

Luisa Lauer  
Markus Peschel  
Johann Seibert  
Vanessa Lang  
Annika Eichinger  
Kristin Altmeyer  
Sarah Malone  
Mareike Kelkel  
Sarah Bach  
Franziska Perels  
Christopher W.M. Kay

Universität des Saarlandes

### **Untersuchung der Wirkungen von AR-Visualisierungstechniken in der Primarstufe**

In diesem Beitrag wird eine Studie zur Untersuchung der Wirkungen von Augmented Reality (AR) -Technologien in der Primarstufe vorgestellt. Sie dient der Erforschung grundlegender Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes von AR-Technologien in Lehr-Lernsituationen aus fachdidaktischer Sicht für den naturwissenschaftlich-orientierten<sup>1</sup> Sachunterricht der Primarstufe. Zunächst wird der theoretische Hintergrund bezüglich der Wirkung der verschiedenen AR-Technologien beschrieben. Daraus wird das Design für eine experimentelle Evaluationsstudie zur Untersuchung der Wirkungen verschiedener AR-Technologien in der Primarstufe am Beispiel Elektrik abgeleitet.

#### **Theoretischer Hintergrund**

Während die Echtzeit-Darbietung digital generierter oder replizierter Inhalte schon länger durch Technologien, wie z.B. bei Echtzeit-Messwerterfassung oder Live-Streaming, möglich ist, stellt AR in zweifacher Hinsicht eine technische Innovation dar: AR ermöglicht die (Echtzeit-)Integration von Inhalten ins unmittelbare Blickfeld und außerdem eine Interaktion zwischen realen und virtuellen (also nur über das AR-Gerät wahrnehmbaren) Objekten bzw. Signalen (Azuma, 2001). Diese Objekte bzw. Signale können z.B. Bilder/Grafiken, Audiosignale, Videos oder Animationen sein. AR kann entweder über spezielle halbtransparente Brillen (AR-Smartglasses, „see-through“-AR) oder über die Kameraansicht auf Display-Geräten, z.B. Tablets („look-on“-AR) realisiert werden. Bisherige Forschungen zum Lernen mit AR deuten darauf hin, dass durch AR im Vergleich zu anderen (digitalen) Techniken Werkzeugen ein positiver Einfluss auf das Lernen, insbesondere im Kontext von Technik-Themen besteht (Garzón & Acevedo, 2019; Wu et al., 2013). Angesichts zahlreicher Forschungsaktivitäten zum Lernen mit AR in der Primarstufe im internationalen Raum (z.B. Chen et al., 2017) und für den (naturwissenschaftlichen) Unterricht der Sekundarstufen in Deutschland (z.B. Altmeyer et al., 2020) besteht insbesondere für den Sachunterricht der

---

<sup>1</sup> Der Begriff „naturwissenschaftlich-orientierter“ Sachunterricht meint den Sachunterricht der Primarstufe mit seiner naturwissenschaftlichen Perspektive, wie sie der Perspektivrahmen der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts formuliert wird (GDSU, 2013). Eine vielperspektivische Herangehensweise an das Lernen *mit* und *über* AR im sachunterrichtsdidaktischen Sinne (GDSU, 2019) findet in der Studie noch keine Anwendung, da es sich um Grundlagenforschung zu Wirkungen der Technik im Allgemeinen handelt.

Primarstufe noch ein erhebliches Forschungsdesiderat bzgl. des Lernens mit AR (Lauer et al., 2020a).

Die beiden beschriebenen AR-Technologien (AR-Smartglasses und Tablet-AR) unterscheiden sich nicht nur in der generellen Handhabung (Brille auf dem Kopf, die das Blickfeld vollständig einnimmt vs. Tablet-Kamerasicht), sondern auch in der Art der wahrnehmbaren Repräsentationen (Ainsworth, 2006; Schnotz & Bannert, 2003) von Objekten: Während bei AR-Smartglasses die virtuellen Objekte direkt in die reale Umgebung eingefügt werden, werden die virtuellen Objekte nur in einem digital replizierten Abbild der realen Umgebung (depiktionale bzw. konkret-ikonische Repräsentation (Purchase, 1998) angezeigt. Ziel der Studie ist es, zu untersuchen, wie sich diese verschiedenen AR-Visualisierungstechnologien (=Repräsentationstechnologien) auf das Lernen (beispielhaft anhand eines ausgewählten Fachinhalts aus dem Themenbereich Elektrik<sup>2</sup>) bei Kindern im Grundschulalter auswirken.

