



# „Cutting-Edge-Technik“ in der Grundschule?

Gelingsbedingungen und Grenzen des Einsatzes von  
Augmented-Reality-Brillen bei Grundschulkindern

**#FluxDays 2021**

19.06.2021

**Luisa Lauer, Markus Peschel (Referierende)**

**Kristin Altmeyer, Sarah Malone, Roland Brünken (Mitwirkende)**

GEFÖRDERT VOM

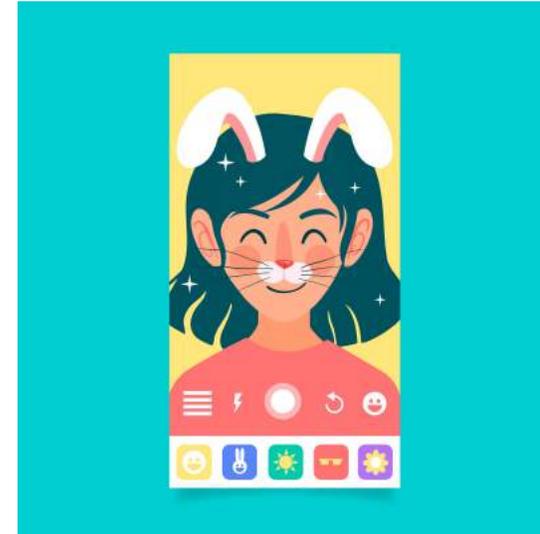
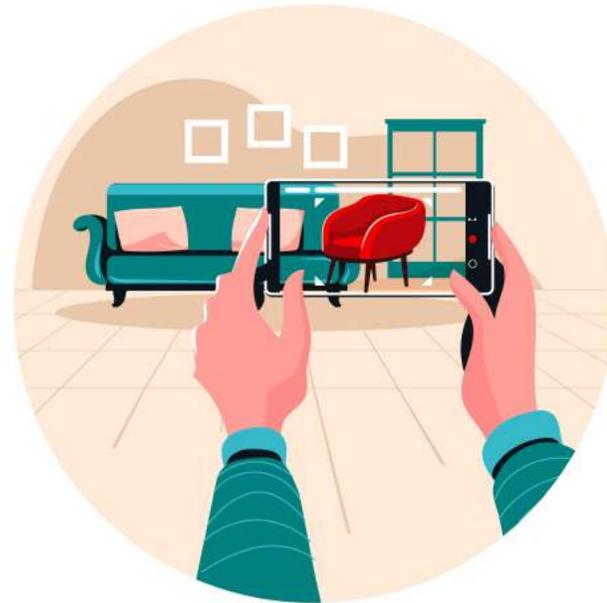


Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

- **Einführung**
- **Theoretische Verortung und Fragestellung**
- **Design und Methoden**
- **Ergebnisse und Diskussion**
- **Fazit**

- **Einführung**
- **Theoretische Verortung und Fragestellung**
- **Design und Methoden**
- **Ergebnisse und Diskussion**
- **Fazit**

