



Augmented Reality im naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterricht – „Was geht?“

3. Symposium „Lernen digital: Fachliche Lernprozesse im Elementar- und Primarbereich anregen“

Technische Universität Chemnitz

16.03.2021

Luisa Lauer, Markus Peschel

Didaktik des Sachunterrichts

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät

GEFÖRDERT VOM



- **Theoretische Verortung**
- **Augmented Reality (AR) im Sachunterricht**

Begriffsklärung

Forschungsstand

Einsatzmöglichkeiten von AR im Sachunterricht

- **Fazit**

- **Theoretische Verortung**
- **Augmented Reality (AR) im Sachunterricht**
 - Begriffsklärung**
 - Forschungsstand**
 - Einsatzmöglichkeiten von AR im Sachunterricht**
- **Fazit**

Medienpädagogik: Erzieherische, persönlichkeitsbildende, gesellschaftliche, politische Aspekte des Einsatzes digitaler Medien (Irion, 2016; Gervé & Peschel, 2013)

Mediendidaktik: Kriterien zur Analyse des Medieneinsatzes, zur Auswahl und Entwicklung von digitalen Medien (Gervé & Peschel, 2013)

Fachdidaktik: Mediale Unterstützung fachlichen Lernens und fachliche Grundlegung Medialen Lernens (GFD,2018)

→ Aushandlung zwischen technischen Möglichkeiten des digitalen Mediums und Anforderungen des Fachinhaltes (Duit et al., 2012; Kattmann et al., 1997; Peschel, 2016)

Digitale Medien in ~~fachlichen Lehr-Lernsituationen~~ Lernsituationen

Medienpädagogik: Erzieherische, persönlichkeitsbildende, gesellschaftliche, politische Aspekte des Einsatzes digitaler Medien (Irion, 2016; Gervé & Peschel, 2013)

Mediendidaktik: Kriterien zur Analyse des Medieneinsatzes, zur Auswahl und Entwicklung von digitalen Medien (Gervé & Peschel, 2013)

SU-Didaktik: Vielperspektivisches, weiterschließendes Lernen *mit* und *über* digitale

Fachdidaktik: Mediale Medien. (GDSU, 2021 i.V. Gervé, 2019; Peschel, 2020)
Mediale Unterstützung fachlichen Lernens und fachliche Grundlegung Medialen Lernens (GFD, 2018)

- kritisch-reflexiver Einsatz digitaler Medien in Lehr-Lernsituationen
- Aspekte und Artefakte von Digitalität als Unterrichtsgegenstand
- Aushandlung zwischen technischen Möglichkeiten des digitalen Mediums und Anforderungen des Fachunterrichtes (Dult et al., 2012; Kattmann et al., 1997; Peschel, 2016)
- Kreismodell der AG Medien & Digitalisierung (für Perspektivrahmen SU)

