



Eine qualitative Studie zur Beurteilung der „Pedagogical Usability“ von Augmented Reality im Sachunterricht der Primarstufe durch Grundschullehrkräfte

Fachdidaktik Tagung 2022

31.08.2022

Luisa Lauer, Markus Peschel

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Gliederung

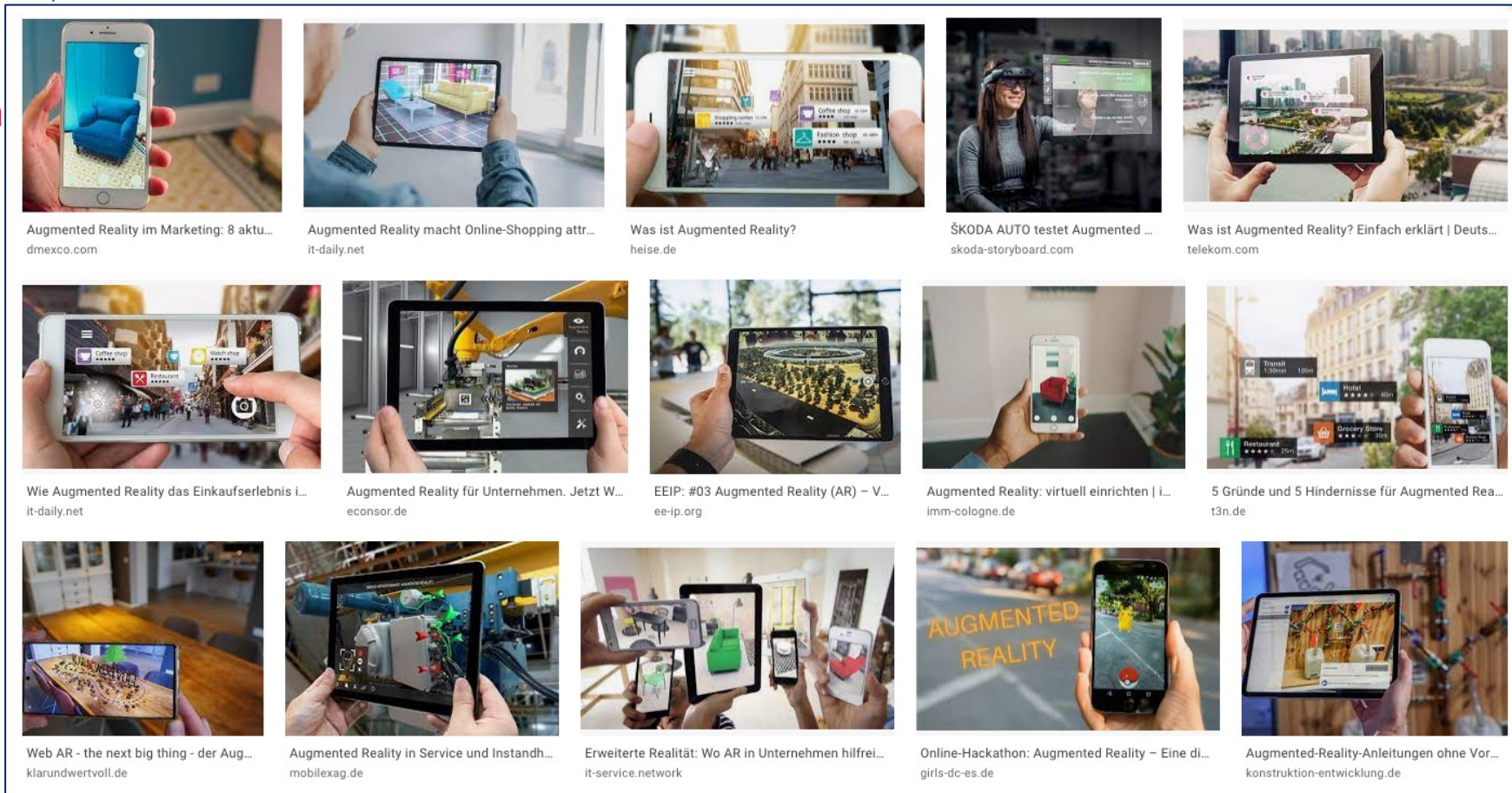
- **Theoretische Rahmung**
- **Studie und Ergebnisse**
- **Fazit und Ausblick**

- **Theoretische Rahmung**
- **Studie und Ergebnisse**
- **Fazit und Ausblick**

Was ist Augmented Reality (AR)?

