



🔍 XR Energie






Paper 1


Paper 2


Paper 3


Qualität





Extended reality-based choice experiment to assess the impact of offshore wind turbines in historic center: The case of Manfredonia

- Idee: Akzeptanz von Bewohnern in der Nähe von potenziellen Offshore Windkraftanlagen fördern.
- Wie?: Durch eine realistische Visualisierung mithilfe von XR-Technologie und Berücksichtigung verschiedener Faktoren



Vorgehensweise

- Auswahlexperiment
- Erstellen einer virtuellen Umgebung von Offshore Windkraftanlagen
- Integration des Auswahlexperiments in die virtuelle Umgebung
- Durchführung und Analyse einer Umfrage mithilfe des Auswahlexperiments



Was ist ein Auswahlexperiment?

- Ermittlung der Präferenzen von Personen für verschiedene Optionen
- Ziel: Bestimmung der relativen Bedeutung der verschiedenen Optionen und der Trade-offs, die die Teilnehmer bereit sind einzugehen.



Anwendung des Auswahlexperimentes (1)

- Option 1: 15km vor der Küste & 10 Rotoren (à 380m Höhe)
- Option 2: 20km vor der Küste & 10 Rotoren (à 380m Höhe)
- Option 3: 25km vor der Küste & 10 Rotoren (à 380m Höhe)



Anwendung des Auswahlexperimentes (2)

- Option 4: 15km vor der Küste & 20 Rotoren (à 300m Höhe)
- Option 5: 20km vor der Küste & 20 Rotoren (à 300m Höhe)
- Option 6: 25km vor der Küste & 20 Rotoren (à 300m Höhe)



Anwendung des Auswahlexperimentes (3)

Zusätzliche Optionen:

- Wirtschaftliche Entschädigung
 - 1%
 - 1-3%
 - >3%
- Verteilung der Entschädigung
 - Reduzierung der Stromkosten für Haushalte
 - Reduzierung der Stromkosten für Unternehmen
 - Verbesserung öffentlicher Dienstleistungen
- Kein Offshore Windpark



Resultate

- 5% gegen Offshore Windpark
- Akzeptanz steigt mit der Entfernung zur Küste
- Akzeptanz steigt durch wirtschaftliche Anreize
- Akzeptanz der Öffentlichkeit wird durch die Kombination aus XR-Technologie & Wahlmodellen verbessert



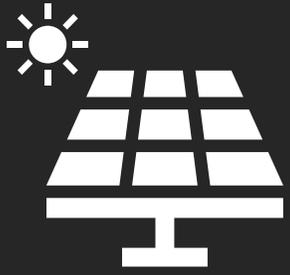
Diskussion – Pro und Kontra

- Sehr guter Einsatz von XR-Technologie in Kombination mit dem Auswahlexperiment
- Sehr relevant für die Energiepolitik im Bezug auf den Klimawandel
- Ergebnisse könnten nur auf das Testgebiet limitiert sein
- Fehlen von konkreten Zahlen zum Ergebnis des Auswahlexperimentes