- Theoretische Verortung
- **Augmented Reality (AR) im Sachunterricht**

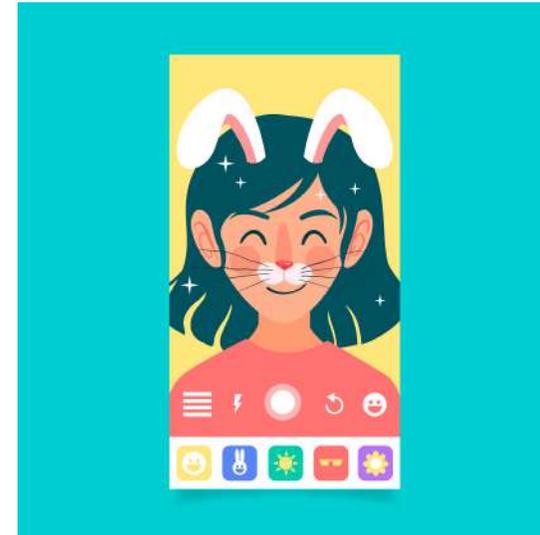
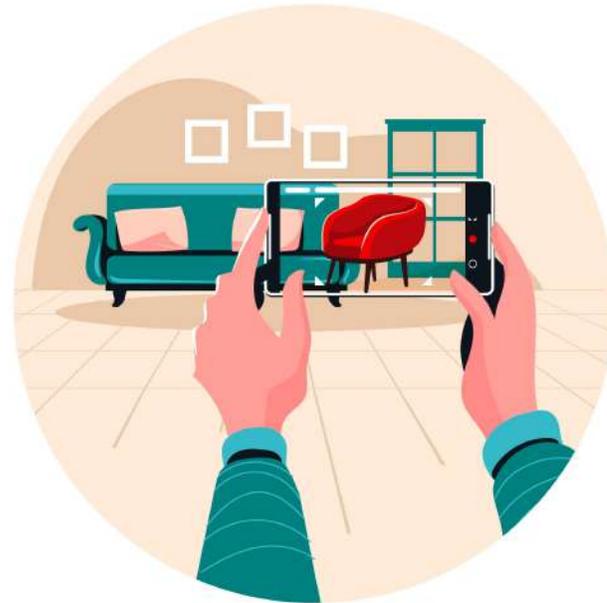
Begriffsklärung

Forschungsstand

Einsatzmöglichkeiten von AR im Sachunterricht

- **Fazit**

Was ist Augmented Reality (AR)?

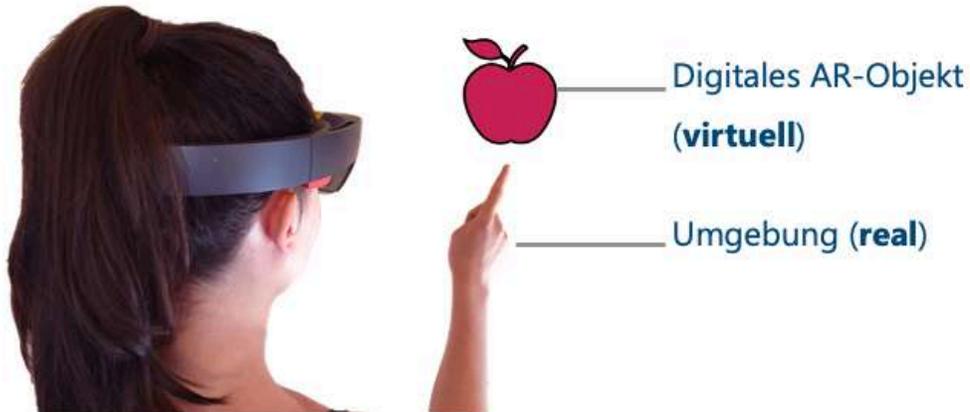


Was ist Augmented Reality (AR)?

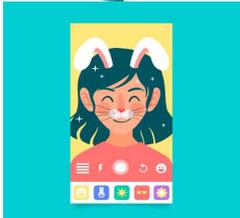
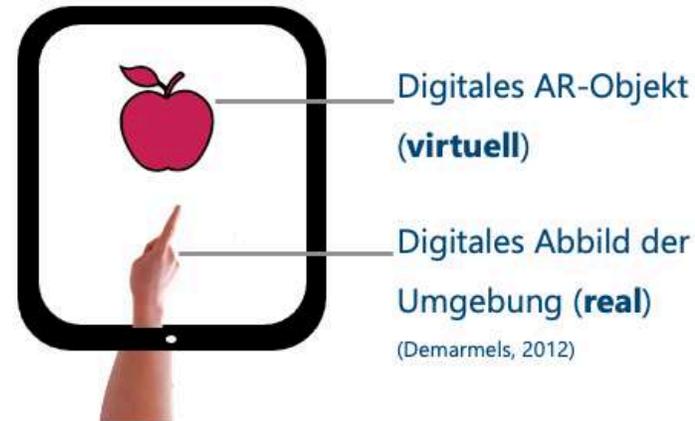
Augmented Reality: Erweiterung der Wahrnehmung durch digitale Inhalte (Azuma, 2001)

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

Smartglasses („see-through“)



Display-Geräte („look-on“)



Forschungsstand: AR in fachlichen Lehr-Lernsituationen

Grundlegende Erkenntnisse: AR...

