



Wozu Augmented Reality (AR)?

–

Nützlichkeit von AR im naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterricht

Jahrestagung der GDSU 2022

12.03.2022

Luisa Lauer, Markus Peschel

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

- **Einführung: Augmented Reality (AR) in Lehr-Lernsituationen**
- **Nützlichkeit von AR in Lehr-Lernsituationen (des Sachunterrichts)**
- **Zusammenfassung / Fazit / Ausblick**

- **Einführung: Augmented Reality (AR) in Lehr-Lernsituationen**
- **Nützlichkeit von AR in Lehr-Lernsituationen (des Sachunterrichts)**
- **Zusammenfassung / Fazit / Ausblick**

Was ist Augmented Reality (AR)?

Augmented Reality: Erweiterung der Wahrnehmung durch digitale Inhalte (Azuma, 2001)

→ räumliche und semantische Echtzeit-Verknüpfung realer und virtueller Objekte



Augmented Reality im Marketing: 8 aktu...
dmexco.com



Augmented Reality macht Online-Shopping attr...
it-daily.net



Was ist Augmented Reality?
heise.de



ŠKODA AUTO testet Augmented ...
skoda-storyboard.com



Was ist Augmented Reality? Einfach erklärt | Deuts...
telekom.com



Wie Augmented Reality das Einkaufserlebnis i...
it-daily.net



Augmented Reality für Unternehmen. Jetzt W...
econsor.de



EEIP: #03 Augmented Reality (AR) – V...
ee-ip.org



Augmented Reality: virtuell einrichten | i...
imm-cologne.de



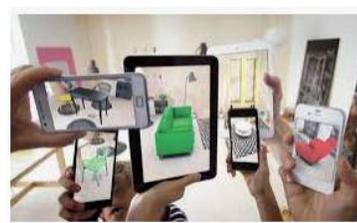
5 Gründe und 5 Hindernisse für Augmented Rea...
t3n.de



Web AR - the next big thing - der Aug...
klarundwertvoll.de



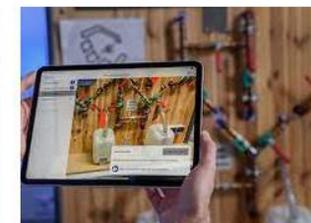
Augmented Reality in Service und Instandh...
mobilexag.de



Erweiterte Realität: Wo AR in Unternehmen hilfere...
it-service.network



Online-Hackathon: Augmented Reality – Eine di...
girls-dc-es.de



Augmented-Reality-Anleitungen ohne Vor...
konstruktion-entwicklung.de

Bilder-Resultate zu „Augmented Reality“
bei einer Suchmaschine

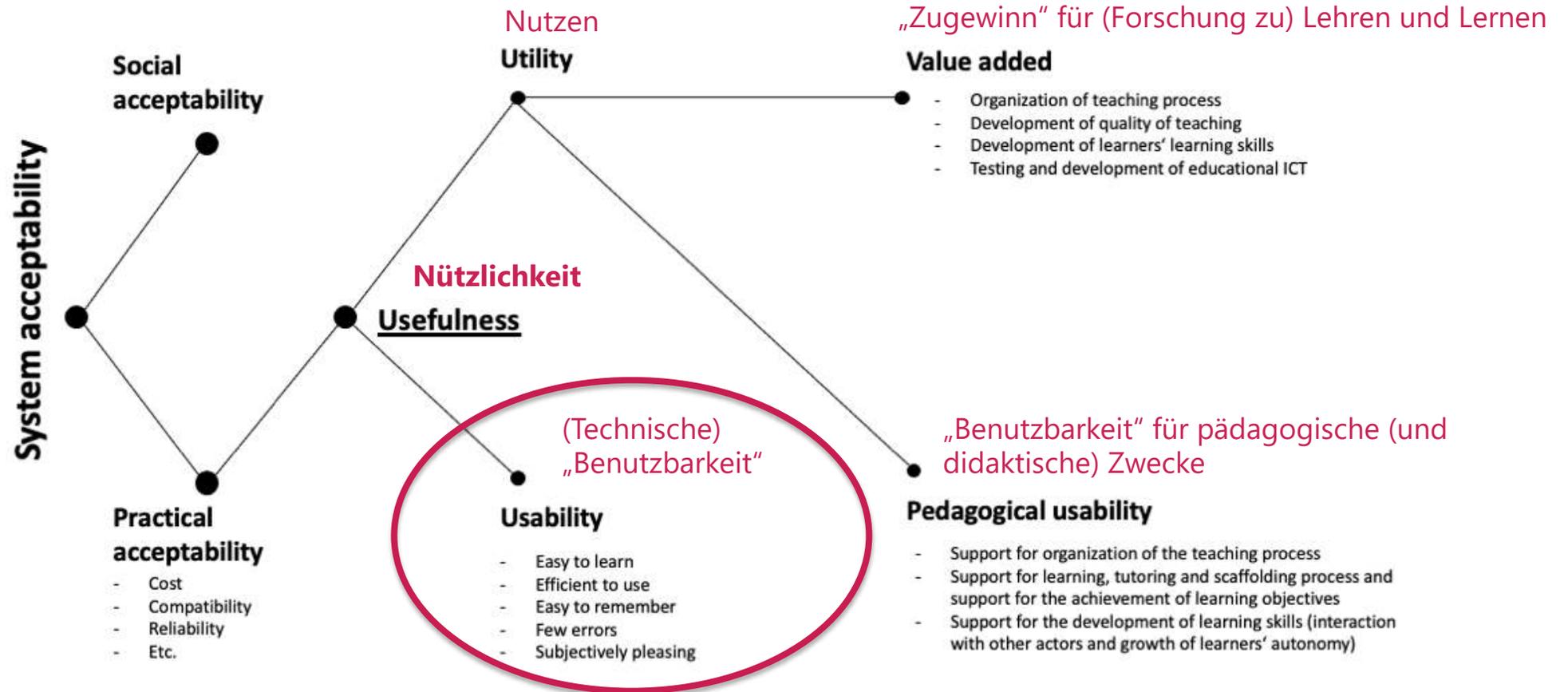
Forschungsstand: AR in Lehr-Lernsituationen