Augmented Reality: Erweiterung der realen Wahrnehmung (=Hauptbezugsebene) durch digitale (virtuelle) Inhalte (Azuma, 2001)

- räumliche
- Ermöglich



Bilder-Resultate zu
„Augmented Reality“
bei einer Suchmaschine

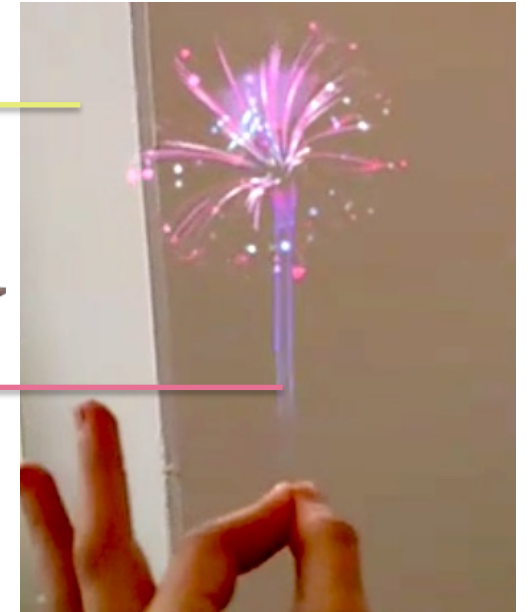
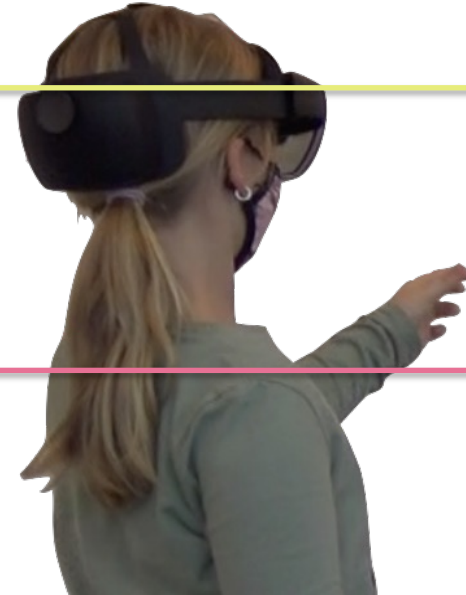
Was ist Augmented Reality (AR)?



Umgebung (real)

Digitales Abbild d.
Umgebung (real?)

Digitales Objekt
(virtuell)



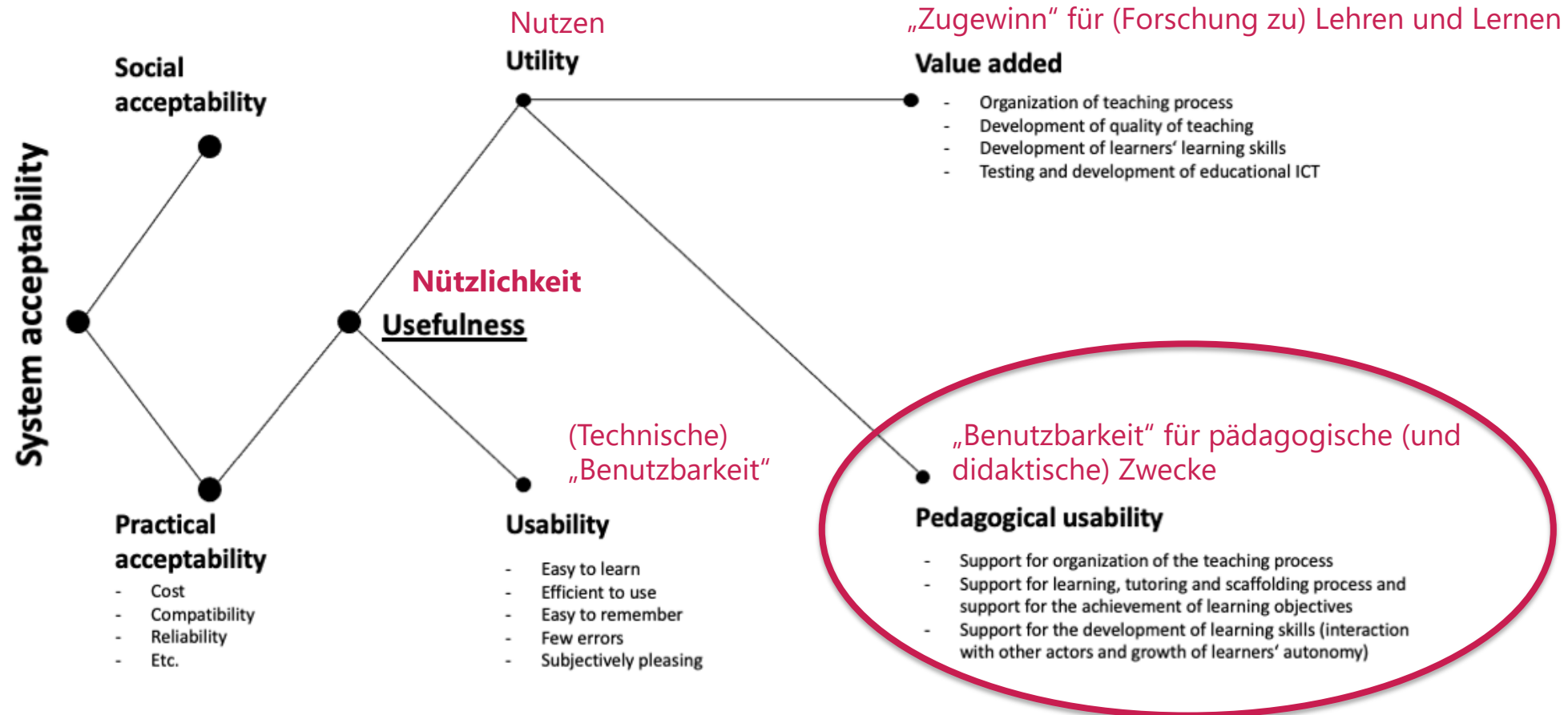
- Mit bekannten Geräten realisierbar (Smartphones, Tablets)
- Geräte müssen in der Hand gehalten oder fest montiert werden
- Meist verwendete Technologie für AR-Anwendungen im Bildungsbereich (Akçayır & Akçayır, 2017)

