of the 13th Workshop in Primary and Secondary Computing Education, Potsdam Germany, S. 1–4, 2018.

[KJH19] H. Keuning; J. Jeuring; B. Heeren: A Systematic Literature Review of Automated Feedback Generation for Programming Exercises. ACM Trans. Comput. Educ., Bd. 19, Nr. 1, S. 1–43, 2019.

[KS18] S. Krusche; A. Seitz: ArTEMiS: An Automatic Assessment Management System for Interactive Learning. In Proceedings of the 49th ACM Technical Symposium on Computer Science Education. Baltimore Maryland USA, S. 284–289, 2018.

Open Educational Resources and Virtual Reality: An inventory

Sergej Görzen [1], Birte Heinemann [1], Marlene Heim, Ulrik Schroeder [1]

Abstract: Virtual reality (VR) in education is a current field of research, e.g. because it provides an immersive and safe learning environment for dangerous or expensive training. But developing VR learning applications is time-consuming and costly. The development of open educational resources (OER) can facilitate educators' access to VR and help integrate technology into everyday education. This paper presents the current state of open educational resources in virtual reality and discusses the possibilities and challenges of combining VR and OER.

Keywords: Virtual Reality, Extended Reality, Open Educational Resources

1 Motivation: Open Education Resources and Virtual Reality

Open Educational Resources (OER) are materials for research, learning, and teaching in any medium under an open license that allows reuse and re-purpose, adaption, and redistribution with no costs, according to the UNESCO Forum [Un02]. OER can be single materials, like textbooks, videos, tests, software, or entire courses. The creation of educational material is complex, dealing with learning goals, methods, and teaching and learning preferences. In line with this, is the creation of learning applications for VR a difficult task because of the diverse requirements of an educational VR application. Moreover, according to [Ra20], although there is an increasing interest in using VR technologies for educational purposes, the exchange of experiences to integrate this technology into the educational context is low. This fact indicates the need for shareable and open resources for educational VR applications, which connects the two main topics of this paper VR in education and OER.

For the related technology Augmented Reality (AR) [Mi94] the first steps are already taken in adapting AR resources as OER. For example, [OE20] shows one possibility to use OER assets for AR. However, downloading OER content into an application is not the only possibility to connect OER and VR/AR. There were also experiments in combining OER and VR by creating scenarios with 360° OER materials [Be19], [St20], and [To18]. Another compelling use case could be considered interactive educational 3D VR scenarios as OER. Although there are several educational XR (eXtended reality, in other words, AR or VR) applications that are open source, most of them cannot be found as explicit "*Open*

[1] RWTH Aachen, Informatik 9, Ahornstr. 55, 52074 Aachen, {goerzen, heinemann, schroeder}@cs.rwth-aachen.de, https://orcid.org/{0000-0003-3853-2435, 0000-0002-7568-0704, 0000-0002-5178-8497}

doi: 10.18420/delfi2022-ws-73

Educational Resources". Using OER portals (like oercommons.org) combined with the keyword *Virtual Reality* ends up with specific components like 3D models, articles, or PowerPoint slides instead of ready-to-use applications. There is no OER portal for XR content. Further, the creation of VR OER content merges the challenges of both. Here, some guidelines and tools may give some support. However, the community still lacks concrete guidelines for creating VR for educational purposes [Fo15]. Combining XR and OER could make this task easier because the software and several VR components are designed for openness and reusability. There is a holistic conceptual framework for creating open XR content in [Ab21] by covering pedagogical, technical, and administrative perspectives. But the previously mentioned problem of finding explicitly VR OER is still unsolved. To target this issue, it is necessary to get an overview of current existing open educational XR applications by questioning: *What is the status of XR in education without focusing on the individual components like 3D models of XR applications?* To answer this, we searched and then classified the results.