# Was ist Augmented Reality (AR)?

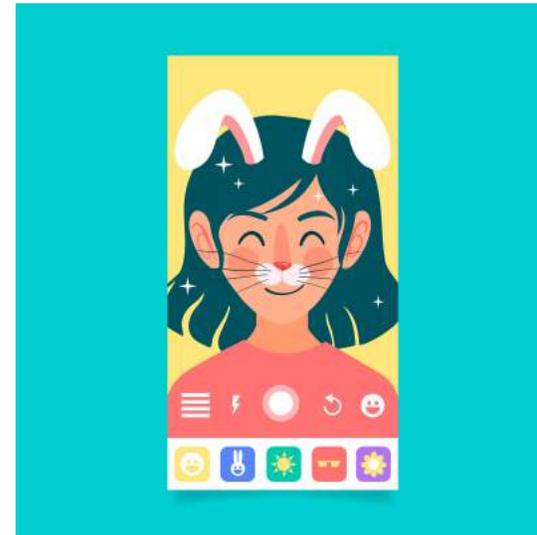
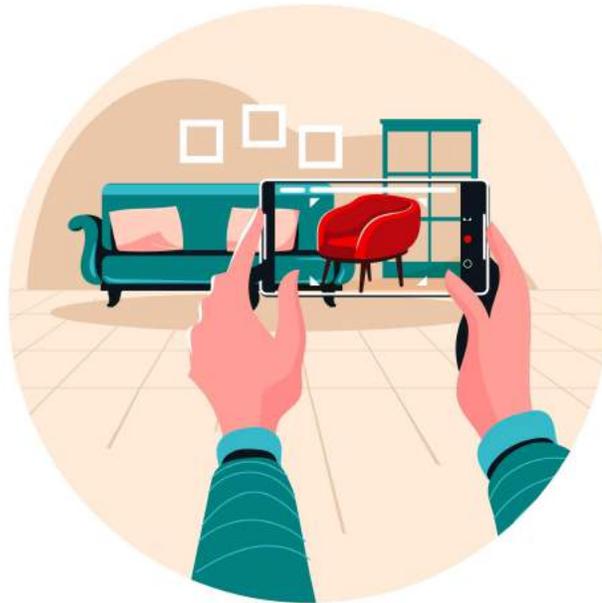


Designed by freepik - [www.freepik.com](http://www.freepik.com)

# Was ist Augmented Reality (AR)?

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

→ **Räumliche und semantische Echtzeit-Verknüpfung realer und virtueller Objekte**



- **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)

- Einführung
- **Theoretische Verortung und Fragestellung**
- Design und Methoden
- Ergebnisse und Diskussion
- Fazit

## Display-Geräte (“look-on”)



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 – „Smartglasses“ (“see-through”)



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-Smartglasses in Lehr-Lernsituationen ?