- **AR ist digitales Medium mit char. didaktisch-methodischen Gestaltungsmöglichkeiten** (Peschel, 2016)
- **Grunglegende Erkenntnisse: AR...**
 - kann den Wissens- und Fertigkeitserwerb fördern (Arici et al., 2019; Garzón & Acevedo, 2019)
 - kann Motivation und Interesse positiv beeinflussen (Zhang et al., 2020)
 - bringt technische Schwierigkeiten mit sich (Munoz-Cristobal et al., 2015)
 - muss bzgl. des Einsatzes in Lehr-Lernsituationen noch weiter erforscht werden (Akçayır & Akçayır, 2017)
- **AR ist Forschungsgegenstand...**
 - des Lehrens und Lernens in den Sekundarstufen (Blaschitz & Buchner, 2019; Huwer et al., 2019; Kuhn et al., 2015)
 - der Lehrens und Lernens in der Primarstufe (Chen et al., 2017; Miller & Doussay, 2015; Kerawalla et al., 2006)

→ **Forschungsdiesiderat:** Einsatz von AR im Sachunterricht der Primarstufe

- Einführung: Augmented Reality (AR) in Lehr-Lernsituationen
- **Nützlichkeit von AR in Lehr-Lernsituationen (des Sachunterrichts)**
- Zusammenfassung / Fazit / Ausblick

„Model of Usefulness of Web-Based Learning Environments“ (Nielsen, 1993; überarbeitet von Tervakari & Silius, 2002/2003, e.D.)



AR-Technologien im Vergleich

Display-Geräte



Designed by freepik - www.freepik.com

Digitales Abbild der Umgebung
(**real**), (Demarmels, 2012)
Digitales AR-Objekt (**virtuell**)

- Mit bekannten Geräten realisierbar (Smartphones, Tablets)
- Geräte müssen in der Hand gehalten oder fest montiert werden
- Meist verwendete Technologie für AR-Anwendungen im Bildungsbereich (Akçayır & Akçayır, 2017)

AR-Brillen – Head Mounted Displays



Digitales AR-
Objekt (**virtuell**)
Umgebung (**real**)

- AR-Brillen sind (insb. für Kinder) keine bekannten Geräte
- AR-Brillen werden auf dem Kopf getragen (freie Bewegung im Raum und freie Hände)
- Technologie wird im Bildungsbereich bislang kaum verwendet (Akçayır & Akçayır, 2017)

AR-Brillen – Head Mounted Displays



- AR-Brillen sind (insb. für Kinder) keine bekannten Geräte
- AR-Brillen werden auf dem Kopf getragen (freie Bewegung im Raum und freie Hände)
- Technologie wird im Bildungsbereich bislang kaum verwendet
(Akçayır & Akçayır, 2017)

**Erforschung der Gelingensbedingungen
und Grenzen des Einsatzes mit
(Grundschul-)Kindern**

Pädagogisch-didaktische Entwicklung

Erforschung der Wirkungen auf das Lernen

Einsatz in Lehr-Lernsituationen

Usability von AR-Brillen für (Grundschul-)Kinder

Bestehende Herausforderungen für Kinder:

- physische (z.B. kleinere Hände, geringere Körpergröße) und kognitive Unterschiede (motorische Fähigkeiten, räumliches Vorstellungsvermögen,...) zwischen Kindern und Erwachsenen (Radu & MacIntyre, 2012)
- Unterschiedliche Präferenzen/Fähigkeiten bei der Nutzung verschiedener Interaktionsmethoden mit AR-Objekten (Oviatt et al., 2018)

Bestehende Herausforderungen aus technischer Sicht:

- komplexe Bedienung und häufige technische Schwierigkeiten (Munoz-Christobal et al., 2015)
- Erkennung von Interaktionen mit AR zur Steuerung teilweise unzuverlässig, insb. bei Kindern (Chang et al., 2014; Kennedy et al., 2017; Munsinger et al., 2019)



Technische Neuerungen bei neuesten Geräten (z.B. Microsoft HoloLens 2):

- verbesserte Gesten- und Spracherkennung
- intuitive Steuerung
- Mögliche Verbesserung der Usability insb. für Kinder im Grundschulalter?

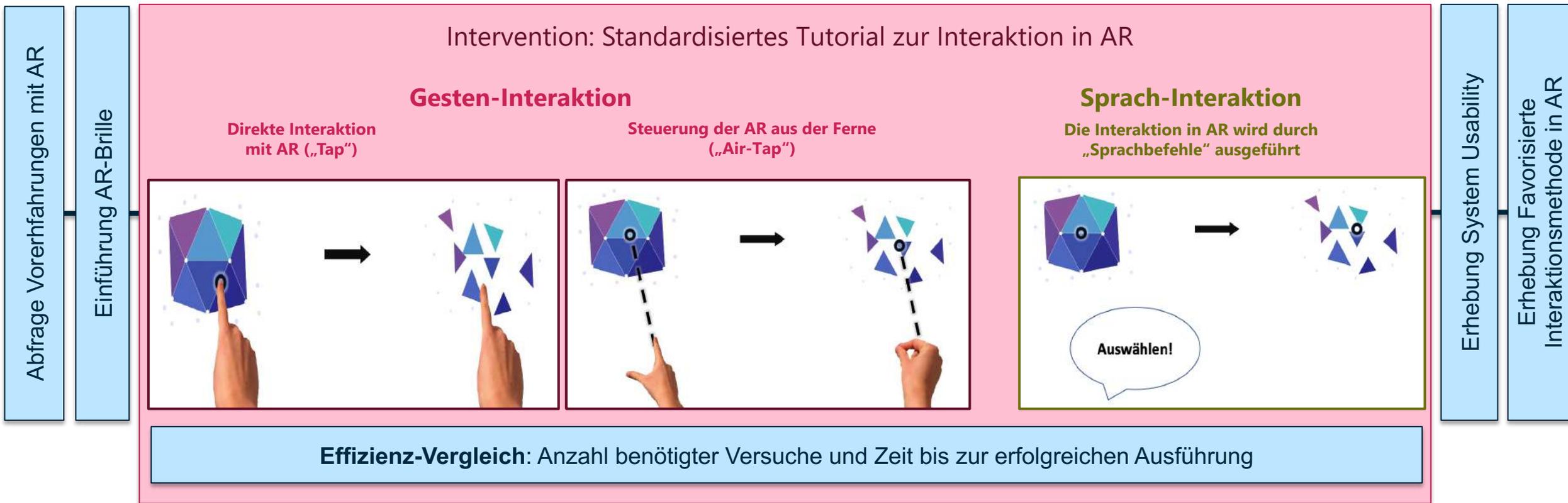


Studie: Untersuchung der Usability der HoloLens 2: (Lauer et al., 2021)