- kann das Lernen positiv beeinflussen (Garzón & Acevedo, 2019)
- bringt technische Schwierigkeiten mit sich (Munoz-Christobal et al., 2015)
- muss bzgl. des Einsatzes in Lehr-Lernsituationen noch weiter erforscht werden (Akçayır & Akçayır, 2017)

AR ist Forschungsgegenstand

- der Didaktik der Sekundarstufen (Buchner, 2019; Huwer et al., 2019; Kuhn et al., 2015)
- der Didaktik der Primarstufe (Chen et al., 2017; Miller & Doussay, 2015; Kerawalla et al., 2006)

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

Forschungsdesiderat: AR im Sachunterricht

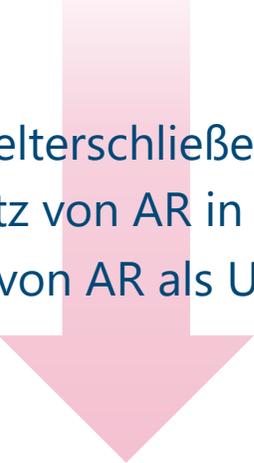
Fachdidaktik: Mediale Unterstützung fachlichen Lernens *mit* AR und fachliche Grundlegung Medialen Lernens *über* AR (GFD,2018)

→ Aushandlung zwischen technischen Möglichkeiten/Charakteristika von AR und Anforderungen/Spezifika des Fachinhaltes (Duit et al., 2012; Kattmann et al., 1997; Peschel, 2016)

SU-Didaktik: Vielperspektivisches, welterschließendes Lernen *mit* und *über* AR (GDSU, 2021 i.V., Gervé, 2019; Peschel, 2020)

→ kritisch-reflexiver Einsatz von AR in Lehr-Lernsituationen

→ Aspekte und Artefakte von AR als Unterrichtsgegenstand



(Re-)konstruktion geeigneter Einsatzmöglichkeiten und relevanter Themen anhand des aktuellen Forschungs- bzw. Entwicklungsstandes

Forschung/Entwicklung: AR mit Fachbezug Physik

Optik

Anzeige von Strahlenverläufen (Teichrew & Erb, 2020),
Simulation optischer Geräte (Astra & Saputra, 2013)
und Versuchsaufbauten (Cai et al., 2013)

Mechanik

Simulation von elastischen Stößen (Wang et al., 2014),
Bewegungen gemäß der Newton'schen Mechanik
(Enyedy et al., 2012; Liu et al., 2011), Graph. Darstellung von
Tonfrequenzen (Kuhn et al., 2015)

Thermodynamik

Farbdarstellung von Temperaturmesswerten
(Strzys et al., 2018)

Elektrik

Messwertanzeige in elektr. Schaltungen (Altmeyer et al., 2020; Kapp et al., 2019; Thees et al., 2020),
Simulation von Experimenten zu elektr. Schaltungen (Peng & Müller-Wittig, 2010), ZU
Elektronen im Magnetfeld (Ibanez et al., 2017), und zur elektromagnetischen Induktion
(Dünser et al., 2012), Anzeige (elektro-) magnetischer Feldlinien (Abdusselam & Karal, 2020; Barma
et al., 2015; Buesing & Cook, 2013) und elektrischer Ladungen (Permana et al., 2019), Darstellung
des elektr. Potentials (Weatherby et al., 2020)