„Cutting-Edge“-Entwicklung AR-Smartglasses



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

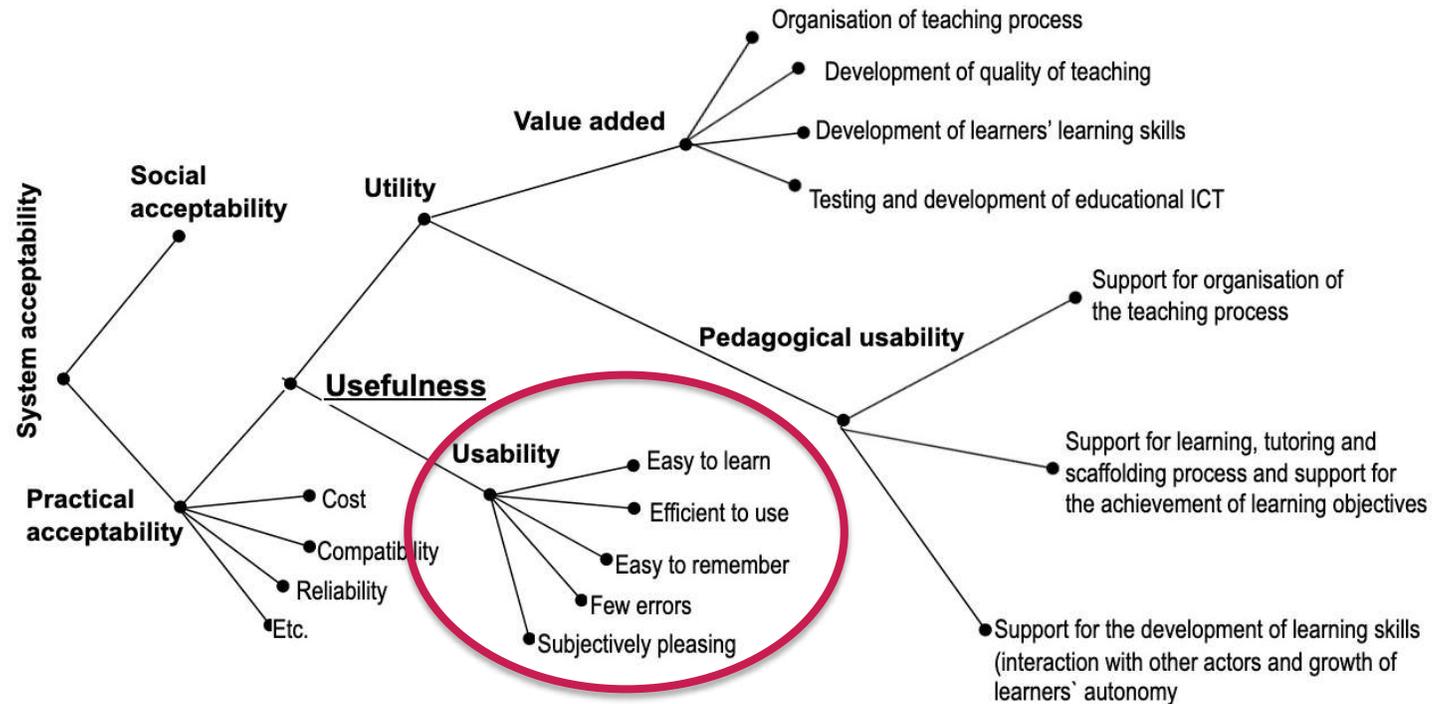
**Pädagogisch-didaktische Entwicklung**

**Erforschung der Wirkungen auf das Lernen**

**Einsatz in Lehr-Lernsituationen**

# Usability von AR-Smartglasses

Usability umfasst (technisch bedingte) Aspekte der Benutzbarkeit von digital gestützten Lehr-Lernangeboten



“model of usefulness of web-based learning environments” (Nielsen, 1993; überarbeitet von Tervakari & Silius, 2002/2003)

- **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)

- **Herausforderungen aus technischer Sicht:**

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

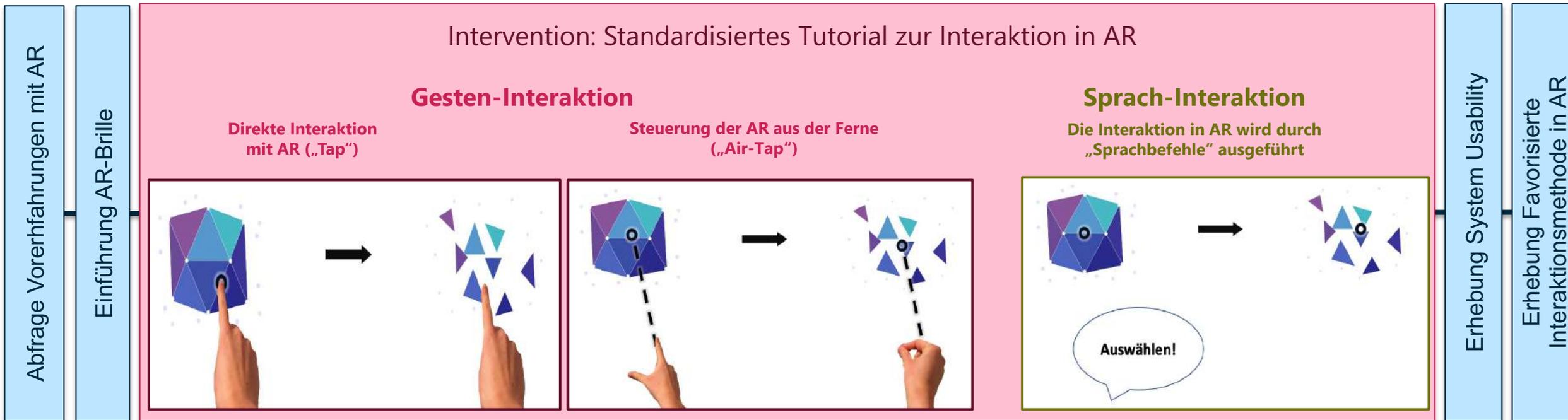
# Usability der Microsoft HoloLens 2 für (Grundschul-)Kinder

