

Augmented Reality (AR) im Unterricht – Potenzial und Herausforderungen

Spätestens seit dem internationalen Erfolg des Smartphone-Spiels Pokémon GO im Jahr 2016 ist Augmented Reality in der Gesellschaft angekommen. Augmented Reality (AR) erweitert die reale Welt mithilfe von Smartphones, Tablets oder AR-Brillen mit Informationen, Bildern und/oder 3D-Elementen. In der Volksschule und auf der Sekundarstufe II werden zum Beispiel naturwissenschaftliche Modelle oder Visualisierungen durch Augmented Reality interaktiver und auch Experimente lassen sich im Unterricht mit virtuellen Elementen ergänzen. In diesem Blogbeitrag werden Potenzial und Herausforderungen dieser neuen Technologie sowie der aktuelle Stand an den Schulen diskutiert.

 Janine Küng

 14.12.2022

Was ist Augmented Reality?

Augmented Reality (AR), auf Deutsch erweiterte Realität, reichert mithilfe von Smartphones, Tablets oder AR-Brillen die reale Welt mit virtuellen Objekten und Informationen an. Augmented Reality wird häufig mit Virtual Reality (VR) verwechselt. Wie sich diese zwei Technologien unterscheiden, kann anhand des Realitäts-Virtualitäts-Kontinuums von Milgram et al. (1995) (siehe Abbildung 1) gezeigt werden. Ganz links ist die reale Umgebung, ganz rechts die virtuelle Umgebung, welche die Realität vollständig ersetzt. Virtual Reality befindet sich näher bei der virtuellen Umgebung. Typischerweise wird eine VR-Brille verwendet, mit welcher in eine computergenerierte Welt eingetaucht wird.

Im Gegensatz zu Virtual Reality ergänzt Augmented Reality die Realität mit Videos, Texten, Animationen, 3D-Objekten oder Audios, anstatt sie vollständig zu ersetzen (Azuma 1997) (siehe Abbildung 2). Augmented Reality kann technisch unterschiedlich umgesetzt werden. Meist wird mit Bilderkennung gearbeitet. Die Gerätekamera scannt ähnlich wie bei einem QR-Code einen Marker. Dabei kann es sich um ein abstraktes Muster handeln, aber auch Fotos oder Gegenstände wie der Torso auf Abbildung 2 sind möglich. Statt eines Markers können auch Sensoren des Gerätes wie der Kompass, Beschleunigungs- und Geschwindigkeitsmesser oder das GPS verwendet werden, um das virtuelle Element zu platzieren (Aggarwal & Singhal 2019). Im privaten und schulischen Umfeld kommt Augmented Reality

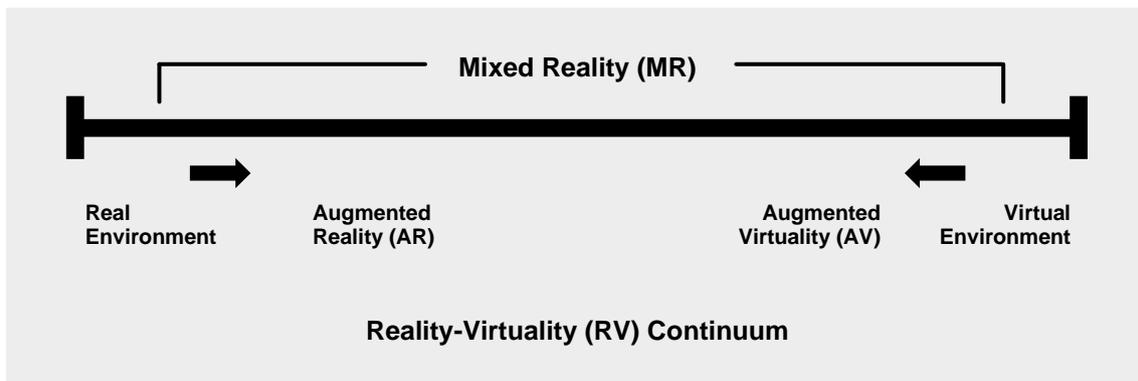


Abbildung 1: Reality-Virtuality (RV) Continuum (Quelle: Milgram et al. 1995).