- Ziel: Gewinnung grundlegender Erkenntnisse zu Gelingensbedingungen und Grenzen des Einsatzes von AR-Brillen bei (Grundschul-)kindern



- Stichprobe: 47 Kinder (29% w, Alter: M = 9.3 Jahre; SD = 0.9 Jahre, 2.–6. Klassenstufe)
- Laborstudie mit Einzelbesuchen im Within-Design



1) Vergleich der Usability verschiedener Interaktionsmethoden des Geräts

Tabelle 1. Deskriptive Statistiken

Dependent Variable	Mean (SD)
mean number of attempts for 'tap'	1.001 (0.508)
mean number of attempts for 'air-tap'	2.763 (1.549)
mean number of attempts for 'voice command'	1.194 (0.771)
mean time [s] for 'tap'	1.200 (0.346)
mean time [s] for 'air-tap'	16.047 (13.443)
mean time [s] for 'voice command'	3.672 (6.007)

Tabelle 2. Paarweise Post-Hoc-Vergleiche (Dunn-Bonferroni)

Dependent Variable	Compared Interaction Modes	Z	p (two-tailed)	r (Cohen)
mean number of attempts	tap – air-tap	– 1.49	< .001***	.227
	tap – voice command	.22	.306	
	air-tap – voice command	1.27	< .001***	.193
mean time	tap – air-tap	– 1.95	< .001***	.298
	tap – voice command	– 1.047	< .001***	.215
	air-tap – voice command	.907	< .001***	.138

Signifikanz-Niveaus: * p < .05, **p<.01, *** p < .001

→ **Signifikante Unterschiede zwischen den drei Interaktionsmethoden** (Friedman-Test für verbundene Stichproben) **bzgl. benötigter Zahl an Versuchen** (Chi-Quadrat (2) = 72.29, p < 0.001) **und bzgl. benötigter Zeit** (Chi-Quadrat (2) = 82.19, p < 0.001)

→ Effizienz: „Tap > „Sprachbefehl“ >> „Air-Tap“

2) System Usability

→ Bewertet mit einem **Mittelwert von 80** (Max: 100): **„Gut“, aber noch nicht „Exzellent“** (Bangor et al., 2009)

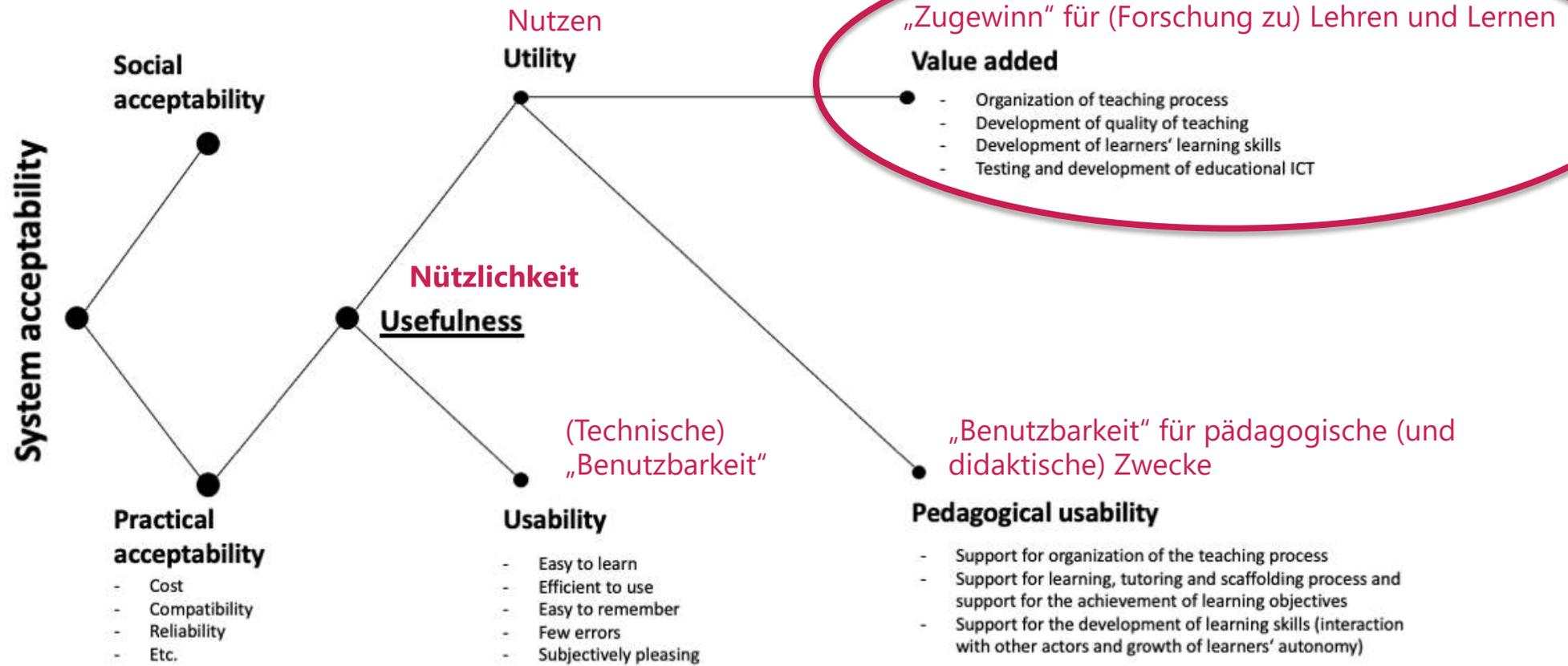
3) Bevorzugte Interaktion in AR

→ Beliebteste: „Sprachbefehl“ (44 %) wegen Einfachheit, unbeliebteste: „Air-Tap“ (58 %) wegen Schwierigkeit