- Technische Neuerungen (verbesserte Gesten- und Spracherkennung, intuitive Steuerung) und Verbesserungen könnten insbesondere die Usability für (Grundschul-)Kinder verbessern
  - **Studie: Untersuchung der Usability der HoloLens 2**
    1. Vergleich der Usability verschiedener Interaktionsmethoden mit AR-Inhalten (auch in Abhängigkeit zu den Interaktionspräferenzen der Kinder)
    2. Vergleich der Ergebnisse mit Vorgängermodellen oder ähnlichen Brillen
- **Ziel:** Gewinnung grundlegender Erkenntnisse zu Gelingensbedingungen und Grenzen des Einsatzes von AR-Brillen bei (Grundschul-)kindern



- Einführung
- Theoretische Verortung und Fragestellung
- **Design und Methoden**
- Ergebnisse und Diskussion
- Fazit

- Stichprobe: n=46 (27 m, 19 w. Alter: 9,3 +/- 0,9 Jahre)
- Laborstudie mit Einzelbesuchen im Within-Design



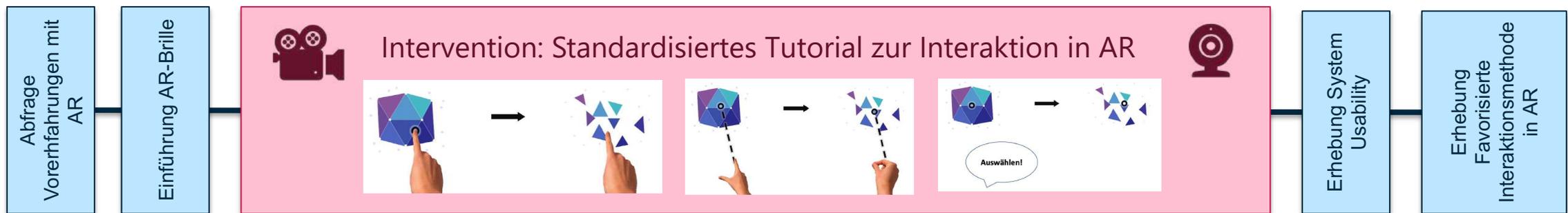
# Instrumente, Methoden und Datengewinnung

## 1) Vergleich der Usability verschiedener Interaktionsmethoden des Geräts:

- Videoanalyse der Aufzeichnungen des Tutorials (externe Kamera + POV-Kamera der AR-Brille)
- Mittlere Anzahl an benötigten Versuchen und mittlere benötigte Zeit bis zur erfolgreichen Interaktion als Vergleichsmaße
- Quantitativer Vergleich beider Maße für jede Interaktionsmethode beim „Auswählen“ eines AR-Objekts
- Kinder ranken die Interaktionsmethoden nach Favorisierung (mit jeweiliger Begründung)

## 2) Vergleich der Usability des Geräts mit ähnlichen Modellen oder Technologien:

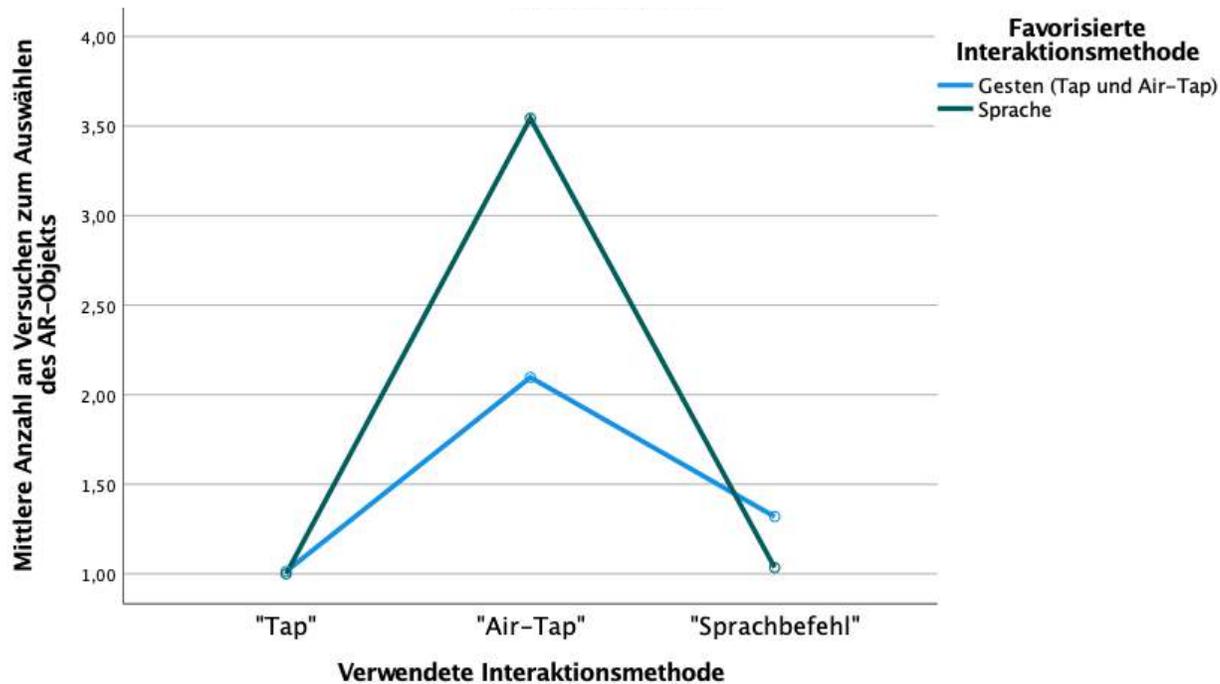
- Vergleich der Usability der verschiedenen Interaktionsmethoden mit Befunden zum Vorgängermodell (Munsinger et al., 2019)
- Quantitative Erhebung der „System Usability“ (Brooke, 1996) durch Fragebogen (5-fach gestufte Likert-Skala)



- **Einführung**
- **Theoretische Verortung und Fragestellung**
- **Design und Methoden**
- **Ergebnisse und Diskussion**
- **Fazit**

## 1) Vergleich der Usability verschiedener Interaktionsmethoden des Geräts

### 1.1 Vergleich der mittleren Anzahl an Versuchen zum Auswählen eines AR-Objekts zwischen den drei Interaktionsmethoden, unterschieden nach favorisierter Interaktionsmethode

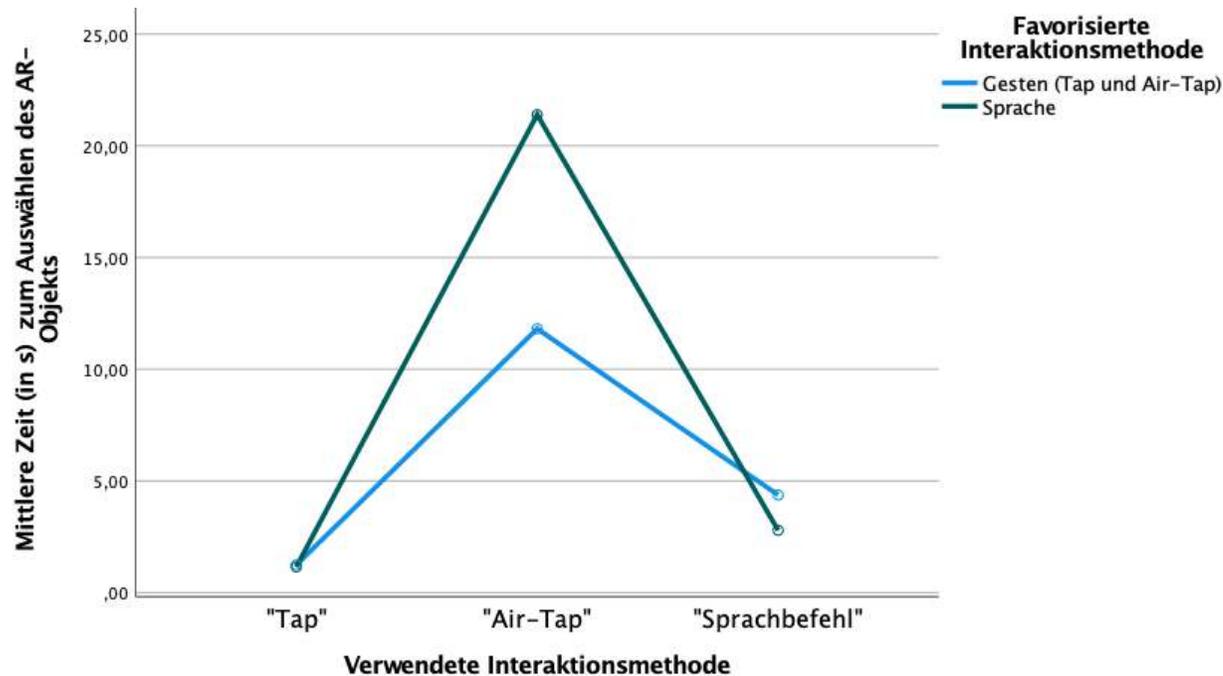


Ergebnis der zweifaktoriellen ANOVA mit drei Messzeitpunkten

- Signifikante Unterschiede zwischen den verwendeten Interaktionsmethoden ( $p < .001$ ,  $\eta^2 = .550$ )
- Signifikante Interaktion zwischen verwendeter Interaktionsmethode und favorisierter Interaktionsmethode ( $p < .001$ ,  $\eta^2 = .209$ )
- **Mit „einfachen“ Interaktionsmethoden wird in etwa die gleiche Anzahl an Versuchen benötigt, bei der komplexeren Gesten-Interaktionsmethode „Air-Tap“ zeigt sich ein Einfluss der persönlichen Favorisierung**

