

Johann Seibert¹
Vanessa Lang¹
Luisa Lauer¹
Annika Eichinger¹
Sarah Bach¹
Mareike Kelkel¹
Franziska Perels¹
Markus Peschel¹
Johannes Huwer²
Christopher W.M. Kay¹

¹Universität des Saarlandes
²Universität Konstanz

Augmented Reality als digitales Lernwerkzeug zur Visualisierung nicht-beobachtbarer Prozesse

Überlegungen zum Einsatz von Augmented Reality im chemischen Kontext

Augmented Reality (AR) kann das (audio-)visuelle Lernen als didaktisches Medium im Chemieunterricht (Seibert et al., 2020a) innovieren, indem in Lehr-Lernsituationen fachliche, fach- und mediendidaktische sowie pädagogische Aspekte in Bezug auf die mediale Vermittlung von Inhalten berücksichtigt werden. Besonders für die Modellbildung bei Schüler*innen scheint AR einen wichtigen Beitrag leisten zu können, da hierdurch nicht-beobachtbare Prozesse "sichtbar" und damit modellierbar(er) gemacht werden können (Seibert et al., 2020b). Die Visualisierung von z.B. Teilchen auf makroskopischer, (sub)mikroskopischer und symbolischer Ebene stellt zumeist eine grundlegende Problematik für Schüler*innen (aber auch für Student*innen) dar. Durch Visualisierung von Modellen sowie durch wiederholbare Ebenenwechsel (makroskopische, submikroskopische und symbolische Ebene) können Vorstellungen und Modellwechsel eigenaktiv, bewusst und mehrfach vollzogen sowie reflektiert werden. AR stellt in der Form ein neues, nützliches Werkzeug zur Bewältigung der kognitiven Hürde der Modellvorstellungen und -wechsel im naturwissenschaftlichen Unterricht dar.

In diesem Beitrag wird die Entwicklung der didaktischen Einbettung von AR an entwickelten Lehr-Lern-Szenarien anhand der o.g. Aspekte erläutert. In einem weiteren Schritt werden die Vorteile von AR zur Förderung der Modellbildung von Schüler*innen beispielhaft dargestellt.

Bei der Konzeption von AR-Lehr-Lern-Szenarien sollte - so die bisherige Analyse - ein multiperspektivistischer Aushandlungsprozess auf fachlicher, medialer, spezifischer AR und pädagogischer Ebene erfolgen. In Anlehnung an das von Seibert et al. (2020a) entwickelte deAR-Modell wurden Lehr-Lern-Szenarien entwickelt und entlang des o.g. multiperspektivistischen Aushandlungsprozesses konzipiert. Ausgangspunkt hierbei sind fachliche Aspekte der Chemie, bei denen zunächst die Frage beantwortet werden muss, inwiefern, AR-Anwendungen entsprechende chemische Fachinhalte überhaupt anreichern können, um aus fachdidaktischer Sicht einen Mehrwert für den Chemieunterricht generieren zu können. So können AR-Lehr-Lernszenarien dazu eingesetzt werden, um das Forschende Lernen nach Neber und Anton (2008) anzureichern. Hierbei sollen AR-Elemente diese fach-medien-didaktischen Aspekte unterstützen und Realitäten durch visuelle Einblendungen mittels AR virtuell anreichern. Im Sinne der Individualisierung wurden aus fachdidaktischer

Sicht differenzierende Maßnahmen innerhalb der (digitalen) Augmentationen implementiert. Des Weiteren wurden (fach-)mediendidaktische Aspekte berücksichtigt, die den Einsatz (digitaler) Medien aus der Sicht „vom Medium zur Realisierung von digitalen Lehr-Lernsituationen“ definieren (Bach, 2018). Dazu zählt u.a. die Kategorisierung digitaler Medien im Chemieunterricht anhand ihrer didaktischen Funktion (Huwer & Seibert, 2017; Seibert, Huwer & Kay, 2019) oder die veränderte Aufgabenkultur, die digitale Medien mit sich bringen nach dem SAMR Modell (Puentedura, 2006). Außerdem wird lernpsychologischen/bildungswissenschaftlichen Aspekten, die das Lernen mit (digitalen) Medien beeinflussen können besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Hierbei sollten einerseits entsprechend der Fachsituation beispielsweise Aspekte der Cognitive Load Theory of Multimedia Learning (Sweller, 2007) und andererseits Aspekte des Selbstregulierten Lernens mit digitalen Medien (Perels & Dörrenbächer, 2018) besondere Aufmerksamkeit geschenkt bekommen.