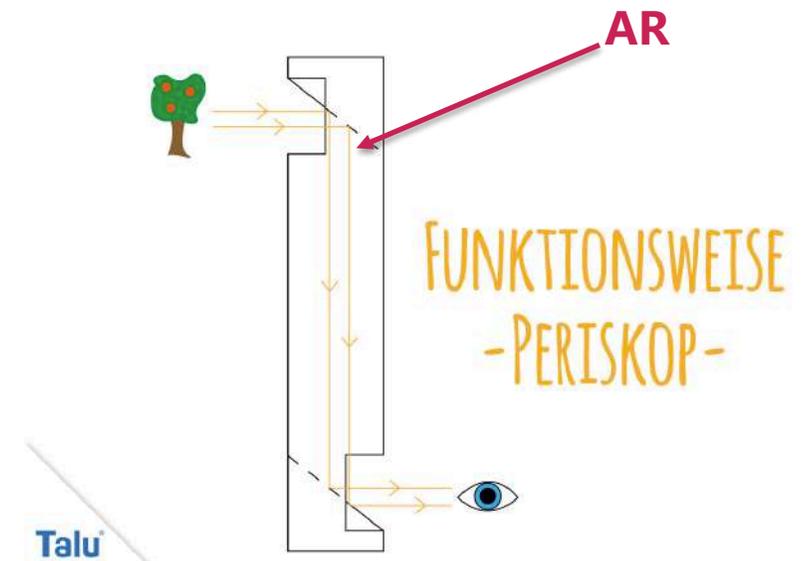
Einsatzmöglichkeiten von AR im (naturwissenschaftlich-orientierten) SU

Beispiel 1: Optik - Visualisierung modellhafter Lichtstrahlen (Idee: Teichrow & Erb, 2020)

„Wieso sehen wir mit Spiegeln auch ‚nach hinten‘, ‚um die Ecke‘ oder ‚versetzt‘?“

- Visualisierung modellhafter Strahlenverläufe („Weg des Lichts“)
z.B. bei der Inspektion spezieller optischer Geräte mittels AR
- AR visualisiert modellhaft etwas nicht-beobachtbares

→ Anbahnung des Reflexionsgesetzes



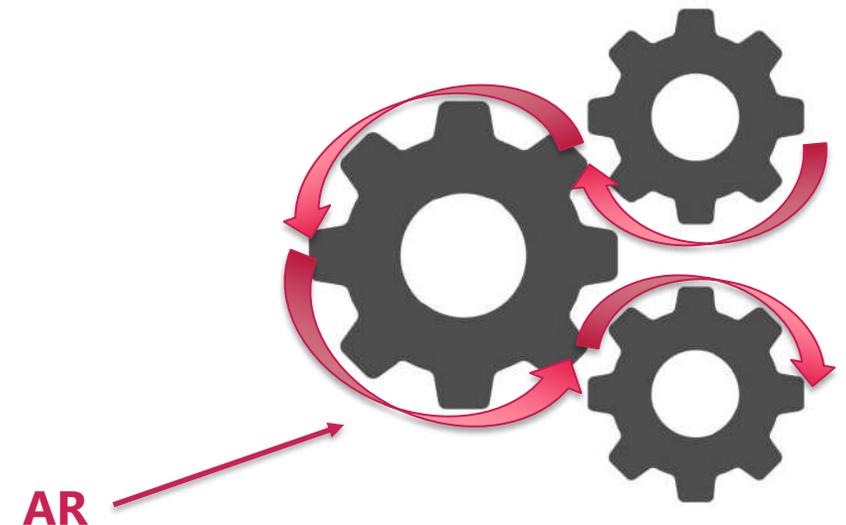
<https://www.talu.de/wp-content/uploads/2018/04/periskop-basteln-funktion.jpg>

Einsatzmöglichkeiten von AR im (naturwissenschaftlich-orientierten) SU

Beispiel 2: Mechanik - Visualisierung der Kraftübertragung (Idee: Enyedy et al., 2012; Liu et al., 2011)

„Wie funktionieren Zahnräder?“

- Visualisierung der Bewegungsrichtung der Zahnräder als „fließendes Band“ mittels AR
 - AR visualisiert modellhaft die Kraftübersetzung
- Anbahnung der newton'schen Mechanik