### **Studiendesign**

Zur Untersuchung der Fragestellung wird derzeit an der Universität des Saarlandes eine experimentelle Evaluationsstudie mit Kindern im Alter von 8-10 Jahren durchgeführt. Wie in Abb. 1 dargestellt, werden vier Bedingungen unterschieden, die sich in der räumlichen und/oder zeitlichen Nähe der realen Objekte (Bauteile) und virtuellen Objekte (Schaltsymboliken) unterscheiden: In den Bedingungen „AR-Smartglasses“ und „AR-Tablets“ werden AR-Echtzeit-Visualisierungen über Smartglasses bzw. über Tablets in das Blickfeld integriert. Der Vergleich dieser beiden Bedingungen soll Hinweise auf Unterschiede zwischen den jeweils dargebotenen Arten von Repräsentationen (s.o.) bzgl. ihrer Auswirkungen auf das Lernen liefern. Die Kontrollbedingung „Non-AR-Visualisierung“ dient der Evaluation des Nutzens der Integration der Echtzeit-Visualisierung ins unmittelbare Blickfeld durch AR, während die Kontrollbedingung ohne Echtzeitvisualisierung zur Evaluation des Nutzens der Echtzeitvisualisierung an sich dient. Nach der jeweiligen (fachbezogenen und different AR-vermittelten) Intervention wird die Leistung der Kinder in einem schriftlichen bzw. praktischen Test zum Fachinhalt der Intervention gemessen (Abb. 1).

Vor der Intervention werden das Vorwissen bzgl. relevanter Fachinhalte aus dem Themenbereich Elektrik, insbesondere auch zu den Vorstellungen über den elektrischen Strom (Stork & Wiesner, 1981; Wilhelm & Hopf, 2018), sowie das Interesse für das Thema Elektrik und die aktuelle Motivation (Ryan & Deci, 2000) erhoben. Nach der Intervention werden neben der aktuellen Motivation außerdem die kognitive Belastung, sowie die Usability der AR-Technologie evaluiert. Die Messung und Analyse von Motivation, kognitiver Belastung (Sweller, 2011) und Usability (Brooke, 1996) werden von unseren Projektpartnern der AG Prof. Dr. Brünken, Lehrstuhl für empirische Bildungsforschung an der Universität des Saarlandes durchgeführt. Die Befunde zum Einfluss der verschiedenen Bedingungen bzgl. Motivation, kognitiver Belastung und Usability dienen der Varianzaufklärung bei der Interpretation von ggf. vorliegenden Unterschieden bei der gemessenen Leistung im Nachtest zum Fachinhalt der Intervention.

---

<sup>2</sup> Das der Studie zugrunde liegende Lehr-Lernszenario adressiert das Erlernen von Schaltsymboliken für elektrische Bauteile und Schaltungen (Lauer et al., 2020b).

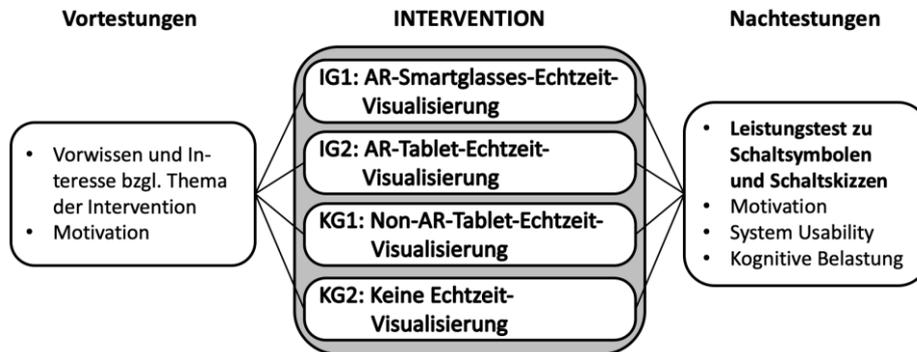


Abb. 1. Schematische Darstellung des Studienablaufs.