- AR-Brillen 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 ist digitales Medium mit charakteristischen didaktisch-methodischen Gestaltungsmöglichkeiten** (Peschel, 2016)
- **Grundlegende Erkenntnisse: AR...**
 - eröffnet neue Möglichkeiten der Individualisierung von Lehr-Lernsituationen (Anderson & Anderson, 2019)
 - kann den Wissens- und Fertigkeitserwerb fördern (Arici et al., 2019; Garzón & Acevedo, 2019, Schweiger et al., 2022)
 - kann Motivation und Interesse positiv beeinflussen (Zhang et al., 2020)
 - kann die Zusammenarbeit von Lernenden und die langfristige Erinnerung an Gelerntes verbessern (Radu, 2014)
 - bringt technische Schwierigkeiten mit sich (Munoz-Cristobal et al., 2015)
 - kann insb. bei AR-Brillen auch zu einer kognitiven Überlastung der Lernenden führen (Buchner, Buntins & Kerres, 2021)
- **AR beim Lernen mit multiplen Repräsentationen...**
 - kann das Lernen unterstützen (Radu & Schneider, 2019)
 - kann durch Integration versch. Informationskanäle die kognitive Belastung verringern (Altmeyer et al., 2020; Thees et al., 2020)
- **(Fachdidaktische) Forschung und Entwicklung zu AR:**
 - oft mit Bezug zu naturwissenschaftlichen Themen (Arici et al., 2019)
 - **Forschungs- und Entwicklungsdesiderat zum Einsatz von AR im Sachunterricht der Primarstufe** (Lauer & Peschel, 2022)

Nützlichkeit von AR in Lehr-Lernsituationen

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



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

Dimension		Zentrale inhaltliche Aspekte (einer AR-Lehr-Lern-Entwicklung)
1	Student Control	Kontrollierbarkeit / Steuerbarkeit des Lernprozesses bei der Arbeit mit der AR-Lehr-Lern-Entwicklung durch die Lernenden
2	Student Activity	Eigene Aktivitäten der Lernenden bei der Arbeit mit der AR-Lehr-Lern-Entwicklung
3	Collaborative & Cooperative Learning	Miteinander-Arbeiten (in sozialer oder technischer Hinsicht) mit der AR-Lehr-Lern-Entwicklung
4	Guidance to Purposes	Klarheit bzgl. des zugrundeliegenden Fachinhaltes oder bzgl. der Transparenz adressierter Lernziele für die Lernenden beim Arbeiten mit der AR-Lehr-Lern-Entwicklung
5	Applicability	Passung der AR-Lehr-Lern-Entwicklung auf individuelle Fähigkeiten und Fertigkeiten der Lernenden oder Aspekte der Transferierbarkeit auf andere Kontexte
6	Added Value	Vorteile der AR-Lehr-Lern-Entwicklung gegenüber einem Setting ohne diese
7	Motivation	Spaß der Lernenden; Interesse oder Anreize zur längeren Beschäftigung durch die Arbeit mit der AR-Lehr-Lern-Entwicklung
8	Valuation of Prior Knowledge	Anknüpfung der AR-Lehr-Lern-Entwicklung an alltägliches oder schulisches Vorwissen
9	Flexibility	Verfügbarkeit von Anpassungsmöglichkeiten an individuelle Unterschiede im Lernweg zwischen Lernenden bei der Arbeit mit der AR-Lehr-Lern-Entwicklung
10	Feedback	Rückmeldung an die Lernenden durch die AR-Lehr-Lern-Entwicklung