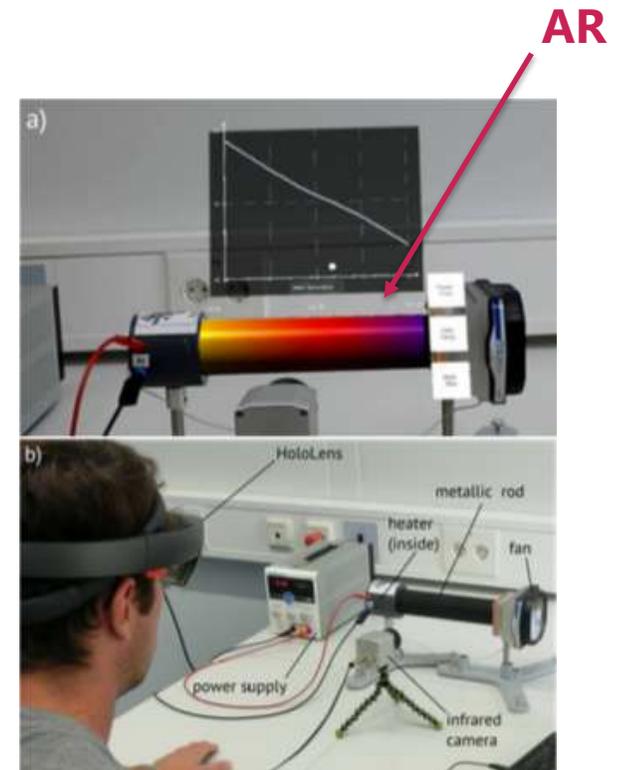


Einsatzmöglichkeiten von AR im (naturwissenschaftlich-orientierten) SU

Beispiel 3: Thermodynamik - Visualisierung der Temperatur (Idee: Strzys et al., 2018)

„Was erwärmt sich im heißen Tee schneller – Metall- oder Plastiklöffel?“

- Farbliche Visualisierung der Temperatur/ des Temperaturverlaufs
(Echtzeit-Messdaten werden in Farbwerte umgewandelt) mittels AR
 - Vergleich: Löffel im Tee vs. Holzstab im Tee
 - AR visualisiert modellhaft etwas nicht (visuell) beobachtbares
- Anbahnung der Wärmeleitfähigkeit



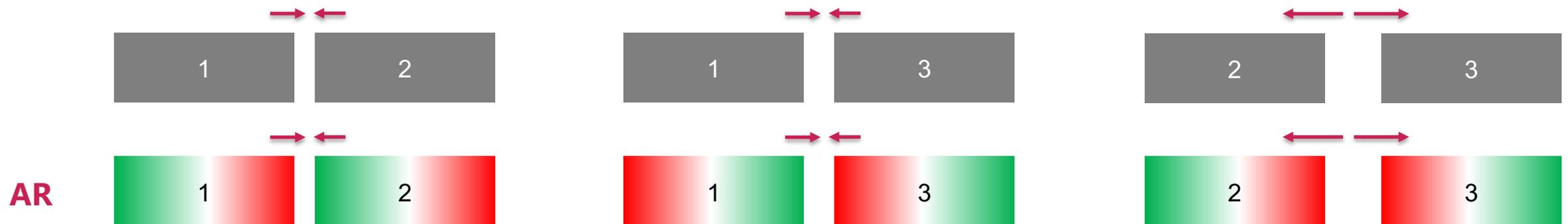
Entnommen aus Strzys et al., 2017

Einsatzmöglichkeiten von AR im (naturwissenschaftlich-orientierten) SU

Beispiel 4: Elektrik - Visualisierung des Magnetismus (Idee: Abdusselam & Karal, 2020; Barma et al., 2015; Buesing & Cook, 2013)

„Ist es ein Magnet oder wird es nur von einem Magneten angezogen?“

- Farbliche Visualisierung des Magnetismus mittels AR zur Unterscheidung: Magnet – magnetisiertes Metall
- AR visualisiert modellhaft die „Polung“



→ Anbahnung der Differenzierung: Dauermagnet – magnetisierbarer Stoff

AR im Sachunterricht – Wo stehen wir?

