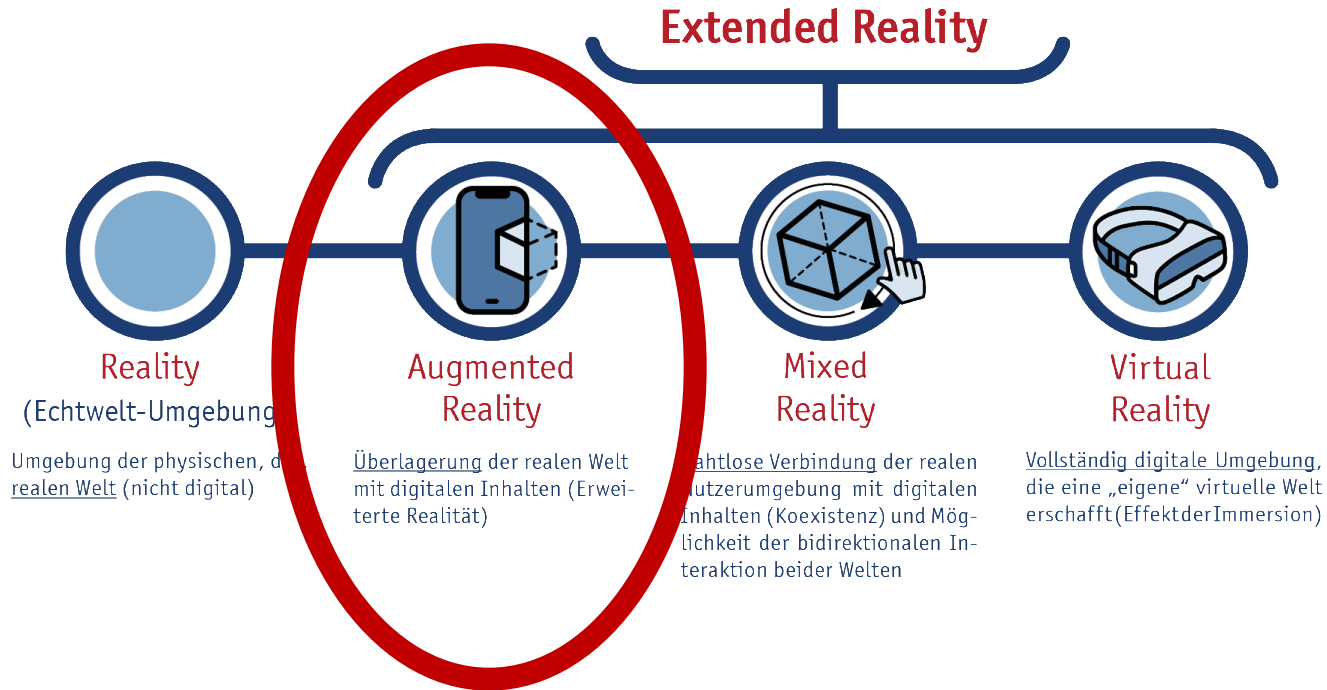


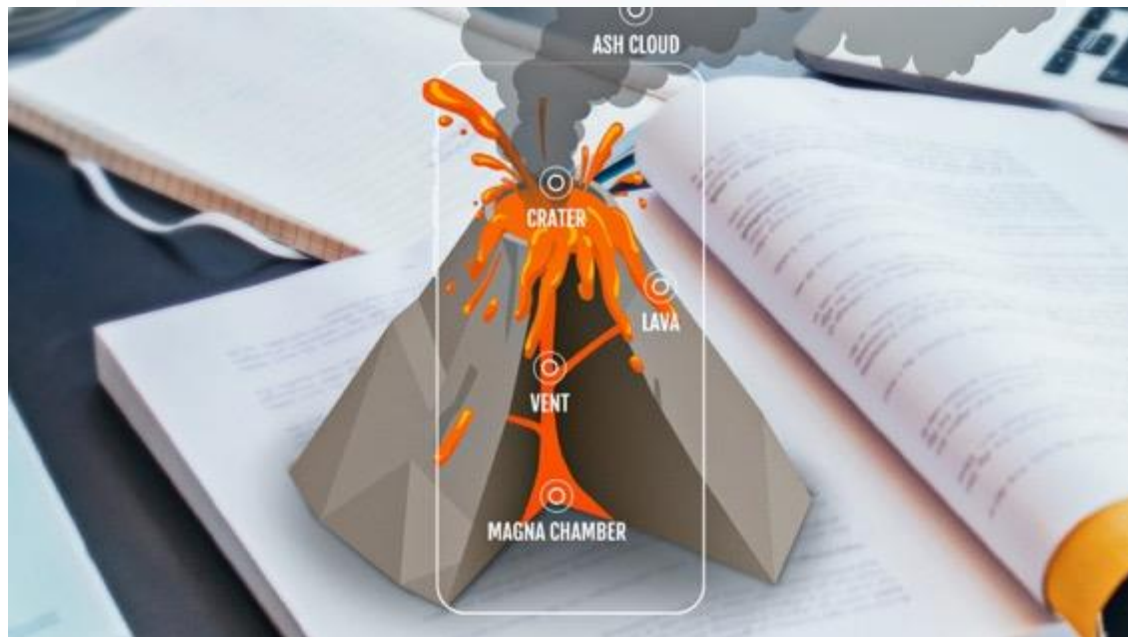
MARS SEMINAR

Forschungsbefunde zu XR

Viola Deutscher

Extended Realities (XR) - Spektrum





Augmented Reality (AR): Definition

- Reale Welt mit virtuellen Elementen bzw. Objekten zu überlagern bzw. anzureichern und dadurch einen Mehrwert zu erzeugen (Flavián et al., 2019)
- AR wird als ein „Top-Technologietrend“ angesehen (Knoll & Stieglitz, 2022)
- **Zunehmendes Forschungsinteresse im Bildungskontext** (Garzón et al., 2019)