2 Challenges

The combination of OER and VR challenges the developers and users of educational VR scenarios. Creating educational material, especially VR apps, is both time-consuming and expensive. Although immersive VR technologies for educational purposes have overall promising results, in most domains, VR is still experimental, and its usage is not systematic or based on best practices. Learning theories were often disconnected, and evaluation focused mainly on usability. Better evaluation procedures are claimed, and a recommendation is that future VR development for higher education needs to be built on existing experiments [Ra20]. Here it would also help to reuse existing evaluated resources.

In open projects, developers can assume they can use material resources freely. But in some cases, there is no explicit license information about its' assets. As a VR application is software itself, it should mainly follow the concept of FOSS (free/open source software), which follows four types of freedom: freedom to (1) run the program for any purpose, (2) study how the program works and adapt it to your needs, (3) redistribute copies so you can help your neighbor and (4) improve the program, and release your improvements to the public so that the whole community benefits [Gnu05]. The software referred by FOSS can be adapted by assets and code. However, clearly defined legal software resources are essential and valuable. Combining the need for clear licensing structures and technical demands, Creative Commons (CC) [2] come into play.

Creative Commons standardizes the public permissions to creative work (science, film, literature, music, photography, etc.) in six different license types (and the public dedication tool CC0). Only four of them fit the principles of OER: *CC BY, CC BY-SA, CC BY-NC, CC BY-NC-SA* (and *CC0),* where the elements *BY* (Credit must be given to the creator)*, SA* (adaption must be shared under the same terms) and *NC* (only noncommercial uses) define the usage rules of the resources. But in software projects, some resources may

[2] https://creativecommons.org/about/cclicenses/, accessed: 21/06/2022

be restricted and could break license chains, as FOSS is provided on an "AS IS" basis without any warranty [Li06]. Further, considering CC of OERs (excluding CC0), they all need to give credit to the creator (BY). Thus, these materials are only allowed to be used in licenses where the copyright shall be provided, like in GPL (General Public License) and LGPL (Lesser GPL) licensed software [Li06]. Licenses with more freedom (e.g., BSD license or MIT) are only compatible with CC0. Based on this fact, bringing VR and OER together challenges the creator with the question: *How should VR learning scenarios be licensed?* On the one hand, the learning interactions are written as software and can be licensed under FOSS. On the other hand, it may make sense to reuse existing evaluated Open Educational Resources in learning scenarios, potentially breaking the chosen FOSS license. Also considering [Hy06], one challenge is the quality assurance of VR OER content. The quality can be ensured by doing e.g. peer review. But the quality of resources is fundamental and too depth to be dealt with quickly. Instead, [Hy06] proposed four quality management processes for OER initiatives: quality management can variate to be open, closed, centralized, or decentralized and be led by peer review, user comments and ratings, internal quality procedures, and the word-of-mouth method. For example, the most used method in academic communities is peer review. In VR OER content, how the quality was proved should be transparent. This fits with the claim of [Ra20] of reusing evaluated material. In addition, resources being evaluated based on previous research with solid connections to learning theories may increase the sustainability of the created OER.

Another problem is that some (and not only) OER projects have strong institutional backing with expiring funds. This fact makes long-term initiatives difficult, and the sustainability of OER suffers. Developing a solid user community seems effective because it bundles connections on the community website and enables rapid sharing. Users return to the repository, and institutions can learn from the community (user comments and ratings). [Hy06] While many domains are experimental [Ra20] and using VR for educational purposes is not broadly used, for example, like presenters, VR learning interventions might remain challenging to find. These indicate the need for a centralized repository for educational VR applications with a strong community.

3 Related approaches

For such a repository, like the one described in the section before, it is necessary to get an initial overview of educational XR (VR and AR) applications. Two related approaches are shown in this section, which summarizes educational XR applications and discusses their problems and limitations shortly. After that, we explain how we started to create a first overview of our list of applications.

