

Markus Peschel
Christopher Kay
Luisa Lauer
Johann Seibert
Matthias Marquardt
Vanessa Lang

Universität des Saarlandes

Augmented Reality (AR) als Werkzeug im naturwissenschaftlichen Unterricht

Dieser Artikel befasst sich mit der Definitionsbreite von Augmented Reality (AR) in didaktischen Situationen und einem Einblick in den Forschungsstand zum Einsatz von AR im naturwissenschaftlichen Unterricht. Es werden Forschungsdesiderate abgeleitet, die in den Beiträgen zu den Postern dieses Symposiums behandelt werden. Abschließend wird eine Übersicht über die inhaltliche und semantische Strukturierung der nachfolgenden Artikel gegeben.

Einleitung

Die digitale Technik AR als „Anreicherung“ der Realumgebung wurde ursprünglich in den 1970er/1980er Jahren als Assistenzsystem für Flugpiloten entwickelt (Einblendung von Zusatzinformationen im Blickfeld des Piloten, um den Blick auf die Umgebung behalten zu können, vgl. z.B. Feiner, MacIntyre & Seligmann, 1992). Spätestens seit Pokémon Go hat AR Einzug in die Alltags- und mit speziellen Anwendungen in die Arbeitswelt und damit auch in die Bezugswelt der Schüler*innen gehalten (Huwer et al., 2019). In Anbetracht der steigenden Relevanz sowie den Möglichkeiten von AR für die Lernwelt sowie der zunehmenden Forderung nach der Anbahnung von Medienkompetenzen im Kontext der Digitalisierung (u.a. KMK, 2016) bestehen mittlerweile zahlreiche Forschungsunterfangen zum Thema AR im Bildungswesen. Nachfolgend werden aus dem aktuellen Forschungsstand zum Einsatz von AR im naturwissenschaftlichen Unterricht Forschungsdesiderate aus fachlicher, grundschuldidaktischer und mediendidaktischer Sicht abgeleitet. Diese bilden den inhaltlichen Rahmen des Symposiums und induzieren die Relevanz der Beiträge.

Was ist AR?

AR wurde in den 1990er Jahren definiert als Anreicherung natürlicher Reize mit simulierten (zumeist visuellen, digitalen) Reizen (vgl. Das, 1994). Diese allgemeine Definition umfasst nicht nur (audio-)visuelle Augmentierungen, sondern klassifiziert beispielsweise auch Web-Mapping-Tools (Gryl, 2012) als eine fachdidaktische Variante von AR. Für die folgenden Beiträge wird die Definition von Azuma, 2001 verwendet, nach der es sich bei AR um eine digitale Technik handelt, bei der das (reale) Blickfeld des Betrachters durch digitale Inhalte angereichert wird. Wobei Realität nicht eindeutig definiert ist, da auch ein angereichertes (Kamera-)Abbild der Realität als „real“ (vgl. Demarmels, 2012) gilt, z.B. wenn eine AR-App auf einem Smartphone oder Tablet verwendet wird. Daher ist es bei einer Betrachtung und Einschätzung von AR, besonders in didaktisch eingebetteten Umgebungen (vgl. Marquardt et al. 2020), notwendig sowohl die Augmentierung („A“) als auch die Realität („R“) genau zu definieren, um diese auf einem didaktischen Kontinuum von Mixed Reality verorten zu können. Entsprechend der Verortung auf dem Realitäts-Virtualitäts-Kontinuum (Milgram et al., 1994) zeichnet sich AR gegenüber ähnlichen Techniken (wie z.B. Virtuell Reality – VR) dadurch aus, dass dem User gleichzeitig reale und digitale Inhalte angezeigt werden, wobei die Realität durch digitale Inhalte eine Ergänzung bzw. Anreicherung der realen Welt erfährt. Milgram et al. unterscheiden zwischen monitor-basierten AR-Anwendungen (z.B. AR-Anwendungen für

PC, Smartphone oder Tablet) und sogenannten „see-through-displays“. In letzterem Fall handelt es sich um spezielle, durchsichtige Brillen mit integrierten Displays, über welche die AR in das unmittelbare Blickfeld integriert wird. Erst durch diese Brillen ist eine Anreicherung quasi ohne den medienbasierten Zwischenschritt in direkten Handlungen nutzbar. Ein Display nutzt immer die Kamera und bildet die Realität als Echtzeit-Video nach, in das dann die Augmentierungen angezeigt werden und ist somit gleichzeitig nicht mehr real. Zudem wird die Handlung durch Einblendung in die Wirklichkeit direkt unterstützt und erleichtert den Zugang zu den Realobjekten.¹ Inwieweit sich diese unterschiedlichen Technikunterstützungen auf Handlungen und die (Lern-)Wirkungen auf die Schüler*innen beim Experimentieren unterscheiden ist Teil des Forschungsprojektes GeAR, das weiter unten beschrieben wird.