Zwischenfazit 1: Technische Benutzbarkeit (Usability)

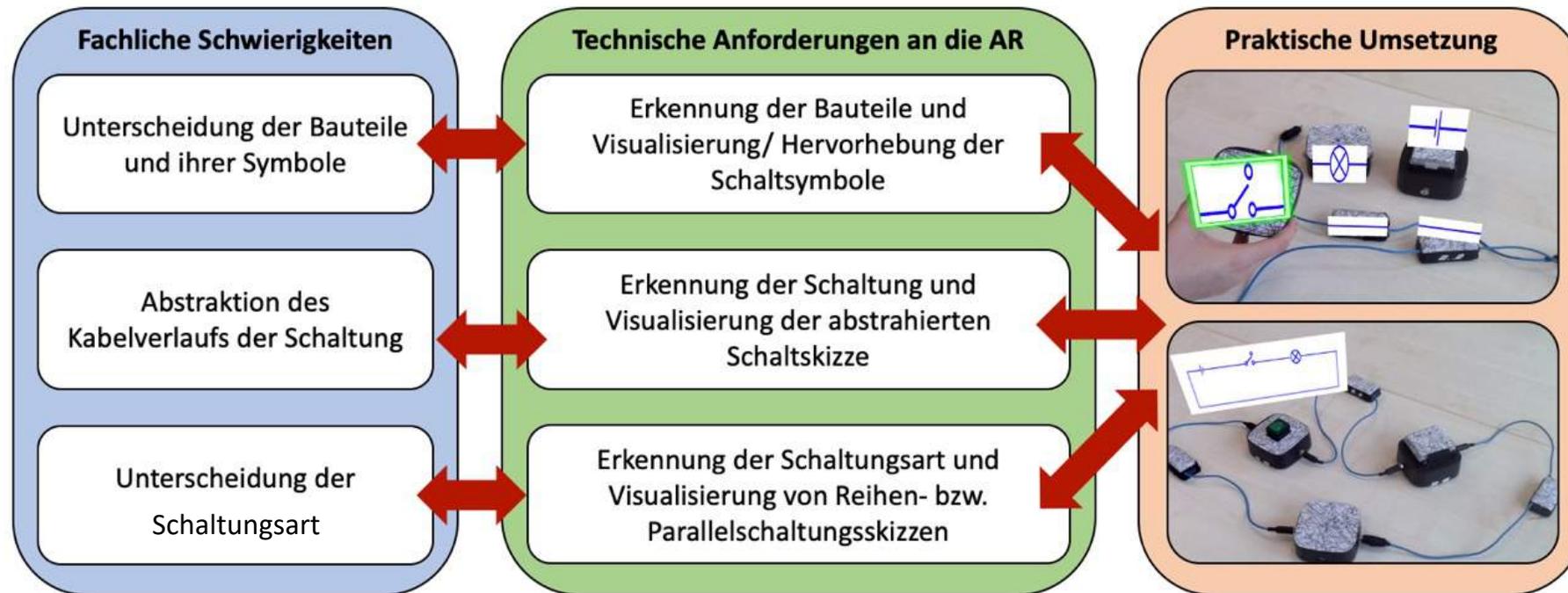
- AR-Brillen als „Cutting-Edge-Entwicklung“ werden immer mehr „usable“ für Kinder im Grundschulalter, bedürfen aber weiterer technischer Optimierung für den Einsatz im schulischen Unterricht
- Gelingensbedingungen: Arten von praktikablen Interaktionsmöglichkeiten, Kinder sollten wählen können je nach Präferenz

„Model of Usefulness of Web-Based Learning Environments“ (Nielsen, 1993; überarbeitet von Tervakari & Silius, 2002/2003, e.D.)



AR-Lehr-Lernanwendung „Schaltsymboliken“

- **Vorstudie: Erforschung fachlicher Schwierigkeiten beim Erlernen von Schaltsymboliken**
- Erläuterung der Relevanz didaktischen Konzeption eines Bauteil-Sets zum Erlernen von Schaltsymboliken mit AR (Lauer et al., 2022 i.V.; Lauer & Peschel, 2021)
- Entwicklung eines Prototyps für ein Bauteil-Set zum Erlernen von Schaltsymboliken mit AR (Lauer et al., 2020)