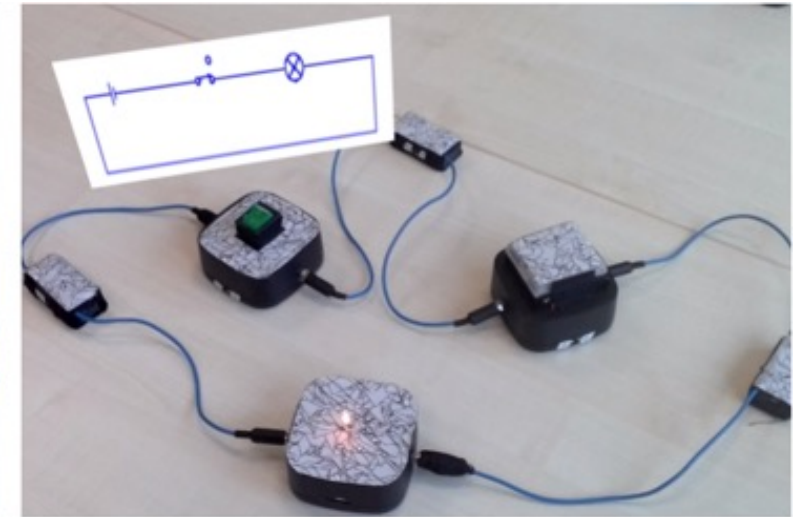
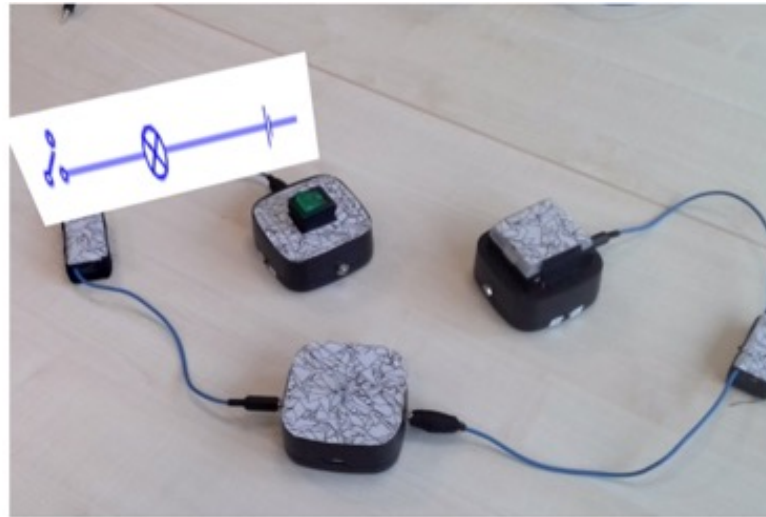
Dimensionen (Nokelainen, 2006; Sales Junior et al., 2016)

- 1 Student Control
- 2 Student Activity
- 3 Collaborative / Cooperative Learning
- 4 Guidance to Purposes
- 5 Applicability
- 6 Value Added
- 7 Motivation
- 8 Valuation of Prior Knowledge
- 9 Flexibility
- 10 Feedback

- 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)**

AR-Entwicklung zur Visualisierung von Schaltsymboliken

- Echtzeit-Anzeige symbolischer Repräsentationen von Bauteilen und Schaltungen mittels Schaltsymboliken
- Einsetzbar in Einführungs- und Übungsstunden
- Unterstützung des Abstraktionsprozesses von der Schaltung zur (strukturell abstrahierten) Schaltskizze
- Brillen-Version und Tablet-Version



Gliederung

- Theoretische Rahmung
- **Studie und Ergebnisse**
- Fazit und Ausblick

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?**

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. der Aspekte der Pedagogical Usability?