Forschungsstand: AR im naturwissenschaftlichen Unterricht

Mixed-Reality-Anwendungen sind Gegenstand (inter-)nationaler Forschung in den Bereichen Hochschullehre/Lehramtsausbildung (vgl. z.B. Turan et al., 2018), in der Didaktik der naturwissenschaftlichen Fächer der Sekundarstufe (vgl. z.B. Seibert et al., 2019), Chang et al., 2019), sowie (international) in der Didaktik und Pädagogik der Primarstufe (Sachunterricht) (vgl. z.B. Chen et al., 2017). Dabei liegt eine Schwierigkeit in dem o.g. Kontinuum des Verständnisses von „A“ & „R“ sowie den damit verbundenen Interventionen auf didaktischer Ebene, die mit unterschiedlichen Anreicherungen oder Virtualisierungen arbeiten und Effekte dieser Arbeit mit unterschiedlichen Methoden bewerten. Es gibt aber durchaus vielversprechende Forschungsergebnisse, auf denen eine didaktische Implementierung ansetzen kann. AR im Kontext schulnaher bzw. schulähnlicher Lehr-Lernsituationen...

- führt zur Motivationssteigerung der Lernenden (z.B. Kuhn et al., 2015) – wobei hier vermutlich ähnliche Langzeitnivellierungen zu erwarten sind wie bei z.B. Senkbeil & Drechsel, 2004
- ermöglicht die Visualisierung nicht-beobachtbarer Phänomene (Wu et al., 2013) – wie sich dies auf einen fachlichen Lerneffekt auswirkt bleibt weiter zu erforschen.
- erhöht die kognitive Verarbeitungstiefe durch Verbindung realer und digitaler Inhalte (Dunleavy, Dede & Mitchell, 2009)
- bietet Möglichkeiten zur Individualisierung von Lehr-Lernprozessen (Huwer et al., 2018)
- ruft Probleme bzgl. der technischen Nutzung hervor und erfordert zusätzliche Instruktion durch die Lehrenden (Munoz-Christobal et al., 2015)

Besonders die letzten beiden Aspekte zeigen widersprüchliche Ansätze bzw. Ergebnisse. Zudem bleibt unklar, inwieweit eine Einblendungstechnik Individualisierungen erzeugt, die doch zunächst auf didaktischer und dann auf Softwareebene zunächst didaktisch vorformuliert werden müssen, um dann in technische Substitutionen überführt werden müssen. Es bleibt somit immer die Notwendigkeit bestehen, die neuen Chancen und Möglichkeiten der neuen Medien bzw. Techniken aus didaktischer Sicht zu betrachten und in Lehr-Lern-Zusammenhängen abzuwägen und sorgsam einzusetzen (vgl. auch Peschel & Irion, 2016). Die notwendige Erforschung dieser neuen Möglichkeiten aus didaktischer Sicht, ist eine wesentliche Grundlage bei der weiteren Erarbeitung (naturwissenschafts-)didaktischer Ableitungen und beim unterrichtlichen Einsatz bzw. der Implementation.

Es lässt sich ein Trend ableiten: Gemeinsam ist den meisten Forschungsunterfangen, dass mit AR angereicherte Lehr-Lernumgebungen für den Einsatz im schulischen oder schulnahen

¹ Als Beispiel müssten Lernende eine Anreicherung eines Realexperiments mit augmentierten Daten oder Hinweisen auf einem Display immer durch das Kamera-Video des Displays durchführen, da nur hier die digitalen Daten sichtbar sind. Man hat dann zwei Ebenen: Die Realebene, ohne Anreicherung und die Displayebene mit AR, aber ohne direkten Sichtkontakt zu dem Experimentiermaterial. Mit einer AR-Brille (z.B. MS Hololens) erfolgen die Einblendungen hingegen in einem durchsichtigen Bildschirm und lassen einen direkten Blick auf das Experimentiermaterial zu.

(z.B. Schülerlabor, Laborstudie) Kontext zunächst entwickelt und evaluiert werden. Zur Bestimmung der „Qualität“ der Lehr-Lernumgebung werden dabei zumeist ausgewählte bildungswissenschaftlich-kognitionspsychologische Variablen gemessen und die Ergebnisse dieser Messungen werden im Hinblick auf den (potentiellen) didaktischen Impact in (authentischen) Lehr-Lernsituationen rückwirkend interpretiert.

