

## Ausgangslage und Problemstellung

Auch in der Ingenieurausbildung werden virtuelle Lernräume – zu verstehen als räumliche digitale Repräsentationen von Orten der realen Welt, wie beispielsweise Labore oder Anlagen der technischen Infrastruktur wie Wasserwerke – aufgrund ihrer Anschaulichkeit und einfachen Zugänglichkeit vermehrt erstellt und zunehmend eingesetzt. Die 360°-Technologie ermöglicht dabei eine niedrigschwellige Erstellung von authentischen Repräsentationen. Nachdem in den letzten Jahren diese Werkzeuge das Versuchsstadium verlassen haben und in der regulären Lehre eingesetzt werden, gibt es jetzt Bestrebungen der Weiterentwicklung sowohl in Bezug auf Entwicklungs-Technologie als auch auf Didaktik. Im Rahmen der Impulsprojekte des Innovationsfonds wurden zwei Varianten von virtuellen Lernräumen erstellt.

## Lösungen

### Lernraum 1: Virtuelles Labor für Spezialexperimente mit variablen Lernszenarien

**Verlagerung der Laborumgebung in die virtuelle Umgebung.** Grundlage des Lernraums 1 ist ein reales Labor (Rütteltisch), das mithilfe von 360° - Technologie in einen virtuellen Raum umgewandelt wird. Ergänzend wird ein 3D-Strukturmodell integriert, um den Schadensverlauf unter außergewöhnlichen Belastungen im realen Maßstab darzustellen. Durch die Visualisierung unterschiedlicher Belastungszustände im virtuellen Raum und die Umsetzung von Schadenssituationen werden **Fähigkeiten zur Schadensbewertung und Durchführung von Feldeinsätzen** entwickelt. Studierende können gemeinsam, individuell oder unter Aufsicht bzw. in Begleitung durch den Fachlehrer an aufgezeichneten Spezialexperimenten teilnehmen und die Ergebnisse mit den Lehrern und Mitschülern diskutieren.

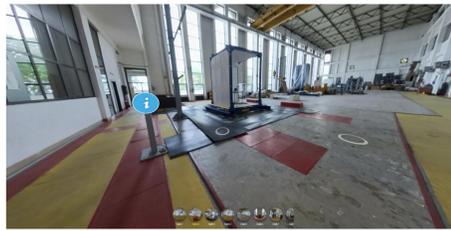


Abb. 1: Panoramabilder des Earthquake Engineering-Labors, IZIS, Skopje (links), und Überführung des Labors in die virtuelle Umgebung mit Interaktions- und Kommunikationsfunktionalitäten (rechts)

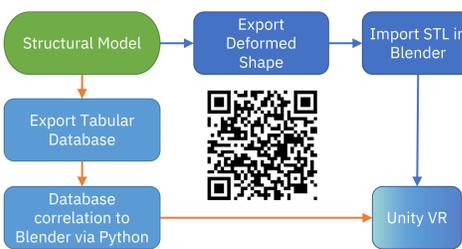


Abb. 2: Zwei mögliche Arbeitsabläufe, die während des Projekts entwickelt wurden



Abb. 3: Beispiel eines integrierten 3D Strukturmodells in den virtuellen Raum  
<https://nextcloud.uni-weimar.de/s/LLapids3M7r5HTM>

### Lernraum 2: Avatar 360 - Eine virtuelle Exkursion zur Kompostierungsanlage Umpferstedt

**Social VR (Mozilla Hubs) für einen virtuellen Lernraum einer Kompostierungsanlage.** Ziele des Social VR-Ansatzes, bei dem alle Studierenden sich unter Nutzung eines Avatars in dem virtuellen Lernraum bewegen können, sind die **Erhöhung der sozialen Präsenz** sowie die Erreichung eines **Avatar-Embodiments**. Beide Effekte gelten als lernförderlich.