Paper 2

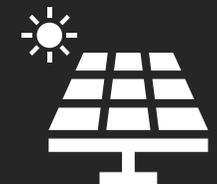
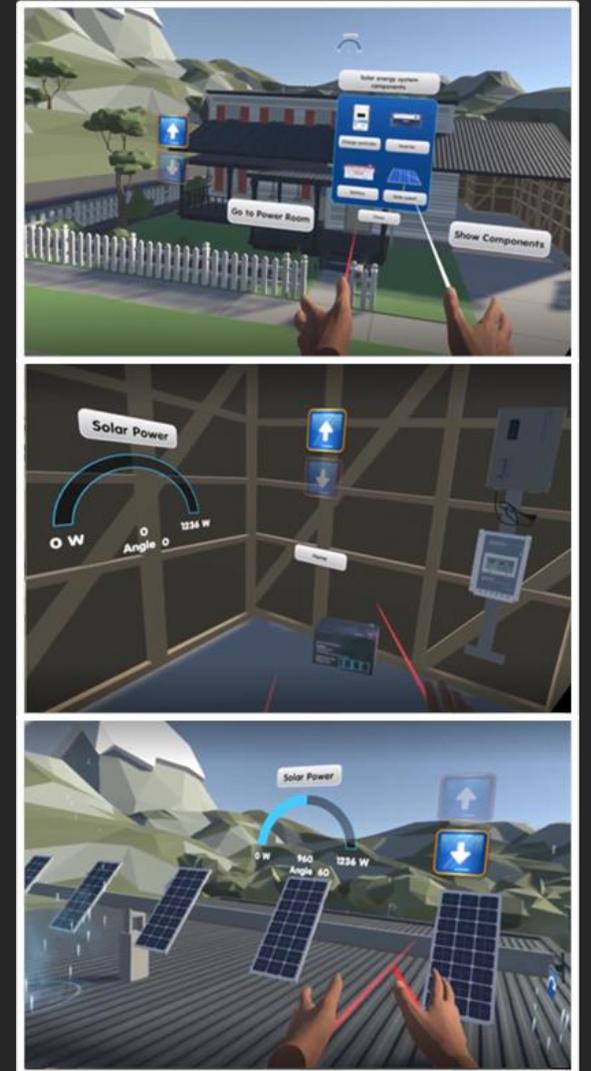


Solar Energy Systems Design Using Immersive Virtual Reality: A Multi-Modal Evaluation Approach

- Erforschen von VR-Technologie als Werkzeug zur Verbesserung des Designs und der Schulung von Solarenergiesystemen

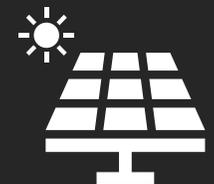
Vorgehensweise (1)

- Szene 1: Standortwahl
 - Ziel: Energieproduktion maximieren
- Szene 2: Technikraum
 - VR-Interaktion der Nutzer mit 3D-Objekten
 - Zusammenspiel der Komponenten kennenlernen
 - Ziel: funktionales Solarsystem entfernen zu können
- Szene 3: Installation der Solarpanels
 - Auf einem Dach werden Solarpanels installiert
 - Ziel: Maximierung der Stromerzeugung durch optimale Neigung und effiziente Nutzung der Dachfläche



Vorgehensweise (2)

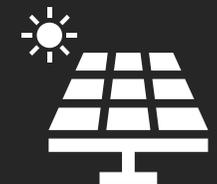
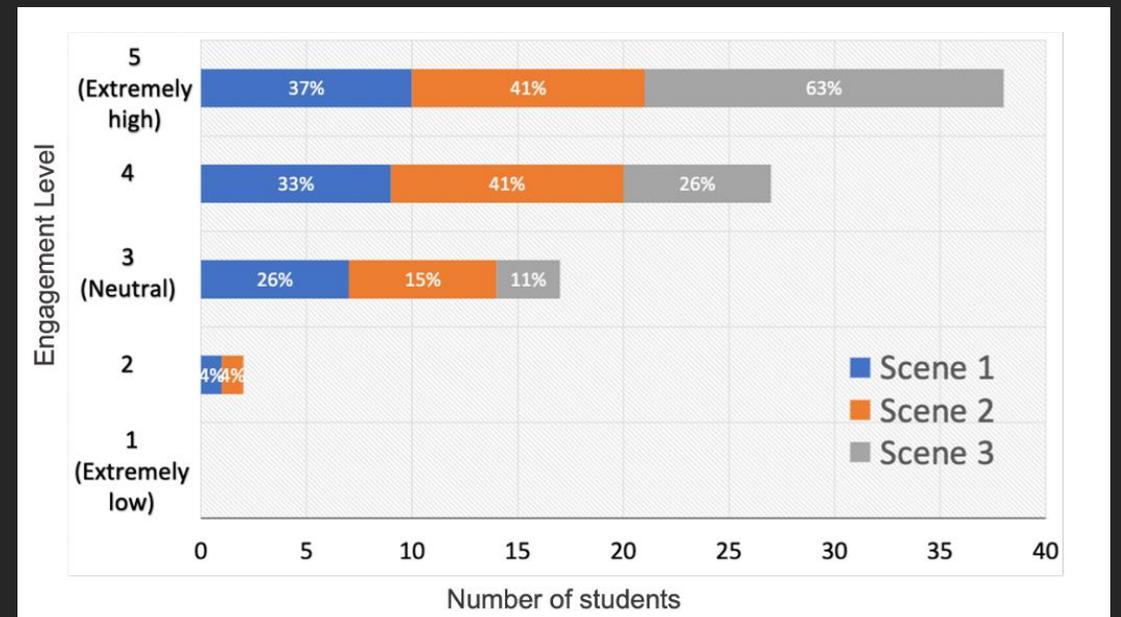
- Autoren halten Fragebögen nicht für ausreichend
- Einrichten von Hardware (VR-Brille, Eye-Tracker, EKG)
- Daten sammeln, um Nutzerengagement und -leistung zu bestimmen
- Analyse der Daten



