

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/343741815>

# Augmented Reality als Lernmedium: Potenziale und Implikationen

Article · October 2018

DOI: 10.14464/awic.v3i0.282

CITATIONS

7

READS

76

3 authors:



**Heinrich Söbke**

Bauhaus-Universität Weimar

133 PUBLICATIONS 372 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Steffi Zander**

Bauhaus-Universität Weimar

50 PUBLICATIONS 228 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Jörg Londong**

Bauhaus-Universität Weimar

317 PUBLICATIONS 554 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Mental rotation task solving using digital representations [View project](#)



Educational Quiz Apps [View project](#)

---

# Augmented Reality als Lernmedium: Potenziale und Implikationen

Heinrich Söbke <sup>1</sup>, Steffi Zander <sup>2</sup>, Jörg Londong <sup>3</sup>

<sup>1</sup> heinrich.soebke@uni-weimar.de

<sup>2</sup> steffi.zander@uni-weimar.de

<sup>3</sup> joerg.londong@uni-weimar.de

<sup>1,3</sup> Bauhaus-Institut für zukunftsweisende Infrastruktursysteme, Bauhaus-Universität Weimar, Weimar, Deutschland

<sup>2</sup> e-Learning Labor eLab, Bauhaus-Universität Weimar, Weimar, Deutschland

**DOI: 10.14464/awic.v3i0.282**

## ABSTRACT

Durch den technischen Fortschritt der letzten Jahre rücken Augmented Reality – Anwendungen (AR) als Lernmedien immer mehr in den Fokus der aktuellen Lehr-Lern-Forschung. Aus didaktischer Sicht besitzt AR als Lernmedium Potenziale, die es von bisherigen Medien unterscheidet. Andererseits ergeben sich durch die Nutzung von AR jedoch auch neue Herausforderungen, die noch zu lösen sind. Am Beispiel eines konkreten Lernszenarios werden die didaktischen Potenziale von AR vorgestellt und die sich ergebenden Herausforderungen beschrieben. Das Lernszenario wurde mit Hilfe der App *AugView* realisiert und in die Lehre im Fachbereich Umweltingenieurwesen integriert. Die App stellt im Untergrund verborgene leitungsgebundene Wasserinfrastruktur dar. Zu den positiven didaktischen Eigenschaften zählt u.a. die zeitlich und örtlich kohärente, gemeinsame Darstellung von Objekt und erklärenden Zusatzinformationen (Kontiguitätsprinzip). Durch kollaboratives Arbeiten mit der App im Rahmen von Exkursionen wird situatives Lernen und gemeinsame Wissenskonstruktion gefördert. Zu den ungelösten Herausforderungen zählt aktuell noch der technische Aufwand. Da die GPS-Positionierung auf handelsüblichen Tablets nicht ausreichend genau ist, sind vergleichsweise teure Zusatzsysteme zur exakteren Positionierung notwendig. Weitere Herausforderung ist der Datenschutz. Digitale Repräsentationen der Leitungsnetze sind zwar beim lokalen Versorger vorhanden. Jedoch gibt es Sicherheitsbedenken, diese für die Lehre vollständig öffentlich verfügbar zu machen.