Aktuelle Forschungsdesiderate

Bei der Betrachtung des aktuellen Forschungsstandes zu AR im naturwissenschaftlichen Unterricht fällt auf, dass bei Entwicklung und Evaluation der Lehr-Lernarrangements lediglich Modelle und Prinzipien allgemeinmediendidaktischer und -mediengestalterischer (Scheiter & Richter, 2015) Aspekte herangezogen wurden. Bis heute fehlt ein theoretisch fundiertes Rahmenmodell zum didaktisch-methodisch reflektierten Einsatz von AR im naturwissenschaftlichen Unterricht. Ein solches Modell sollte die Grundlage bilden zur Konzeption, Umsetzung und Verortung neuer AR-Lehr-Lernangebote sowie zur kritisch-konstruktiven Reflexion bestehender Arrangements. Auf diese Weise bieten sich den Lernenden Chancen, die von der KMK (2016) geforderten Kompetenzen in der digitalen Welt zu erlangen und Lehrende stärken ihre Kompetenzen zur Konzeption und Reflexion von Unterricht (vgl. KMK 2019).

Zum Aufbau des Symposiums

Im Kontext der bestehenden Forschungslage und der daraus für den naturwissenschaftlichen Unterricht resultierenden Forschungsdesiderate nutzte dieses Symposium ein theoretisches Rahmenkonzept zum didaktisch-methodisch reflektierten Einsatz von AR im naturwissenschaftlichen Unterricht (vgl. Marquardt et al.). Das Symposium selbst beinhaltet vier Beiträge zu mit AR angereicherten Lehr-Lernumgebungen. Sie zielen auf die Anbahnung digitalisierungsbezogener Kompetenzen bei Lernenden wie auch bei Lehrenden in der gesamten Bildungskette mit Fokussierung auf die Übergangsbereiche in den Klassen 4-9 ab.

Für den naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterricht der Primarstufe wird eine AR-Lehrereinheit zum Thema „Zeichnen von Schaltskizzen“ für Schüler*innen der Klassenstufen drei bis vier (bzw. Übergang zu Klasse fünf) vorgestellt (vgl. Lauer et al.). Marquardt et al. beschreiben ein AR-Szenario zur Verknüpfung des Periodensystems mit dem Bohr'schen Atommodell hinsichtlich der Konzeption der AR, als auch der Durchführung der AR-gestützten Unterrichtsstunde. Beim Experimentieren als zentrales Element im Chemieunterricht können digitale Materialien einen wichtigen Beitrag zur Unterstützung des selbständigen Kompetenzerwerbs leisten. Seibert et al. beschreiben beispielhaft, wie eine solche Digitalisierung tabletbasiert und digital angereichert bzw. volldigital aussehen kann. Lang et al. Stellen Augmented Reality Materialien vor, welche für den Anfangsunterricht im Fach Chemie entwickelt wurden. Zur individuellen Unterstützung und zum bilingualen Sprachenlernen wird hierfür die AR didaktisch eingebettet eingesetzt.

Fazit

Insgesamt zeigen die vielfältigen Entwicklungen für den naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterricht bzw. den Chemieunterricht der Sekundarstufe, dass der Einsatz von AR oder weiteren digitalen Techniken und gestützten Hilfen immer die Grundlegung der Fachdidaktik bedarf. Weiterhin sind psychologische Aspekte wie Cognitive Load, Split Attention oder auch mediendidaktische Aspekte wie Aufmerksamkeitssteuerung durch entsprechende Visualisierungen oder das Zusammenspiel zwischen verschiedenen (analogen und digitalen) Medien (Orchestrierung, vgl. Weinberger 2018) zu beachten, gerahmt und fokussiert durch die fachlichen bzw. fachdidaktischen Lernziele und -methoden (vgl. GFD 2018).