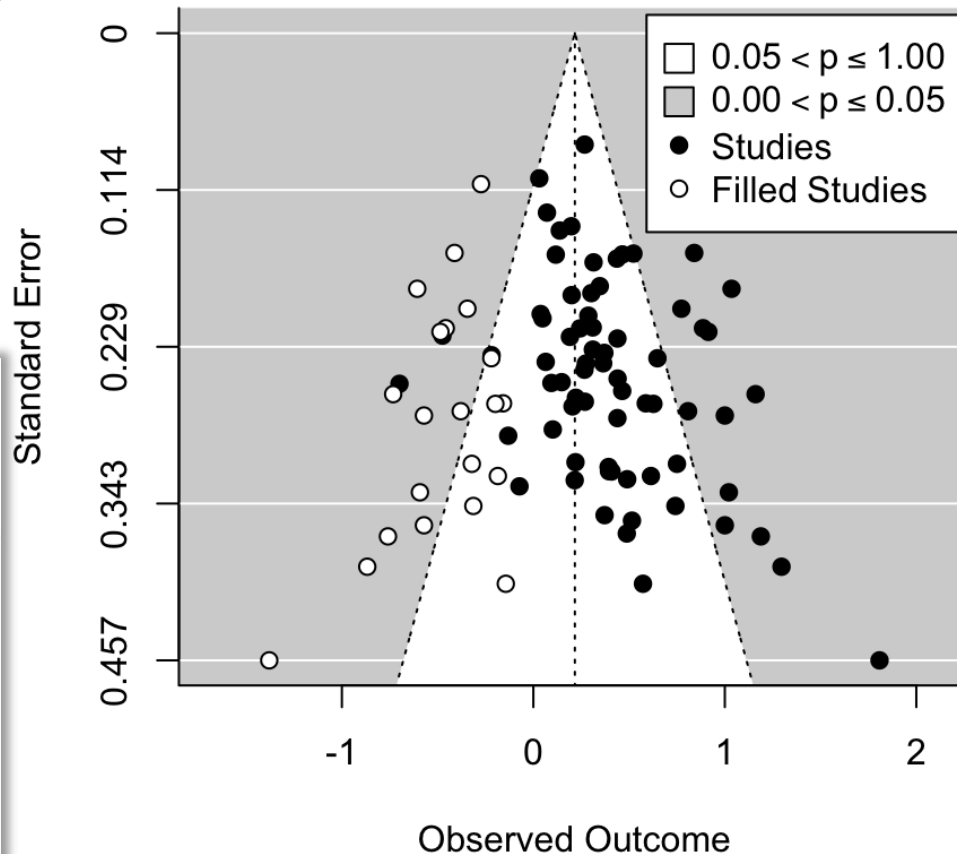
Garzón et al. (2019): Sichtung von 61 wiss. Studien (2012-2018)
Fokus: qualifizierte peer-reviewed Fallstudien zu Bildungsanliegen

Ergebnisse (Auszug):

- AR zeigt am häufigsten Mehrwerte bei **Lernzuwachs*** und **Motivation**
- AR hat einen mittleren Effekt auf ***Lerneffektivität**
- Am häufigsten berichtete „**Herausforderung**“: **Komplexität** der Anwendung

Breites und zunehmendes Spektrum an Themen, Fokusgruppen und Bildungsanliegen können Indikator für Integration und Reifegrad darstellen

Funnel Plot (Trim-and-Fill) of the Overall Effect on Learning Achievement, Thomann & Deutscher, in Review, Effects of digital prompts on learning achievement



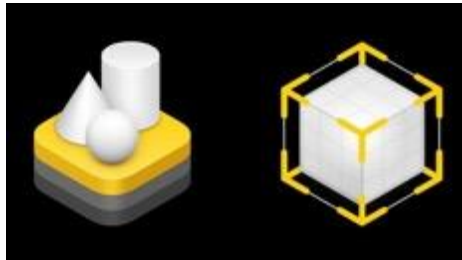
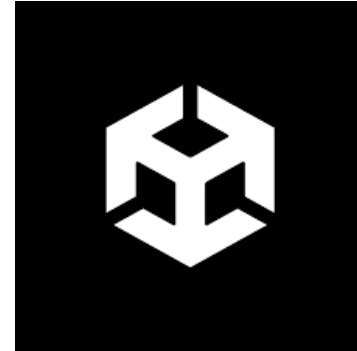
**Bislang keine Untersuchungen, wie sich AR in der
kaufmännischen Berufsbildung auf den
Wissenserwerb auswirkt**