praktisch ausschliesslich auf Smartphones oder Tablets zum Einsatz. Spezielle AR-Brillen spielen zurzeit eine kleinere Rolle. Augmented Reality und Virtual Reality sind Teil der sogenannten gemischten Realität (Mixed Reality, MR). Allerdings werden Augmented Reality und Mixed Reality, selten auch Enhanced Reality, teilweise synonym verwendet.

“

Augmented Reality ergänzt die Realität mit Videos, Texten, Animationen, 3D-Objekten oder Audios.

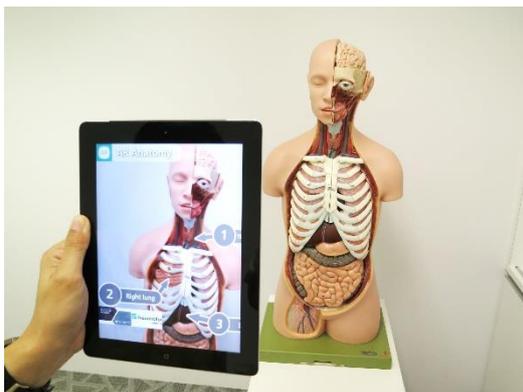


Abbildung 2: Beispiel Augmented Reality (AR).

Potenzial von Augmented Reality im Unterricht

Spätestens seit dem internationalen Erfolg des Smartphone-Spiels Pokémon GO im Jahr 2016 ist Augmented Reality in der Gesellschaft angekommen. Im Spiel Pokémon GO kann man sich in der realen Umgebung bewegen und auf dem Smartphone virtuelle Fantasiewesen fangen. Mittlerweile wird Augmented Reality aber auch für Bildungszwecke eingesetzt. Der Horizon Report, welcher aktuelle Entwicklungen für den Bildungsbereich vorstellt, hat 2018 Mixed Reality als eine der wichtigsten Entwicklung in der Bildungstechnologie aufgeführt (Becker et al. 2018). Seither wurde Mixed Reality in jedem darauffolgenden Bericht erwähnt. AR ermöglicht eine neuartige Visualisierung, welche die Lernenden beim Verstehen von komplexen und/oder abstrakten Zusammenhängen, Modellen und Strukturen unterstützen kann. Dies ist insbesondere bei Themen nützlich, welche sonst schwer greifbar sind oder nur einseitig auf Papier abgebildet werden können. Durch die dreidimensionale und interaktive Darstellung können Lernende den Lernstoff auf eine andere Art und Weise erleben.

Was wissen wir über die Effekte von AR im Unterricht? Bisherige Forschungsergebnisse zum Einsatz von Augmented

Reality im MINT-Unterricht (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik) in der Volksschule und auf der Sekundarstufe II berichten von positiven Effekten auf Interesse, Motivation, Zufriedenheit, Leistung, räumliches Vorstellungsvermögen und Kooperationsfähigkeiten. Augmented-Reality-Applikationen sind besonders vorteilhaft für Lernende mit durchschnittlichem und niedrigem Leistungs-niveau. Lernende mit hohem Leistungs-niveau profitieren weniger davon. Uneinig sind sich die bisherigen Studien, ob AR die kognitive Belastung durch das Anreichern der Realität mit Tipps und Erklärungen reduziert oder ob die Verwendung von AR zu einer erhöhten kognitiven Belastung führt. Augmented-Reality-Applikationen ermöglichen selbstgesteuertes, individualisiertes Lernen und bringen Bewegung in den Unterricht. Gefährliche oder teure Experimente können mit AR virtuell durchgeführt werden. Da Augmented Reality bisher kaum im Unterricht eingesetzt wurde, könnten gewisse positive Effekte wie beispielsweise die erhöhte Motivation der Lernenden mit der Neuheit des Mediums zusammenhängen (Sirakaya und Sirakaya 2020).