Resultate (1)

Fragebogen:

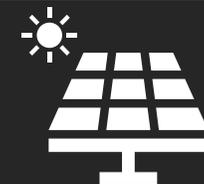
- 44% mit VR-Erfahrung
- 85% fanden die Anwendung leicht zu benutzen
- Höchstes Engagement ist in Szene 3 zu erkennen



Resultate (2)

- Herzfrequenz
 - Kein zuverlässiger Indikator für Engagement
- Kognitive Belastung
 - Textintensive Aufgabe (Szene 1) = hohe kognitive Belastung
 - Motorische Aufgaben (Szene 2) = geringe kognitive Belastung
 - Textintensive & motorische Aufgaben = mittlere kognitive Belastung
- Pupillenerweiterung
 - Erhöhte Helligkeit (Szene 2) = hohe Pupillenerweiterung
 - Szene 3 hat höhere geistige Anstrengung als Szene 1

	Scene#	Mean
Heart Rate	1	88.15
	2	88.06
	3	88.04
Cognitive Load	1	0.582
	2	0.513
	3	0.567
Pupil Dilation	1	3.260
	2	4.314
	3	3.636
Blinking Rate	1	0.20
	2	0.36
	3	0.34
Number of Fixations	1	0.24
	2	0.40
	3	0.38

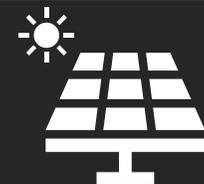


Resultate (3)

- Blinzelrate
 - Erhöhte mentale Anstrengung (Szene 2)
 - Starke Fokussierung auf dem Text (Szene 1)
- Anzahl der Fixationen
 - Intensive visuelle Aufmerksamkeit (Szene 2/3)
 - Geringes visuelles Engagement (Szene 1)

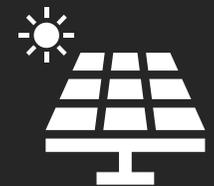
→ Solarenergie kann durch VR effektiv gestaltet und geschult werden

	Scene#	Mean
Heart Rate	1	88.15
	2	88.06
	3	88.04
Cognitive Load	1	0.582
	2	0.513
	3	0.567
Pupil Dilation	1	3.260
	2	4.314
	3	3.636
Blinking Rate	1	0.20
	2	0.36
	3	0.34
Number of Fixations	1	0.24
	2	0.40
	3	0.38



Diskussion – Pro und Kontra

- Zeigt gut, dass VR-Technologie eingesetzt werden kann, um Solarenergie zu verbreiten und effizient zu nutzen
- Praktische Relevanz für Energie- und Bildungsbereiche
- Hohe Kosten
- Geringe Anzahl an Testpersonen





Paper 3



Digital twin (DT) and extended reality (XR) for building energy management

- Idee: Energieeffizienz, Nutzerkomfort und Facility Management kann durch die Integration von Digital Twin und Extended Reality verbessert werden.

