

Educational AR Canvas - Towards Systematic Design of AR Learning Experiences

Heinrich Söbke, Michael Montag, Steffi Zander

Abstract: Augmented Reality (AR) technology allows to add further information to real world contexts. Adding information to real world contexts is considered helpful especially in learning scenarios. Thus, AR is regarded as a valuable learning technology. Due to recent technical progress in hardware, software and communication technology the availability of AR for widespread use in learning scenarios has increased significantly. However, so far, there is a lack of specific guidelines for the development of AR-based learning scenarios in formal teaching. This article provides a draft of a guideline to develop AR-based learning scenarios. Methodologically, first, the results of a literature review of the current status of AR tools in learning contexts are described. Thereafter, the media-didactic principles of visual and interactive media in learning contexts are combined to the draft of a description scheme for the use of AR technology in learning contexts. The description scheme - Educational AR Canvas named -is illustrated using a concrete AR-based learning scenario for civil engineering students. The employed app AugView is used for the visualization of the underground hidden water infrastructure. Thus, this article contributes to the further application of AR technology to learning contexts by describing a systematic description schema.

Von der AR-App zur Lernerfahrung: Entwurf eines formalen Rahmens zum Einsatz von Augmented Reality als Lehrwerkzeug

Heinrich Söbke¹, Michael Montag² und Steffi Zander²

Abstract: Mit Hilfe von Augmented Reality (AR) werden Szenarien der realen Welt mit kontextgerechten Zusatzinformationen ergänzt. Die damit realisierbare lernzielorientierte Informationsbereitstellung ist ein wesentlicher Grund, AR als wertvolle Lerntechnologie anzusehen. Aufgrund des technischen Fortschritts bei Hard- und Software sowie Kommunikationstechnologie erhöht sich auch die Verfügbarkeit für den flächenweiten Einsatz in der Lehre. Bisher fehlen jedoch spezifische Richtlinien zur Entwicklung von insbesondere mobilen Einsatzszenarien in der formalen Lehre. Dieser Beitrag stellt einen Entwurf einer solchen formalen Rahmens bereit. Dazu werden neben den mediendidaktischen Grundlagen des Lehreinsatzes von visuellen Medien die Ergebnisse einer Literaturrecherche zum aktuellen Stand des Einsatzes von AR-Werkzeugen in Lehr-Lernsettings präsentiert. Das resultierende Beschreibungsschema - *Educational AR Canvas* - wird dabei mit Hilfe eines konkreten Einsatzszenarios für Studierende des Bauingenieurwesens illustriert. Die eingesetzte App *AugView* dient der Visualisierung von im Untergrund verborgener Wasserinfrastruktur.

Keywords: Augmented Reality, Instructional Design, Framework, Lehrszenario, Mobiles Lernen, AugView

1 Einleitung

Augmented Reality. Mit dem Begriff Augmented Reality (AR) wird im Allgemeinen die computertechnologie-gestützte Ergänzung von Sinneswahrnehmungen bezeichnet. Nach Azuma zeichnet sich AR durch eine (1) im Raum verortete (2) Kombination von realen und virtuellen Elementen, die (3) in Echtzeit Interaktivität erlaubt, aus [Az97]. Zu derartigen Anwendungsszenarien zählen beispielsweise Bücher, die über mobile Geräte mit zusätzlichen Animationen oder auch mit Sprachausgabe angereichert werden. Durch die technische Entwicklung der letzten Jahre haben AR-Systeme inzwischen einen Reifegrad erreicht, der einen Einsatz in der Praxis erlaubt bzw. zumindest absehbar erscheinen lässt. Beispiele entsprechender Hardware, die derzeit die Grundlage der Entwicklung von AR-Software bilden, sind Google's AR-Plattform *Tango* [Go17] oder Microsoft's *HoloLens* [Mi17]. Mit zunehmender Verfügbarkeit mobilen Internets sowie mobiler

¹ Bauhaus-Universität Weimar, Bauhaus-Institut für zukunftsfähige Infrastruktursysteme, Coudraystr. 7, 99423 Weimar, heinrich.soebke@uni-weimar.de