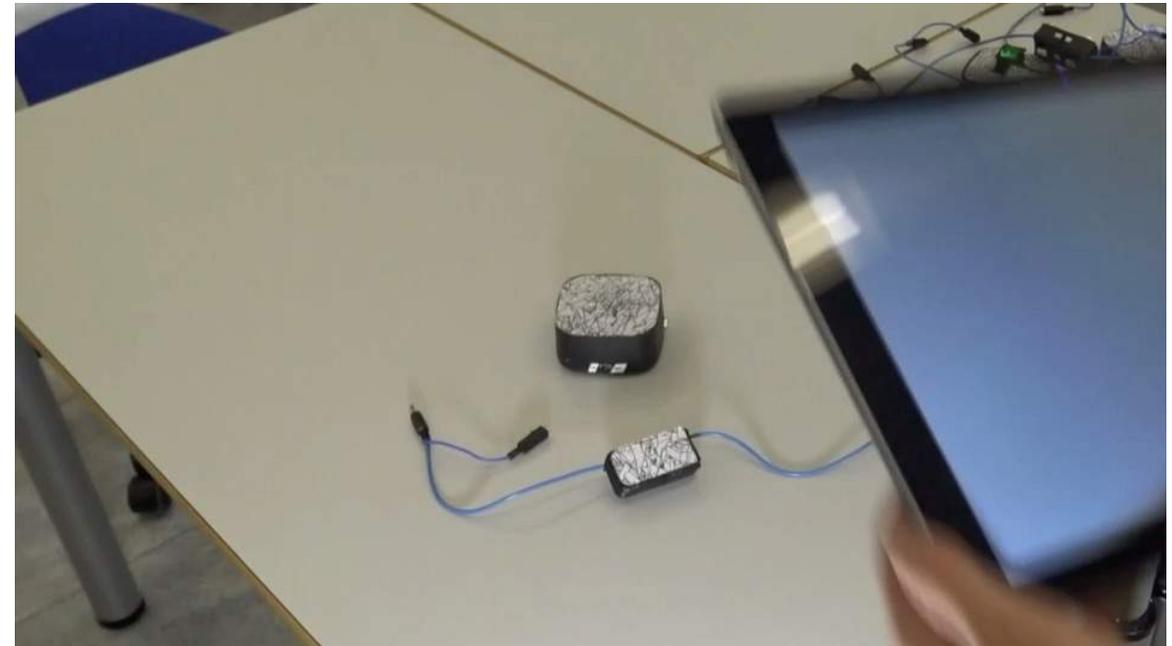


(Abbildung: Lauer & Peschel, 2021)

AR-Lehr-Lernanwendung „Schaltsymboliken“



Variante für AR-Brillen



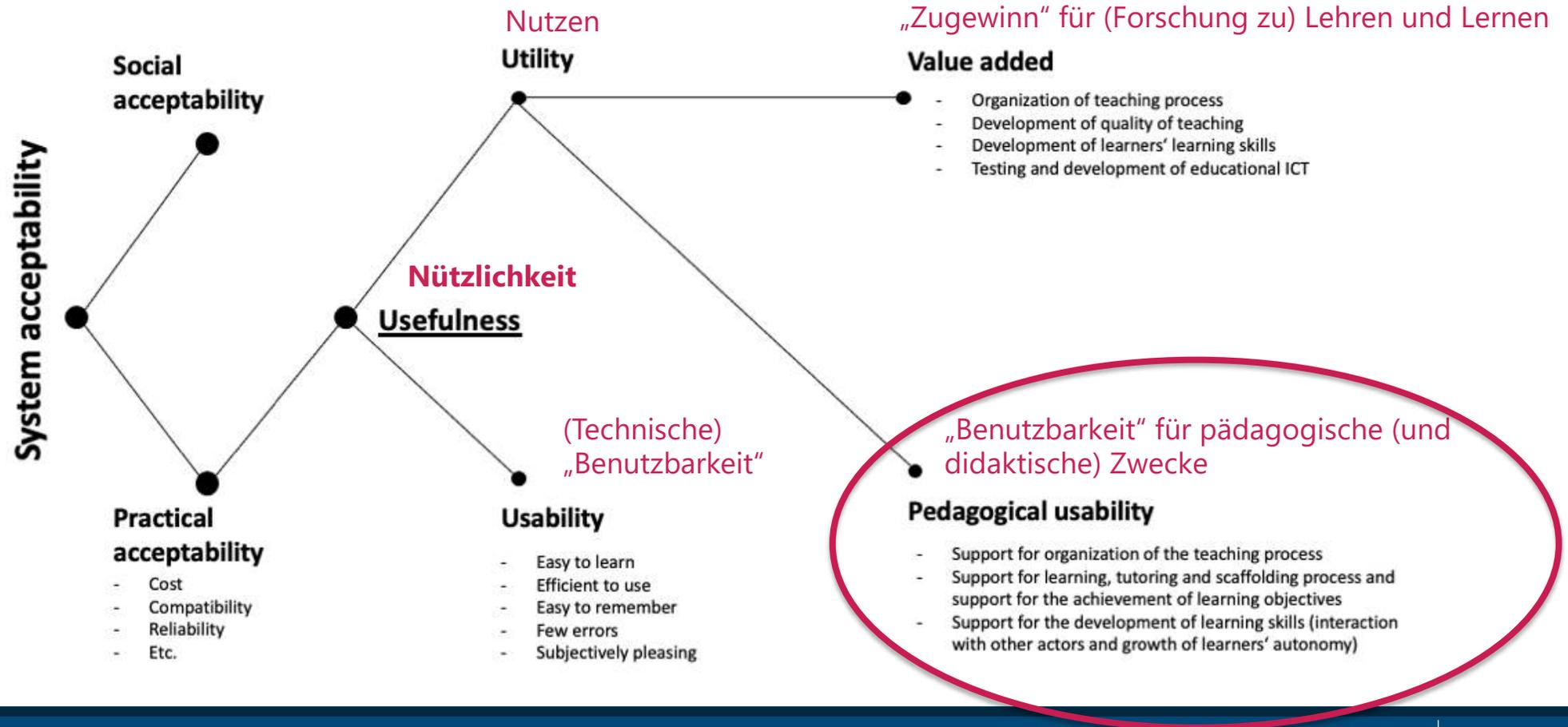
Variante für Tablets

Technische Entwicklung: AG Prof. Dr. Paul Lukowicz, DFKI Kaiserslautern

Zwischenfazit 2: Zugewinn für (Forschung zu) Lehren und Lernen (Added Value)

Potential von AR: Echtzeit-Visualisierung von Zusatzinformationen unmittelbar an realen Objekten

„Model of Usefulness of Web-Based Learning Environments“ (Nielsen, 1993; überarbeitet von Tervakari & Silius, 2002/2003, e.D.)



