

Fach-Mediales Lernen – Augmented Reality (AR) im Chemie- und Sachunterricht

Fach-mediales Lernen mit Augmented Reality

Die Nutzung digitaler Medien in fachlichen Lehr-Lernsituationen soll aus Sicht der Gesellschaft für Fachdidaktik eine mediale Unterstützung fachlichen Lernens und gleichzeitig die fachliche Grundlegung medialen Lernens adressieren (GFD, 2018). Dabei sollten der konkrete Einsatz und die Ausrichtung des Unterrichts nunmehr mittels fachdidaktischer Rekonstruktion des Lerninhalts (Duit et al, 2012; Kattmann et al., 1997, Peschel, 2016) unter Einbezug medialer Aspekte in Sinne einer fach-medien-didaktischen Rekonstruktion (Lauer & Peschel, 2021) vorgenommen werden, was eine erweiterte Aushandlung zwischen den technischen Möglichkeiten des digitalen Mediums und den Anforderungen des Fachinhalts einschließt. Das TPACK-Modell (Gesellschaft für digitale Bildung, adaptiert von Harris und Hofer, 2011), das Dagstuhl-Dreieck (GI, 2016) und andere Modellierungen (z.B. Gervé & Peschel 2013) beschreiben notwendige Kompetenzen für Lehrende bzw. verschiedene Perspektiven der Betrachtung digitaler Medien in Lehr-Lernsituationen. Die Didaktik des Sachunterrichts schreibt digitalen Medien im Sinne des vielperspektivischen, welterschließenden Lernens in Lehr-Lernsituationen eine doppelte Funktion zu: Beim Einsatz von digitalen Medien soll nicht nur *mit*, sondern auch (kritisch-reflexiv) *über* digitale Medien (GDSU, 2021; Peschel, 2020) gelernt werden. Entsprechend adressiert über das Dagstuhl-Dreieck (GI, 2016) hinausgehende Kreismodell (Peschel 2016; GDSU 2021), ein zentrales Medienverständnis, mithilfe dessen digitale Medien als perspektivenvernetzender Themenbereich im Mittelpunkt einer vielperspektivischen Auseinandersetzung in Lehr-Lernsituationen stehen.

Ein besonderes und sehr innovatives Medium in Lehr-Lernsituationen – insbesondere unter fachdidaktischen Gesichtspunkten im MINT-Bereich (Lauer & Peschel, 2021) ist Augmented Reality (AR). AR ermöglicht die Erweiterung der (realen) Wahrnehmung durch digital generierte (virtuelle) Informationen (Azuma, 2001) und erlaubt so die räumliche und semantische Echtzeit-Verschränkung realer und virtueller Objekte und Lerninhalte (im Gegensatz zu VR, das sich vornehmlich auf digitale Inhalte bezieht). Bezüglich des Einsatzes von AR im naturwissenschaftlichen Unterricht besteht insgesamt noch ein großes Forschungsdesiderat (Akçayır & Akçayır, 2017), da diese neue Technologie zunächst adaptiert und dann in Fach-Medien-Situationen erforscht werden muss. Das deAR-Modell (Seibert et al., 2020b) stellt dazu ein Planungsmodell zur Entwicklung und Erforschung von AR in Lehr-Lernsituationen bereit, welches die Fach-Mediale Rekonstruktion des Fachinhalts zum Einsatz der AR beschreibt.

Beispiel 1: Didaktisch eingebettete AR im Chemieunterricht

Das deAR-Modell als (medien-)didaktisch-pädagogisches Planungsmodell (Seibert et al. 2020b) bildet in dem gewählten Beispiel die Grundlage zur Entwicklung einer AR-Lehr-Lernumgebung zum Lithium-Ionen-Akku (Seibert et al., 2020a). Chemieunterricht zählt das individuelle Lernen über makroskopische Phänomene mit Modellierungen auf der

Teilchenebene zu den grundlegenden Werkzeugen. Wie bei jeder Neukonzeption eines Lehr-Lernszenarios waren bei der Implementierung dieses Lernangebotes mitunter pädagogische Überlegungen (vgl. Primat der Pädagogik, z.B. Mitzlaff, 2010) Ausgangspunkt der inhaltlichen Konzeption. Hierbei spielt in erster Linie die adressierte Lerngruppe bzw. die pädagogischen (individuellen) Gegebenheiten eine zentrale Rolle. Durch den Einsatz von AR als Form der medialen Darbietung kann es u.a. zur Förderung der (kooperativen) Auseinandersetzung der Lernenden mit dem Fachinhalt kommen. Aufbauend darauf wurde eine Fach-Medien-Didaktische Rekonstruktion des Lerninhalts (fachliche, fachdidaktische, pädagogische und insbesondere mediendidaktische Überlegungen) durchgeführt.