² Bauhaus-Universität Weimar, Professur für Instructional Design - Didaktik medialer Lernumgebungen, Geschwister-Scholl-Straße 7, 99423 Weimar, {michael.montag|stefi.zander}@uni-weimar.de

Endgeräte verbreiten sich auch geobasierte AR-Anwendungen. Im Gegensatz zu stationärer AR – wie der Ergänzung von Büchern oder physischen Modellen – hängt die dargestellte zusätzliche Information hier vom örtlichen Kontext ab. Geobasierte AR wird auch mit Mobile Augmented Reality (MAR) bezeichnet und erweitert die Anwendungsmöglichkeiten beträchtlich. [Ch17a]. Könnten bei stationärer AR die Vor- und Nachteile zu äquivalenten Virtual Reality-Szenarien erörtert werden, ist bei MAR die Anwesenheit an realen Orten unbedingte Voraussetzung.

AR als Lernmedium. Kennzeichnendes Merkmal von AR ist die gemeinsame Darstellung von Objekt und zusätzlichen Informationen zu diesem Objekt. Im Rahmen der Kognitiven Theorie des multimedialen Lernens findet sich diese Charakteristik als Kontiguitätsprinzip wieder [Ma09]: Räumliche Nähe sowie zeitlich parallele Bereitstellung von visueller Information sowie zugehörigen Texten sind für den Lernerfolg förderlicher als die jeweils räumlich oder zeitlich getrennte Bereitstellung dieser Informationen. [SCT14]

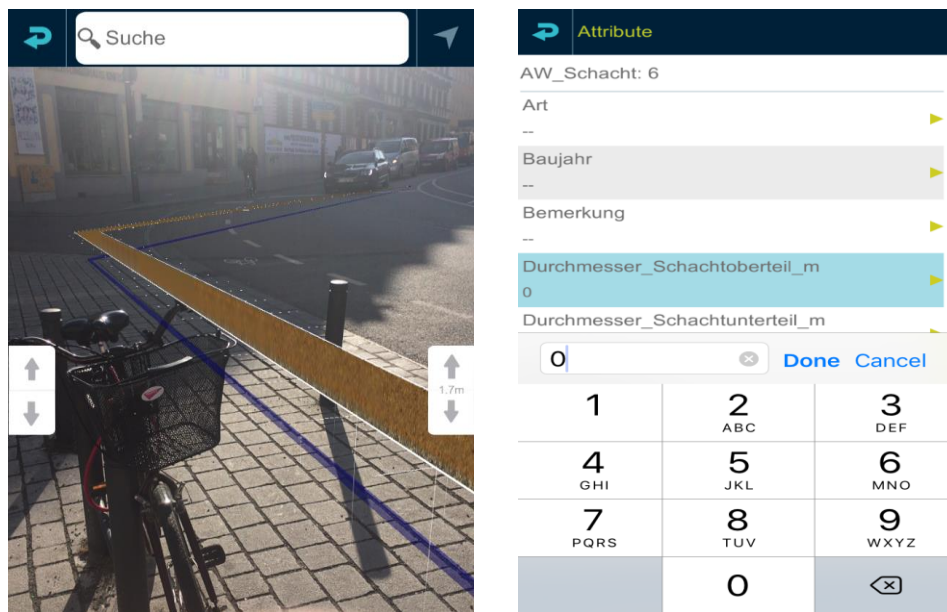


Abb. 1 AugView-Eindrücke: Augmentierte Wasserleitung (links) - Attributeingabe (rechts)

Die Erfüllung des Kontiguitätsprinzips ist nur eines von mehreren Merkmalen, die AR als eine geeignete Technologie für Lernwerkzeuge erscheinen lassen. Unter anderem weisen Bitter und Corral auf die Unterstützung situierten Lernens hin [BC14]. Herber hebt die Visualisierung zeitlicher und räumlicher Verlaufskurven des zu untersuchenden Objekts, die als zusätzlich Informationen dargeboten werden können, als Vorteil hervor [He12]. Bujak et al. erläutern den AR-Einsatz in Bildungskontexten aus physikalischer (u.a. vermehrt stattfindende Interaktionen), kognitiver (u.a. zeit- und raumbasierte Prä-

sentation von abstrakten Konzepten) und situativer Sicht (u.a. vermehrte Anregung zur Kollaboration) am Beispiel einer Anwendung für den Mathematik-Unterricht [Bu13].