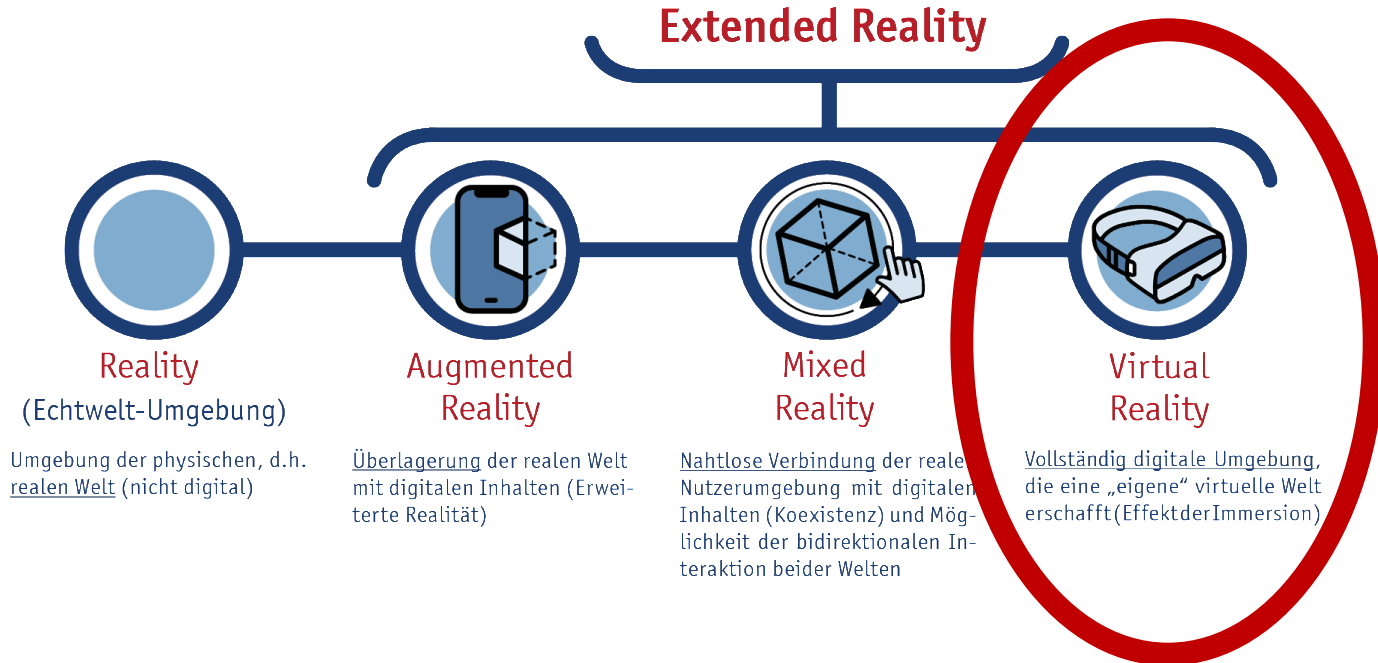
Reality Composer (Apple)