Abb. 4: Mozilla Hubs-Raum mit Panoramen, die individuell betreten werden (links) Navigations-Board (rechts)

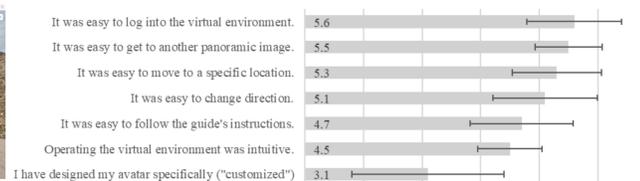


Abb. 5: Lehr-Lern-Situation im 360°-Panorama (links), Ergebnisse der Evaluation zur Bedienung des Mozilla Hubs-Raumes (N=14) (rechts)

Das Potenzial des Lernraums wurde positiv bewertet. Allerdings mussten bei der Entwicklung des Lernraums einige Herausforderungen bewältigt werden, wie die eingeschränkte **Unterstützung von 360°-Panoramen**, die zu einer sphärischen, runden Bodenfläche führte. Die Förderung der **sozialen Präsenz** ist verbesserungsbedürftig. Ein Ansatz könnte hier die Erhöhung der **Authentizität der Avatare**.

## Schlussfolgerungen und Empfehlungen für die Praxis

### Implementierung

- 360°-Technologie ermöglicht eine niedrigschwellige Erzeugung von authentischen räumlichen Repräsentationen
- Numerische Modelle und Simulationsergebnisse sind integrierbar in vorhandene Virtuelle Lernräume
- Die Implementierung kann in unterschiedlichsten Varianten erfolgen:
  - Unity3D (Game-Engine, Programmierung)
  - Social VR (Social VR-Autorenwerkzeug, fortgeschrittene Konfiguration)
  - 3DVista (Autorenwerkzeug, Konfiguration)
- Herausforderung: Langlebigkeit der Werkzeuge (z.B. Einstellung des Supports von Mozilla Hubs in 2024)
- Im Rahmen von Social VR sind weitere technische Reifeschritte von Vorteil, insbesondere wäre ein Autorenwerkzeug, das 360°-Bilder unterstützt, sehr hilfreich

### Schlussfolgerungen

- Virtuelle Lernräume verbessern das Lernen durch visualisierte, interaktive Simulationen und kollaborative Aufgaben, was zu höheren Merkraten bzw. Lernerfolgen führt.
- Über 70% der Studierenden bevorzugen virtuelles Lernen aufgrund seiner Flexibilität und Bequemlichkeit (*Statista*).
- VR Lernräume passen sich gut an selbstgesteuertes, synchrones und immersives Lernen an, was Engagement und Fokus verbessert.

## Veröffentlichungen

Kalvakolu S., Söbke H., Baalsrud Hauge J., & Kraft E. (2024). Educational Virtual Field Trips based on Social VR and 360° Spaces. <https://arxiv.org/abs/2409.05496>

Mirboland M., Tasliarmut F., Abrahamczyk L., & Koch, C. (2022). A mixed reality application for holographic structural analysis experiments. 2022 European Conference on Computing in Construction, DOI: 10.35490/EC3.2022.206.

Salzinger J., Kurniawati I., Abrahamczyk L., & Höffer R. (2023). Thinking outside the box-Virtual, intercultural labs in engineering education.

Söbke H., & Kraft E. (2024). Eine 360°-basierte virtuelle Exkursion in einem hybriden Lernraum. Proceedings Der DELFI-Tagung 2024.

Wolf M., Wehking F., Söbke H., Montag M., Zander S., & Springer C. (2023). Virtualised virtual field trips in environmental engineering higher education. European Journal of Engineering Education, 48(6), 1312–1334. <https://doi.org/10.1080/03043797.2023.2291693>

## Referenzen

EViLab3D - Enhanced Virtual Laboratory with Integrated 3D Structural Models  
[www.uni-weimar.de/ktw](http://www.uni-weimar.de/ktw)

Mozilla Hubs-Raum der Kompostierungsanlage Umpferstedt im Immersive Learning Lab der FH Erfurt  
<https://fh-erfurt.info/RQcWg7/related-willing-realm>