



# Gestaltung von Lehr- Lernumgebungen mit Augmented Reality (AR)

GFD-Tagung 2020

Universität Regensburg

23.09.2020

**Luisa Lauer, Markus Peschel**

Didaktik des Sachunterrichts

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät

GEFÖRDERT VOM



- **Theoretischer Hintergrund: AR in (fachlichen) Lehr-Lernsituationen**
- **Gestaltung einer AR-Lehr-Lernumgebung für Kinder im Grundschulalter**
- **Fazit: Veränderung der Gestaltung von Lehr-Lernumgebungen mit AR**

- **Theoretischer Hintergrund: AR in (fachlichen) Lehr-Lernsituationen**
- **Gestaltung einer AR-Lehr-Lernumgebung für Kinder im Grundschulalter**
- **Fazit: Veränderung der Gestaltung von Lehr-Lernumgebungen mit AR**

# Digitale Medien in fachlichen Lehr- Lernsituationen

**Medienpädagogik:** Erzieherische, persönlichkeitsbildende, gesellschaftliche, politische Aspekte des Medieneinsatzes (Gervé & Peschel, 2013)

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

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

Aushandlung zwischen technischen Möglichkeiten des

digitalen



# Augmented Reality – real und virtuell

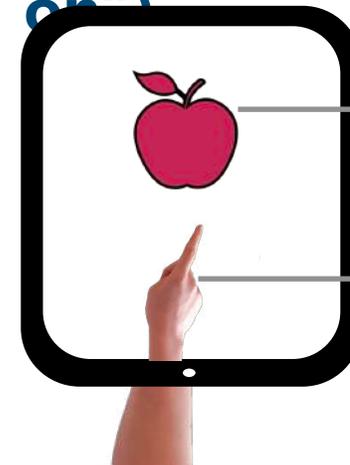
**Augmented Reality:** Erweiterung der Wahrnehmung durch digitale Inhalte (Azuma, 2001)

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

**Smartglasses („see-through“)**



**Display-Geräte („look-on“)**



# Augmented Reality – real und virtuell

## Verortung im Realitäts-Virtualitäts-Kontinuum (Milgram, 1994)

Mixed Reality

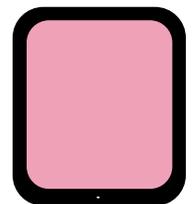
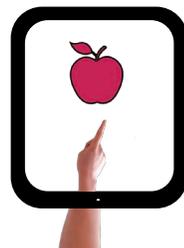


Realität

**Augmented  
Reality (AR)**

Virtualität

(VR)



# AR in fachlichen Lehr-Lernsituationen?

**Medienpädagogik:** Individualisierung des Lernprozesses, Adaptivität der Lernumgebung, ...

**Mediendidaktik:** Echtzeit-Einblendung virtueller Informationen, die mit realen Objekten in Verbindung stehen

**Fachdidaktik:**

Welche Lerninhalte können von AR profitieren?  
→ Aushandlung zwischen technischen Möglichkeiten von AR und den Anforderungen des Fachinhalts (Lauer et al., 2020b; Seibert et al., 2020)

- Theoretischer Hintergrund: AR in (fachlichen) Lehr-Lernsituationen
- **Gestaltung einer AR-Lehr-Lernumgebung für Kinder im Grundschulalter**
- Fazit: Veränderung der Gestaltung von Lehr-Lernumgebungen mit AR

## Überblick: Augmented Reality mit physikalischen Fachbezügen

### Optik

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

### Thermodynamik

Farbdarstellung von Temperaturmesswerten (Strzys et al., 2018)

### 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)

### Elektrik

Abdusselam & Karal, 2020; Altmeyer et al., 2020; Barma et al., 2015; Buesing & Cook, 2013; Dünser et al., 2012; Ibanez et al., 2017; Kapp et al., 2019; Permana et al., 2019; Peng & Müller-Wittig, 2010; Thees et al., 2020; Weatherby et al., 2020; ...

## Augmented Reality - Elektrik

- Anzeige von Messwerten 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. Potenzials (Weatherby et al., 2020)

## Augmented Reality in der Elektrik – Systematisierung

- Messwertanzeige in elektr. Schaltungen (Altmeyer et al., 2020; Kapp et al., 2019; Thees et al., 2020) **Visualisierung multipler Repräsentationen**
- 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) **Simulationen von Experimenten**
- Anzeige (elektro-)magnetischer Feldlinien (Abdusselam & Karal, 2020; Barma et al., 2015; Buesing & Cook, 2013) und elektrischer Ladungen (Permana et al., 2019) **Visualisierung nicht-beobachtbarer Dinge**
- Darstellung des elektr. Potenzials (Weatherby et al., 2020) **Visualisierung von Modellvorstellungen**

# Fachliches Lernen mit AR: Auswahl des Lerninhalts

## Lerninhalt

**S**

**Verbindliche Kompetenzerwartungen**

- Stromkreisläufe unterschiedlicher Komplexität selbst bauen und darstellen

**Verbindliche Inhalte**

- Stromkreis mit Batterie und Lampe bauen
- Schaltskizzen zeichnen

Kernlehrplan Sachunterricht Saarland  
(2010)

**Lernschwierigkeiten:** (Stork & Wiesner, 1981; Wilhelm & Hopf, 2018; Wodzinski, 2011)

- Verknüpfung des Bauteils mit zugehörigem Symbol
- Erkennung der Schaltungsart
- Abstraktion: Vom „Kabelverlauf“ zur Schaltskizze



Gleichzeitige Visualisierung der Bauteile bzw. Schaltungen und ihrer jeweiligen symbolischen Repräsentationen durch AR!