Unity

Blender

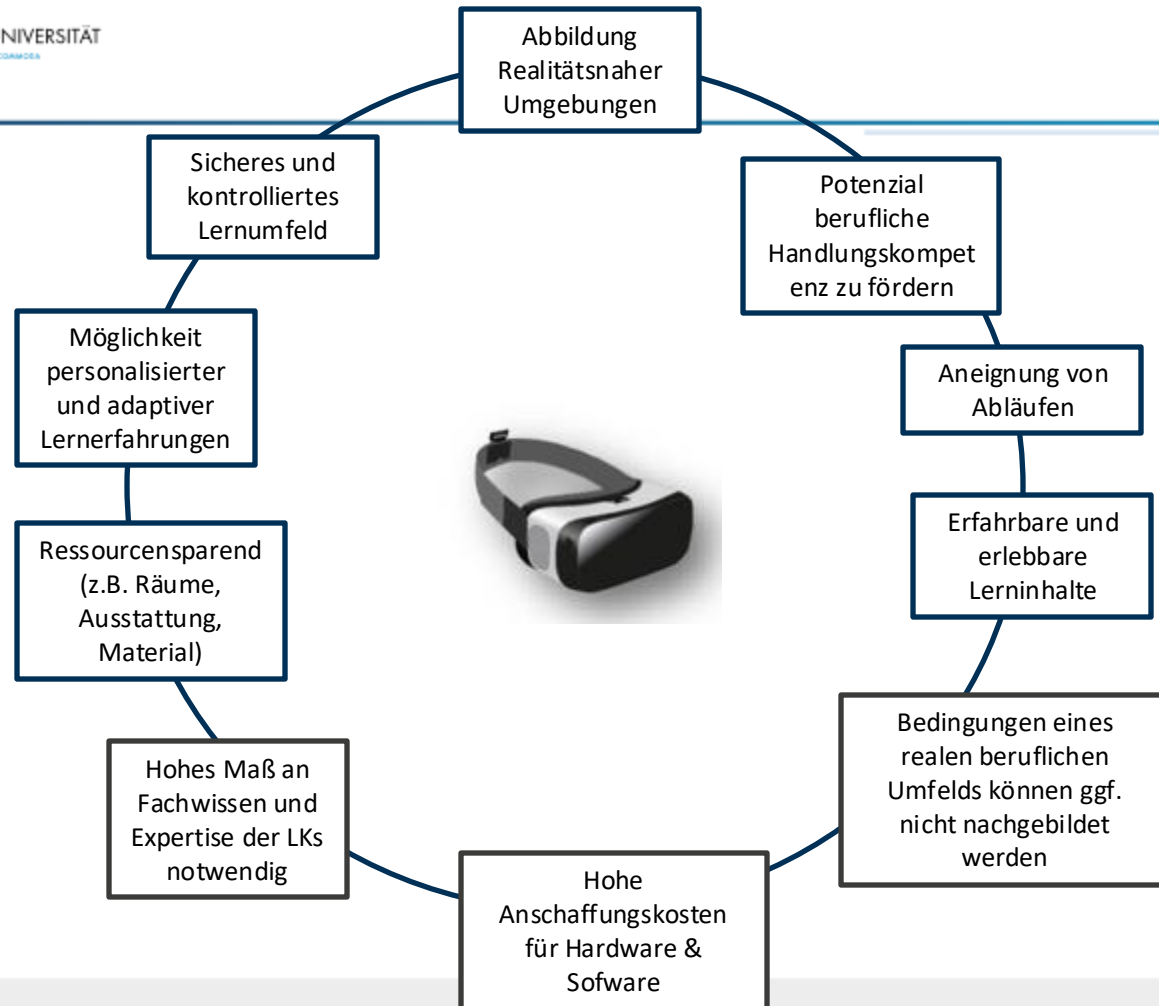
CoSpacesEDU





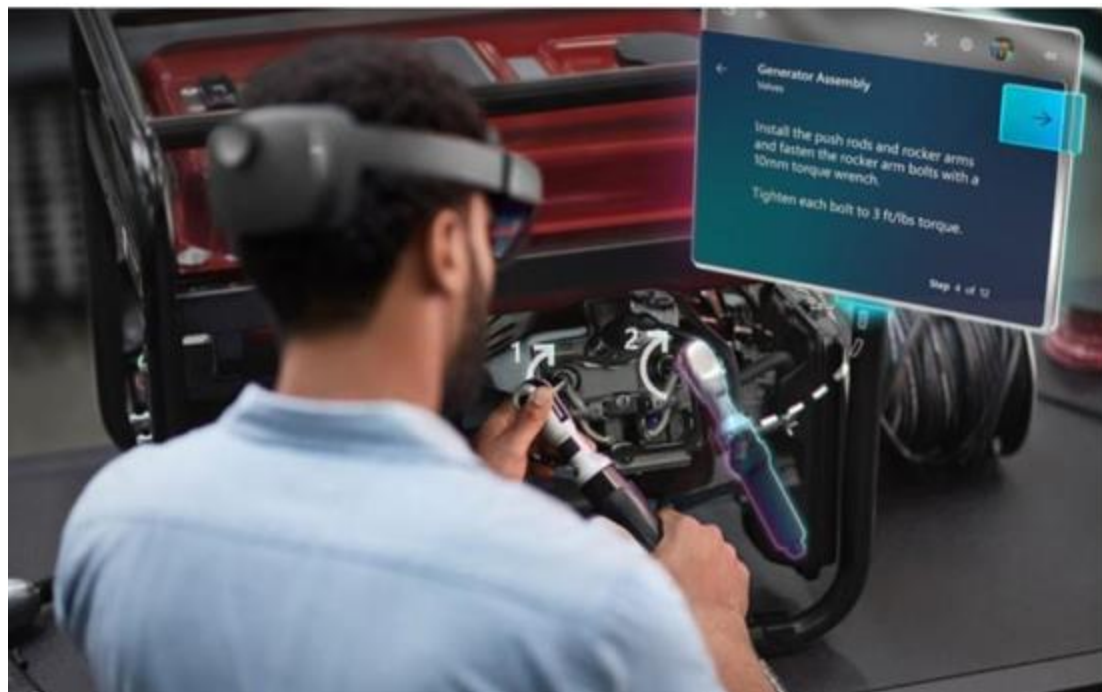
Arbeitsgruppe XR-Learning, Universität Duisburg-Essen, Adaptiert nach Milgram und Kishino (1994)
<https://www.uni-due.de/e-learning/ag-xr-learning.php>





- Hinweise, dass **Motion Sickness** den Wissenserwerb beeinträchtigen kann (Gallagher et al., 2019; Chattha et al., 2020)





- Fraglich ist, wie nachhaltig der Lernerfolg durch Nutzung von VR-Anwendungen ist und welche kognitiven, physischen und sozialen Effekte mit der Technologieverwendung in formalen Lehr- und Lernkontexten einhergehen (Miguel-Alonso et al., 2023)



Description of design features.

Design features	Descriptions	Subcategories
Sensory	Representational fidelity. The presented virtual environment is representationally sound for learners to feel that the virtual objects and places are authentic or real.	<ul style="list-style-type: none"> • Visual: High quality graphics with motion tracking • Audio: Sound effects • Haptic and others: Tactile, force feedback and appeals to other senses
Actional	Intuitive interface design. The actions in a virtual environment feel natural and intuitive for learners to feel they are making real changes in the environment.	<ul style="list-style-type: none"> • Interactivity: Computer-user interactions and levels of control • Movements: Relevant physical body movements to experience and complete a task
Narrative	Engaging content and task. The content and tasks are relevant and meaningful for learners to feel emotionally and intellectually engaged.	<ul style="list-style-type: none"> • Roles: The role of the user and the consequentiality of their actions • Contexts: Relatable storyline in relevant contexts • Challenges: Opportunities to apply themselves and learn from the experience
Social	Constructive support. The learners and learning are supported through social interactions.	<ul style="list-style-type: none"> • Social interactions: Mediated social interactions

Forschungsstand – Social Immersion

(Braunstein et al., 2022)

Level	Characteristics	Example
<i>Collaborative Interaction</i>	The learner collaborates with others (people or the system) on a common task solution during task processing.	The learner collects information together with others, uses working materials and tools together with others, weighs up proposed solutions together with others and develops a common solution with others.
<i>Social Interaction</i>	The learner does not only have to act and react but can also request feedback from others (people or the system) during task solving, e.g., request help. Ultimately, he/she solves the task individually.	Question by a learner followed by an answer of the interlocutor: "Hello Dave (supervisor), could you please provide further information on how to calculate the debt ratio?" Response (from the supervisor): "Yes, please have a closer look at Chapter 6 in the handbook."
<i>Social Reaction</i>	As part of solving a task, the learner has to approach others (people or the system) with his/her solution, addressed to a social entity, as a reaction to a social request for action.	Response by the learner via mail, text message, chat, message on the answering machine etc.: "Dear Julian (colleague), in response to your request, please find attached the balance sheet ratios."
<i>Social Action</i>	The learner has to act upon a request initiated by others (people or the system) and is thus approached by non-player characters or other players with a request to act.	Request from, e.g., a supervisor or a colleague via, e.g., mail, text message, phone or chat: "Hello, for a meeting at 3 pm, I urgently need the current balance sheet ratios. Please compile them for me. Best regards, Julian."
<i>Social Placement</i>	The learner is introduced to a task in his/her own role or, in a wider social context (e.g., model company), is given a fictitious role in which he/she has to work on tasks.	Fictitious role description in a company and/or work situation: "You are employed as a new trainee at Johnson, Inc., a medium-sized IT service provider. Your colleague Julian needs assistance in completing the revenue summary. Please prepare an overview of expenses and income for last week."