Die Frage, die sich in diesem exemplarischen Fall daraus ergibt und die in der AR-Umgebung als spezifischer Lerninhalt hier exemplarisch vorgestellt wird, lautete: „Wie ist ein Lithium-Ionen-Akku aufgebaut und wie lässt sich seine Funktionsweise auf Teilchenebene erklären?“. Daraus entwickeln sich weitere fachdidaktische Überlegungen, wie der Wechsel zwischen den verschiedenen Repräsentationsebenen, also zwischen Stoffebene (dem Aufbau bzw. den Komponenten eines Lithium-Ionen-Akkus) und Teilchenebene (der Interkalation von Lithium-Ionen in ein Graphitgitter) didaktisch umgesetzt und gelernt könnte. Da AR die Echtzeit-Visualisierung semantisch verschränkter Inhalte in örtlicher Nähe zu realen Objekten ermöglicht, wurden folgende Realisierungen bzgl. der Funktion der AR und ihrer Fach-Medialen Gestaltungsmöglichkeiten getroffen: Mögliche Lernschwierigkeiten bzw. auftretender Probleme können mit AR z.B. durch die (virtuelle) Zerlegung des Li-Ionen-Akkus (makroskopische „reale“ Ebene) und die Visualisierung von Vorgängen auf submikroskopischer Ebene samt jederzeitigem Wechsel zwischen Repräsentations-(Augmentation (A) = virtuelle Bauteile auf makroskopischer Ebene und Reality (R) = Realobjekt des Akkus) und Anschauungsebene (Augmentation (A) = Teilchendarstellung auf mikroskopischer Ebene und Reality (R) = nicht mit dem bloßen Auge erkennbar) unterstützt werden. Durch Interaktion mit der AR-Umgebung können Lernenden selbstständig und zu jedem Zeitpunkt eine Auswahl von virtuellen Ergänzungen zur Realsituation per Fingertap auf den Bildschirm des Tablets nutzen und die Repräsentationsebenen wechseln. Die AR dient in diesem Fall als „chemische Lupe“, welche die Lernenden durch den selbstgewählten Wechsel der Repräsentationsebenen dafür sensibilisiert, die verschiedenen Darstellungsebenen bewusster voneinander wahrzunehmen. Hierbei wird insbesondere der Kompetenzbereich der „Erkenntnisgewinnung“ angesprochen, wodurch die Schüler*innen für den Umgang mit Modellen bzw. modellhaften Repräsentationen sensibilisiert werden sollen (KMK, 2004).



Abb.1. AR-Anwendung zum Kennenlernen von Aufbau und Funktionsweise eines Lithium-Ionen-Akkus (links: Auswahl der makroskopischen Darstellung; rechts: Auswahl der submikroskopischen Darstellung)

Beispiel 2: Didaktisch eingebettete AR im Sachunterricht

Für den naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterricht der Primarstufe wurde eine Lehr-Lernanwendung durch fach-medien-didaktische Rekonstruktion gemäß dem deAR-Modell entwickelt. Die räumliche und semantische Echtzeitverknüpfung realer und virtueller Objekte von AR wird hier genutzt, um in Echtzeit Schaltsymboliken an (Bauteilen von) elektrischen Schaltungen zu visualisieren, da die kognitive Verknüpfung der realen Bauteile bzw. Schaltungen mit den zugehörigen symbolischen Repräsentationen eine zentrale Schwierigkeit beim Erlernen des Umgangs mit Schaltplänen darstellt (Lauer & Peschel, 2020). Die technische Realisierung erfolgte durch die Herstellung spezieller Bauteile, die gleichzeitig als Trigger für die AR genutzt wurden sowie deren Verbindungen/Kabelschaltungen mithilfe einer AR-Programmierung in Echtzeit bestimmt und mittels passender Schaltsymboliken ausgedrückt werden kann. Die Lehr-Lernanwendung wurde sowohl für die Nutzung mittels Tablets als auch für sogenannte Smartglasses entwickelt, um Differenzen der medialen Umsetzung in Vergleich zu analogen Lernszenarien zu erforschen. Die Tablet- und die Smartglasses-Variante werden bald im Rahmen einer Interventionsstudie bezüglich ihrer Wirkung auf das Erlernen von Schaltsymboliken verglichen. Die Erprobung und auch die Evaluation der entwickelten Lehr-Lernanwendung sind Gegenstand aktueller Auswertungen.