Qualität von Augmented-Reality-Applikationen

Die Entwicklung von Augmented-Reality-Applikationen steht noch am Anfang. Bisher stehen nur wenige hochwertige und inhalts-spezifische AR-Apps zur Verfügung (Czerkawski & Berti 2021). Auch wenn in den letzten Jahren die Zahl der AR-Studien im Bildungsbereich deutlich zugenommen hat (Chen et al. 2017), fehlt es an soliden empirischen Belegen, wie AR-Apps konzipiert und eingesetzt werden müssen, um die Lernergebnisse zu verbessern (Sommerauer & Müller 2018;

Fidan 2021). Dennoch sollen hier Ansätze präsentiert werden, wie die Qualität von AR-Apps eingeschätzt werden kann.

Augmented Reality kombiniert verschiedene Medien wie Ton, Text, Grafik, Animation oder Video und kann somit zum multimedialen Lernen gezählt werden. Die Prinzipien der kognitiven Theorie des multimedialen Lernens von Mayer (2001; 2020) können deshalb teilweise auf Augmented Reality übertragen werden. Beispielsweise sollen für das Lernziel irrelevante visuelle oder akustische Informationen reduziert und wesentliche Inhalte hervorgehoben werden. Ebenfalls entscheidend für die Qualität von AR-Apps ist die Usability, also die Benutzerfreundlichkeit. Wenn die Usability schlecht ist, haben Lernende Schwierigkeiten die Applikation zu nutzen, was den Lernerfolg beeinträchtigen kann (Kalana et al. 2020). Eine gute Zusammenfassung von Usability-Prinzipien für AR-Apps bieten Tuli und Mantri (2019). Mit dem Kriterium Erlernbarkeit wird beispielsweise beurteilt, wie einfach es ist, grundlegende Aufgaben auszuführen, wenn man die App das erste Mal nutzt.



Auch wenn in den letzten Jahren die Zahl der AR-Studien im Bildungsbereich deutlich zugenommen hat, fehlt es an soliden empirischen Belegen, wie AR-Apps konzipiert und eingesetzt werden müssen, um die Lernergebnisse zu verbessern.

Kriterienraster, welche sich auf den Inhalt von Augmented-Reality-Applikationen beziehen, sind selten. Dreimane und Daniela (2021) entwickelten beispielsweise ein Kriterienraster für AR-Apps zum

Anatomie-Lernen und teilten die Kriterien in «technological performance», «educational value» und «information architecture» ein. Inhaltliche Kriterien sind stark abhängig von der beurteilten Augmented-Reality-Applikation und sind deshalb kaum übertragbar. Hilfreich kann IzELA sein, ein Instructional Design basiertes Evaluationsstool für Lern-Apps von Niegemann und Niegemann (2018). Anhand von Fragen wird die Applikation bewertet, beispielsweise ob die Inhalte fachlich korrekt und fachdidaktisch angemessen sind.

Es ist wichtig, dass bei der Entwicklung von Augmented-Reality-Applikationen für den Schulunterricht neben Informatikerinnen und Informatikern auch Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktiker sowie Lehrpersonen involviert sind. Zu Beginn sollte eine Bedarfsanalyse erfolgen, um herauszufinden, bei welchen Themen die Lernenden mehr Unterstützung benötigen. Ein gelungenes Beispiel ist die App «AR Stromkreismodelle», welche von der Pädagogischen Hochschule Luzern in Zusammenarbeit mit der Hochschule Luzern entwickelt wurde (Schmid et al. 2018). Ausgangspunkt für die Entwicklung der AR-App waren die aus der Forschung bekannten Fehlvorstellungen von Lernenden zum Stromkreis (Müller et al. 2011). Die AR-App ergänzt das reale Experiment mit dem Fahrradkettenmodell und zwei Wassermodellen (geschlossener und offener Wasserkreislauf) (siehe Abbildungen 3-5), welche das Verständnis unterstützen können (Kircher et al. 2010).