Insgesamt finden sich in der Literatur viele Fallstudien, die AR als Lernwerkzeug untersuchen wie beispielsweise eine AR-basierte Einführung zur Bibliotheksnutzung [CT12]. Diese Studien, die zum großen Teil den Einsatz von prototypischen AR-Anwendungen untersuchen, werden in verschiedenen systematischen Literaturstudien und Überblicken zum Einsatz von AR in Bildungskontexten zusammengefasst. (z.B. [Ba14], [Ch17b], [OE15], [SCT14]). Eine gemeinsame wichtige Nebenerkenntnis dieser Studien ist, dass der zielgerichtete Einsatz von AR noch nicht ausreichend untersucht wurde [HVB17], [OE15].

Untersuchungsziel. Die Implementierung von AR-Anwendungen ist ein technisch aufwändiger und komplexer Prozess. Die spezifische Entwicklung geeigneter AR-Software erfordert daher mitunter entsprechend hohe finanzielle Aufwendungen, die nicht immer zur Verfügung stehen mögen. Diese Problematik ist gleichfalls aus dem Bereich des spielbasierten Lernens bekannt [SBK13]. Eine dort gängige Alternative sieht die Nutzung von bereits existierender kommerzieller Spielsoftware vor. Dieser Lösungsansatz ist mitunter auch hier möglich. Beispielsweise ist *AugView* [Au16] eine kommerzielle geobasierte AR-App, die verborgene leitungs-basierte technische und versorgende Infrastruktur wie beispielsweise Abwasserkanäle anzeigt und daher in professionellen Kontexten bei Bau und Wartung derartiger Infrastruktur genutzt wird. Die App läuft auf Android- und iOS-Smartphones bzw. Tablets (siehe Abb. 1). Die Nutzung einer solchen App in Bildungskontexten, z.B. für Veranstaltungen im Studiengang Umweltingenieurwissenschaften, stellt allerdings vor die Herausforderung, geeignete didaktische Einsatzszenarien zu entwerfen. Das Untersuchungsziel dieser Arbeit ist daher zunächst die Identifizierung relevanter Dimensionen didaktischer Kontexte, die für den Einsatz einer gegebenen AR-Software zu berücksichtigen sind. Darüber hinaus werden auch Anforderungen an die Software ermittelt, die den Einsatz als Lernwerkzeug begünstigen.

Methode. Basis der Arbeit sind Literaturrecherchen. Zunächst werden mediendidaktische Richtlinien zur Erstellung von E-Learning-Angeboten untersucht, inwieweit diese sich auf AR-Kontexte übertragen lassen. Weiterhin werden die schon genannten Reviews und Übersichten über den Stand von AR-Anwendungen in Bildungskontexten genutzt. Insgesamt wird daraus ein Beschreibungsschema für didaktischen AR-Kontexte entwickelt. Dieses wird dann mit der genannten *AugView*-App exemplarisch illustriert.

2 Merkmale des didaktischen Einsatzes von AR-Software

2.1 Konstruktive Sicht der Mediendidaktik und des Instructional Designs

Die hier betrachteten Arbeiten von Kerres [Ke13], Rey [Re09] und Niegemann [Ni08] zählen zu den deutschsprachigen Standardwerken der Mediendidaktik und des Instructi-

onal Designs (ID). Sie werden daher exemplarisch referenziert, um einen wesentlichen Teil der bestimmenden Merkmale – ohne den Anspruch der Vollständigkeit – eines didaktischen Kontexts im Sinne einer Checkliste zu identifizieren. Dabei wird jede dieser Quellen jeweils für einen spezifischen Aspekt des Kontextentwurfs genutzt: (I) Grundaspekte zielgerichteter Planung einer mediendidaktischen Konzeption werden nach [Ke13] geprüft. (II) Gestaltungsempfehlungen werden schwerpunktmäßig gemäß der Ausführungen von Rey adaptiert [Re09] und (III) wird das *Decision Oriented Instructional Design* (DO ID)-Modell nach Niegemann et al. zur möglichst vollständigen Abdeckungen notwendiger Entwurfsentscheidungen zu Rate gezogen [Ni08]. Arbeitsmethodisch werden die jeweils gefundenen Aspekte mit einer laufenden Nummer (A<n>) zur späteren Referenzierung in der Dokumentation des Beschreibungsschemas gekennzeichnet. Durch die Nutzung dieser Referenzen ergibt sich gleichzeitig auch die Möglichkeit, auf weiterführende Informationen dort zu verweisen.