Pedagogical Usability einer AR-Lehr-Lernanwendung

Stichprobe (Vorab-Befragung online)

- N = 13 Grundschullehrkräfte (4 m, 9 w, Alter: M = 48, SD = 6,5 Jahre)
- 9 AR-Noviz*innen, 4 Personen mit persönlichen Vorerfahrungen mit AR (nicht im Unterricht)

Design/Methode

- Explorativer, qualitativer Ansatz
- Lehrkräfte sehen Tablet- und Brillen-Version der AR-Lehr-Lernanwendung zu Schaltsymboliken, werden anschließend zu ihrer Einschätzung der Pedagogical Usability der Anwendung befragt
- Instrument: Problemorientiertes, leitfadengestütztes Interview (Loosen, 2014)
Vorab-Erprobung des Instruments mit Lehrkräften in einer Vorstudie

Pedagogical Usability einer AR-Lehr-Lernanwendung

Datengewinnung, Aufbereitung und Analyse

- Aufzeichnung der Interviews, Transkription
(Dresing & Prehl, 2018)
- **Strukturierende qualitative Inhaltsanalyse**
(Mayring & Frenzl, 2019)
 - separate Auswertung je Teilfragestellung
 - jeweils Bildung eines Hauptkategoriensystems (theoriegeleitet, Dimensionen der Pedagogical Usability)
 - Bildung von Subkategorien am Material durch Sammeln, Paraphrasierung, Generalisierung und Reduktion der gewonnenen Daten (→ Codierleitfaden)

Beispiel-Ausschnitt aus dem Kategoriensystem zu Teilfragestellung 1 (Erfüllte bzw. nicht-erfüllte Aspekte) zur Dimension „Student Control“

E_Student Control
1 Bedienbarkeit / Kontrollierbarkeit
1.1 Motorische und haptische Bedienbarkeit durch die Lernenden «B: Ich könnte mir auch vorstellen, dass die Kinder damit auch (sicher?) umgehen, wenn man ihnen das auch sagt, weil das auch immer so das, oh kann ich jetzt so einem Kind das Tablet anvertrauen oder wie geht es damit um ...» (Jade, 25)
1.2 Kognitive Bedienbarkeit der AR-Entwicklung durch die Lernenden «B: [...] also ich denke, dass da sehr viele Kinder jetzt auch Tablets bedienen können, die das vorher vielleicht nur für Spiele oder so genutzt haben» (Kira, 18)
2 Unterstützung / Betreuung
2.1 Anleitung / Einweisung: Notwendige Anleitung/Einweisung der Lernenden im Umgang mit der AR-Entwicklung betreffen durch die Lehrperson «B: Bei der Brille selbst gut klar, da muss auf jedes Kind dann persönlich nochmal eingestellt werden. Das stelle ich mir schon sehr aufwändig vor, wenn Sie das bei 28 Kindern oder so machen zu müssen» (Lena, 36)
2.2 Reglementierung des Umgangs mit der AR-Entwicklung für die Lernenden durch die Lehrperson «B: [...] Erst muss man mal Regeln erarbeiten, wie man damit umgeht und gut, wenn dann jeder das verstanden hat erstmal einen ausprobieren natürlich und dann nachher gezielt Dinge raussuchen, die man dann auch ausprobieren möchte.» (Kim, 4)
3 Überforderung von Lernenden bzgl. der Bedienung und Nutzung der AR-Entwicklung «B: [...] jetzt gerade so in eins, ich glaube, dass würde die Kinder total überfordern, ja also, weil die kommen vom Kindergarten in die Schule, da sind so viele neue Sachen.» (Jade, 51)