## 1) Vergleich der Usability verschiedener Interaktionsmethoden des Geräts

### 1.2 Vergleich der mittleren Zeit zum Auswählen eines AR-Objekts zwischen den drei Interaktionsmethoden, unterschieden nach favorisierter Interaktionsmethode



Ergebnis der zweifaktoriellen ANOVA mit drei Messzeitpunkten

- Signifikante Unterschiede zwischen den verwendeten Interaktionsmethoden ( $p < .001$ ,  $\eta^2 = .525$ )
- Signifikante Interaktion zwischen verwendeter Interaktionsmethode und favorisierter Interaktionsmethode ( $p < .010$ ,  $\eta^2 = .128$ )
- **Mit „einfachen“ Interaktionsmethoden wird in etwa die gleiche Zeit benötigt, bei der komplexeren Gesten-Interaktionsmethode „Air-Tap“ zeigt sich ein Einfluss der persönlichen Favorisierung**

## 2) Vergleich der Usability des Geräts mit ähnlichen Technologien

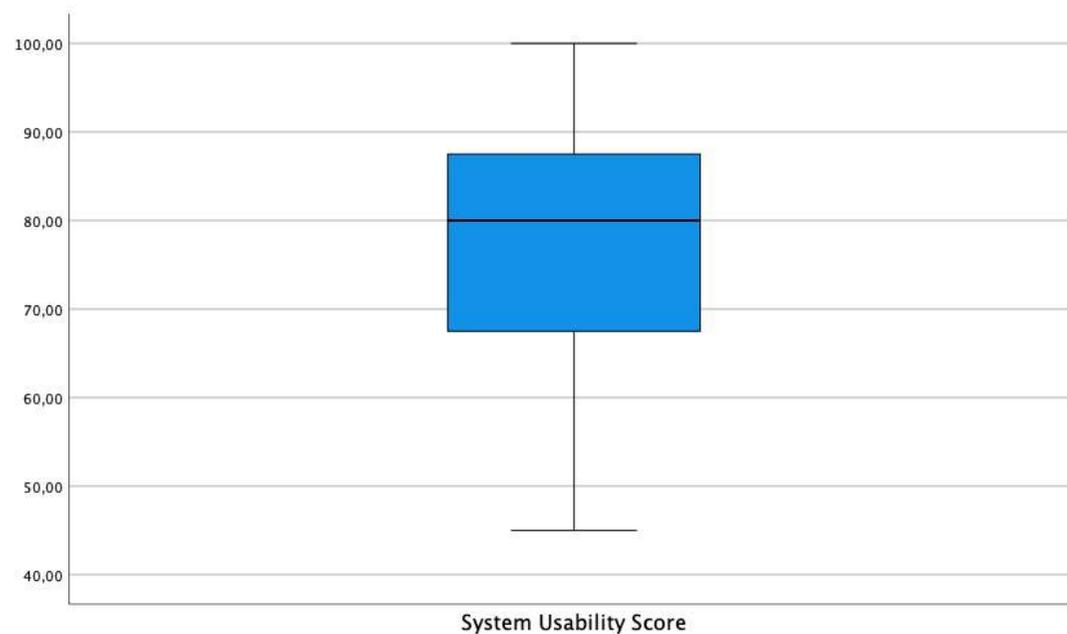
### 2.1 Vergleich der Usability der verschiedenen Interaktionsmethoden mit Befunden zu anderen Modellen von AR-Smartglasses