One approach to creating an overview of VR (and AR) in education from 2020 is the COPLAR guide (german: *COPLAR-Leitfaden*). [GFH21] collected different 49 learning

Fig. 1: The Land of Immersion [GFH21]

scenarios within a project and cooperated with the COPLAR community. They used the collection to classify the projects concerning their learning goals and the help of 17 variables, which created three groups: technic, setting, and didactics. OER is none of the categories chosen by the team. They end up in the XR application categories: *science, authoring, objects and environments, motor skills, dummies, ethics, situations, safety, competence, social,* and *assistance*. Finally, they placed all applications on a colored land map and published them in a filterable online table[3]. As a result, the presented *Land of Immersion* (see Fig. 1) looks colorful and impressive. However, we see limitations in this approach: [GFH21] argue that a map must be updated each time new work appears, which is very time-consuming. The categorization is problematic, too. Some applications could be two of the categories at the same time. For example, the *VR Classroom* [Wi19] is placed on the *social* area. Despite that this application is enhancing teachers' competencies. Thus, the application could also be located in the *competence* area.

Another approach was made by the Virtual Human Interaction Lab at Stanford University. They asked 311 households what VR applications their children use and got a list of 169 VR applications. Based on their study [Ma22], they created a web-based interactive overview[4] (see Fig. 2) and called it *Educational VR Applications Database*. It is grouped into six categories: languages, physical education, social science, STEM, visual and performing arts, and multiple categories. Each application is represented by a colored box. The size and color strength depends on the number of households that used the application. Interactively, a mouse hover can be used to also see the application name and number of households. It's possible to download the list of applications from a Google Docs table. The bottom of the webpage displays a table with the application name and description. By clicking on a button next to the application name, the user can see the assigned categories of each application. This approach delivers a bunch of categorized applications, but the

[3] https://mediencommunity.de/coplar-leitfaden, accessed: 04/09/2022
[4] https://www.stanfordvr.com/edvrapps/, accessed: 04/09/2022

main issue with this approach is that this collection contains VR applications that are not educational (e.g., *Beat Saber*). Therefore, they do only have an „educational value“, which strongly depends on how you define an educational value.

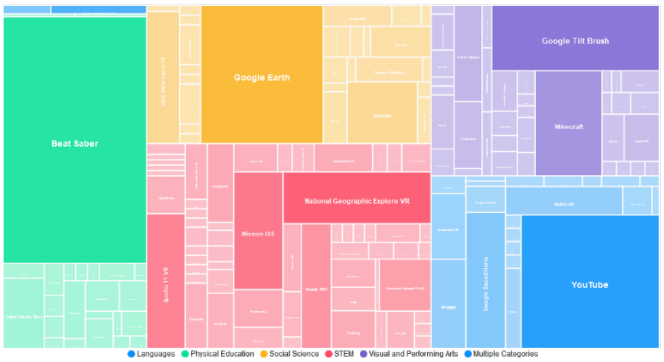


Fig. 2: Screenshot of the interactive Educational VR Applications Database [Ma22]

4 Own approach

To gain a clear insight into the current state of open educational XR applications, we conducted small pilot research in the scope of a seminar project in the German winter semester of 2021/2022. After trying to find projects with the keywords *Open Educational Resources*, *OER*, and *Virtual Reality*, we have not seen the desired results. Therefore we shrink the search for VR applications that aim to be used for educational purposes. Thus we have left licensing out of the search query for the time being and instead searched on OER platforms. Finally, we used the keywords *virtual reality, VR,* and *360* at the portals *edutags.de*, *bildungsserver.de/elixier,* and *Google.* Furthermore, we added some known open VR projects. We ended up on a list of 63 educational VR applications. We identified 11 categories*: tutoring, computer science, geography, chemistry, physics, biology, medicine, art and culture, history, storytelling,* and *space (astronomy)*. In scope of the seminar a visualization was created to bundle the results. It is inspired by *The periodic table of IOS Apps for AR and VR* [5]. Every panel displayed its' logo, developer, source, categories, educational levels and their application types (software features), see Fig. 3.

