

## Ausgangslage und Problemstellung

Virtuelle Exkursionen ermöglichen es Lernenden, eine Umgebung zu erkunden, ohne physisch vor Ort zu sein. Dazu gehören auch mit 360°-Technologien erstellte Virtual Reality-Umgebungen. Diese lassen sich in unterschiedlichen Lernkontexten nutzen, so auch als Lehrperson-geführte Exkursionen in Klassenraum-Szenarien oder in der Gruppe. Der Vorteil ist ihre Zeit- und Ortsunabhängigkeit. Sie sind insbesondere nutzbar, wenn die Lernenden die Aktivität einzeln durchführen. Als Nachteil von Einzelexkursionen hat sich die fehlende Möglichkeit herausgestellt, auftretende Fragen im Dialog mit der Lehrperson zu klären. Um hier entgegenzuwirken, wurde in dieser Studie in einen 360°-basierten Rundgang einer Biogasanlage ein Large Language Model (LLM)-basierter Chatbot integriert.

## Studiendesign

**Grundlage:** 360°-basierter virtueller Rundgang einer Biogasanlage; Teilrundgang der Anlagen zur Gasaufbereitung und Übergabe (8 mit Text und Grafiken annotierte Panoramen), zu jedem Panorama ist eine Multiple-Choice Frage integriert. Chatbot: LLAMA, RAG mit beschreibenden Texten aus der Erstellungsphase

**Probanden:** N=10, Alter: 20 - 65 Jahre, Herkunft aus dem Hochschulkontext; verschiedene Bildungsniveaus vom Bachelorstudierenden bis zur ProfessorIn.

**Aufgabenstellung:** Exploration des 360°-basierten Rundgangs und die Beantwortung der integrierten Multiple-Choice-Fragen mit optionaler und bedarfsgesteuerter, aber nicht verpflichtender Nutzung des Chatbots.

**Studiendurchführung:** Die Probanden wurden individuell durch einen Forscher in einer Online-Sitzung begleitet

**Vor-Exkursionsphase:**

- Einführung der Probanden durch den Forscher in die Studie und Aufgabenstellung
- Fragebogen zu Vorwissen (Pre-Test mit Multiple Choice-Fragen), Interesse am Thema und vorherige Erfahrung mit Virtual Reality-Lernwerkzeugen

**Exkursionsphase:**

- Einführung der Probanden in den 360°-basierten Rundgang, Hinweis auf den Chatbot
- Durchführung der virtuellen Exkursion

**Nach-Exkursionsphase:**

- Wiederholung des Vorwissenstest, Standardisierter Fragebogen zu Motivation (FAM nach Rheinberg et al. 2001), Emotion (AEQ nach Pekrun et al. 2011), Cognitive Load (Klepsch et al. 2017) und Usability (SUS nach Brooke, 1996).
- Geführtes Interview durch den Forscher



Abb. 3: Eingangsbildschirm des virtuellen 360°-basierten Rundgangs. Aktivierung des Chatbots durch Schaltfläche (rot markiert, vierte Schaltfläche von links unten) Gasaufbereitung und -übergabe rechts oben



## BIOGASANLAGE CHATBOT

Stellen Sie Ihre Fragen zur Biogasproduktion auf Deutsch und erhalten Sie detaillierte Antworten.

Ihre Frage:  
Was ist Biogas?

Antwort:

Biogas ist eine erneuerbare Energiequelle, die durch die anaerobe Zersetzung organischer Materialien wie Pflanzenreste, Mist und Abfallstoffe entsteht. Dieser Prozess erfolgt in Abwesenheit von Sauerstoff und setzt verschiedene Gase frei, hauptsächlich Methan (CH<sub>4</sub>) und Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>). Methan ist der primäre Energieträger im Biogas und macht etwa 50-75% der Zusammensetzung aus, während Kohlendioxid etwa 25-50% ausmacht. Biogas kann als Brennstoff genutzt werden und seine Zusammensetzung variiert je nach Ausgangsmaterialien und Zersetzungsbedingungen. Neben Methan

Ihre Frage:

Abb. 4: Chatbot: Beispielfrage mit Antwort. Der Chatbot wurde zuvor mit Hilfe der Dokumente, die zur Erstellung des konventionellen 360°-Rundgangs genutzt wurden, „gefüttert“.