Bisher:

AR als „Werkzeug“ bei innerperspektivischen Themen

- In der naturwissenschaftlichen Perspektive (Fachbezüge: Chemie, Physik, Biologie,...)
- In der historischen Perspektive (Fachbezug: Geschichte)
- ...

Zukünftig:

Vielperspektivische Auseinandersetzung mit Aspekten von Augmentierung, z.B.:

- Augmentierte Werbung
- Augmentierung von Gesichtern bei Deepfake
- „Verschmelzung“ von Realität und Digitalität



<https://empathie-agentur.de/wird-ar-marketing-das-neue-erfolgstoel-in-der-werbung/>

ORIGINAL

DEEPFAKE



<https://www.youtube.com/watch?v=-QvIX3cY4Ic> (Bildausschnitt bei 2:39)

- **Theoretische Verortung**
- **Augmented Reality (AR) im Sachunterricht**

Begriffsklärung

Forschungsstand

Einsatzmöglichkeiten von AR im Sachunterricht

- **Fazit**

- AR hat Potential, im SU eingesetzt zu werden, muss weiter erforscht werden
- Bisherige Einsatzmöglichkeiten v. AR für den SU fokussieren den Einsatz von AR als Werkzeug im Sinne Lernens *mit* AR bei (isolierten) innersperspektivischen Fachinhalten
- Wünschenswert: Mehr Forschung und Entwicklung zum Lernen über AR, insb. vielperspektivische Auseinandersetzung mit den (Aus-)wirkungen von Augmentierung

- Abdusselam**, M. S., & Karal, H. (2020). The effect of using augmented reality and sensing technology to teach magnetism in high school physics. *Technology, Pedagogy and Education*, 29(4), 407–424.
- AG Medien und Digitalisierung der GDSU** (2019). *Sachunterricht und Digitalisierung – Positionspapier der GDSU – AG Medien und Digitalisierung*.
- Altmeyer**, K., Kapp, S., Thees, M., Malone, S., Kuhn, J., & Brünken, R. (2020). The use of augmented reality to foster conceptual knowledge acquisition in STEM laboratory courses—Theoretical background and empirical results. *British Journal of Educational Technology*, bjet.12900.
- Astra**, I. M., & Saputra, F. (2018). The Development of a Physics Knowledge Enrichment Book " *Optical Instrument Equipped with Augmented Reality* " to Improve Students' Learning Outcomes. *Journal of Physics: Conference Series*, 1013, 012064.
- 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.
- Barma**, S., Daniel, S., Bacon, N., Gingras, M.-A., & Fortin, M. (2015). Observation and analysis of a classroom teaching and learning practice based on augmented reality and serious games on mobile platforms. *International Journal of Serious Games*, 2(2).
- Buesing**, M., & Cook, M. (2013). Augmented Reality Comes to Physics. *The Physics Teacher*, 51(4), 226–228.
- Cai**, S., Chiang, F.-K., & Wang, X. (2013). Using the Augmented Reality 3D Technique for a Convex Imaging Experiment in a Physics Course. *International Journal of Engineering Education*, 29(4), 856–865.
- Demarmels**, S. (2012). Als ob die Sinne erweitert würden... Augmented Reality als Emotionalisierungsstrategie. *IMAGE* 16, 34-51.
- Duit**, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M., & Parchmann, I. (2012). *The Model of Educational Reconstruction – a framework for improving teaching and learning science*.
- Dünser**, A., Walker, L., Horner, H., & Bentall, D. (2012). Creating Interactive Physics Education Books with Augmented Reality. *Proceedings of the 24th Australian Computer-Human Interaction Conference, November 26-30, Melbourne, Victoria, Australia*, 107–114.
- Enyedy**, N., Danish, J. A., Delacruz, G., & Kumar, M. (2012). Learning physics through play in an augmented reality environment. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 7(3), 347–378.
- 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 Fachdidaktik** (GfD) 2018. *Fachliche Bildung in der digitalen Welt – Positionspapier der Gesellschaft für Fachdidaktik*.
- Gesellschaft für Informatik** (GI) 2016. *Dagstuhl-Erklärung – Bildung in der digital vernetzten Welt*.
- Gervé**, F. (2019). *Digitalisierung und Bildung in der Grundschule*. In K. Götz, J. Heider-Lang & A. Merkert: *Digitale Transformation in der Bildungslandschaft – den analogen Stecker ziehen?* Augsburg: Rainer Hampp (S. 98-114).
- Gervé**, F., & Peschel, M. (2013). Medien im Sachunterricht. In E. Gläser & G. Schönknecht (Hrsg.), *Sachunterricht in der Grundschule* (S. 58–79). Grundschulverband.
- 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.
- Ibanez**, M.-B., De Castro, A. J., & Delgado Kloos, C. (2017). An Empirical Study of the Use of an Augmented Reality Simulator in a Face-to-Face Physics Course. *2017 IEEE 17th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 469–471.