Bisherige Studien fokussieren sich überwiegend auf naturwissenschaftlichen Unterricht (Hamilton et al., 2021; Radianti et al., 2020)

Tendenzielle Überlegenheit von VR-basiertem Unterricht vor allem in Bezug auf:

- **Wissenserwerb / Lernerfolg** (Jensen & Konradsen, 2018)
- Insbesondere im Bereich des Erwerbs von **prozeduralem Wissen** (Conrad et al., 2024)
- Studienlage in Bezug auf Erwerb von **deklarativem Wissen** uneindeutig

Vergleiche **mit analogen Unterrichtsmedien/-methoden:**

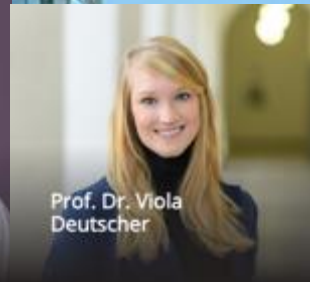
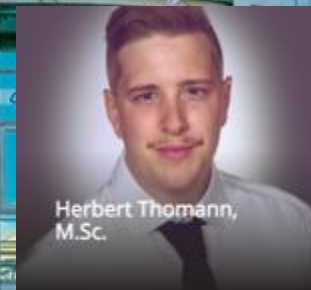
- z.B. Frontalunterricht, Text/Schulbuch/Arbeitsblätter/desktopbasierter Unterricht (Conrad et al., 2022; Webster, 2016)

Experiment 2: Significantly greater increase in declarative and procedural knowledge for participants in the video group ($d=0.23$); no significant difference between groups in procedural knowledge increase and transfer task.

Computer Desktop	Oh et al. (2019)	Declarative knowledge	Significantly better recall of information from a conversation by the laptop group ($d=0.56$).
	Buttussi and Chittaro (2018)	Declarative knowledge	No superiority of one group in the subsequent and delayed posttest on the correct behavior in problem and accident scenarios during a flight.
	Ferguson et al. (2020)	Declarative and procedural knowledge	Significantly better spatial recall in the IVR group ($d=0.93$); but no significant difference in knowledge.
	Makransky, Borre-Gude, and Mayer (2019) Makransky, Borre-Gude, and Mayer (2019)	Declarative and procedural knowledge	No significant difference in laboratory safety knowledge test; desktop group scored higher on first transfer task, but IVR group scored higher on average on second transfer task.
	Makransky, Terkildsen, and	Declarative and procedural	The desktop group had significantly more knowledge in terms of laboratory

- auch in der kaufmännischen Berufsbildung mögliche Einsatzszenarien
- insbesondere in Bezug auf den handlungsorientierten Erwerb domänenbezogener Kompetenzen einschließlich deren Transfer in neuartige oder ungewohnte Arbeitskontexte

Bislang liegen für den kaufmännischen Berufsschulunterricht kaum Befunde über lernförderliche Bedingungen zum Lernen mit VR vor!



Wie effektiv ist virtuelle Realität in der kaufmännischen Bildung?

Wissenszuwachs und Motivationseffekte im Bereich der Lagerlogistik



Relevanz

- **Forschungslücke** in Bezug auf die systematische Erforschung des Nutzens von IVR bei der Vermittlung bereichsspezifischer Kompetenzen in der beruflichen Bildung (Liu et al., 2023; Conrad et al., 2022; Hellriegel & Čubela, 2018)
- Bei einer **systematischen Suche** (ERIC, PsycInfo, Web of Science) wurden nur fünf experimentelle Studien über IVR in der Berufsbildung gefunden:
 - Kolarik et al., 2024
 - Kablitz et al., 2023
 - Makranksy & Klingenberg, 2022
 - Chang, 2021
 - Lee, 2020



Kategorisierung der IVR Simulation

Categorization of the integration of design features in VR environments (own representation by Won et al., 2023)

Design features	Description	Subcategories	Integration levels (Low – Medium – High)
Narrative	Engaging content and task. The content and tasks are relevant and meaningful for learners to feel emotionally and intellectually engaged.	Roles	High (Clear role with an avatar to make consequential decisions, e.g., act as a logistic employee in a warehouse.)
		Contexts and storylines	Medium to high (Skillfully crafted storyline in a relevant context that appeals to learners' experiences, e.g., overarching decision-driven narrative guided by the truck driver Ingo.)
		Challenges and achievement	Low (Completion of a task as a one-time experience.)
Social	Constructive support. The learners and learning are supported through social interactions.	Social interactions	Medium No mediated social interactions from peers and teachers. However, learners receive socially framed instructions in each step via a tutoring system and tailored feedback on their learning performance at the end, which corresponds to the medium level of Social Reaction (level 3) in the taxonomy of authentic social embedding (Braunstein et al., 2022).