**Keywords:** *Augmented Reality; Lernmedium; Instructional Design; Technische Infrastruktur; Lernszenario*

# 1 EINFÜHRUNG

Mit Augmented Reality (AR) werden rechnergestützte Technologien bezeichnet, die menschliche Sinneswahrnehmungen ergänzen. In den meisten Fällen wird der Sehsinn angesprochen durch die Überlagerung von Live-Bildern mit visualisierten Ergänzungen. Die technische Reife von AR-Technologien hat in den letzten Jahren mit großen Schritten zugenommen. Ergebnis ist eine Vielzahl von AR-Anwendungen, die entweder als Prototypen oder in einigen Fällen schon als Produkt für den alltäglichen Gebrauch zur Verfügung stehen. Damit einhergehend ist auch der Einsatz von AR in Lernkontexten enorm gestiegen (Castellanos & Pérez, 2017). AR-Lernwerkzeuge haben große Potenziale in der Lehre, u.a. weil sie Objekte mit den zusätzlichen Informationen zeitlich und räumlich zusammenbringen und damit das Prinzip der Kontiguität erfüllen (Mayer & Fiorella, 2014). Inzwischen belegen mehrere Meta-Studien die Vorteile von AR in der Lehre (Bacca, Baldiris, Fabregat, Graf, & Kinshuk, 2014; Chen, Liu, Cheng, & Huang, 2017; Radu, 2012, 2014; Santos, Chen, & Taketomi, 2014; Wu, Lee, Chang, & Liang, 2013). Anhand einer aktuell umfassenden Meta-Studie zu AR in der Lehre von Akçayır & Akçayır (2017) sollen die Vorteile dieses Lernmediums vorgestellt werden. Die Studie fasst die Vorteile in vier Kategorien zusammen: Lernerfolge, pädagogische Vorteile und Interaktionen sowie eine vierte Sammelkategorie. Zu den **Lernerfolgen** zählen die Verbesserung der Lernergebnisse und der Motivation sowie die Verbesserung der Einstellung der Studierenden zum Fach zusammen mit einer Verbesserung der Selbstsicherheit sowie Zufriedenheit. Konkret wird auch die Verbesserung der räumlichen Fähigkeiten sowie einer Verringerung der kognitiven Beanspruchung genannt. In der Kategorie **pädagogische Vorteile** wurden eine Erhöhung des Engagements, des Interesses und des Spaßes beim Lernen jeweils auf Seiten der Lernenden genannt. Auch die Unterstützung von multisensorischem, kollaborativem, selbstgesteuertem und entdeckendem Lernen stellen in der Analyse Vorteile dar. Zusammengefasst wird dies durch die Annahme, dass AR im Besonderen eine Lerner-zentrierte Technologie darstellt, mit deren Hilfe schnell, individualisiert und adaptiv Informationen erlangt werden können. In der Kategorie **Interaktionen** werden insbesondere die Interaktionen der Studierenden untereinander sowie der Studierenden mit den Lehrenden und dem Lehrobjekten genannt. In der nicht weiter spezifizierten Sammelkategorie werden folgende Vorteile von AR zusammengefasst: Die Möglichkeit, in der Realität nicht sichtbare Konzepte zu visualisieren, die Ermöglichung von realitätsnahen Erfahrungen bei nicht vorhandenen realen Labormaterialien und die einfache Benutzbarkeit. All diese Ergebnisse müssen jedoch vor dem Hintergrund gesehen werden, dass die eingehenden Studien zumeist den ersten Kontakt der Lernenden mit AR-Technologie darstellten und somit insbesondere die affektiven Lernziele durch einen Neuigkeitseffekt beeinflusst sind.

Eine wesentliche Limitation der bisherigen Arbeiten sind jedoch noch weitestgehend fehlende evidenzbasierte Ableitungen und Richtlinien für den Einsatz von AR in der Lehre. Einen Entwurf haben die Autoren mit dem *Educational AR Canvas* vorgelegt, welcher die relevanten

Faktoren für die Konzeption didaktischer Einsatzszenarien zusammenstellt (Söbke, Montag, & Zander, 2017). Dieser Leitfaden ist auch Grundlage der nachfolgend beschriebenen Studie.

## 2 STUDIE

Siedlungswasserwirtschaft ist eine Fachdisziplin, deren Lerninhalte sich oft der Anschaulichkeit entziehen. Beispielhaft genannt seien die unterirdisch und damit unsichtbar verlegten Kanäle und Wasserleitungen, aber auch die nur mittelbar beobachtbaren chemischen und biologischen Prozesse, die in einer Kläranlage ablaufen. Derartige leitungsgebundene Infrastruktur und Prozesse sind Gegenstand der Lehrveranstaltung Siedlungswasserwirtschaft im Rahmen des Studiengangs Umweltingenieurwesen. *AugView* ist ein Beispiel einer bereits am Markt vorhandenen Anwendung zur Visualisierung unterirdischer Leitungsnetze. Die Anwendung wird vornehmlich auf Tiefbaustellen eingesetzt. (Augview Limited, 2016).