The pure application itself can be used with CC licenses, while FOSS are used for the code and software. Both regulate the degree of public permissions and the copyright of creative work. *RePiX VR* uses both licenses [HGS22]. The *VR classroom* [Wi19] is published using a *GNU Affero General Public License*. However, as the research was a student project, the scope and time were limited. Moreover, the complete visualization [Goe22] lucks visual issues: the location order was arbitrary, and the possibilities for extension were limited to

[5] https://ictevangelist.com/the-new-periodic-table-of-ios-apps-for-ar-and-vr/, accessed: 04/09/2022

the field of view of the image (similar to the Land of Immersion [GFH21]). Therefore, we created a website [6] with an interactive table where the criterias mentioned can filter the application list.

Another limitation our approach is that there are still projects that could not be found by various concatenations of words such as *Education, Learning, Virtual Reality, OER,* or *Open educational resources*. For expansion, the applications used in [GFH21] could be asked to publish their licenses, which are not communicated by all. To find a comprehensive picture of the currently available applications, one can still search for specific reviews, such as [Pi20], to add these applications onto our list.

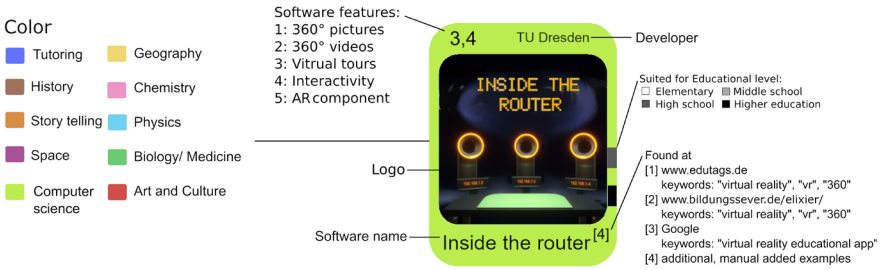


Fig. 3: Initial concept how to visualize the educational VR applications. Referenze for the example: Inside the router [Ba22]

5 Conclusion

Creating educational material (especially in XR) is complex. One solution to reduce this complexity is to use OER inside of VR and use VR resources as OER. This paper discussed roughly some challenges of this combination and highlighted the need for a repository for open educational VR resources (and applications). Although some first contact points exist for XR and OER, XR applications are still rare in OER communities. To contribute towards this, this paper discussed two existing educational XR application collections and presented an initial approach where 63 educational VR applications were classified. Besides broader systematic research of more applications, further research will tackle to bring VR and OER together. This combination could regulate the openness and license of VR resources and support the reusability and sustainability of VR learning outcomes and resources. This could reduce the complexity of VR content creation, because new work can be based on existing work.

[6] https://xr-oer.elearn.rwth-aachen.de/, accessed: 09/09/2022

Bibliography

[Ab21] Abeywardena, I.: Open Extended Reality for Education Framework (OXREF): Mainstreaming XR through Institutional Collaboration. 2021.

[Ba22] Baberowski, D.; Keerl, N. M.; Lilienthal, L.; Rieske, M. E. J.; Leonhardt, T.: Inside the Router. eleed 14/2, 2022, issn: 1860-7470.

[Be19] Berti, M.: Italian Open Education: Virtual Reality Immersions for the Language Classroom. In. S. 37–47, Juli 2019, isbn: 978-2-490-05751-1.

[FO15] Freina, L.; Ott, M.: A Literature Review on Immersive Virtual Reality in Education: State Of The Art and Perspectives. In: Proceedings of eLSE ’15. Bucharest, Romania, 2015.

[Fo15] Fowler, C.: Virtual Reality and Learning: Where Is the Pedagogy?: Learning Activities in 3-D Virtual Worlds. British Journal of Educational Technology 46/2, S. 412–422, März 2015, issn: 00071013.