Konzept und Inhalt der IVR Lernumgebung InGo

- Kurzes Einführungstutorial
- **Prüfung der:**
 1. Lieferadresse (Begleitpaperie)
 2. Lieferberechtigung (Bestellung)
 3. Lieferzeitpunkt
 4. Menge (Packstücke)
 5. Beschaffenheit (Packstücke)
 6. Transportverpackung (Ladungsträger)

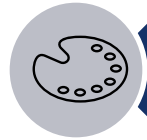




Instruktionale Design Prinzipien

(Basierend auf Mayer's Multimedia Learning
Cognitive Theory, 2021)





Instruktionale Design Prinzipien

Personalisierung

- InGo agiert als Trainer, der Anweisungen zu jedem Prozessschritt gibt
- Simuliert arbeitsbezogene Situationen, wie z.B.
 - Ungeduldig zu sein, wenn der Lernende etwas länger braucht
 - Räuspern
 - humorvolle Dialoge und irrelevante Sprüche
- **Personalisiertes Feedback-Dashboard** am Ende der Lernaufgabe

Szenario	Ende	Ihre Auswahl
✓	Adresse korrekt	✓
✓	Bestellung korrekt	✓
✓	Zeitpunkt korrekt	✓
6	Anzahl korrekter Packstücke	5 ✗
0	Anzahl beschädigter Packstücke	1 ✗

Forschungsfragen

1

Unterscheidet sich der objektiv und subjektiv gemessene deklarative Wissenserwerb zwischen IVR- und papierbasierten Lernansätzen?

2

Wie stark ist der Zusammenhang zwischen objektivem Wissenserwerb und subjektiv wahrgenommenem Wissenserwerb in beiden Testsettings (papierbasiert versus IVR)?

3

Inwieweit gibt es Unterschiede zwischen der IVR- und der papierbasierten Gruppe hinsichtlich der Stimmung, der Motivation und der Immersion während der Aufgabenerledigung?

Ablauf

1

- Kurze **Einführung** zum Ablauf für die Klasse

2

- **Pre-Fragebogen** (Shou & Olney, 2021)
 - Demografische Daten, vorherige Erfahrungen mit VR und Lerninhalten

3

- **Pre-Test**
 - Domänenspezifisches Vorwissen

INTERVENTION

VR-Gruppe

Kontrollgruppe

4

- Kurze Einführung in VR-Technik
 - Lernaufgabe VR-Simulation „InGo“
- Lernen mit papierbasierten Lernmaterialien

5

- **Post-Test**
 - Deklaratives Wissen zum Wareneingangsprozess

6

- **Post-Fragebogen** (Tcha-Tokey et al., 2016; Wilde et al., 2009; Mackinnon et al., 1999)
 - Stimmung, Motivation, Immersion, wahrgenommener Lernzuwachs





Stichprobe

- 72 Teilnehmende (83.3% männlich, 16.7% weiblich)
- IVR (n = 40) und Kontrollgruppe (n = 32)
- Durchschnittsalter 20.15 Jahre (SD = 2.26; Range = 15-28 Jahre)
- 60 % in der VR-Gruppe hatten noch keine Erfahrung mit Virtuelle Realität
- Freizeitaktivitäten waren der häufigste Kontext für die VR-Erfahrung (64 %)

Kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen in Bezug auf:

- Geschlecht ($\chi^2_{(1)} < .001$, $p = 1$)
- Alter ($t_{(72)} = -1.712$, $p = .246$)
- IVR Erfahrungen ($t_{(72)} = 1.403$, $p = .165$,)
- Vertrautheit mit dem Wareneingangsprozess ($t_{(72)} = 1.607$, $p = .113$)
- Erfahrung mit dem Wareneingangsprozess im Unternehmen ($t_{(72)} = .113$, $p = .911$)

FF1

Unterschiede im objektiven Wissen und im wahrgenommenen Wissenszuwachs

Table 1
t-test for knowledge test scores.

	t	p	CI Lower	CI Upper	<u>IVR</u> Mean	SD	<u>Control</u> Mean	SD	η^2	d
Pre-test	0.146	0.885	-0.437	0.505	2.99	0.96	2.95	1.03	<0.001	0.034
Post-test	-2.654	0.010	0.186	1.141	2.97	1.45	3.98	1.61	0.102	-0.674

Table 2
t-test for perceived learning gains.

Items	t	p	CI Lower	CI Upper	<u>IVR</u> Mean	SD	<u>Control</u> Mean	SD	η^2	d
Perceived learning gain	2.90	0.005	0.26	1.40	3.30	1.30	2.47	1.08	0.107	0.695

FF3

Unterschiede in Bezug auf Stimmung, Motivation und Immersion

Table 3

T-tests comparing the pre-and post-questionnaire scores.

Items	t	p	CI Lower	CI Upper	IVR (n = 40)		Control (n = 32)		η^2	d
					Mean	SD	Mean	SD		
Positive mood features (4)	6.61	<0.001	1.03	1.91	3.97	0.96	2.50	0.91	0.384	1.579
Negative mood features (3)	1.47	0.146	-0.11	0.74	1.70	1.12	1.39	0.52	0.030	0.352
Interest/Enjoyment (3)	5.82	<0.001	0.82	1.68	4.17	0.88	2.92	0.93	0.326	1.391
Perceived competence (3)	4.32	<0.001	0.50	1.35	3.97	1.01	3.04	0.74	0.211	1.034
Perceived choice (3)*	6.12	<0.001	0.78	1.52	4.03	0.92	2.88	0.68	0.350	1.468
Pressure/Tension (3)*	1.12	0.264	-0.20	0.73	2.33	1.15	2.06	0.82	0.002	0.089
Immersion (3)*	5.16	<0.001	1.08	2.46	4.50	1.67	2.73	1.24	0.277	1.238

Likert scale 1 = "Strongly disagree" to 5 = "Strongly agree." Exception: Immersion scale, Likert scale 1 = "Strongly disagree" to 7 = "Strongly agree."

*Welch's t-test performed.



Zusammenfassung & Ausblick

- Kurzfristig führte IVR **nicht** zu verbessertem deklarativen Wissenserwerb im Vergleich zu traditionellen Lernmethoden
- Trotz niedrigerer objektiver Testergebnisse berichtete die IVR-Gruppe über **höhere wahrgenommene Wissenszuwächse**
- IVR zeigte Vorteile bei Motivation, Immersion und emotionalen Reaktionen
- Die Ergebnisse stellen die generelle Überlegenheit von IVR für kurzfristige Lernerfolge in Frage
- Ein differenzierter Ansatz zur IVR-Implementierung in der (beruflichen) Lernprozessen wird empfohlen

Zukünftige Forschung sollte Erfolgsfaktoren und langfristige Effekte von IVR im beruflichen Bildungskontext untersuchen

Computers & Education 220 (2024) 105127



How effective is immersive VR for vocational education? Analyzing knowledge gains and motivational effects

Herbert Thomann^{*}, Jan Zimmermann, Viola Deutscher

Chair of Business Education – Digital Vocational Learning, Georg-August University Göttingen, Platz der Göttinger Sieben 5, 37073 Göttingen, Germany

ABSTRACT

While Immersive Virtual Reality (IVR) technology has been predominantly employed in technical and medical academic education, it also holds significant potential for Vocational Education and Training (VET). IVR's unique properties, such as high immersion could be especially beneficial in VET, where action-oriented skills, domain-specific knowledge, and their application in new work contexts are crucial. This study investigates the effectiveness of IVR in vocational education, focusing on (1) objective knowledge acquisition, (2) subjectively perceived knowledge acquisition, and (3) motivational effects in the domain of warehouse logistics. Through a randomized controlled trial with 72 vocational students, we compared IVR-based learning to traditional paper-based methods. Results show that IVR did not improve immediate declarative knowledge acquisition; in fact, the paper-pencil group outperformed the IVR group on an objective post-test. However, IVR significantly enhanced students' perceived knowledge gains. The study also confirms higher motivation and immersion in IVR settings compared to paper-based learning environments. The identified discrepancy between perceived and actual learning may help explain the unclear state of research regarding knowledge acquisition in IVR studies, based on the measures used. Moreover, the findings underscore the necessity for a nuanced approach to IVR implementation in VET education. While IVR can be recommended for enhancing short-term learner engagement, traditional methods or a blend of IVR and non-immersive techniques may be more effective for fostering declarative knowledge in the short term.

Hier gehts
zum Artikel:



- Braunstein, A., Deutscher, V., Seifried, J., Winther, E., & Rausch, A. (2022). A taxonomy of social embedding-A systematic review of virtual learning simulations in vocational and professional learning. *Studies in Educational Evaluation*, 72, 101098.
- Chang, Y. (2021). Effects of virtual reality application on skill learning for optical-fibre fusion splicing. *British Journal of Educational Technology*, 52(6), 2209–2226. <https://doi.org/10.1111/bjet.13118>
- Conrad, M., Dölker, J., Kablitz, D., & Schumann, S. (2022). VR in der kaufmännischen Berufsbildung: Potenziale–Befunde–Perspektiven. In S. Schumann, S. Seeber, S. Abele (Hrsg.), *Digitale Transformation in der Berufsbildung: Konzepte, Befunde und Herausforderungen*. Bielefeld (S. 231-255). doi: 10.3278/9783763971381
- Hellriegel, J., & Čubela, D. (2018). Das Potenzial von Virtual Reality für den schulischen Unterricht - Eine konstruktivistische Sicht. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 58–80. <https://doi.org/10.21240/mpaed/00/2018.12.11.X>
- Kablitz, D., Conrad, M., & Schumann, S. (2023). Immersive VR-based instruction in vocational schools: effects on domain-specific knowledge and wellbeing of retail trainees. *Empirical Research in Vocational Education and Training*, 15(1), 9.
- Kolarik, S., Schlüter, C., & Ziolkowski, K. (2024). Impact of VR on Learning Experience compared to a Paper based Approach. *ADCAI: Advances in Distributed Computing and Artificial Intelligence Journal*, 12, e31134-e31134.
- Lee, I.-J. (2020). Applying virtual reality for learning woodworking in the vocational training of batch wood furniture production. *Interactive Learning Environments*, 31(3), 1448–1466. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1841799>
- Liu, Y., Zhan, Q., & Zhao, W. (2023). A systematic review of VR/AR applications in vocational education: Models, affects, and performances. *Interactive Learning Environments*, 1–18. <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2263043>
- Makransky, G., & Klingenberg, S. (2022). Virtual reality enhances safety training in the maritime industry: An organizational training experiment with a non-WEIRD sample. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(4), 1127–1140. <https://doi.org/10.1111/jcal.12670>
- Mayer, R. E. (2014). Cognitive theory of multimedia learning. *The Cambridge handbook of multimedia learning*, 41, 31-48.
- Tcha-Tokey, K., Christmann, O., Loup-Escande, E., & Richir, S. (2016). Proposition and Validation of a Questionnaire to Measure the User Experience in Immersive Virtual Environments. *International Journal of Virtual Reality*, 16(1), 33–48. <https://doi.org/10.20870/IJVR.2016.16.1.2880>
- Won, M., Ungu, D. A. K., Matovu, H., Treagust, D. F., Tsai, C. C., Park, J., ... & Tasker, R. (2023). Diverse approaches to learning with immersive Virtual Reality identified from a systematic review. *Computers & Education*, 195, 104701.