- Irion**, T. (2016). Digitale Medienbildung in der Grundschule—Primarstufenspezifische und medienpädagogische Anforderungen. In M. Peschel & T. Irion (Hrsg.), *Neue Medien in der Grundschule 2.0: Grundlagen-Konzepte-Perspektiven* (Bd. 141, S. 16–30). Grundschulverband e.V.
- Kattmann**, U., Duit, R., Gropengießer, H., & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3(3), 3–18.
- Kapp**, S., Thees, M., Strzys, M. P., Beil, F., Kuhn, J., Amiraslanov, O., Javaheri, H., Lukowicz, P., Lauer, F., Rheinländer, C. & Wehn, N. (2019). Augmenting Kirchhoff's laws: Using augmented reality and smartglasses to enhance conceptual electrical experiments for high school students. *The Physics Teacher*, 57(1), 52–53.
- 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.
- Liu**, D. S.-M., Yung, C.-H., & Chung, C.-H. (2011). A Physics-Based Augmented Reality Jenga Stacking Game. *2011 Workshop on Digital Media and Digital Content Management*, 1–8.
- Peng**, J. J., & Müller-Wittig, W. (2010). Understanding Ohm's law: Enlightenment through augmented reality. *ACM SIGGRAPH ASIA 2010 Sketches on - SA '10*, 1–2.
- Permana**, A. H., Mulyati, D., Bakri, F., Dewi, B. P., & Ambarwulan, D. (2019). The development of an electricity book based on augmented reality technologies. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157, 032027.
- 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.
- Strzys**, M. P., Kapp, S., Thees, M., Klein, P., Lukowicz, P., Knierim, P., Schmidt, A., & Kuhn, J. (2018). Physics holo.lab learning experience: Using smartglasses for augmented reality labwork to foster the concepts of heat conduction. *European Journal of Physics*, 39(3), 035703.
- Teichrew**, A., & Erb, R. (2020). Einsatz und Evaluation eines Augmented Reality-Experiments zur Optik. *Naturwissenschaftliche Kompetenzen in der Gesellschaft von morgen.*, 978–990.
- Thees**, M., Kapp, S., Strzys, M. P., Beil, F., Lukowicz, P., & Kuhn, J. (2020). Effects of augmented reality on learning and cognitive load in university physics laboratory courses. *Computers in Human Behavior*, 108, 106316.
- Weatherby**, T., Wilhelm, T., Burde, J.-P., Beil, F., Kapp, S., Kuhn, J., & Thees, M. (2020). Visualisierungen bei Simulationen von einfachen Stromkreisen. *Naturwissenschaftliche Kompetenzen in der Gesellschaft von morgen.*, 1007–1010.



Augmented Reality im naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterricht – „Was geht?“

Das zugrundeliegende Forschungsprojekt GeAR wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (Förderkennzeichen 01JD1811B) gefördert.

GEFÖRDERT VOM





**UNIVERSITÄT
DES
SAARLANDES**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

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

www.markus-peschel.de