- Generell: wenig Forschung zur Pedagogical Usability (PU) digitaler Lehr-Lernmaterialien oder Anwendungen
(Sales Junior et al., 2016)
 - Einige Befunde zur PU Web-basierter Lehr-Lern-Anwendungen
(Djalev & Bogdanov, 2019; Zurita et al., 2019) und Virtual Reality (VR)-basierter Anwendungen
(Myllymäki et al., 2019; Santos de Pinho et al., 2015; Silius et al., 2013), aus der Sicht von Lehrkräften oder Schüler*innen
- **Forschungsdesiderate bzgl. der PU von AR-Anwendungen (insb. im Sachunterricht)**

Dimensionen (Nokelainen, 2006; Sales Junior et al., 2016)

1. Student Control
2. Student Activity
3. Cooperative/Collaborative Learning
4. Guidance to Purposes
5. Applicability
6. Value added
7. Motivation
8. Value of Previous Knowledge
9. Flexibility
10. Feedback

Pedagogical Usability einer AR-Lehr-Lernanwendung

Übergeordnete Fragestellung:

Welche **Aspekte der Pedagogical Usability** sehen **Lehrkräfte** bzgl. eines **AR-Schaltsymboliken-Sets** (als AR-Brillen-Variante und als AR-Tablet-Variante) für den naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterricht als **((noch) nicht) gegeben?**

Unterfragestellungen / Teilfragestellungen:

- 1) Welche Aspekte der Pedagogical Usability sehen Lehrkräfte bzgl. eines AR-Schaltsymboliken-Sets (als AR-Brillen-Variante und als AR-Tablet-Variante) für den naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterricht als **(nicht) gegeben?**
- 2) Welche Aspekte der Pedagogical Usability sehen Lehrkräfte bzgl. eines AR-Schaltsymboliken-Sets (als AR-Brillen-Variante und als AR-Tablet-Variante) für den naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterricht als **noch nicht gegeben / verbesserungswürdig?**
- 3) Welche **Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen der AR-Brillen-Variante und der AR-Tablet-Variante** sehen Lehrkräfte bzgl. Den Aspekten der Pedagogical Usability?

Pedagogical Usability einer AR-Lehr-Lernanwendung

Stichprobe und Design

- Stichprobe: N = 13 Grundschullehrkräfte (4 m, 9 w, Alter: M = 48, SD = 6,5 Jahre)
- Lehrkräfte sehen Tablet- und Brillen-Version der AR-Lehr-Lernanwendung zu Schaltsymboliken, werden anschließend zu ihrer Einschätzung der Pedagogical Usability der dieser Anwendung befragt

Methode

- Qualitativer Ansatz
- Instrument: Problemorientiertes, leitfadengestütztes Interview (Loosen, 2014)

Datengewinnung, Aufbereitung und Analyse

- Aufzeichnung der Interviews, Transkription
- Strukturierende qualitative Inhaltsanalyse (Mayring & Frenzl, 2019)
 - separate Auswertung je Teilfragestellung
 - jeweils Bildung eines Hauptkategoriensystems (theoriegeleitet, Dimensionen der Pedagogical Usability)
 - Bildung von Subkategorien am Material

Pedagogical Usability einer AR-Lehr-Lernanwendung

Erste Ergebnisse

Einschätzung des jetzigen Standes (Teilfragestellung 1)

- Am meisten erfüllter Aspekt der Pedagogical Usability (bei Tablet- und Brillenvariante): Motivation
- Bislang kaum erfüllt: Feedback
- Viele Teilnehmer*innen sehen die jetzige Entwicklung nicht als „besser“ an als eine „analoge“ Einführung von Schaltsymboliken bezogen auf den zu erwartenden Lernerfolg

Verbesserungspotential (Teilfragestellung 2)

- Mehr Echtzeit-Feedback sollte gegeben werden (zu Handlungen der Lernenden, zum Status der gebauten Schaltung)
- Funktionen zur Differenzierung bzgl. Leistung und sprachlicher Fertigkeiten
- Technische Realisierung von Kollaborationen durch Screensharing (insb. bei gleichzeitiger Nutzung mehrerer AR-Brillen)

Unterschiede zwischen Tablet- und Brillenvariante (Teilfragestellung 3)

- Brille wird mehr Spaß bringen als das Tablet, muss aber noch weiter an die physischen u. motorischen Fähigkeiten und Maße von Grundschulkindern angepasst werden

Zwischenfazit 3: Benutzbarkeit für pädagogische (u. didaktische) Zwecke (Pedagogical Usability)

Die AR-Lehr-Lernanwendung zum Erlernen von Schaltsymboliken bringt vsl. viel Spaß, muss aber noch weiterentwickelt werden, um in schulischen Situationen zu mehr Lernerfolg führen zu können als ein „analoges“ oder anderes digitales „Vergleichsangebot“.

- **Einführung: Augmented Reality (AR) in Lehr-Lernsituationen**
- **Nützlichkeit von AR in Lehr-Lernsituationen (des Sachunterrichts)**
- **Zusammenfassung / Fazit / Ausblick**

Zusammenfassung

- Technische Usability von AR-Geräten wird immer besser, aus technischer Sicht wird AR immer interessanter für den Bildungsbereich, insb. auch für jüngere Kinder
- Pedagogical Usability: Im Falle der entwickelten / beforschten Anwendung zu Schaltsymboliken für den naturwissenschaftlich-orientierten SU: Erster vielversprechender Ansatz, aber die Pedagogical Usability kann noch deutlich verbessert werden

Fazit

Modell der „Nützlichkeit“ von digital-gestützten Lehr-Lernanwendungen (wie hier für AR vorgestellt) und die dadurch induzierte „kategoriegeleitete“ Einschätzung der Nützlichkeit, der sich JEDE technische Entwicklung unterzieht, bringen eine interessante Perspektive in bestehende „Mehrwert“-Debatten (vgl. z.B. Krommer, 2019)

Ausblick

- Weiterentwicklung der präsentierten AR-Lehr-Lernanwendung entsprechend der erhaltenen Verbesserungswünsche
- Entwicklung und Forschung zu AR-Lehr-Lernanwendungen zu anderen Lerninhalten
(Lauer & Peschel, 2022, i.V.)
- Entwicklung und Beforschung von (AR-)Lehr-Lernanwendungen nicht nur „monoperspektivisch“, sondern auch in vielperspektivisch ausgerichteten Szenarien?