- Apréa, C., Ebner, H. G., & Müller, W. (2010). „Ja mach nur einen Plan...“-Entwicklung und Erprobung eines heuristischen Ansatzes zur Planung kompetenzbasierter wirtschafts-beruflicher Lehr-Lern-Arrangements. *Wirtschaft und Erziehung*, 61(4), 91-99.
- Artus, R. (2017). Virtual Reality rettet die Welt: Praxis und Potenzials des neuen Mediums : *Praxishandbuch für Einsteiger*innen* (Version 1.5.2, letzte Änderungen am 15. April 2017). VR Jump.
- Burdea, G. C., & Coiffet, P. (2003). Virtual reality technology. John Wiley & Sons.
- Chattha, U. A., Janjua, U. I., Anwar, F., Madni, T. M., Cheema, M. F., & Janjua, S. I. (2020). Motion sickness in virtual reality: An empirical evaluation. *IEEE Access*, 8, 130486-130499.
- Conrad, M., Kablitz, D., & Schumann, S. (2024). Learning effectiveness of immersive virtual reality in education and training: A systematic review of findings. *Computers & Education: X Reality*, 4, 100053.
- Conrad, M., Dölker, J., Kablitz, D., & Schumann, S. (2022). VR in der kaufmännischen Berufsbildung: Potenziale–Befunde–Perspektiven. In S. Schumann, S. Seeber, S. Abele (Hrsg.), *Digitale Transformation in der Berufsbildung: Konzepte, Befunde und Herausforderungen*. Bielefeld (S. 231-255). doi: 10.3278/9783763971381
- De Souza Cardoso, L. F., Mariano, F. C. M. Q., & Zorzal, E. R. (2020). A survey of industrial augmented reality. *Computers & Industrial Engineering*, 139, 106159.
- Dörner, R., Broll, W., Grimm, P., & Jung, B. (2019a). *Virtual und Augmented Reality (VR/AR)*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-58861-1>
- Flavián, C., Ibáñez-Sánchez, S., & Orús, C. (2019). The impact of virtual, augmented and mixed reality technologies on the customer experience. *Journal of business research*, 100, 547-560.
- Gallagher, M., Dowsett, R., & Ferrè, E. R. (2019). Vection in virtual reality modulates vestibular-evoked myogenic potentials. *European Journal of Neuroscience*, 50(10), 3557-3565.

- Garzón, J., Pavón, J., & Baldiris, S. (2019). Systematic review and meta-analysis of augmented reality in educational settings. *Virtual Reality*, 23(4), 447-459.
- Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C. (2021). 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), 1-32.
- Hellriegel, J. & Čubela, D. (2018). Das Potenzial von Virtual Reality für den schulischen Unterricht - Eine konstruktivistische Sicht. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 58–80.
- Hoffmann, S., Mai, R., & Pagel, T. (2022). Toy or Tool? Utilitaristischer und hedonischer Nutzen mobiler Augmented Reality-Apps. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 59(1), 23-36.
- Jensen, L., & Konradsen, F. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, 23(4), 1515-1529.
- Kablitz, D., Conrad, M., & Schumann, S. (2023). Immersive VR-based instruction in vocational schools: effects on domain-specific knowledge and wellbeing of retail trainees. *Empirical Research in Vocational Education and Training*, 15(1), 9.
- Knoll, M., & Stieglitz, S. (2022). Augmented Reality und Virtual Reality-Einsatz im Kontext von Arbeit, Forschung und Lehre. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 59(1), 6-22.
- Kolarik, S., Ziolkowski, K., & Schlüter, C. (2023). Effects of VR on Learning Experience and Success. In M. Temperini, V. Scarano, I. Marenzi, M. Kravcik, E. Popescu, R. Lanzilotti, R. Gennari, F. De La Prieta, T. Di Mascio, & P. Vittorini (Eds.), *Methodologies and Intelligent Systems for Technology Enhanced Learning, 12th International Conference* (pp. 103–112). Springer International Publishing.

- Loke, S.-K. (2015). How do virtual world experiences bring about learning? A critical review of theories. *Australian Journal of Educational Technology*, 31(112-122).
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Trans. Information Systems*, E77-D, 1321–1329.
- Miguel-Alonso, I., Rodriguez-Garcia, B., Checa, D., & Bustillo, A. (2023). Countering the novelty effect: a tutorial for immersive virtual reality learning environments. *Applied Sciences*, 13(1), 593.
- Müser, S., & Fehling, C. D. (2022). AR/VR. nrw–Augmented und Virtual Reality in der Hochschullehre. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 59(1), 122-141.
- Prange, M. (2021). Virtual Reality und Augmented Reality in der Bildung – Ein Überblick zum Thema. *Digitale Bildung für Lehramtsstudierende*, 235-246.
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, 103778.
- Ravichandran, R. R., & Mahapatra, J. (2023). Virtual Reality in Vocational Education and Training: Challenges and Possibilities. *Journal of Digital Learning and Education*, 3(1), 25–31. <https://doi.org/10.52562/jdle.v3i1.602>
- Skarbez, R., Smith, M., & Whitton, M. C. (2021). Revisiting Milgram and Kishino’s Reality-Virtuality Continuum. *Frontiers in Virtual Reality*, 2. <https://doi.org/10.3389/frvir.2021.647997>
- Villena-Taranilla, R., Tirado-Olivares, S., Cózar-Gutiérrez, R., & González-Calero, J. A. (2022). Effects of virtual reality on learning outcomes in K-6 education: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 100434.
- Webster, R. (2016). Declarative knowledge acquisition in immersive virtual learning environments. *Interactive Learning Environments*, 24(6), 1319-1333.