2.1.1 Leitfaden zur mediendidaktischen Konzeption nach Kerres

Kerres nennt in Kap. 16 zusammenfassend sieben Kategorien, deren Relevanz für AR-Kontexte im Folgenden skizziert wird [Ke13].

Rahmen. Hier können administrative Metainformationen wie Szenario-Name, verwendete App und grundsätzliche Einsatzidee angesiedelt werden. [A1]

Akteure. Wesentliches Merkmal jedes didaktischen Einsatzes ist die Nennung der beteiligten Akteure. Dazu gehört die Charakterisierung der Zielgruppe genauso wie die der Lehrenden sowie die organisatorische Verankerung. [A2]

Lehrinhalte und Ziele. Die Definition der Lehrinhalte bietet die Möglichkeit, den beschriebenen Kontext auf mögliche Zielerfüllung und Funktionalität zu überprüfen. [A3]

Didaktische Methode. Diese Kategorie erfordert beim Entwurf des Kontexts Entscheidungen über die verwendeten Methoden. [A4]

Lernorganisation. Hier ist ein Konzept darzustellen, das den Einsatz der Software beschreibt. [A5]

Medien. Als Medien sind hier primär die AR-Technologien zu sehen. Es bietet sich an, die notwendigen Komponenten und deren Abhängigkeiten zu beschreiben. [A6]

Die letzte Kategorie „Vorgehen“ bezieht sich auf die Entwicklung des Einsatzkontextes. Da hier weniger die dynamische Entwicklung als die statische Beschreibung gefragt ist, wird das Vorgehen derzeit nicht berücksichtigt.

2.1.2 Gestaltungsempfehlung nach Rey

Rey gibt eine Übersicht über Gestaltungsempfehlungen für E-Learning-Angebote [Re09]. Die dort gegebene Definition von E-Learning als „Lehren und Lernen mittels verschiedener elektronischer Medien“ [Re09, S. 16] schließt unmittelbar AR-Technologien in diesen Kontext ein. Jedoch fehlen aufgrund der Diversität von AR-

Anwendungen direkte Gestaltungsempfehlungen für diese. Aufgrund der Ähnlichkeit bietet es sich jedoch an, die dort genannten Richtlinien für Bilder, Animationen und Computersimulation auf Adaptierbarkeit zu sichten. Für **Bilder** wird darauf hingewiesen, dass eine gemeinsame Präsentation mit Texten dem Lernerfolg sehr förderlich ist. Dieses **Kontiguitätsprinzip** (siehe oben) wird als eine den meisten AR-Technologien inhärente Eigenschaft angesehen [A7]. Ebenfalls wird die auditive Darbietung von Informationen als positiv angesehen. Gleichfalls relevant ist auch eine Beachtung der Aufgabenkomplexität, um den Lernerfolg zu sichern [A8]. Diese kann dadurch berücksichtigt werden, dass eine Möglichkeit für das selektive Weg- und Zuschalten von Informationen besteht. Für **Animationen** wird insbesondere auf die Unterteilung in Lernergerechte Abschnitte hingewiesen [A9]. Dies kann im AR-Kontext zum Beispiel bei der Präsentation zeitbasierter Parameterverläufe sinnvoll sein. Aus dem Bereich der **Computersimulationen** scheinen speziell die vorgeschlagenen Unterstützungsmaßnahmen auf AR-Szenarien übertragbar zu sein. Dazu gehören die Bereitstellung von Übungsaufgaben [A10] und Überwachungs- und Planungswerkzeugen für die Arbeit mit der Simulation [A11], die Strukturierung der Lernumgebung, der schrittweise Aufbau des Szenarios sowie die Verwendung von Nutzer-adaptiven Elementen zur Regulierung der Komplexität.