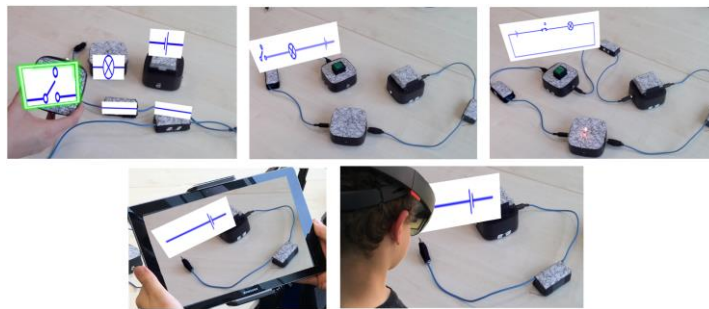


Abb. 2. Bauteile mit AR-Visualisierung von Schaltsymboliken und optischer Hervorhebung von Symbolen bei Berührung des Bauteils in einer Tablet- und einer Smartglasses-Variante. Entwicklung: AG Paul Lukowicz, DFKI Kaiserslautern.

Fazit

Jede neue Technik muss sich in didaktischen Lern-Situationen im MINT-Unterricht der Schule (und nicht nur da) innerhalb eines Fach-Medialen-Lernens beweisen, wozu auch AR-angereicherte Umgebungen auf „Virtualisierungs“-Ebene mit Verschränkungen des realen Lernraums zählen. Insbesondere AR hat hier ein – z.B. gegenüber VR – erweitertes Potential, was aber Berücksichtigungen auf der Ebene von Augmentation (A), Virtualität (V) und Realität (R) Ebene erfordert. Das DeAR-Modell stellt dabei eine praktikable Hilfe bei Planungen auf Modellebene (GI 2016, GDSU 2021) dar.

Literatur

AG Medien und Digitalisierung der GDSU (2019). *Sachunterricht und Digitalisierung – Positionspapier der GDSU – AG Medien und Digitalisierung*.

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.

- 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.
- Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M., & Parchmann, I. (2012). *The Model of Educational Reconstruction – a framework for improving teaching and learning science*.
- 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. (2021). *Sachunterricht und Digitalisierung*. <https://tinyurl.com/9es9t7ds> (Abgerufen am 30.10.2021)
- 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*.
- Harris, J. & Hofer, M. (2011). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) in action: A descriptive study of secondary teachers' curriculum-based, technology-related instructional planning. *Journal of Research on Technology and Education*, 43(3), 211-229.
- Huwer, J., Irion, T., Kuntze, S., Schaal, S., & Thyssen, C. (2019). Von TPaCK zu DPaCK – Digitalisierung im Unterricht erfordert mehr als technisches Wissen. *MNU Journal*, 05, 358–364.
- 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.
- Kultusministerkonferenz (KMK) (2004). Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss. <https://tinyurl.com/jv6d8tfj> (Abgerufen am 28.10.2021)
- Lauer, L., & Peschel, M. (2021). Gestaltung von Lehr-Lernumgebungen mit Augmented Reality (AR). In C. Maurer, K. Rincke, & M. Hemmer (Hrsg.), *Fachliche Bildung und digitale Transformation— Fachdidaktische Forschung und Diskurse. Fachtagung der Gesellschaft für Fachdidaktik 2020* (S. 64–67). pedocs.
- Lauer, L., Altmeyer, K., Malone, S., Barz, M., Brünken, R., Sonntag, D., & Peschel, M. (2021). Investigating the Usability of a Head-Mounted Display Augmented Reality Device in Elementary School Children. *Sensors*, 21(19), 6623.
- Mitzlaff, H. (2010). ICT in der Grundschule und im Sachunterricht – Gestern – heute – morgen – Ein Blick zurück nach vorne. In M. Peschel (Hrsg.). *Neue Medien im Sachunterricht* (S.7–30). Schneider Verlag Hohengehren.
- 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.
- Peschel, M. (2016). Mediales Lernen – Eine Modellierung als Einleitung. In M. Peschel (Hrsg.). *Mediales Lernen – Beispiele für inklusive Mediendidaktik* (S. 7–16). Schneider Verlag Hohengehren.
- 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* (pp. 341–355). kopaed.
- Seibert J., Marquardt, M., Gebhard, M., Kay, C.W.M. & Huwer, J. (2020a). Augmented Reality zur Visualisierung der Teilchenebene am Beispiel des Li-Ion Akkus. *Naturwissenschaften im Unterricht*, Heft 177/178, 86-91.
- Seibert, J., Lauer, L., Marquardt, M., Peschel, M., & Kay, C. W. M. (2020b). DeAR: didaktisch eingebettete Augmented Reality. In K. Kaspar, M. Becker-Mrotzek, S. Hofhues, J. König, & D. Schmeinck (Hrsg.), *Bildung, Schule, Digitalisierung* (S. 451–456). Waxmann.