Pedagogical Usability einer AR-Lehr-Lernanwendung

Ergebnisse und Diskussion: Teilfragestellung 1

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

Aspekt der PU	Einschätzung der Lehrkräfte
Student Control	Ermöglichung der Bedienung der Entwicklung durch Lernenden ohne Über- oder Unterforderung (77 %) bzw. mit eventueller Überforderung (23 %) der Lernenden; notwendige Einweisung und ggf. Betreuung durch die Lehrkraft und Einhaltung (aufgestellter) Regeln zur Benutzung der Geräte und Schaltungskomponenten
Student Activity	Ermöglichung des Ausprobierens eigener Lösungswege beim Arbeiten mit den Bauteilen und dem Bauen verschiedener Schaltung(-szustände)
Collaborative & Cooperative Learning	Möglichkeit zur Arbeit in Gruppen mit Rollenverteilung und gemeinsamer Nutzung der Bauteile, wobei Lernende gegenseitig voneinander profitieren können
Guidance to Purposes	Anbahnung von Kompetenzen bzgl. des naturwissenschaftlichen Experimentierens und Arbeitens und der Verwendung von Symbolsprache; Anbahnung fachlicher Kompetenzen bzgl. (Komponenten von) elektrischen Schaltungen und deren symbolischen Repräsentationen sowie zur Funktionsweise von elektrischen Schaltungen im Sachunterricht
Applicability	Weitgehende Passung bzgl. physischer Spezifika von Grundschulkindern (ca. ab Klassenstufe 3); Möglichkeit der Adressierung unterschiedlicher Leistungsstärken (durch ggf. Reduktion der Komponenten); Passung auch für Lernende mit geringen sprachlichen Fähigkeiten bzgl. des Erlernens der Symboliken
Added Value	Kein Vorteil oder kaum merklicher Vorteil gegenüber einer Version ohne AR (61 %); Möglichkeit zur Loslösung von gesprochener Sprache durch Echtzeit-Symboliken, Screenshot-Sicherung der Ansicht in AR, Entlastung der Lehrperson durch gleichzeitige Unterstützung aller Lernenden und Echtzeit-Verschränkung von Objekt und symbolischer Repräsentation (39 %)
Motivation	Hoher Spaßfaktor, großes Interesse, hoher Anreiz zur (längeren) Beschäftigung durch AR-Technologie, wobei diese Effekte mit der Zeit nachlassen könnten
Valuation of Prior Knowledge	Anknüpfung an (alltägliches) Vorwissen zur Nutzung technischer Geräte und an Alltagserfahrungen mit elektrischen Geräten; Anknüpfung an Vorwissen zum elektrischen Strom und zu elektrischen Schaltungen und ihren Komponenten
Flexibility	Vorhandensein vieler verschiedener Möglichkeiten zum Verbinden von Komponenten und (einiger) verschiedener Wege zum Bau einer funktionierenden Schaltung
Feedback	Echtzeit-Feedback bzgl. Änderungen in der Verbindung von Komponenten und des Zustands der Schaltung (offen vs. geschlossen) durch Schaltsymboliken

Pedagogical Usability einer AR-Lehr-Lernanwendung

Ergebnisse und Diskussion: Teilfragestellung 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**?

Aspekt der PU	Zusammenfassung: Einschätzung der Lehrkräfte
Student Control	Ermöglichung der Interaktion mit virtuellen Objekten in AR, Implementation verschiedener, frei wählbarer Visualisierungs-Modi in AR
Student Activity	
Collaborative & Cooperative Learning	Ermöglichung des Teilens der Ansicht in AR und Implementation einer «Überblicksansicht» für Lehrende
Guidance to Purposes	Visualisierung des Zustands der Schaltung (offen oder geschlossen) in AR durch «leuchtendes» Lampensymbol, Hinzufügung von Bildern oder Informationen zu Aussehen, Funktion und Anwendungsgebieten der Schaltungskomponenten
Applicability	Farbliche Kennzeichnung der Zusammengehörigkeit von Komponente und Symbol für Lernende mit schwächerer Repräsentationskompetenz, Hinzufügen visueller oder auditiver Verbalisierungen für Lernende mit schwächerer sprachlicher Kompetenz, Erweiterung von Art und Umfang der Schaltungskomponenten für komplexere Schaltung für leistungsstärkere Lernende, Hinterlegung weiterführender Informationen zu Schaltungen, Strom etc. für Interessierte
Added Value	Zusätzliche (modellhafte) Visualisierung von Elektronenbewegungen in Abhängigkeit vom Zustand der Schaltung, Ermöglichung der Speicherung des Arbeitsstandes in der Anwendung
Motivation	
Valuation of Prior Knowledge	Angleichung der physischen Schaltungskomponenten an das Aussehen alltäglicher Bauteile, Angleichung der AR-Schaltskizze an die Anordnung der realen Komponenten
Flexibility	Hinzufügung verschiedener Aufgabenvariationen zu Schaltsymboliken in der AR-Anwendung
Feedback	Implementation visueller oder auditiver Echtzeit-Rückmeldungen zu Aktionen der Lernenden beim Verbinden der Komponenten und zum aktuellen Zustand der Schaltung (offen, geschlossen, fehlerhaft)

Pedagogical Usability einer AR-Lehr-Lernanwendung

Ergebnisse und Diskussion: Teilfragestellung 3

Welche **Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen der AR-Brillen-Variante und der AR-Tablet-Variante** sehen Lehrkräfte bzgl. der Aspekte der Pedagogical Usability?