2.1.3 DO ID Modell nach Niegemann

Das in [Ni08] auf Seite 85 vorgeschlagene DO ID-Modell deckt die gesamte Konzeption und Implementation einer multimedialen Lernumgebung ab. Zum Teil entstehen Überschneidungen mit dem Leitfaden nach Kerres: **Ziele** sind auch dort genannt. Ebenso können erforderliche Entscheidungen nur auf den Ergebnissen vorheriger **Analysen** getroffen werden. Auch sind Aspekte enthalten, die nicht im unmittelbaren Fokus dieses initialen Entwurfs stehen, u.a. sind das **Qualitätssicherung, Projektmanagement, Evaluation** und **Usability-Testing**. Die **Formatentscheidung** ist beim Einsatz von AR zum überwiegenden Teil bereits getroffen worden. **Content-Strukturierung, Multimedia-design** und **Grafikdesign/Layout** werden hier durch die betrachtete Arbeit von [Re09] abgedeckt. Bisher noch nicht untersuchte Teilbereiche sind **Interaktions- und Motivationsdesign**.

Interaktionsdesign. AR-Technologien bedürfen Rechnerunterstützung, entsprechende Interaktionen zwischen Mensch und Maschine werden im Forschungsfeld *Human-Computer Interaction* untersucht. Gewöhnlich sind sie mit aktivem Handeln verbunden und daher in Lernkontexten als förderlich anzusehen. Eine Folge der noch relativ jungen AR-Technologien ist ein Fehlen etablierter Interaktionsstandards [SH16]. Dennoch ist davon auszugehen, dass bisher aufgestellte Anforderungen an Benutzerschnittstellen, z.B. die *8 Goldenen Regeln des Interface-Designs* [Sh98] prinzipiell auch für AR-Anwendungen ihre Gültigkeit behalten [A12]. Neben dem Schnittstellenentwurf sind auch die vorgesehenen Interaktionen zu untersuchen. Klauer & Leutner [KL12] unterscheiden sechs verschiedene Arten von Interaktivität in Lehrprozessen: Motivieren, Informieren, Fördern von Verstehen, Fördern von Behalten, Fördern von Transfer und Anwenden sowie Organisation und Regulation.

Motivationsdesign. Bei der Entwicklung eines Einsatzszenarios werden viele Entscheidungen getroffen, die Auswirkungen auf die resultierende Motivation haben. Niegemann et al. [Ni08] ziehen zu einer Kategorisierung der Designentscheidungen auf Motivation das ARCS-Modell von Keller [Ke10] heran und leiten daraus Empfehlungen für die Umsetzung in Lernumgebungen ab. Im Folgenden werden diejenigen genannt, deren Beachtung für MAR-Umgebungen naheliegend erscheint. **Audiovisuelle Effekte** sind bei mobilen Apps leicht zu implementieren, beispielsweise durch die Nutzung von Computerspielentwicklungstechnologie, wie dieses im Spiel *Pokémon Go* [Ni16] ersichtlich ist. **Unübliche oder Unerwartete Ereignisse** sind bei AR gewöhnlich durch die zusätzlichen Informationen schon gegeben. **Entdecken oder Erforschen lassen** ist gleichfalls ein Prinzip, das bei MAR-Anwendungen durch den enthaltenen Lokationskontext integriert wird. **Abwechselnde darstellende und interaktive Bildschirmseiten** können durch die Verknüpfung von bildschirmfüllenden Zusatzinformationen in die Livebilder realisiert werden. **Transparente Bewertungssysteme** (A13) und Möglichkeiten zur **Kooperation mit anderen Nutzern** (A14) finden sich im AR-Bereich u.a. in mobilen Spielen, wie z.B. das auch in Lernkontexten einsetzbare *Ingress* [Ni13]. Aufwandsprognose für Aufgaben (z.B. für Missionen) ist dort gleichfalls gegeben wie **wissensangepasste Aufgaben** durch Level-Design [SBS17]. **Angebot von Lernspiel oder Simulationen** ist im Fall *Ingress* durch Drittsoftware sichergestellt. **Positive Rückmeldungen** erfolgen nach jeder Aktion.