Vorgehensweise

Systematische Literaturrecherche

- 1. Phase Identifikation von Publikationen
 - SCOPUS (=Datenbank für Paper)
 - 2013 – 2023
 - Artikel, Reviews und Konferenzbeiträge
 - Schlüsselbegriffe: Digital Twin, Building, Energy Management und Augmented Reality
- 851 Arbeiten



Vorgehensweise

Systematische Literaturrecherche

- 2. Phase Auswahl relevanter Arbeiten
 - Geeignete Arbeit basierend auf Titel, Schlüsselwörtern und Abstract wählen
 - Ausschlusskriterien: nicht auf Englisch, beziehen sich nicht auf Energie oder Gebäudemanagement sowie beinhalten ausschließlich allgemeine Diskussionen über DT oder XR

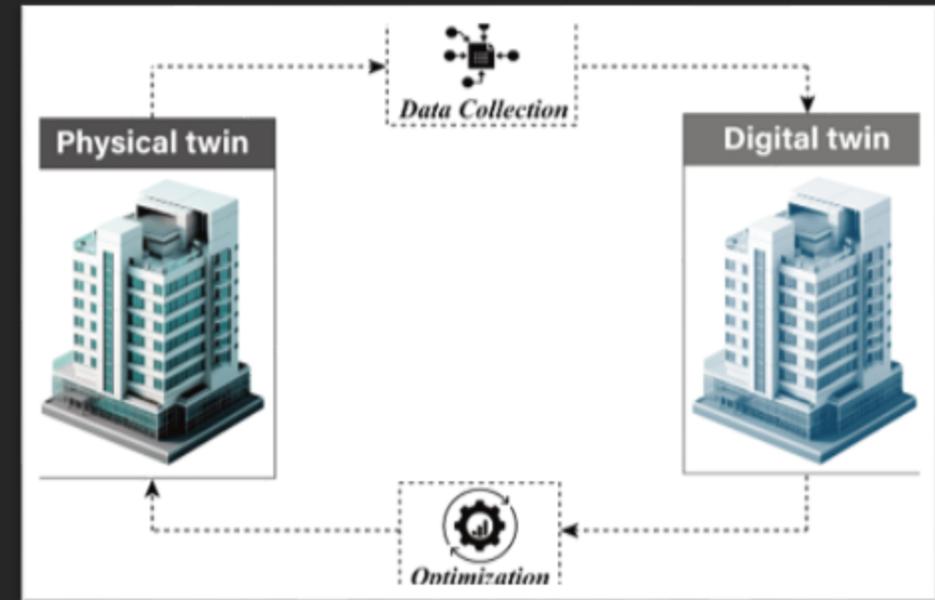
→ 577 Arbeiten
- 3. Phase Clustering und Analyse
 - Energieeffizienz und Energieverbrauch
 - Nutzerkomfort und Raumluftqualität
 - Facility Management: Wartung und Betrieb von Gebäudesystemen



Resultate

Optimierung der Gebäudeenergieeffizienz

- Durch DT präzise Überwachung, Analyse und Simulation des Energieverbrauchs in Echtzeit
→ Ineffiziente Muster werden erkannt und optimale Lösungen zur Energieeinsparung entwickelt
- DT-Modelle, Sensoren und KI kombinieren
→ Signifikante Reduzierung des Energieverbrauchs



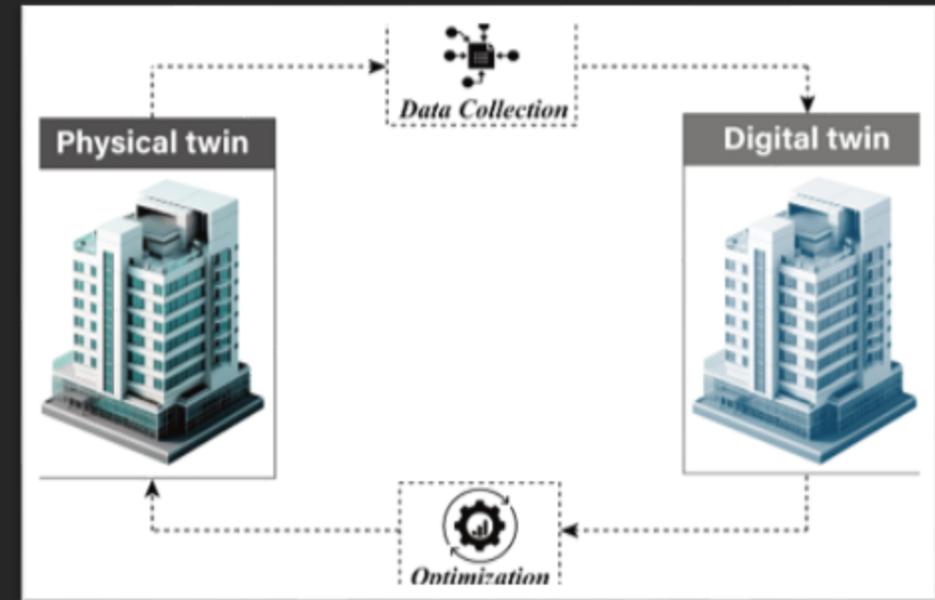
Resultate

Nutzerkomfort und Raumluftqualität

- Analyse und Optimierung der Temperatur, Luftqualität und Beleuchtung
- Visualisierung dieser Daten durch XR-Technologie fördert das Verständnis der Nutzer

Facility Management

- Fehlererkennung und Vorbeugung von Wartungsarbeiten durch DT
 - XR erleichtert die Inspektion und Wartung von Anlagen
- Kombination aus XR und DT fördert den Komfort und energieeffizientes Verhalten



Herausforderungen

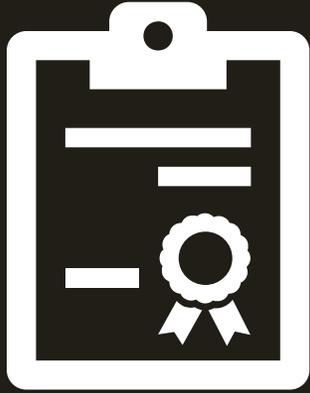
- Fidelity: Virtuelle Daten müssen mit den realen Gebäudeinformationen übereinstimmen
- Interoperabilität: Interaktion zwischen Systemen (DT/XR) und Sensoren
→ Standardisierte Datenformate werden benötigt
- Datensicherheit: Einsatz von Blockchain-Technologien müssen eingesetzt werden, um Zugriffsrechte zu kontrollieren und Datenmanipulation zu verhindern



Diskussion – Pro und Kontra

- Kann auf eine ganze Stadt angewendet werden, anstelle von nur einem Gebäude
- Guter Überblick über die aktuelle Forschung
- Es wird nicht auf die wirtschaftliche Machbarkeit der Ansätze eingegangen

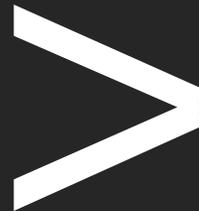
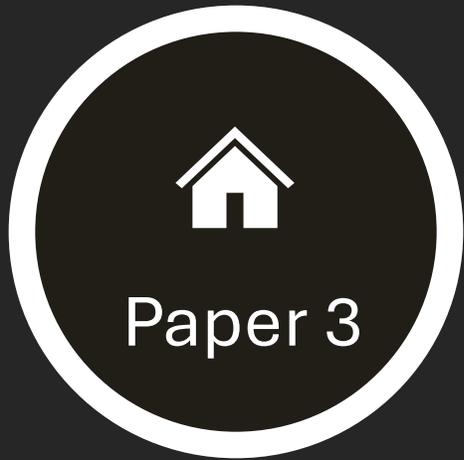




Qualität



Qualität der Paper





Paper 1



Fragen?

Quellen

- <https://g.co/kgs/b2Jb27s> (Bild Slide 5)
- <https://openai.com/index/chatgpt/> (Bilder Slides 2&3)
- [Diana Capo on Kuula](#) (Bilder Slides 8&9)
- Paper 1: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479723022429>
- Paper 2: <https://www.mdpi.com/2673-9941/4/2/15>
- Paper 3: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778824008624?casa_token=ydRafi2iqb8AAAAA:A5Zss5Gb52mMQ0zgpqYk1aY4gnC6RahsGsm-UwiKMxbTj1dP9g3OiRrjRM8s4bXAGI-KFtjbJg