Aspekt der PU	Zusammenfassung: Einschätzung der Lehrkräfte
Student Control	Brillen-Version erfordert mehr Betreuung und Begleitung durch die Lehrkraft als die Tablet-Version
Student Activity	
Collaborative & Cooperative Learning	Brillen-Version besitzt größere Hürden im Teilen der eigenen Ansicht in AR gegenüber der Tablet-Version
Guidance to Purposes	
Applicability	Brillen-Version ist weniger passend für die physischen und kognitiven Voraussetzungen von Grundschulkindern als die Tablet-Version
Added Value	
Motivation	Brillen-Version verursacht mehr Motivation (Spaß/Interesse/Anreiz) als die Tablet-Version
Valuation of Prior Knowledge	Brillen-Version knüpft weniger an alltägliches Vorwissen zur Nutzung und Bedienung technischer Geräte an als die Tablet-Version
Flexibility	
Feedback	

Pedagogical Usability einer AR-Lehr-Lernanwendung

Zusammenfassung der 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

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

Limitationen der Studie

- Pandemiebedingte Realisierung als Laborstudie (vs. Erprobung der Entwicklung im Unterricht und anschließende Einschätzung der Pedagogical Usability durch die Lehrkraft)
 - Eingeschränkte Transferierbarkeit der Ergebnisse auf schulische Situationen
- Anpassung der Reihenfolge der Interviewfragen und situative Adaption an den Gesprächsfluss
 - Verringerte Vergleichbarkeit zwischen den Ergebnissen der Teilnehmenden
 - Aber: Aussagen der Teilnehmenden ergänzen sich meist zu einer gemeinsamen Einschätzung

Mögliche anschließende Forschung

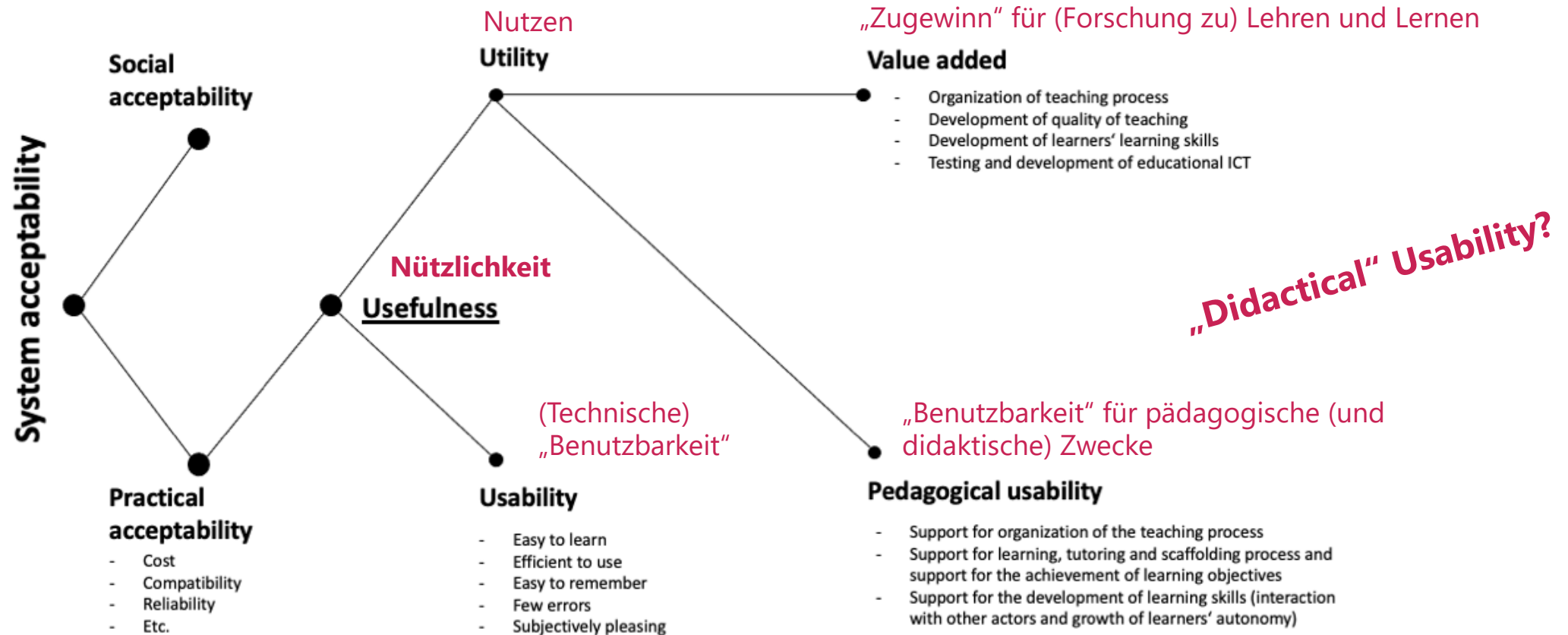
Einfluss der Expertise der Lehrkraft bzgl. AR auf die Einschätzung der PU (insb.: Vergleich AR vs. non-AR bzw. Brillen-AR vs. Tablet-AR bezüglich des „Added Value“)