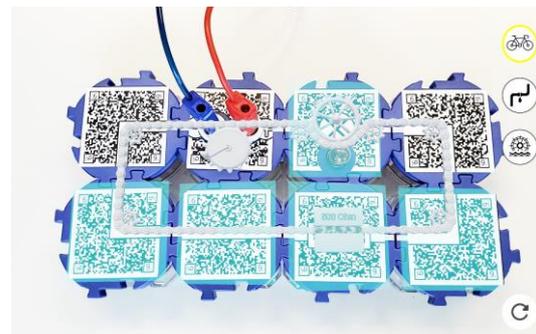


Abbildung 3: AR Stromkreismodelle Fahrradkettenmodell.

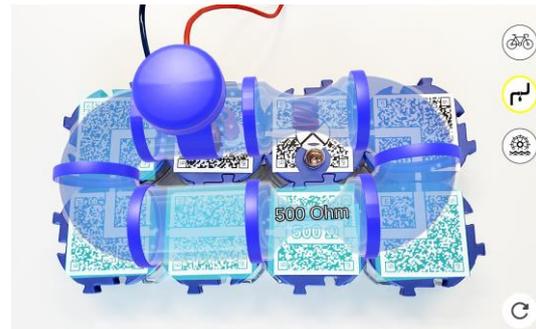


Abbildung 4: AR Stromkreismodelle geschlossener Wasserkreislauf.

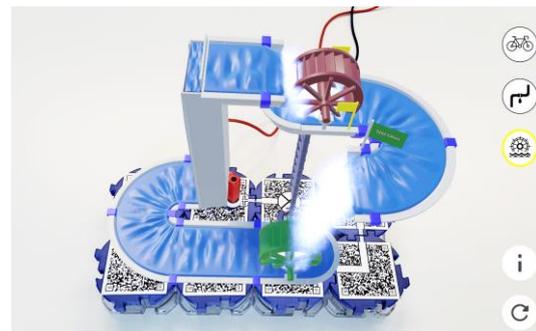


Abbildung 5: AR Stromkreismodelle offener Wasserkreislauf.

Einsatz von Augmented-Reality-Applikationen im Unterricht

Ziel des Einsatzes von Augmented-Reality-Applikationen ist es nicht, bisherigen Unterricht zu ersetzen. Es handelt sich um eine Ergänzung, welche in aktuelle Unterrichtspraktiken und -kontexte integriert werden kann, um neue und vielfältige Lernwege zu schaffen (Fan et al. 2020). Augmented Reality erweitert das Repertoire einer Lehrperson und fördert die Methoden- und Medienvielfalt. Ohne an

dieser Stelle auf die Problematiken des Begriffs «Mehrwert» einzugehen (siehe dazu bspw. Krommer 2020) soll erwähnt werden, dass AR-Apps den Unterricht nicht revolutionieren müssen, um eine Einsatzberechtigung zu haben. Ob mit einer Augmented-Reality-Applikation Lernerfolge erzielt werden können, hängt nicht nur von der Qualität der App ab. Digitale Medien sind keine didaktischen Selbstläufer (Reusser 2001), die Situation bestimmt den Wert des Mediums (Kerres 2018). Qualitativ hochwertige AR-Apps führen nicht automatisch zu besserem Lernen. Digitale Medien müssen passend im Unterricht eingesetzt werden (Petko 2014). Bei den meisten Augmented-Reality-Applikationen handelt es sich nicht um vollständige Lehrgänge, welche die Lernenden selbstständig durcharbeiten, sondern um Werkzeuge, welche mit Begleitung der Lehrperson während des Unterrichts eingesetzt werden sollen. Je nach Funktionalitäten und Lerninhalten einer AR-App kann diese in unterschiedlichen Unterrichtsphasen eingesetzt werden, beispielsweise als Wissensdemonstration oder als spielbasierte Aktivität (Fan et al. 2020). Viele Augmented-Reality-Applikationen beinhalten Simulationen, bei welchen Exploration, Beobachtung und Erfahrung im Vordergrund stehen. Lernende haben aber häufig Schwierigkeiten, eine Simulation durch reine Exploration zu verstehen. Die Lehrperson muss dabei unterstützen, die Aufmerksamkeit auf das Relevante zu lenken, um die Rückmeldungen der Simulation richtig zu interpretieren (Arnold et al. 2018). Auch wenn die Lernenden Augmented Reality von Social Media-Filtern oder Spielen wie Pokémon GO meist schon kennen, kann die Technologie beim ersten Einsatz ablenken. Es ist empfehlenswert, mit einer einfachen Applikation zu beginnen, um den Umgang mit dieser Technologie zu üben.