Literatur

- 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.
- Chang, K.-E., Zhang, J., Huang, Y.-S., Liu, T.-C. & Sung, Y.-T. (2019). Applying augmented reality in physical education on motor skills learning. *Interactive Learning Environments*.
- Chen, C.-H., Huang, C.-Y., & Chou, Y.-Y. (2017). Integrating Augmented Reality into Blended Learning for Elementary Science Course. In *Proceedings of the 5th International Conference on Information and Education Technology - ICIET '17* (68–72). Tokyo, Japan: ACM Press.
- Das, H. (Hrsg.) (1994). *Telemanipulator and Telepresence Technologies*, SPIE Vol. 2351. Bellingham, WA.
- Demarmels, S. (2012). Als ob die Sinne erweitert würden...Augmented Reality als Emotionalisierungsstrategie. *IMAGE – Zeitschrift für interdisziplinäre Wissenschaft* (16), 34-51.
- Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2009). Affordances and Limitations of Immersive Participatory Augmented Reality Simulations for Teaching and Learning. *JSciEducTech*, 18(1), 7–22.
- Feiner, S., MacIntyre, B. & Dorée Seligmann, D. (1992). Annotating the real world with knowledge-based graphics on a see-through head-mounted display. In Booth, K. S. & Fournier, A. (Hrsg.) *Proceedings of the conference on Graphics interface '92* (78-85). San Francisco, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- 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*.
- Grundschulverband (GSV) (2016). *Grundschulkind bei der Mediennutzung begleiten und innovative Lernpotenziale in der Grundschule nutzen – Standpunkt des GSV zur Medienbildung*.
- Gryl, I. (2012): A web of challenges and opportunities. New research and praxis in geography education in view of current web technologies. *European Journal of Geography* 3(3) 33-43.
- Huwer, J., Irion, T., Schaal, S., & Thyssen, C. (2019). Transformation of Science Education in the Age of Digitalization in Germany - Consequences for primary, secondary and teacher education. *World Journal of Chemistry Education*.
- Huwer, J., Lauer, L., Seibert, J., Thyssen, C., Dörrenbächer-Ulrich, L., & Perels, F. (2018). Re-Experiencing Chemistry with Augmented Reality: New Possibilities for Individual Support. *WJCE*, 6(5), 212–217.
- Kuhn, J., Lukowicz, P., Hirth, M. & Weppner, J. (2015). gPhysics – Using Google Glass as Experimental Tool for Wearable-Technology Enhanced Learning in Physics. *EAI Endorsed Transactions on Future Intelligent Educational Environments*, 15.
- Kultusministerkonferenz (KMK) (2016). *Bildung in der digitalen Welt – Strategie der Kultusministerkonferenz*.
- Kultusministerkonferenz (KMK) (2019). *Empfehlungen zur Digitalisierung in der Hochschullehre*.
- Milgram et al. (1994). Augmented Reality: A class of Displays on the Reality-Virtuality-Continuum. *Telemanipulator and Telepresence Technologies*, SPIE Vol. 2351. Bellingham, WA.
- Munoz-Christobal, 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. *Learning Technologies*, IEEE Transactions on Learning, 8(1), 83-97.
- Peschel, M. (Hrsg.). (2016). *Mediales Lernen ? Beispiele für eine inklusive Mediendidaktik*. Baltmannsweiler: Schneider-Verlag Hohengehren. Abgerufen von <http://paedagogik.de/index.php?m=wd&wid=2798>
- Peschel, M. & Irion, T. (2016). *Neue Medien in der Grundschule 2.0 - Grundlagen - Konzepte - Perspektiven*. Grundschulverband.
- Puetendura, R. (2010). *A Brief Introduction to TPCK and SAMR*. Verfügbar unter <http://www.hippasus.com/rpweblog/archives/2011/12/08/BriefIntroTPCKSAMR.pdf>
- Schecker, H., Wilhelm, T., Hopf, M., & Duit, R. (Hrsg.). (2018). *Schülervorstellungen und Physikunterricht - Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis*.
- Scheiter, K., & Richter, J. (2015). Multimediale Unterrichtsmaterialien gestalten: Ergebnisse der empirischen Lehr-Lernforschung. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 145, 8–11.
- Seibert, J., Marquardt, M., Schmoll, I., & Huwer, J. (2019). Potenzial für "mehr Tiefe" - Augmented Reality im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Computer + Unterricht*, 114, 32-34.
- Senkbeil, M. & Drechsel, B. (2004): Vertrautheit mit dem Computer. In: Prenzel, M., Baumert, J., Blum, W., Lehmann, R., Leutner, D., Neubrand, M., Pekrun, R., Rolff, H.-G., Rost, J. & Schiefele, U. (Hrsg.): PISA 2003. Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland. Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs. Münster/New York/München/Berlin: Waxmann. S. 177-190.
- Tröbst, S., Kleickmann, T., Lange-Schubert, K., Rothkopf, A. & Möller, K. (2016). Instruction and Students' Declining Interest in Science: An Analysis of German Fourth- and Sixth-Grade Classrooms. *AERJ*, 53.
- Turan, Z., Meral, E. & Sahin, I. F. (2018). The impact of mobile augmented reality in geography education: achievements, cognitive loads and views of university students. *Journal of Geography in Higher Education*, 42(3), 427-441.
- 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.