## Ergebnisse

Ausschnittsweise

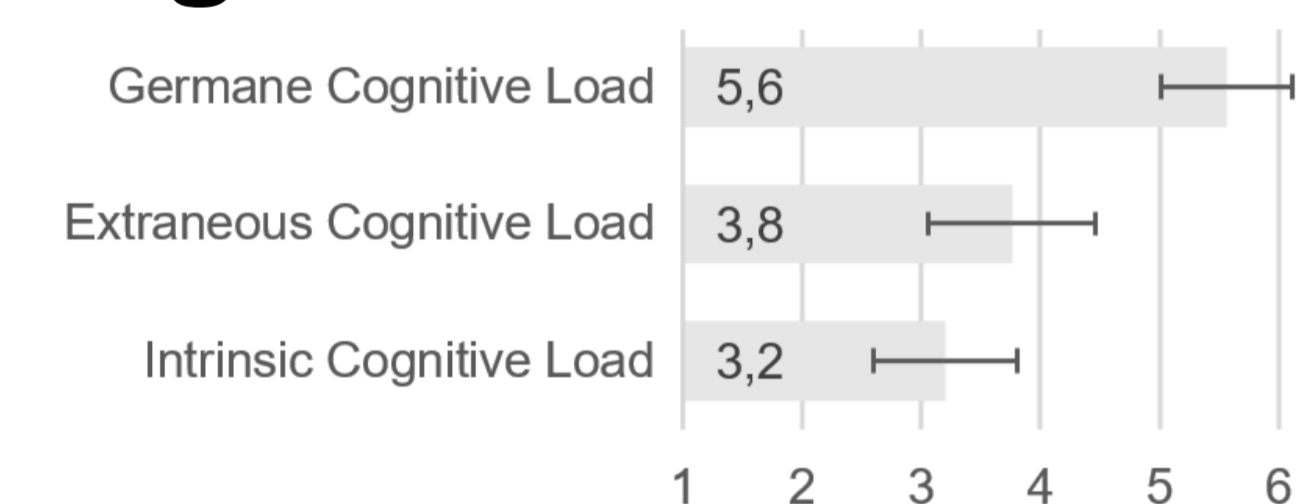


Abb. 1: Cognitive Load (7-Punkte Likert-Skala; Klepsch et al. 2017) Gute lernwirksame Cognitive Load (Germane CL) bei verbesserungsbedürftiger Extraneous CL und mäßiger Intrinsic CL