Die Rahmenbedingungen eines möglichen Einsatzes in der Lehre des Studiengangs sollten mit Hilfe einer explorativen Pilotstudie untersucht werden. Zu den Zielen der Studie gehörte die Evaluierung der Eignung der App als Lernwerkzeug (RQ 1) sowie die Erarbeitung und Bewertung eines didaktischen Designs im Rahmen eines Design Based-Research-Ansatzes (RQ 2). Als Nebenprodukt fand eine Validierung des genannten Leitfadens (*Educational AR Canvas*) statt (RQ 3).

Die Pilotstudie wurde mit drei Gruppen und insgesamt neun Studierenden mit Hilfe einer einstündigen, ungeführten Exkursion durchgeführt. Untersuchungsmethoden waren Beobachtung, ein Fragebogen, der teilweise vor und teilweise nach der Exkursion beantwortet wurde, sowie eine Fokusgruppe nach der Exkursion.

### 2.1 DIDAKTISCHES DESIGN

Ziel des didaktischen Designs ist es, bereits durchgeführte Exkursionen in der Lehrveranstaltung Siedlungswasserwirtschaft, z.B. die Begehung eines Neubaugebietes, mit Hilfe der AR-App mit einer konkreten Konstruktionsaufgabe zu ergänzen. Das eigenständige Generieren von Inhalten in der App soll zu einem besseren Lernergebnis beitragen. Der als Entwurfsgrundlage genutzte *Educational AR Canvas* ist in die drei Kategorien Fachkontext, Technik und Didaktik unterteilt. Im **Fachkontext** sind die Lernziele festzulegen. Insgesamt soll ein Abwasserkanalsystem für ein konkretes Gebiet geplant werden und mit dem tatsächlich vorhandenen Abwasserkanalsystem anhand oberirdisch sichtbarer Merkmale abgeglichen werden. Beispiel eines Teillernziels hier ist die korrekte Platzierung eines Hausanschlusses, die möglichst an der tiefsten Stelle des Grundstücks erfolgen sollte, um Pumpen zu vermeiden. In der Kategorie **Technik** werden die technischen Voraussetzungen des didaktischen Designs erfasst. Neben Tablets, auf dem die App *AugView* ausgeführt wird, ist dies ein Datenbankserver, auf dem die Daten des Leitungsnetzes gespeichert werden. Die Struktur der

Datenbank ist im Falle von *AugView* für jeden Anwendungsfall individuell zu erstellen. Zusätzlich werden zwei öffentlich verfügbare Webservices genutzt. Zum einen ist dies ein Kataster, aus dem die Grundstücksgrenzen ersichtlich sind, zum anderen ein Luftbild-Service, der eine exakte Verortung der zu erstellenden Leitungsnetze ermöglicht. Notwendig ist auch eine mobile Internetverbindung. In der Kategorie **Didaktik** wird u.a. die Lernform festgelegt, die bereits oben beschrieben wurde. Jeweils drei Studierende sollen mit einem Tablet für ein Gebiet von ca. einem Hektar die Abwasserentsorgung planen. Die für das didaktische Konzept relevanten Augmentierungen und mögliche Interaktionen in der App sind größtenteils durch die App vorgegeben.

## 2.2 ERGEBNISSE

Der entwickelte didaktische Kontext hat sich grundsätzlich als tragfähig erwiesen, wie die Beobachtung zeigte (RQ 2). Die Studierenden arbeiteten in der Gruppe kollaborativ und rollengerecht (App-Bediener, Protokollant und Umgebungsbeobachter) zusammen. Alle drei Gruppen haben letztendlich Leitungsnetze erstellt, die im AR-Modus begutachtet werden konnten und deren Anschaulichkeit von den Studierenden äußerst positiv bewertet wurde. Im Rahmen der Fragebogenerhebung wurden unter anderem situative Motivationsaspekte erhoben (Rheinberg, Vollmeyer, & Burns, 2001) erhoben. Auf einer 7 Punkte-Skala ergaben sich für Interesse (3,8), Erfolgswahrscheinlichkeit (3,8) und Herausforderung (3,9) jeweils Werte knapp oberhalb der Mitte. Der Wert für Misserfolgsbefürchtung war mit 2,5 relativ gering. Damit sind die motivationalen Vorteile der App als gut einzuschätzen. Durch den entwickelten didaktischen Kontext konnte auch der *Educational AR Canvas* weitgehend validiert werden (RQ 3).

Es zeigten sich auch einige offene Herausforderungen. Am nachteiligsten für die Arbeit mit der App hat sich die vergleichsweise ungenaue Positionierung durch die GPS-Sensoren der verwendeten Android- und iOS-Geräte herausgestellt. Auch war die häufige Kalibrierung der weiteren Sensoren des Tablets (Gyroskop) sowie des Kompasses zur Ermittlung der korrekten Ausrichtung relativ aufwändig. Mit der Zeit ermüdend war das Tragen des Tablets, eine AR-Brille wäre hier die bessere, jedoch auch teurere Wahl. Weiterhin ergab der Fragebogen, dass die Benutzerführung der App ein hohes Vorwissen erfordere. Insgesamt zeigen diese Ergebnisse einen großen Verbesserungsbedarf, der die Nutzung der App *AugView* in derzeitiger Form in der Lehre in Frage stellt (RQ 1). So äußerten die Studierenden in der Fokusgruppe hohes Interesse an der Technologie und ihren Möglichkeiten, bemängeln jedoch die derzeitige technische Reife. Durch ein Herstellerupdate wurde inzwischen bereits ein Teil des Verbesserungsbedarfes eliminiert.

### 3 IMPLIKATIONEN

Die Studie zeigt, dass den unzweifelhaft vorhandenen Potenzialen des Lernmediums AR verschiedene Herausforderungen gegenüberstehen. Als erstes zu nennen ist die **technische Komplexität**. Dazu gehört, dass zur genauen Positionierung zusätzliche Hardware notwendig sein kann. Denkbar wäre auch ein hybrides Lokalisierungsverfahren (Trackingverfahren), das hier beispielsweise optische erkannte Schachtdeckel mit denen der Karte abgleicht. Das wird durch gängige Computer Vision-Software jedoch noch nicht geleistet. Zusätzlich wurde die Erfahrung gemacht, dass bedingt durch fehlende Standardisierung die AR-Software (*AugView*) nicht auf jedem Tablet funktioniert. An **Benutzerführung und Interaktionsschema** ist gleichfalls zu arbeiten. Eine AR-App für die Lehre sollte sich ohne langwierige Einweisungen bedienen lassen. Dazu zählt auch die Einführung von Bedienstandards. Interaktionen sollten so unterstützt werden, dass Lernprozesse angestoßen werden, d.h. dass sich nicht der Navigationsgerät-Effekt einstellt, der aufgrund der stetigen Verfügbarkeit der Informationen für keine Anreize zu Lernprozessen sorgt. Weiterhin ist zur Ausnutzung der Potenziale von AR eine gezielte Integration in Lehrprogramme (Curricula) wichtig: es sind Anwendungsfälle zu identifizieren, in denen AR sinnvoll eingesetzt werden kann. Für eine Disziplin wie Bauingenieurwesen, die sich im Wesentlichen mit räumlichen Objekten befasst, ist das einfach möglich (Söbke, Zander, Montag, & Londong, 2018). So stehen mit Hilfe von Building Information Modeling immer mehr Informationen zur Verfügung, die in eine AR-Anwendung integriert werden könnten, beispielsweise Informationen zu Bewehrung oder Tragwerkskonstruktionen eines Bauwerks. Auch Grundlagenfächer wie Technische Mechanik lassen sich mit Hilfe von AR-Anwendungen didaktisch signifikant aufwerten. Aspekte des **Datenschutzes und der Systemsicherheit** sind systematisch zu erörtern. AR-basierte Lernszenarien finden oft in einer authentischen Umgebung statt und können daher auf Echtdateien angewiesen sein. Alternativ sind beim Entwurf didaktischer Szenarien sicherheitsbedingte Einschränkungen zu beachten, beispielsweise kann im Fall der oben beschriebenen Trinkwassernetze nur ein vergleichsweise kleiner Teil des Gesamtnetzplans auch schon gute Dienste leisten. Die relativ schnelle Entwicklungsgeschwindigkeit bei **Hard- und Software** führt derzeit noch zu einer schnellen Alterung der eingesetzten Szenarien. Beispielsweise ist die Nutzung von AR-Brillen für die App *AugView* sicherlich bequemer, bei der Konzeption der App waren diese jedoch nicht verfügbar und machen jetzt eine aufwändige Portierung der App notwendig. Zudem muss Hard- und Software für Lernszenarien vorgehalten werden. Kritisch zu hinterfragen ist der Einfluss der zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch ohne Zweifel vorhandene **Neuigkeitseffekts**.

### 4 ZUSAMMENFASSUNG

AR hält große Potenziale in der Lehre bereit. Es ist sogar davon auszugehen, dass AR als Lernwerkzeug große Teile von Lehrprogrammen unterstützen kann, insbesondere bei Disziplinen, die sich mit räumlichen Objekten beschäftigen, wie dies beim Bauingenieurwesen

der Fall ist. Derzeit sind aber noch technische Probleme zu überwinden. Die Technologie muss weiter reifen, was jedoch erfahrungsgemäß aufgrund des rasanten technischen Fortschrittes schnell geschehen wird. Notwendig ist weitere Arbeit an didaktischen Richtlinien für motivierende Einsatzszenarien, spezielle Interaktionstechniken zur Förderung von Lernprozessen und die Beschreibung notwendiger organisatorischer Rahmenbedingungen wie der Anschaffung von Hard- und Software.

## LITERATURVERZEICHNIS

- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20. <http://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
- Augview Limited. (2016). Augview | Augmented Reality Mobile GIS. Auckland. Abgerufen von <http://www.augview.net/>
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., & Kinshuk. (2014). Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications. *Educational Technology & Society*, 17(4), 133–149.
- Castellanos, A., & Pérez, C. (2017). New Challenge in Education: Enhancing Student's Knowledge through Augmented Reality. *Augmented Reality: Reflections on Its Contribution to Knowledge Formation*, 11, 273.
- 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. 13–19). Springer Singapore. <http://doi.org/10.1007/978-981-10-2419-1>
- Mayer, R. E., & Fiorella, L. (2014). 12 Principles for Reducing Extraneous Processing in Multimedia Learning: Coherence, Signaling, Redundancy, Spatial Contiguity, and Temporal Contiguity Principles. In *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (S. 279). Cambridge University Press.
- Radu, I. (2012). Why should my students use AR? A comparative review of the educational impacts of augmented-reality. 2012 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR). <http://doi.org/10.1109/ISMAR.2012.6402590>
- Radu, I. (2014). Augmented reality in education: A meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), 1533–1543.
- Rheinberg, F., Vollmeyer, R., & Burns, B. D. (2001). QCM: A questionnaire to assess current motivation in learning situations. *Diagnostica*, 47, 57–66.
- Santos, M., Chen, A., & Taketomi, T. (2014). Augmented reality learning experiences: Survey of prototype design and evaluation. *IEEE Transactions*, 7(1), 38–56.
- Söbke, H., Montag, M., & Zander, S. (2017). Von der AR-App zur Lernerfahrung: Entwurf eines formalen Rahmens zum Einsatz von Augmented Reality als Lehrwerkzeug. In C. Ullrich & M. Wessner (Hrsg.), *DeLFI and GMW Workshops 2017*. Chemnitz, Deutschland: CEUR Workshop Proceedings. Abgerufen von <http://ceur-ws.org/Vol-2092/paper14.pdf>
- Söbke, H., Zander, S., Montag, M., & Londong, J. (2018). Augmented Civil Engineereality (AuCity) - Curriculum Reform-Projekt der Bauhaus-Universität Weimar. In Workshop:

Geförderte im Programm Curriculum 4.0, 29.01.2018, Stuttgart. Stuttgart:  
Stifterverband. <http://doi.org/10.13140/RG.2.2.12117.12001>

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 and Education*, 62, 41–49.