## Lerninhalt: Schaltskizzen

### Fachliche Schwierigkeiten

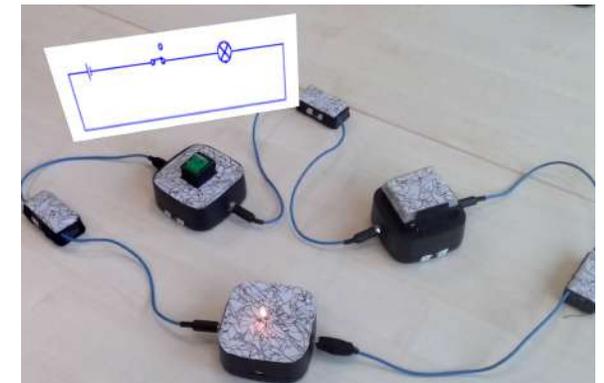
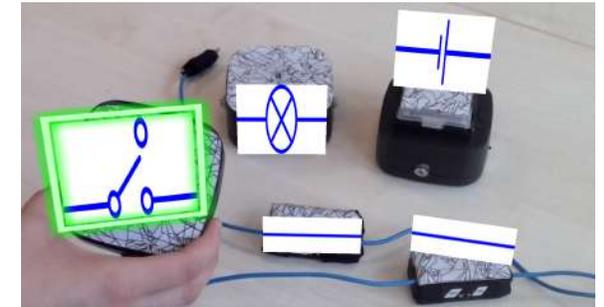
- Erkennung des Bauteils
- Abstraktion des Kabelverlaufs
- Erkennung der Schaltungsart

### Technische Spezifika der AR-

#### Umgebung

- Visualisierung und Hervorhebung (van Gog, 2014) des Schaltsymbols des Bauteils
- Visualisierung der abstrakten Schaltskizze
- Visualisierung von Reihen- und Parallelschaltungen (Work in Progress)

### Praktische Umsetzung



- **Theoretischer Hintergrund: AR in (fachlichen) Lehr-Lernsituationen**
- **Gestaltung einer AR-Lehr-Lernumgebung für Kinder im Grundschulalter**
- **Fazit: Veränderung der Gestaltung von Lehr-Lernumgebungen mit AR**

- **Zentrale Gestaltungsinnovationen von AR: räumliche und semantische Echtzeit-Verknüpfung realer und virtueller Inhalte**
  - **Einsatz von AR aus fachdidaktischer Sicht: Aushandlung zwischen technischen Möglichkeiten/Grenzen und Fachinhalt**
- Konzeption und Reflexion des Einsatz von AR immer auch aus einer fachdidaktischen Perspektive!** (Seibert et al., 2020; Wu et al., 2013)

**Abdussselam**, 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.

**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.

**Enyedý**, 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., & Peschel, M. (2013). Medien im Sachunterricht. In E. Gläser & G. Schönknecht (Hrsg.), *Sachunterricht in der Grundschule* (S. 58–79). Grundschulverband.

**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.

**Kapp**, S., Thees, M., Strzys, M. P., Beil, F., Kuhn, J., Amirasanov, 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.

**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 Elektrik. In S. Habig (Hrsg.). *Naturwissenschaftliche Kompetenzen*

- Lauer, L., Peschel, M., Altmeyer, K., Malone, S., Brünken, R., Javaheri, H., Amiraslanow, 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* (im Druck).
- 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 (im Druck).
- 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.
- Milgram, P., & Kishino, F.** (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information Systems*, E77-D(12).
- 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.
- Seibert, J., Lauer, L., Marquardt, M., Peschel, M. & Kay, C.** (2020). deAR: didaktisch eingebettete Augmented Reality . In K. Kaspar, M. Becker-Mrotzek, S. Hofhues, J. König & D. Schmeinck (Hrsg.). *Bildung, Schule Digitalisierung* (S. 460-465). Münster: Waxmann (im Druck).
- Stork, E. & Wiesner, H.** (1981). Schülervorstellungen zur Elektrizitätslehre und Sachunterricht. Bericht über einen Versuch zur Integration von fachdidaktischer Forschung und schulpraktischer Ausbildung an der Universität. *Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe 9*, 1981 (S. 218-230).
- 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.
- Teichrow, 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.
- van Gog, T.** (2014). The Signaling (or Cueing) Principle in Multimedia Learning. In R. Mayer (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (2. Aufl., S. 263–278). Cambridge University Press.
- Wang, H.-Y., Duh, H. B.-L., Li, N., Lin, T.-J., & Tsai, C.-C.** (2014). An Investigation of University Students' Collaborative Inquiry Learning Behaviors in an Augmented Reality Simulation and a Traditional Simulation. *Journal of Science Education and Technology*, 23(5), 682–691.
- 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.
- Wilhelm, T., & Hopf, M.** (2018). Schülervorstellungen zum elektrischen Stromkreis. In H. Schecker, T. Wilhelm, M. Hopf, & R. Duit (Hrsg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht—Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis* (S. 115–138). Springer Spektrum.



# Gestaltung von Lehr- Lernumgebungen mit Augmented Reality (AR)

**Luisa Lauer, Markus Peschel**

Wir danken der AG von Herrn Prof. Dr. Paul Lukowicz für die technische Entwicklung und Optimierung der Hard- und Software der AR-Lehr-Lernumgebung zu Schaltskizzen für die Primarstufe.

Die beschriebene Forschung bzw. Entwicklung wird das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des Projekts GeAR (Förderkennzeichen 01JD1811B) 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)