Je nach Funktionalitäten und Lerninhalten einer AR-App kann diese in unterschiedlichen Unterrichtsphasen eingesetzt werden.

Aktueller Stand an Schulen und Handlungsbedarf

Augmented Reality ist aus mehreren Gründen weit entfernt von einem regelmässigen Unterrichtseinsatz. Der Einsatz von Augmented-Reality-Applikationen setzt eine gewisse technische Ausrüstung voraus. Die meisten AR-Apps funktionieren zurzeit nur auf neueren Tablets oder Smartphones mit Android oder iOS. Auch wenn es immer mehr webbasierte AR-Apps gibt, welche im Standardbrowser funktionieren, können diese nicht auf Laptops verwendet werden. Die Ausrüstung mit digitalen Geräten unterscheidet sich stark zwischen Schulen und Zielstufen. Fehlende oder zu alte Geräte, sowie Handyverbote an Schulen können den Einsatz von Augmented-Reality-Applikationen im Unterricht verhindern.

Bisher gibt es nur wenige Augmented-Reality-Applikationen, welche für den Unterrichtseinsatz geeignet sind. Viele AR-Apps sind nur auf Englisch verfügbar, haben eine zu schlechte Usability oder behandeln Themen, welche für die Volksschule oder Sekundarstufe II nicht relevant sind. Dazu kommt, dass es schwierig ist, passende AR-Apps zu finden und viele Apps nicht langfristig verfügbar sind. Wichtig wäre, dass Lehrmittelverlage Augmented Reality in ihre Lehrmittel integrieren. Ein Beispiel hierfür ist «zikzak» ein crossmediales Lehrmittel des Lehrmittelverlags St.Gallen für den Unterricht in Natur, Mensch, Gesellschaft in der 5. bis 9. Klasse. Mithilfe von Augmented Reality

werden die gedruckten Heftseiten mit Audio, Video, 3D-Elementen oder Texten ergänzt. Beim Einbinden von Augmented-Reality-Inhalten muss beachtet werden, dass die Technologie auf eine sinnvolle Art und Weise, nicht nur als Wow-Effekt, eingesetzt wird.

Viele Lehrpersonen sind gegenüber dem Unterrichtseinsatz von Augmented Reality skeptisch. Während manche sich die Arbeit mit AR nicht zutrauen, erkennen andere das Potenzial für den Unterricht nicht (Sirakaya & Sirakaya 2020). Lehrpersonen müssen befähigt werden, digitale Ressourcen auszuwählen und lernwirksam in ihrem Unterricht einzusetzen (Kereluik et al. 2013; Schulz-Zander 1998). Diesem Thema widmet sich das vom Schweizerischen Nationalfonds finanzierte Forschungsprojekt mit dem Titel «Fachdidaktische Kompetenzen von MINT-Lehrpersonen im Umgang mit digitalen Ressourcen», welches an der