Ausgewählte Augmented Reality Lehr-Lern-Szenarien für den Chemieunterricht

Augmented Reality zur Anreicherung von Experimentieranleitungen

Besonders beim Forschenden Experimentieren wurden mehrere Differenzierungsgrade der Nutzung der Versuchsanleitung für ein Experiment realisiert. Dabei kommt es darauf an, die Informationsvielfalt in den Aufgaben zu differenzieren und minimierte Angebote samt Zusatzangeboten zu generieren, um entsprechende Differenzierungsmöglichkeiten für Schüler*innen beim Experimentieren zu ermöglichen. Die Schüler*innen können mit diesen differenzierten (konsekutiven) Angeboten ein eigenes Lerntempo und einen eigenen Lösungsweg beschreiten sowie weitere Forschungsfragen entwickeln. Augmented Reality hilft dabei, Flexibilisierungsgrade innerhalb der Anleitung zu generieren. Durch die individuelle und variable Nutzung passender Informationen zu einem auszuführenden Teil-Experiment kann auch auf die Bedürfnisse verschiedener Lerntypen eingegangen werden. Schüler*innen, die wenig Hilfe und Übung bei der Bearbeitung benötigen, erhalten entsprechende Hilfestellungen und Übungen nicht, was aus lernpsychologischer Sicht Vorteile bringt (Sweller, 2007). Schüler*innen, die jeweiligen Hilfen in Form von Prompts benötigen, können Unterstützung mittels Augmented Reality auf dem analogen Arbeitsblatt abrufen (Seibert et al., 2019; Seibert et al., 2020c).

Augmented Reality Laborführerschein

Besonders im Anfangsunterricht muss mit den Schüler*innen thematisiert werden, was den Chemiesaal bzw. das Labor von anderen Unterrichtsräumen unterscheidet. Daher sollten der Raum und seine besondere Einrichtung zum Unterrichtsgegenstand gemacht werden, was in Form eines AR-Labor-Führerscheins umgesetzt wurde (Huwer & Seibert, 2018). Augmented Reality dient in diesem Fall als digitales Werkzeug (Huwer & Seibert, 2017), um eine immersive Raum-Verortung mit Verschränkung von Inhalten realer und virtuell-semantischer Ebene zu erreichen, und damit kognitive Prozesse zu fördern. Die Schüler*innen können sich mittels digitaler Endgeräte im Raum informieren und zusätzliche Informationen z.B. zu den Warn- und Sicherheitssymbolen erhalten. Die AR visualisiert dabei semantische, nicht-sichtbare Informationen und macht sie virtuell sichtbar.

Augmented Reality zur Anreicherung von Laborgeräten

Das Daniell-Element zählt im Themenbereich Redoxchemie zu einem der Standardexperimente und erfordert einen großen Differenzierungsgrad auf makroskopischer und submikroskopischer Ebene (Seibert et al., 2020d). Beim Arbeiten mit komplexen Versuchsaufbauten ist es außerdem hilfreich, den Schüler*innen Zusatzinformationen bereitzustellen. Diese Hilfen können über augmentierte Arbeitsblätter realisiert werden oder durch eine Echtzeit-Augmentation am Realobjekt selbst. Als Beispiel wurde eine Lernsequenz von drei Unterrichtsstunden entwickelt, bei der der reale Versuchsaufbau des Daniell-Elementes mit virtuellen Informationen angereicht wird. Die Schüler*innen können mit Hilfe der AR den realen Versuchsaufbau „scannen“ und erhalten auf makroskopischer Sicht virtuelle Hilfen oder Informationen zu den Labormaterialien. Andererseits können mittels Echtzeit-Animation Prozesse an den Elektroden auf Teilchenebene von den Schüler*innen aktiv abgerufen werden. Dies soll den Lernenden dabei helfen, eine Ebenenverknüpfung (real und virtuell) zu erfahren und somit dynamische Vorgänge auf submikroskopischer Ebene beobachten und beschreiben zu können. Einen Teilaspekt stellt dabei die Visualisierung von Teilchenprozessen (s.u.) dar.

Augmented Reality zur Visualisierung von Teilchenprozessen

Wie bereits im vorherigen Abschnitt beschrieben, kann Augmented Reality dazu eingesetzt werden, um dynamische Prozesse in Echtzeit mit einem Realobjekt zu verknüpfen. In einem weiteren AR-Lehr-Lern-Szenario sollen die Schüler*innen anhand eines Lithium-Ionen-Akkus Darstellungsebenen (makroskopische, submikroskopische und symbolische Ebene) voneinander trennen (Johnstone, 1999), um die Modellbildung in allen drei Ebenen gleichermaßen zu fördern und dadurch bewusst voneinander zu unterscheiden. Dazu wurde ein herkömmlicher Lithium-Ionen-Akku gewählt, da der Akku an sich eine typische „Black-Box“ für Schüler*innen darstellt und zudem aus Sicherheitsgründen nicht real geöffnet werden darf (Seibert et al., 2020b). Ziel dieser AR-Lehr-Lerneinheit ist es, den Aufbau des Akkus auf makroskopischer Sicht und die Funktionsweise auf symbolischer sowie submikroskopischer Sicht zu visualisieren.