[GFH21] Goertz, D. L.; Fehling, C. D.; Hagenhofer, T.: COPLAR-Leitfaden - Didaktische Konzepte identifizieren Community of Practice zum Lernen mit AR und VR. SVL 2020/, März 2021.

[Gnu05] What is Free Software?, GNU Project – Free Software, 2005 https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.html.en, accessed: 01/09/2022.

[Goe22] Görzen, S.; Heinemann, B.; Heim, M.; Schroeder, U.: Overview of Open Educational VR applications for the paper 'Open Educational Resources and Virtual Reality: An inventory', 2022, https://publications.rwth-aachen.de/record/853347, accessed 08.09.2022

[HGS22] Heinemann, B.; Görzen, S.; Schroeder, U.: RePiX VR - Learning Environment for the Rendering Pipeline in Virtual Reality. In (Bourdin, J.- J.; Paquette, E., Hrsg.): Eurographics 2022 - Education Papers. Reims, France, 2022.

[Hy06] Hylen, J.: Open Educational Resources: Opportunities and Challenges. Proceedings of Open Education/, S. 49–63, Jan. 2006.

[Li06] Lin, Y.- H.; Ko, T. - M.; Chuang, T. -R.; Lin, K.-J.: Open Source Licenses and the Creative Commons Framework: License Selection and Comparison./, S. 17, 2006.

[Ma22] Mado, M.; Fauville, G.; Jun, H.; Most, E.; Strang, C.; Bailenson, J. N.: Accessibility of Educational Virtual Reality for Children during the COVID-19 Pandemic. Technology, Mind, and Behavior 3/1, 15. März 2022, issn: 2689-0208.

[Mi94] Milgram, P.; Takemura, H.; Utsumi, A.; Kishino, F.: Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum. Telemanipulator and Telepresence Technologies 2351/, Jan. 1994.

[OE20] OERinfo, OER for Augmented Reality (AR) Education, 2020, https://open-educational-resources.de/oer-for-augmented-reality-ar-education/, accessed: 24/07/2022.

[Pi20] Pirker, J.; Dengel, A.; Holly, M.; Safikhani, S.: Virtual Reality in Computer Science Education: A Systematic Review. In: 26th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology. ACM, Virtual Event Canada, S. 1–8, Nov. 2020, isbn: 978-1-4503-7619-8.

[Ra20] Radianti, J.; Majchrzak, T. A.; Fromm, J.; Wohlgenannt, I.: A Systematic Review of Immersive Virtual Reality Applications for Higher Education: Design Elements, Lessons Learned, and Research Agenda. Computers & Education 147/, S. 103778, Apr. 2020, issn: 0360-1315.

[St20] Stepanov, D.; Towey, D.; Chen, T. Y.; Zhou, Z. Q.: A Virtual Reality OER Platform to Deliver Phobia-Motivated Experiences. In: 2020 IEEE 44th Annual Computers, Software, and Applications Conference (COMPSAC). IEEE, Madrid, Spain, S. 1528–1533, Juli 2020, isbn: 978-1-72817-303-0.

[To18] Towey, D.; Walker, J.; Austin, C.; Kwong, C.-F.; Wei, S.: Developing Virtual Reality Open Educational Resources in a Sino-Foreign Higher Education Institution: Challenges and Strategies. In: 2018 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE). S. 416–422, Dez. 2018.

[Un02] UNESCO, Open Educational Resources, 2002, https://www.unesco.org/en/communication-information/open-solutions/open-educational-resources, accessed: 24/07/2022.

[Wi19] Wiepke, A.; Richter, E.; Zender, R.; Richter, D.: Einsatz von Virtual Reality zum Aufbau von Klassenmanagement-Kompetenzen im Lehramtsstudium. In: DELFI 2019. Gesellschaft für Informatik e.V., 2019, isbn: 978-3-88579-691-6.