Pädagogischen Hochschule Luzern in Kooperation mit der Hochschule Luzern durchgeführt wird ([Informationen zum Projekt](#)). Im Rahmen des Forschungsprojektes, welches 2020 gestartet ist und voraussichtlich 2024 abgeschlossen wird, werden Studierende, Lehrpersonen und Expertinnen und Experten zu sechs verschiedenen Augmented-Reality-Applikationen mit MINT-Themen befragt. Bis Juni 2023 werden schweizweit zum Thema Augmented Reality im MINT-Unterricht kostenlose Weiterbildungen für Sekundarlehrpersonen (Sek I und Sek II) an Hochschulen und an Schulen angeboten. Mehr Informationen zur Weiterbildung sind unter diesem [Link](#) verfügbar.

Ob und wie sich Augmented Reality in Zukunft im Unterricht bemerkbar macht, hängt somit von mehreren Faktoren ab. Trotzdem ist es bereits heute möglich, den eigenen Unterricht mit dieser neuen Technologie zu bereichern.

Portrait der Autorin

Janine Küng ist an der Pädagogischen Hochschule Luzern als Dozentin im Bereich Medien und Informatik und als Doktorandin am Institut für Fachdidaktik Natur, Mensch, Gesellschaft tätig. Im Rahmen ihrer Dissertation beschäftigt sie sich mit Kompetenzen von MINT-Lehrpersonen im Umgang mit Augmented-Reality-Applikationen.

Literatur

- Aggarwal, R. & Singhal, A. (2019). Augmented Reality and its effect on our life. 9th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering (Confluence), 510-515.
<https://doi.org/10.1109/CONFLUENCE.2019.8776989>
- Arnold, P., Kilian, L., Thilloßen, A. & Zimmer, G. M. (2018). Handbuch E-Learning. Lehren und Lernen mit digitalen Medien (5. Auflage). Utb.
- Azuma, R. (1997). A survey of augmented reality. Presence: Teleoperators & Virtual Environments, 6(4), 355-385.
- Becker, S. A., Brown, M., Dahlstrom, E., Davis, A., DePaul, K., Diaz, V. & Pomerantz, J. (2018). NMC Horizon Report: 2018 Higher Education Edition. Educause.
- Chen, P., Liu, X., Cheng, W. & Huang, R. (2017). A review of using Augmented Reality in Education from 2011 to 2016. Innovations in Smart Learning. Lecture Notes in Educational Technology. Springer.
https://doi.org/10.1007/978-981-10-2419-1_2
- Czerkawski, B. & Berti, M. (2021). Learning experience design for augmented reality. Research in Learning Technology, 29. <https://doi.org/10.25304/rlt.v29.2429>
- Dreimane, S. & Daniela, L. (2021). Educational potential of Augmented Reality Mobile Applications for Learning the Anatomy of the Human Body. Tech Know Learn 26, 763-788.
<https://doi.org/10.1007/s10758-020-09461-7>
- Fan, M., Antle, A. N. & Warren, J. L. (2020). Augmented Reality for Early Language Learning: A Systematic Review of Augmented Reality Application Design, Instructional Strategies, and Evaluation Outcomes. Journal of Educational Computing Research, 58(6), 1059–1100.
<https://doi.org/10.1177/0735633120927489>
- Fidan, M. (2021). What Makes an Educational Augmented Reality Application Good? Through the Eyes of Teachers, as Its Practitioners. In G. Akcayir & C.D. Epp (Hrsg.), Designing, Deploying, and Evaluating Virtual and Augmented Reality in Education (S. 124-142). IGI Global.
<https://doi.org/10.4018/978-1-7998-5043-4.ch006>
- Kalana, M. H. A., Junaini, S. N. & Fauzi, A. H. (2020). Mobile augmented reality for biology learning: Review and design recommendations. Journal of Critical Reviews, 7(12), 579–585.
<https://doi.org/10.31838/jcr.07.12.104>
- Kereluik, K., Mishra, P., Fahnoe, C. & Terry, L. (2013). What Knowledge Is of Most Worth. Journal of Digital Learning in Teacher Education, 29(4), 127-140.
<https://doi.org/10.1080/21532974.2013.10784716>
- Kerres, M. (2018). Mediendidaktik. Konzeption und Entwicklung digitaler Lernangebote (5. Auflage). De Gruyter Oldenbourg. <https://doi.org/10.1515/9783110456837>
- Kircher, E., Girwidz, R. & Häußler, P. (Hrsg.). (2010). Physikdidaktik. Theorie und Praxis (2. Auflage). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-01602-8>
- Krommer, A. (2020). Zum «Mehrwert» digitaler Medien. Argumente gegen einen irreführenden Begriff. Friedrich Jahresheft 2020, 20-21. <https://axelkrommer.files.wordpress.com/2020/02/krommer-friedrich-jahresheft-korrigiert.pdf>
- Mayer, R. (2020). Multimedia Learning (3. Auflage). Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/9781316941355>
- Mayer, R. (2001). Multimedia Learning. Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781139164603>
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A. & Kishino, F. (1995). Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum. Proceedings Volume 2351, Telemanipulator and Telepresence Technologies. <https://doi.org/10.1117/12.197321>