Augmented Reality zur Visualisierung von Teilchenmodellen

Das Kugelwolkenmodell ist ein Atommodell, das neben dem Orbitalmodell dreidimensionale Modellvorstellungen von Verbindungen vermitteln soll. Insbesondere die dreidimensionale Darstellung kann Schüler*innen vor Probleme stellen, da ein zweidimensionales (Tafel-)Abbild eine grundlegende Voraussetzung zu einem erweiterten 3D-Modellim Verständnisprozess darstellt. Augmented Reality unterstützt dabei den Prozess der Modellbildung und des Modellwechsel von 2D zu 3D, indem es durch die Augmentation eines dreidimensionalen Modells in die Realität verschiedene Blickwinkel ermöglicht (Lindgen & Moshell, 2011; Ibáñez & Delgado-Kloos, 2018). Durch die Verknüpfung zwischen verschiedenen ausgewählten Elementen aus dem Periodensystem der Elemente mit einem AR-abgebildeten, „virtuellen“ Kugelwolkenmodell können die Schüler*innen ihre Modellvorstellung schärfen bzw. den Modellwechsel beschreiten.

Förderhinweis

Die in diesem Beitrag beschriebene Forschung wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des Projekts SaLut II (Förderkennzeichen: 01JA1906A) finanziert.

Literatur

- Bach, S. (2018). Subjektiver Kompetenzerwerb von Schülerinnen und Schülern beim unterrichtlichen Einsatz von kidi-Maps Eine Studie zum Einsatz digitaler Karten am Beispiel von kidi-Maps im Vergleich zu analogen Karten bei Schülerinnen und Schülern einer vierten Jahrgangsstufe im geographisch-orientierten Sachunterricht [Monographie]. Universität des Saarlandes.
- Huwer, J. & Seibert, J. (2017). EXPlainistry – Dokumentation, Erklärung und Visualisierung chemischer Experimente mithilfe digitaler Medien in Schülerlabor und Schule. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 160, 42-46.
- Ibáñez, M.B. & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented Reality for STEM learning: A systematic review. In: *Computer and Education*, 123 (2018). S. 109-123.
- Johnstone, A. (1999). Macro- and Micro-Chemistry. *School Science Review*, 64, 377–379.
- Lindgren, R. & Moshell, J.M. (2011). Supporting children's learning with body-based metaphors in a mixed reality environment. In: *Proceedings of the 10th int. Conference on Interaction Design and Children*. ACM-Press 2011.
- Neber, H. & Anton, M.A. (2008). Förderung präexperimenteller epistemischer Aktivitäten im Chemieunterricht, *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 20(130), 143–150.
- Puentedura R. (2006). Transformation, Technology, and Education, <http://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/2013/04/16/SAMRGettingToTransformation.pdf>, (abgerufen: Oktober 2020).
- Perels, F. & Dörrenbächer, L. (2018). Selbstreguliertes Lernen und (technologiebasierte) Bildungsmedien. *Lernen mit Bildungstechnologien*, Springer Verlag, 6.
- Seibert, J. & J. Huwer. (2018). A new way to discover the chemistry laboratory: The Augmented Reality Laboratory-License. *World Journal of Chemical Education*, vol. 6, no. 3, 124-128. DOI: 10.12691/wjce-6-3-4.
- Seibert, J., Huwer, J. & Kay, C. W. M. (2019). EXPlainistry - Documentation, explanation and visualization of chemical experiments supported by ICT in schools. *Journal of Chemical Education*. DOI: 10.1021/acs.jchemed.8b00819.
- Seibert, J., Lang, V., Dörrenbächer-Ulrich, L., Marquardt, M., Perels, F. & Kay, C.W.M. (2019). EscapeLab: Gamification als Lernwerkzeug zur Individualisierung im Chemieunterricht. *Computer & Unterricht*, vol 113.
- Seibert, J., Marquardt, M., Schmoll, I., Huwer, J. (2019) AR bringt mehr Tiefe in Experimentalanleitungen. *Computer & Unterricht*. 112.
- Seibert, J., Lauer, L., Marquardt, M., Peschel, M. & Kay, C.W.M. (2020a). deAR: didaktisch eingebettete Augmented Reality. Tagungsband „Schule, Bildung und Digitalisierung“; Köln. Waxmann Verlag.
- Seibert, J., Marquardt, M., Gebhard, M., Lang, V., Kay, C.W.M., & Huwer, J. (2020b). Reale und digitale Inhalte verknüpfen - Den Aufbau eines Lithium-Ionen-Akkus mit Augmented Reality verstehen. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 177/178, 86-91.
- Seibert, J., Luxenburger-Becker, H., Marquardt, M., Lang, V., Perels, F., Kay, C.W.M. & Huwer, J. (2020c). Multitouch Experiment Instruction for a Better Learning Outcome in Chemistry Education. *World Journal of Chemical Education*, vol. 8, no. 1, 1-8.
- Seibert, J., Marquardt, M., Pinkle, S., Carbon, A., Lang, V., Heuser, K., Perels, F., Huwer, J. & Kay, C.W.M. (2020d). Linking Learning Tools, Learning Companion and Experimental Tools in a Multitouch Learning Book. *World Journal of Chemical Education* vol. 8, no. 1, 9-20.
- Sweller, J. (2010). Cognitive Load Theory: Recent Theoretical Advances. In: *Cognitive Load Theory*. Cambridge University Press: New York. 29–45.