- Arici, F., Yildirim, P., Caliklar, Ş., & Yilmaz, R. M.** (2019). Research trends in the use of augmented reality in science education: Content and bibliometric mapping analysis. *Computers & Education*, 142, 103647. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103647>
- Akçayır, M., & Akçayır, G.** (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
- Azuma, R., Bailiot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B.** (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(6), 34–47.
- Bangor, A., Kortum, P., & Miller, J.** (2009). Determining what individual SUS scores mean: Adding an adjective rating scale. *Journal of Usability Studies*, 4(3), 114–123.
- Blaschitz, E., & Buchner, J.** (2019). Augmented Reality in der zeitgeschichtlichen Erinnerungs- und Vermittlungsarbeit [S. 37–41,application/pdf]. *Historisch-Politische Bildung, Themenheft 9: Erinnerungskulturen*, 37–41. <https://doi.org/10.18747/PHSG-COLL3/ID/829>
- Brooke, J.** (1996). SUS: a „quick and dirty“ usability scale. In P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester, & I. McClelland (Hrsg.), *Usability Evaluation in Industry* (S. 189–194). Taylor & Francis.
- Chang, Y.-L., Hou, H.-T., Pan, C.-Y., Sung, Y.-T., & Chang, K.-E.** (2015). Apply an augmented reality in a mobile guidance to increase sense of place for heritage places. *Journal of Educational Technology & Society*, 18(2), 166–178.
- Chen, P., Liu, X., Cheng, W., & Huang, R.** (2017). A review of using Augmented Reality in Education from 2011 to 2016. In E. Popescu, Kinshuk, M. K. Khribi, R. Huang, M. Jemni, N.-S. Chen, & D. G. Sampson (Hrsg.), *Innovations in Smart Learning* (S. 13–18). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-2419-1_2
- Demarmels, S.** (2012). Als ob die Sinne erweitert würden... Augmented Reality als Emotionalisierungsstrategie. *IMAGE 16*, 34–51.
- Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R.** (2009). Affordances and Limitations of Immersive Participatory Augmented Reality Simulations for Teaching and Learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), 7–22. <https://doi.org/10.1007/s10956-008-9119-9>
- Huwer, J., Lauer, L., Dörrenbächer-Ulrich, L., Perels, F., & Thyssen, C.** (2019). Chemie neu erleben mit Augmented Reality Neue Möglichkeiten der individuellen Förderung. *MNU Journal*, 05, 420–427.
- Garzón, J., & Acevedo, J.** (2019). Meta-analysis of the impact of Augmented Reality on students' learning gains. *Educational Research Review*, 27, 244–260.
- Garzón, J., Kinshuk, Baldiris, S., Gutiérrez, J., & Pavón, J.** (2020). How do pedagogical approaches affect the impact of augmented reality on education? A meta-analysis and research synthesis. *Educational Research Review*, 31, 100334
- Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU)** (2021). *Sachunterricht und Digitalisierung*. https://gdsu.de/sites/default/files/PDF/GDSU_2021_Positionspapier_Sachunterricht_und_Digitalisierung_deutsch_de.pdf [15.09.2021]
- Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU)** (2013). *Perspektivrahmen Sachunterricht*. Klinkhardt.
- Gesellschaft für Fachdidaktik (GfD)** 2018. *Fachliche Bildung in der digitalen Welt – Positionspapier der Gesellschaft für Fachdidaktik*. <https://www.fachdidaktik.org/wordpress/wp-content/uploads/2018/07/GFD-Positionspapier-Fachliche-Bildung-in-der-digitalen-Welt-2018-FINAL-HP-Version.pdf>
- Gesellschaft für Informatik (GI)** 2016. *Dagstuhl-Erklärung – Bildung in der digital vernetzten Welt*.
- Gervé, F., & Peschel, M.** (2013). Medien im Sachunterricht. In E. Gläser & G. Schönknecht (Hrsg.), *Sachunterricht in der Grundschule* (S. 58–79). Grundschulverband.
- Kennedy, J., Lemaignan, S., Montassier, C., Lavalade, P., Irfan, B., Papadopoulos, F., Sentf, E., & Belpaeme, T.** (2017). Child Speech Recognition in Human-Robot Interaction: Evaluations and Recommendations. *Proceedings of the 2017 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, 82–90.
- Kerawalla, L., Seljeflot, S., Luckin, R., & Woolard, A.** (2006). „Making it real“: Exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality*, 10(3–4), 163–174.
- Krommer, A.** (2019). Wider den Mehrwert! Argumente gegen einen überflüssigen Begriff. In A. Krommer, D. Mihajlovic, J. Muuß-Merholz, M. Lindner & P. Wampfler (Hrsg.), *Routenplaner #DigitaleBildung. Auf dem Weg zu zeitgemäßem Lernen. Eine Orientierungshilfe im digitalen Wandel* (S. 131–140). Hamburg: ZLL21.
- Kuhn, J., Lukowicz, P., Hirth, M., & Weppner, J.** (2015). gPhysics—Using Google Glass as Experimental Tool for Wearable-Technology Enhanced Learning in Physics. *Ambient Intelligence and Smart Environments*, 212–219.
- Lauer, L., Altmeyer, K., Malone, S., Barz, M., Brünken, R., Sonntag, D., & Peschel, M.** (2021). Investigating the Usability of a Head-Mounted Display Augmented Reality Device in Elementary School Children. *Sensors*, 21(19), 6623. <https://doi.org/10.3390/s21196623>
- Lauer, L., Peschel, M., Malone, S., Altmeyer, K., Brünken, R., Javaheri, H., Amiraslanov, O., Grünerbl, A., & Lukowicz, P.** (2020a). Real-time visualization of electrical circuit schematics: An augmented reality experiment setup to foster representational knowledge in introductory physics education. *The Physics Teacher*, 58(7), 518–519. <https://doi.org/10.1119/10.000207>
- Lauer, L., Peschel, M., Bach, S. & Seibert, J.** (2020b). Modellierungen Medialen Lernens. In K. Kaspar, M. Becker-Mrotzek, S. Hofhues, J. König & D. Schmeinck (Hrsg.), *Bildung, Schule Digitalisierung* (S. 391-396). Münster: Waxmann.