- Theoretische Rahmung
- Studie und Ergebnisse
- **Fazit und Ausblick**

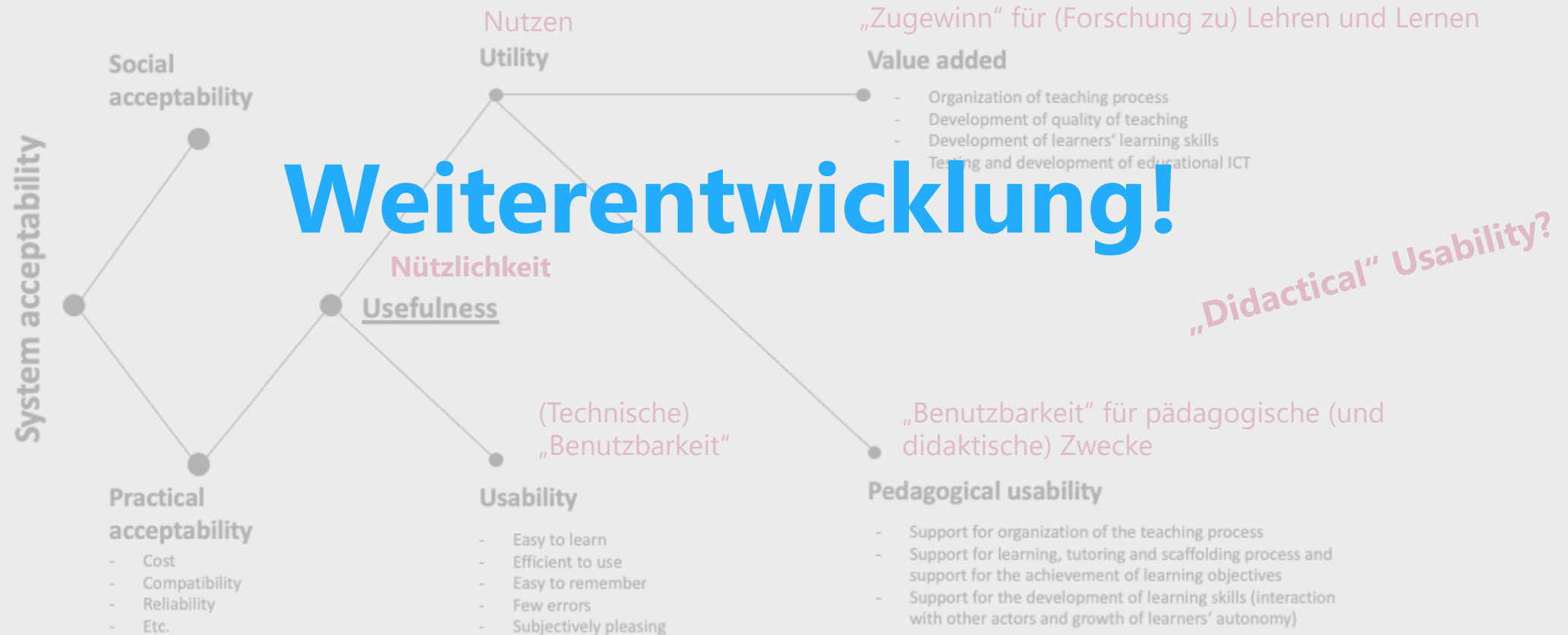
- Im Falle der entwickelten / beforschten Anwendung zu Schaltsymboliken für den naturwissenschaftlich-orientierten SU: Erster vielversprechender Ansatz, aber die Pedagogical Usability kann noch deutlich verbessert werden → **technische Weiterentwicklung**
- Expertise der Lehrkraft bzgl. pädagogisch-didaktischer Einbindung einer Technologie (hier AR) in den Unterricht von Bedeutung bei der Beurteilung der Pedagogical Usability
→ **anschließende Forschung**
- Modell der „Nützlichkeit“ von digital-gestützten Lehr-Lernanwendungen (wie hier für AR vorgestellt) bietet eine interessante Perspektive in bestehende „Mehrwert“-Debatten

(vgl. z.B. Krommer, 2019)

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



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



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



Eine qualitative Studie zur Beurteilung der „Pedagogical Usability“ von Augmented Reality im Sachunterricht der Primarstufe durch Grundschullehrkräfte

Fachdidaktik Tagung 2022 31.08.2022 **Luisa Lauer, Markus Peschel**



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung