







fuelsME:Create – ein Framework zur kollaborativen Entwicklung einer VR-Anwendung für die Hochschullehre

Ulrike Mascher ¹, David Weiß ¹, Andreas Fuchs ², Sven Appel ³, David Fernes ¹ und Sam Sabah ¹





Abstract: In der Forschungsliteratur wird immer wieder auf die oft fehlende didaktische Fundierung von Lehr- und Lernanwendungen in und mit Virtual Reality (VR) hingewiesen. Ebenso stellt der relativ große Entwicklungsaufwand von VR-Umgebungen ein Hindernis für den Einsatz von VR in der Hochschullehre dar. Diesen Herausforderungen begegnet das im Rahmen des Verbundprojekts Future Learning Spaces, kurz fuels, entwickelte Framework *fuelsME:Create*. Das Paper beschreibt den Kollaborations- und Entwicklungsprozess der VR-Anwendung *fuelsME:App* für den Hochschulbereich sowohl in konzeptionell-organisatorischer Hinsicht als auch in technischer Hinsicht. Das Framework *fuelsME:Create* ermöglicht eine enge Verzahnung von Technik und Didaktik sowie eine hochschulübergreifende (Entwicklungs-)Zusammenarbeit und kann als Best-Practice-Beispiel hilfreiche Erkenntnisse liefern.


Keywords: Virtual Reality, agile Softwareentwicklung, Technik, Didaktik, Kollaboration


1 Einleitung

Wie sehen die Lehr- und Lernräume der Zukunft aus? Dieser Frage geht das Verbundprojekt Future Learning Spaces, kurz fuels nach, in dem sich die Goethe-Universität Frankfurt, die Technische Universität Darmstadt sowie die Hochschule Darmstadt mit der Konzeption, Entwicklung und Erprobung innovativer Lehr- und Lernszenarien beschäftigen. Dabei kommen die Technologien 360°, Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR) zum Einsatz.⁴

Durch die jüngsten Fortschritte im Bereich immersiver Technologien, vor allem in Bezug auf Visualisierung und Interaktion, und verhältnismäßig kostengünstige Head-Mounted Displays (HMD) haben das Lehren und Lernen mit und in VR in den letzten Jahren zunehmend Verbreitung gefunden (für einen Überblick s. [GFH20; Me23; Ra20; SAT21]).

1 Goethe-Universität Frankfurt, studiumdigitale, Eschersheimer Landstr. 155-157, 60323 Frankfurt am Main, Deutschland, mascher@sd.uni-frankfurt.de,  <https://orcid.org/0009-0006-7298-2762>; weiss@sd.uni-frankfurt.de,  <https://orcid.org/0000-0002-7689-7833>; fernes@sd.uni-frankfurt.de,  <https://orcid.org/0000-0001-7063-6221>; sabah@sd.uni-frankfurt.de,  <https://orcid.org/0009-0009-5111-3068>

2 Hochschule Darmstadt, Fachbereich MD, Max-Planck-Straße 2, 64807 Dieburg, Deutschland, andreas.fuchs@h-da.de,  <https://orcid.org/0000-0003-1477-9556>

3 Hochschule Darmstadt, Fachbereich Informatik, Schöfferstraße 3, 64295 Darmstadt, Deutschland, sven.appel@h-da.de,  <https://orcid.org/0009-0003-7796-6970>

4 Die Autor*innen bedanken sich an dieser Stelle beim gesamten Team für die wertvollen Beiträge und die gute Zusammenarbeit im Projekt fuels. Mehr Informationen zum Projekt: <https://futurelearning.space/>

Eine der größten Herausforderungen beim Einsatz von VR im Bildungskontext ist der hohe Aufwand für die Entwicklung von VR-Umgebungen. Eine weitere Schwachstelle, die die Forschungsliteratur zum VR-Lernen identifiziert, ist die Tatsache, dass die Anwendungen oft mit einem sehr technologischen Fokus entstehen, was zur Folge hat, dass lerntheoretische Grundlagen und didaktische Überlegungen vernachlässigt werden, was sich meist negativ auf das Erreichen von Lernzielen auswirkt [Me23; Ra20].

2 Problemstellung

Ausgehend von diesen Befunden ergaben sich für das fuels-Projektteam zunächst die beiden folgenden Fragestellungen:

1. Wie kann eine interdisziplinäre, also technologisch *und* didaktisch fundierte, Entwicklung von VR-Anwendungen gelingen? Es bedarf eines Prozesses, bei dem das Team aus Informatiker*innen und Softwareentwickler*innen einerseits und Medien- und Hochschuldidaktiker*innen andererseits kohärent zusammenarbeitet. Dabei sollte eine ganzheitliche enge Verzahnung von Technik, Didaktik, Design- und Development-Prozess im Mittelpunkt stehen.
2. Wie kann der hohe Aufwand bei der Entwicklung von VR-Lernumgebungen reduziert werden? Dabei spielt auch der Verbundcharakter des Projekts eine wesentliche Rolle: Zum einen ist das Entwicklungsteam über die drei Projekthochschulen hinweg räumlich verteilt, zum anderen gibt es je nach Hochschule verschiedene Fachbereiche und damit unterschiedliche Anforderungen an die VR-Lernanwendungen.

Aus diesen Rahmenbedingungen und den konkreten Szenarien ergaben sich weitere spezifische Anforderungen für die zu entwickelnde Lernanwendung. Ein Großteil der geplanten Lehr- und Lernszenarien setzte das Zusammenarbeiten von mehreren, teilweise örtlich verteilten, Personen in der virtuellen Welt voraus, d.h. Nutzer*innen sollten online einem gemeinsamen virtuellen Lernraum beitreten können. Zudem sollten mehrere dieser virtuellen Lernräume unabhängig voneinander an den Verbundhochschulen verwendet werden können.

Daraus folgten also weitere Fragestellungen:

3. Wie kann in einem interdisziplinären Verbundprojekt eine gemeinsame Software entwickelt werden, sodass die unterschiedlichen didaktischen sowie technischen Anforderungen abgedeckt werden? Dabei sollten Parallelentwicklungen und Fehler beim Zusammenführen der Codebasis minimiert werden, die entstehenden Artefakte von allen Verbundpartnern gemeinsam genutzt bzw. weiter- und wiederverwendet werden können, um möglichst große Synergieeffekte zu schaffen.
4. Wie können verschiedene Entwicklungsstände der entstehenden Anwendung verwaltet, verteilt und im Verbund getestet werden? So sollten beispielsweise verschiedene

Nutzer*innengruppen (Lehrende, Entwickler*innen etc.) nur bestimmte Versionen auf ihre Geräte aufspielen und automatisch updaten können. Zudem sollte ein begrenzter (öffentlicher) Zugriff zu Test- oder Demozecken ermöglicht werden.

3 Lösungsansatz

Im Folgenden wird *fuelsME:Create* als Kollaborations- und Entwicklungsprozess für die VR-Lernanwendung *fuelsME:App* vorgestellt. Zunächst werden die für die Genese von *fuelsME:Create* relevanten konzeptionellen Vorüberlegungen skizziert. Anschließend werden die praktische Umsetzung sowie mit *fuelsME:Core* das zugrundliegende technische Framework dargestellt.

3.1 *fuelsME:Create* – das Konzept

Wie bereits erwähnt, besteht das fuels-Team aus Techniker*innen und Didaktiker*innen, die sowohl untereinander – in spezifischen *special interest groups* (z. B. *sig Technik*, *sig Didaktik*) – als auch gemeinsam – z. B. in der übergreifenden *sig Räume* – an Fragestellungen rund um das Lehren und Lernen mit VR arbeiten. Regelmäßige Arbeitstreffen, bei denen der interdisziplinäre Austausch im Mittelpunkt steht, stellen das Zusammenwirken von Technik und Didaktik sicher, was ein Leitgedanke des *fuelsME:Create* Frameworks ist.

fuelsME:Create umfasst drei Ebenen: die Makro-, Meso- und Mikroebene (s. Abbildung 1). Die VR-Anwendung *fuelsME:App* bildet die Makroebene. Darin sind die unterschiedlichen *fuelsME:Lernräume* angesiedelt. Diese Lernräume haben spezifische Funktionen, die sich aus den identifizierten Anforderungen und Bedarfen von Lehrenden verschiedener Fachbereiche ergeben. Ein Beispiel dafür ist der *fuelsME:Lernraum* „VR-Planspiel“: Hier schlüpfen die Lernenden in die Rolle von EU-Abgeordneten – repräsentiert durch Avatare – und debattieren im Plenarsaal des Europäischen Parlaments (weitere Beispiele für *fuelsME:Lernräume* s.[FAG24; Sa24]).

Auf der Mikroebene sind dann die *fuelsME:Szenarien* verortet; d.h. hier geht es um das konkrete Szenario, in dem der jeweilige Lernraum in der Lehre zum Einsatz kommt. Um es am bereits genannten Beispiel zu verdeutlichen: Für den *fuelsME:Lernraum* „VR-Planspiel“ wurde ursprünglich das Szenario „Artificial Intelligence Act – Europe“ entwickelt [MFT24]. Ein weiteres Szenario für denselben Lernraum ist zur Zeit in Vorbereitung für ein politikwissenschaftliches Seminar an der Goethe-Universität zur europäischen Wirtschafts- und Währungspolitik. Abbildung 1 zeigt ein anderes Beispiel für die Nutzung eines in der *fuelsME:App* enthaltenen Lernraums für zwei unterschiedliche Szenarien. Auf der Mikroebene der Szenarien setzt schließlich die Evaluation an, da hier die in Anwendung gebrachten Räume und ihre Funktionen sicht- und messbar werden. Dabei werden je nach Szenario z.B. Usability, Interesse der Lernenden, Lernwirksamkeit sowie weitere Aspekte in

Verbindung mit diversen lerntheoretischen Konzepten erhoben. Auf dieser Grundlage findet dann eine iterative Weiterentwicklung der *fuelsME:Lernräume* und *fuelsME:Szenarien* statt.

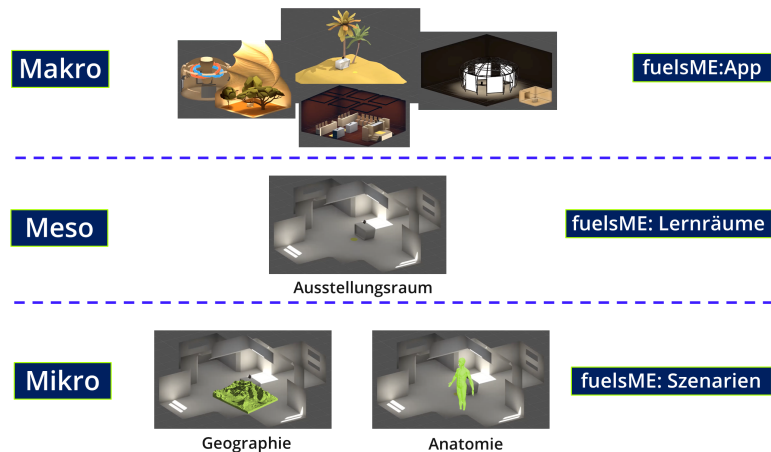


Abb. 1: Die Aufteilung des Frameworks in Makro-, Meso- und Mikroebene

3.2 *fuelsME:Create* – die Praxis

Die konzeptionellen Vorüberlegungen zur Struktur der *fuelsME:App* münden im Kollaborations- und Entwicklungsprozess *fuelsME:Create*, der sich an agilen Methoden orientiert. In Anlehnung an Scrum [SS20] gibt es ein Product Backlog mit User Stories, in denen die Anforderungen und gewünschten Funktionen formuliert werden. Pro Szenario gibt es einen Product Owner (PO), der für die Product Backlog Items und ihre Priorisierung verantwortlich ist. Das Product Backlog sorgt als permanente, asynchrone Sammlung von Anforderungen und Funktionalitäten für Transparenz, Nachvollziehbarkeit und Verbindlichkeit. Der schematische Ablauf des Entwicklungsprozesses, der sich grob an Scrum orientiert, ist nachfolgend kurz skizziert:

- Schritt 1: POs formulieren erste User Stories („Als Lehrende möchte ich gemeinsam mit meinen Studierenden in einem virtuellen EU-Plenarsaal diskutieren, um ihnen eine möglichst immersive Lernerfahrung zu bieten und damit ihre Motivation und ihr Interesse zu steigern.“)
- Schritt 2: In den Sitzungen der *sigs* entstehen weitere Ideen für User Stories.
- Schritt 3: Team (POs und Entwickler*innen) plant Umsetzung, dabei wählen die Entwickler*innen ihre Aufgaben selbst nach individuellen Spezialisierungen und Fähigkeiten (Sprint Planning)

- Schritt 4: Entwicklungsteam setzt das Inkrement im Sprint um (Dailys sorgen für Transparenz)
- Schritt 5: Team (POs und Entwickler*innen) begutachtet und reflektiert Inkrement und Prozess (Sprint Review, Retrospective)

3.2.1 Kollaborative Softwareentwicklung

Da mehrere Entwickler*innen gleichzeitig an der Software arbeiten, mussten Lösungen gefunden werden, um zu verhindern, dass zwei parallel entwickelte Programmteile miteinander in Konflikt stehen. Dafür wird, wie in großen Softwareprojekten üblich, das Versionsverwaltungstool Git verwendet. Weiterhin ist die Software in zwei Teile aufgeteilt, die auf dem Git-Server in getrennten Repositories verwaltet werden, damit diese unabhängig voneinander weiterentwickelt werden können. Die technische Basis *fuelsME:Core* beinhaltet dabei alle Grundfunktionalitäten, die für eine Multiuser-VR-Anwendung nötig sind, wie beispielsweise die Netzwerksynchronisation oder Interaktionsmöglichkeiten der Nutzer*innen. Die darauf aufbauende *fuelsME:App* besteht dann aus den *fuelsME:Lernräumen* mit ihren speziellen Funktionalitäten, die dann in den *fuelsME:Szenarien* zum Einsatz kommen. Diese Aufteilung ermöglicht, dass in Zukunft potenziell andere Entwicklungsteams auf den in *fuelsME:Core* entstandenen Grundfunktionalitäten aufbauen können, um eigene VR-Lernanwendungen zu entwickeln.

Aufgrund der Vorerfahrung der beteiligten Entwickler*innen fiel die Wahl bei der Entwicklungsumgebung auf Unity. Bei der oben bereits angerissenen Aufteilung in einzelne virtuelle Lernräume (Mesoebene, s. Abbildung 1) handelt es sich aus technischer Sicht um getrennte Unity-Szenen, an denen meist einzelne Entwickler*innen arbeiten. So können die Entwickler*innen ungestört ihre eigenen Funktionalitäten implementieren, ohne Rücksicht auf andere Lernräume nehmen zu müssen. Es werden Parallelentwicklungen und Fehler beim Zusammenführen der Codebasis minimiert und die entstehenden Artefakte können von allen Verbundpartnern gemeinsam genutzt, beziehungsweise weiter- und wiederverwendet werden. Dadurch entstehen größtmögliche Synergieeffekte.

3.2.2 Von der Entwicklung in die Nutzung

Für den Einsatz in der Lehre müssen HMDs in großer Anzahl, etwa für ein ganzes Seminar, bereitgestellt werden. Aus Kostengründen sowie wegen der bereits weiten Verbreitung wurde das Modell Meta Quest 2 gewählt – auch wenn die Bindung an Meta gewisse Abhängigkeiten und Einschränkungen mit sich bringt. Eine weitere Herausforderung besteht darin, eine sich in stetiger (Weiter-)Entwicklung befindende Anwendung auf mehreren HMDs zu installieren und zu verwalten. Es gilt, die Software so zu verteilen, dass unterschiedliche Nutzer*innengruppen jeweils die für sie bestimmte Version verwenden und diese stets auf dem aktuellen Stand gehalten wird. Dazu wird Metas App Lab verwendet, welches eine

flexible Verwaltung verschiedener Release-Kanäle ermöglicht. Diese Kanalstruktur erlaubt es, unterschiedliche Versionen gezielt auszurollen und automatische Updates bereitzustellen, was die Konsistenz und Zuverlässigkeit der Anwendung gewährleistet.

Eine spezifische Herausforderung ergibt sich außerdem aus der Tatsache, dass die *fuelsME:App* als Multiuser-Netzwerkanwendung konzipiert ist und teilweise externe Services zum Einsatz kommen, was Kosten verursacht, die im Rahmen der Entwicklung und Forschung kontrollierbar bleiben müssen.

Um den Multiuser-Aspekt effektiv zu managen, ist es unerlässlich, dass verschiedene Nutzer*innengruppen in separaten virtuellen Multiuser-Sessions arbeiten können, damit die Aktivitäten einer Gruppe die Erfahrungen einer anderen nicht stören oder beeinflussen sowie um Datenvermischung oder Störungen in Forschungskontexten zu vermeiden. Als Lösung wurden daher gruppenspezifische Sessions eingeführt, die mittels Tokens – Zugangscode, die auf Anfrage für interessierte Gruppen erzeugt und herausgegeben werden – realisiert werden. Diese Tokens erlauben es, unabhängige Multiuser-Umgebungen zu schaffen, in denen nur Personen mit demselben Zugangscode interagieren können. Durch dieses System ist es möglich, den Zugang zur *fuelsME:App* für Dritte sowie die Kosten zu kontrollieren.

4 Fazit

Das *fuelsME:Create* Framework stellt einen Kollaborationsprozess dar, bei dem Entwickler*innen, Hochschuldidaktiker*innen und Lehrende eng zusammenarbeiten, um der in der Forschungsliteratur identifizierten Schwäche einer primär technisch motivierten Entwicklung von VR-Lernanwendungen, die lerntheoretische Aspekte vernachlässigt, entgegenzuwirken. Ein weiterer Vorteil ist, dass der hohe Aufwand bei der Entwicklung von VR-Lernumgebungen reduziert wird, indem eine Funktionalität nur einmal für die gesamte *fuelsME:App* (Makroebene) entwickelt wird und dann in allen Lernräumen (Mesoebene) zur Verfügung steht. Zudem können die einmal entwickelten Lernräume wiederum für verschiedene *fuelsME:Szenarien* (Mikroebene) genutzt werden. Die Entwicklungen auf Mesoebene und die Evaluationsergebnisse auf der Mikroebene, d. h. Erfahrungen aus dem konkreten Einsatz in der Lehre, fließen wiederum in die Weiterentwicklung auf der Makroebene (*fuelsME:App*) ein.

In technischer Hinsicht stellt *fuelsME:Create* Lösungsansätze bereit für die kollaborative Entwicklung einer Multiuser-VR-Lernanwendung und ihre Verteilung an unterschiedliche Nutzer*innengruppen. Beides ist entscheidend für einen skalierbaren und sicheren Einsatz der Anwendung in einem dynamischen Forschungs- und Entwicklungsprozess. Perspektivisch sollen die im Rahmen des fuels-Projekts erarbeiteten Grundfunktionalitäten, d.h. der *fuelsME:Core*, für die Entwicklung weiterer Lernanwendungen auch öffentlich zur Verfügung gestellt werden.

Literaturverzeichnis

- [FAG24] Fuchs, A.; Appel, S.; Grimm, P.: Immersive Räume zur Kreativitätsunterstützung: Ein intelligenter Lehr- und Lernraum. In: 22. Fachtagung Bildungstechnologien (DELFI). (im Druck), Gesellschaft für Informatik eV, 2024.
- [GFH20] Goertz, D.; Fehling, C.; Hagenhofer, T.: COPLAR-Leitfaden-Didaktische Konzepte identifizieren Community of Practice zum Lernen mit AR und VR, 2020, URL: https://www.social-augmented-learning.de/wp-content/downloads/210225-Coplar-Leitfaden_final.pdf.
- [Me23] van der Meer, N.; van der Werf, V.; Brinkman, W.-P.; Specht, M.: Virtual reality and collaborative learning: A systematic literature review. *Frontiers in Virtual Reality* 4, 2023, DOI: 10.3389/frvir.2023.1159905.
- [MFT24] Mascher, U.; Fernes, D.; Tillmann, A.: Planspiel meets VR. Werkstattbericht einer Expert*innen-Erprobung des VR-gestützten Planspiels „Artificial Intelligence Act – Europe“. In: *Integration und Ko-Kreation. Miteinander von Mensch und Maschine in Forschung und Bildung. Reihe Medien in der Wissenschaft*. (im Druck), Waxmann, 2024.
- [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, 2020, DOI: 10.1016/j.compedu.2019.103778.
- [Sa24] Sabah, S.; Tillmann, A.; Weiß, D.; Drachsler, H.: Enhancing Geographical Learning Through GeoVR: Immersive Exploration and Topographic Analysis Educational Application. In: 22. Fachtagung Bildungstechnologien (DELFI). (im Druck), Gesellschaft für Informatik eV, 2024.
- [SAT21] Scavarelli, A.; Arya, A.; Teather, R. J.: Virtual reality and augmented reality in social learning spaces: a literature review. *Virtual Reality* 25 (1), S. 257–277, 2021, DOI: 10.1007/s10055-020-00444-8.
- [SS20] Schwaber, K.; Sutherland, J.: *The Scrum Guide*, 2020, URL: <https://scrumguides.org/scrum-guide.html>.