- Lauer, L., & Peschel, M.** (2021). Gestaltung von Lehr-Lernumgebungen mit Augmented Reality (AR). In C. Maurer, K. Rincke, & M. Hemmer (Hrsg.), *Fachliche Bildung und digitale Transformation—Fachdidaktische Forschung und Diskurse. Fachtagung der Gesellschaft für Fachdidaktik 2020* (S. 64–67). pedocs. https://www.pedocs.de/frontdoor.php?source_opus=21659
- Lauer, L., Peschel, M., Marquardt, M., Seibert, J., Lang, V., & Kay, C.** (2019). Augmented Reality (AR) in der Primarstufe - Entwicklung einer AR-gestützten Lehr-Lerneinheit zum Thema Elektrizität. In S. Habig (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Kompetenzen in der Gesellschaft von morgen. Jahresband der GDCP 2019* (S. 944–947).
- Loosen, W.** (2014). Das Leitfadenterview – eine unterschätzte Methode. In S. Averbeck-Lietz & M. Meyen (Hrsg.), *Handbuch nicht standardisierte Methoden in der Kommunikationswissenschaft* (S. 1–15). Wiesbaden: Springer Fachmedien. https://doi.org/10.1007/978-3-658-05723-7_9-1
- Mayring, P., & Fenzl, T.** (2019). Qualitative Inhaltsanalyse. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 633–648). Wiesbaden: Springer Fachmedien. https://doi.org/10.1007/978-3-658-21308-4_42
- Milgram, P., & Kishino, F.** (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information Systems, E77-D*(12).
- Myllymäki, M.** (2019). *Paramedic students' perceptions on the technical and pedagogical usability of a virtual reality simulation*.
- Munoz-Cristobal, J. A., Jorin-Abellan, I. M., Asensio-Perez, J. I., Martinez-Mones, A., Prieto, L. P., & Dimitriadis, Y.** (2015). Supporting Teacher Orchestration in Ubiquitous Learning Environments: A Study in Primary Education. *IEEE Transactions on Learning Technologies, 8*(1), 83–97. <https://doi.org/10.1109/TLT.2014.2370634>
- Munsinger, B., White, G., & Quarles, J.** (2019). The Usability of the Microsoft HoloLens for an Augmented Reality Game to Teach Elementary School Children. *2019 11th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games)*, 1–4.
- Miller, D., & Doussay, T.** (2015). Implementing Augmented Reality in the Classroom. *Issues and Trends in Educational Technology, 3*(2), 1–11. https://doi.org/10.2458/azu_itet_v3i2_Miller
- Nielsen, J.** (2006): Usability Engineering. In: J. Byrne (Hrsg.), *Technical Translation*. San Diego, S. 151-176.
- Nielsen, J.** (1993): Usability Engineering. San Diego.
- Oviatt, S.** (2018). Ten Opportunities and Challenges for Advancing Student-Centered Multimodal Learning Analytics. *Proceedings of the 2018 on International Conference on Multimodal Interaction - ICMI '18*, 87–94. <https://doi.org/10.1145/3242969.3243010>
- Peschel, M.** (2016). Mediales Lernen – Eine Modellierung als Einleitung. In M. Peschel (Hrsg.), *Mediales Lernen – Beispiele für inklusive Mediendidaktik* (S. 7–16). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Sales Junior, F. M., Ramos, M. A. S., Pinho, A. L. S., & Santa Rosa, J. G.** (2016). Pedagogical Usability: A theoretical essay for e-learning. *HOLOS, 32*(1), 3–15.
- Santos de Pinho, A. L., de Sales, F. M., Santa Rosa, J. G., & Silva Ramos, M. A.** (2015). Technical and pedagogical usability in a virtual learning environment: A case study at the Federal Institute of Rio Grande do Norte — Brazil. *2015 10th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, 1–4.
- Seibert, J., Lauer, L., Marquardt, M., Peschel, M., & Kay, C. W. M.** (2020). DeAR: didaktisch eingebettete Augmented Reality (translated as ‚didactically embedded augmented reality‘). In K. Kaspar, M. Becker-Mrotzek, S. Hofhues, J. König, & D. Schmeinck (Eds.), *Bildung, Schule, Digitalisierung (translated as ‚education, school, digitalization‘)* (S. 451–456). Waxmann. <https://doi.org/10.301244/9783830992462>
- Silius, K., Tervakari, A.-M., & Pohjolainen, S.** (2013). *A multidisciplinary tool for the evaluation of usability, pedagogical usability, accessibility and informational quality of Web-based courses*. <https://www.researchgate.net/publication/228603493>
- Radu, I., & MacIntyre, B.** (2012). Using children’s developmental psychology to guide augmented-reality design and usability. *2012 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)*, 227–236.
- Zhang, H., Cui, Y., Shan, H., Qu, Z., Zhang, W., Tu, L., & Wang, Y.** (2020). Hotspots and Trends of Virtual Reality, Augmented Reality and Mixed Reality in Education Field. *2020 6th International Conference of the Immersive Learning Research Network (iLRN)*, 215–219. <https://doi.org/10.23919/iLRN47897.2020.9155170>
- Wu, H.-K., Lee, S. W.-Y., Chang, H.-Y., & Liang, J.-C.** (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education, 62*, 41–49. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>

Die beschriebene Forschung ist Teil des Projekts „GeAR“. GeAR wird gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen der Förderlinie „Digitalisierung im Bildungsbereich“ (FKZ: 01JD1811A).

www.gear-lab.de



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Wozu Augmented Reality (AR)?

–

Nützlichkeit von AR im naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterricht

Jahrestagung der GDSU 2022

12.03.2022

Luisa Lauer, Markus Peschel

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



**UNIVERSITÄT
DES
SAARLANDES**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

luisa.lauer@uni-saarland.de
markus.peschel@uni-saarland.de

www.markus-peschel.de