- Müller, R. Wodzinski, R. & Hopf, M. (Hrsg.) (2011). Schülervorstellungen in der Physik. Aulis.
- Niegemann, H. M. & Niegemann, L. (2018). IzELA: Ein Instructional Design basierte Evaluationstool für Lern-Apps. In S. Ladel, J. Knopf, A. Weinberger (Hrsg.). Digitalisierung und Bildung. Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-18333-2_9
- Petko, D. (2014). Einführung in die Mediendidaktik. Lehren und Lernen mit digitalen Medien. Beltz.
- Reusser, K. (2001). Co-constructivism in educational theory and practice. In N. J. Smelser & B. Baltes (Hrsg.), International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences (S. 2058-2062). Elsevier Science. <https://doi.org/10.1016/B0-08-043076-7/02408-6>
- Schmid, A., Wetzels, R. & Brovelli, D. (2018). Augmented Reality in der Lehrpersonenbildung beim Arbeiten mit Modellen in den Naturwissenschaften. Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung, 36(2), 223-230.
- Schulz-Zander, R. (1998). Current trends in Information and Communication Technology Education in the German School System. In R. Schulz-Zander (Hrsg.), Information and Communication Technology – Changing Schools and Teacher Education (S. 11-27). IFS-Verlag.
- Sirakaya, M. & Sirakaya, D. A. (2020) Augmented reality in STEM education: a systematic review. Interactive Learning Environments, 30(8), 1556-1569. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1722713>
- Sommerauer, P. & Müller, O. (2018). Augmented Reality for Teaching and Learning - a literature Review on Theoretical and Empirical Foundations. ECIS.
- Tuli, N. & Mantri, A. (2019). Usability Principles for Augmented Reality based Kindergarten Applications. Procedia Computer Science, 172, 679-687. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.05.089>
- Zylka, J. (2020). Implementation von (Lern-)Videos am Beispiel der Alemannen Gemeinschaftsschule Wutöschingen. In S. Dorgerloh & K. D. Wolf (Hrsg.), Lehren und Lernen mit Tutorials und Erklärvideos (1. Aufl., 98-104). Weinheim: Julius Beltz.

Abbildungen

Abbildung 1: Reality-Virtuality (RV) Continuum (Quelle: Milgram et al. 1995).

Abbildung 2: Beispiel Augmented Reality (AR). Foto: [Pixabay](#).

Abbildung 3: AR Stromkreismodelle Fahrradkettenmodell. Foto: Janine Küng.

Abbildung 4: AR Stromkreismodelle geschlossener Wasserkreislauf. Foto: Janine Küng.

Abbildung 5: AR Stromkreismodelle offener Wasserkreislauf. Foto: Janine Küng.