- Befunde zum Vorgängermodell HoloLens 1: „Sprachbefehle“ waren den anderen für dieses Modell verfügbaren Interaktionsmethoden („Air-Tap“ und eine „Klick“-Fernbedienung) weit unterlegen (Munsinger et al., 2019)
- HoloLens 2: „Sprachbefehle“ als praktikable Interaktionsmethode (da keine bis kaum sign. Abweichungen von der am besten funktionierenden Methode „Tap“ vorliegen)
- Neu bei der HoloLens 2: Direkte Interaktion mit AR-Objekten („Tap). Es scheint eine schnell erlernbare und gut funktionierende Interaktionsmethode zu sein.

Limitationen der Vergleichbarkeit: Unterschiedliche Studiendesigns (exp. Design vs. within-Design) und unterschiedliche Beobachtungsdauer

## 2) Vergleich der Usability des Geräts mit ähnlichen Technologien

### 2.2 Evaluation der „System Usability“ (Brooke, 1996)



Boxplot: Bewertung der System Usability der HoloLens 2

- Berechnung des „System Usability Scores“ (SUS) aus den Antworten im Fragebogen
- Je höher der SUS, desto besser (Maximalwertung: 100)

→ System Usability des Geräts ist „good“, wünschenswert für den Einsatz in Lehr-Lernsituationen ist „excellent“ (SUS > 82)

→ **Weitere technische und oder instruktionale Verbesserungen notwendig**

- **Einführung**
- **Theoretische Verortung und Fragestellung**
- **Design und Methoden**
- **Ergebnisse und Diskussion**
- **Fazit**

- AR-Smartglasses als „Cutting-Edge-Entwicklung“ stehen am Anfang der Erforschung des Einsatzes in schulischen Lehr-Lernsituationen und bedarf weiterer technischer Optimierung für den Einsatz im schulischen Unterricht
- Gelingensbedingungen: Arten von praktikablen Interaktionsmöglichkeiten, Kinder sollten wählen können je nach Präferenz
- Grenzen: komplexe Steuerung, mangelnde Passung der Technik auf die physische Merkmale von Kindern
- Ergebnisse sind von hoher Relevanz für die Entwicklung und Erforschung konkreter pädagogisch-didaktischer Lehr-Lernangebote mit AR-Smartglasses

- 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.
- 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](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.
- Garzón, J., & Acevedo, J.** (2019). Meta-analysis of the impact of Augmented Reality on students' learning gains. *Educational Research Review*, 27, 244–260.
- 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.
- Kennedy, J., Lemaignan, S., Montassier, C., Lavalade, P., Irfan, B., Papadopoulos, F., Senft, 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.
- 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.
- 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](https://doi.org/10.2458/azu_itet_v3i2_Miller)
- Nielsen, J.** (1993). *Usability Engineering*. Academic Press.
- 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.
- 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>



# „Cutting-Edge-Technik“ in der Grundschule?

## Gelingsbedingungen und Grenzen des Einsatzes von Augmented Reality-Brillen bei Grundschulkindern

Das zugrundeliegende Forschungsprojekt GeAR wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (Förderkennzeichen 01JD1811A) gefördert.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



**UNIVERSITÄT  
DES  
SAARLANDES**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

[luisa.lauer@uni-saarland.de](mailto:luisa.lauer@uni-saarland.de)  
[markus.peschel@uni-saarland.de](mailto:markus.peschel@uni-saarland.de)

[www.markus-peschel.de](http://www.markus-peschel.de)