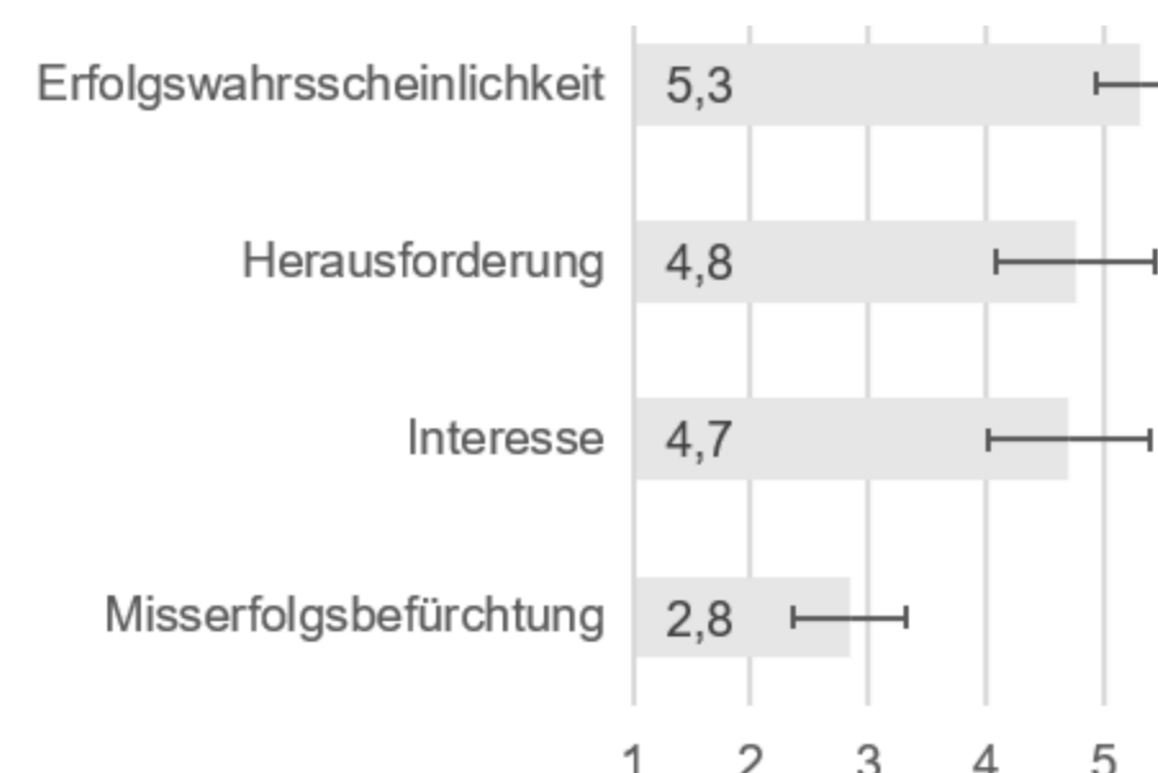


Abb. 2: Motivation (7-Punkte Likert-Skala, Rheinberg et al. 2001) Gute Erfolgswahrscheinlichkeit bei niedriger Misserfolgsbefürchtung und lernförderlichem Interesse und Herausforderung

## Interviews

- Chatbot hilft beim Verständnis komplexer Konzepte
- Chatbot hilft bei der Analyse falsch beantworteter Fragen.
- Chatbot stellt Informationen bereit, die schon in den Annotationen gegeben werden – bei sorgfältiger Durchführung der konventionellen virtuellen Exkursion wird der Chatbot weniger benötigt.

## Weiterführende Fragestellungen und Schlussfolgerungen

### Weiterführende Fragestellungen

- Es bedarf neuer didaktischen Szenarien, ggf. mit weniger vorhandenen Informationen im 360°-Modell selbst, sodass Chatbot explorierend zu befragen ist (Vermutetes Nebenprodukt: Geringere Cognitive Load)
- Ist es möglich, kontextsensitive Antworten und Verlinkungen in Abhängigkeit von Ort und Blickwinkel der Betrachter/in zu entwickeln?
- Lässt sich der Chatbot mit Hilfe eines Avatars zu einem digitalen Tutor ausbauen? Vorteil: Eine Personalisierung der Antworten und so eine persönliche Ansprache des Lernenden.
- Gezielte Anpassung der Antworten auf das Userverhalten – Komplex oder weniger komplex, je nach Lernenden und seinen Bedürfnisse angepasst?

### Schlussfolgerungen

- Nach RAG-Ansatz trainierter Chatbot liefert sehr überzeugende Ergebnisse
- Chatbot-Integration ist ein vielversprechender Ansatz
- Weiterentwicklung ist notwendig
- Spezifische didaktische Szenarien erforderlich

## 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>
- Schwenke, N., Söbke, H., & Kraft, E. (2023). Potentials and challenges of chatbot-supported thesis writing: An autoethnography. Trends in Higher Education, 2(4), 611-635.
- Söbke, H., & Kraft, E. (2024). Eine 360°-basierte virtuelle Exkursion in einem hybriden Lernraum. In Proceedings of DELFI Workshops 2024 (pp. 10-18420). Gesellschaft für Informatik eV..
- 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

- Biothan GmbH 360° Rundgang mit Chatbot als Lernbegleiter [https://360-degree.education/Biothan\\_Chatbot/](https://360-degree.education/Biothan_Chatbot/)
- Biothan GmbH 360° Rundgang (komplett) <https://360-degree.education/Biothan/>