### Fazit und Ausblick

Die dargestellte Studie und deren Befunde fungieren zur Gewinnung grundlegender Erkenntnisse über Einsatzmöglichkeiten und -grenzen von AR im Sachunterricht der Primarstufe. Die Erforschung dieser Möglichkeiten bzw. Grenzen findet zunächst „monoperspektivisch“<sup>3</sup> und exemplarisch an einem ausgewählten Themenbereich des naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterrichts statt. Die gewonnenen Erkenntnisse müssen anschließend in sachunterrichtlichen Modellierungen Medialen Lernens und im Diskurs des Lernens *mit* und *über* Medien (Peschel, 2020) analysiert werden.

### Danksagungen

Wir danken der AG von Herrn Prof. Dr. Brünken, Lehrstuhl für empirische Bildungsforschung, von der Universität des Saarlandes für die Zusammenarbeit bei der Konzeption, Planung, Durchführung und Auswertung der Studie. Ebenfalls danken wir der AG von Herrn Prof. Dr. Lukowicz vom Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) in Kaiserslautern für die technische Entwicklung und Optimierung der AR-Anwendung und der speziellen Bauteile für die Intervention.

### Förderhinweis

Die beschriebene Forschung wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des Projekts GeAR (Förderkennzeichen: 01JD1811B) finanziert.

### Literatur

- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, 16(3), 183–198.
- 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.

<sup>3</sup> „Monoperspektivisch“ beschreibt die vormalig beschriebene nicht-vielperspektivische (GDSU, 2013) Grundlegung und Erforschung des Lernens mit AR im Rahmen dieser Studie, wie sie meist bei sachunterrichtsbezogener Forschung zum Lehren und Lernen Anwendung findet.

- Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(6), 34–47.
- Brooke, J. (1996). SUS: a "quick and dirty" usability scale. In: P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester, & A. L. McClelland (Hrsg.): *Usability Evaluation in Industry*. London: Taylor and Francis.
- 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.
- Garzón, J., & Acevedo, J. (2019). Meta-analysis of the impact of Augmented Reality on students' learning gains. *Educational Research Review*, 27, 244–260.
- Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (2013). *Perspektivrahmen Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) (2020 i.V.). *Sachunterricht und Digitalisierung – Positionspapier der GDSU*.
- 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.
- Lauer, L., Peschel, M., Marquardt, M., Seibert, J., Lang, V., & Kay, C. (2020a). 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).
- Lauer, L., Peschel, M., Altmeyer, K., Malone, S., Brünken, R., Javaheri, H., Amiraslanow, O., Grünerbl, A., & Lukowicz, P. (2020b). Real-time visualization of electrical circuit schematics: An augmented reality experiment setup to foster representational knowledge in introductory physics education. *The Physics Teacher*, 58, 518–519.
- Mayer, R. E. (2005). Cognitive Theory of Multimedia Learning. In R. E. Mayer (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (S. 31). Cambridge University Press.
- Peschel, M. (2020). Welterschließung als sachunterrichtliches Lernen mit und über digitale Medien—Lernen mit und über digitale Medien als Ausgangspunkt einer umfassenden Sachbildung. In M. Thumel, R. Kammerl, & T. Irion (Hrsg.), *Digitale Bildung im Grundschulalter—Grundsatzfragen zum Primat des Pädagogischen* (S. 341–355). kopaed.
- Purchase, H. C. (1998). Defining multimedia. *IEEE Multimedia*, 5(1), 8–15.
- Ryan, R. & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25, S. 54–67.
- Schnotz, W., & Bannert, M. (2003). Construction and interference in learning from multiple representation. *Learning and Instruction*, 13(2), 141–156.
- 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, 218–230.
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive Load Theory*. Springer New York.
- 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.
- 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.