2.2 Analytische Sicht der Literaturreviews

Nachdem in den vorigen Abschnitten ein Soll-Bild gezeichnet wurde, erfolgt nun über die Literaturreviews eine Bestandsaufnahme mit besonderer Berücksichtigung der auftretenden Herausforderungen. Dazu werden drei umfangreiche Arbeiten der letzten Jahre zusammengefasst.

2.2.1 Bacca et al. (2014): Augmented Reality Trends in Education

Bacca et al. [Ba14] beschreiben ein systematisches Literaturreview nach Studien zu AR-Einsätzen in Bildungskontexten. Es wurden insgesamt 32 Studien ausgewertet, die zum größten Teil (59%) Marker-basierte Objekterkennung nutzen. Lokations-basierte Technologie kam nur in 22% der Studien zum Einsatz. Die Autoren berichten von einer steigenden Zahl der Studien in den letzten Jahren. Der größte Teil davon (35%) bezieht sich auf Bachelor-Studiengänge als Zielgruppe. Mit jeweils über 40% werden *Erklärung von Themen* und *Bereitstellung zusätzlicher Informationen* als Ziel des AR-Einsatzes identifiziert. Als wesentliche Vorteile werden *Lernerfolg*, *Motivationssteigerung* und *Interaktion* sowie *Zusammenarbeit* genannt. Nur zwei Studien beinhalten Personalisierung, nur eine berichtet von Benutzermodellierung. Zukünftiger Forschungsbedarf wird insbesondere bei - derzeit noch raren - Langzeitstudien, für den Einsatz in der beruflichen Bildung zur Kostenersparnis und - bedingt durch die Multimodalität - für die Berücksichtigung variierender Nutzeranforderungen gesehen.

2.2.2 Santos et al. (2014): Augmented Reality Learning Experiences (ARLE)

Die Literaturstudie von Santos et al. [SCT14] findet 87 Artikel zum Thema ARLE im Schulkontext (Klassen 1-12). Von den 43 beschriebenen Nutzerstudien waren 7 geeignet, eine Effektgröße für den Einsatz von AR in Lernkontexten zu berechnen. Diese fiel mit 0,56 moderat aus. Für den Entwurf von ARLE sehen die Autoren drei wechselseitig voneinander abhängige Einflussfaktoren: (a) Hardware als bestimmender Faktor für die Rechenkraft, Visualisierung und Interaktionen, (b) Software zur Darstellung der Inhalte und Interaktionen sowie (c) Inhaltsmanagement, zu dem ID und entsprechende Autoren- und Verwaltungswerkzeuge gezählt werden. Die im Rahmen des IDs zu nutzenden besonderen Stärken von AR werden gesehen als (a) Annotation von Echt-Welt-Objekten (b) Visualisierung von Kontext-relevanten Daten und (c) Interaktionen mit virtuellen Objekten. Als Entwurfsansätze für ARLEs werden insbesondere hervorgehoben: (a) Unterstützung der Untersuchung der realen und virtuellen Objekte (b) Ermöglichung von Kollaboration der Benutzer und (c) Sicherstellen von Immersion (d.h. die Benutzer sind auf den AR-Kontext fokussiert). Als ID-Ansatz wird ein Drei-Stufen-Modell von Mathison & Gabriel vorgestellt: Stufe 1 stellt die Vertrautheit mit den methodischen (z.B. Untersuchung) und technischen Grundlagen (z.B. Smartphone) her, Stufe 2 dient der Einführung von AR und ihren Möglichkeiten, während schließlich in Stufe 3 die fachlichen Lernziele erreicht werden und die Benutzer in die Lage versetzt werden, eigene ARLEs zu entwickeln (A15). [MG12]

2.2.3 Chen et al. (2017): Augmented Reality in Education

Chen et al. [Ch17b] stellen die Ergebnisse von 55 Studien, die zwischen 2011 und 2016 veröffentlicht wurden, dar. Die größte Zielgruppe dieser Einsätze sind Bachelorstudiengänge (24%). Jedoch sind auch Grundschule (16%) und weitere Schulen („junior school“, 18%) häufig vertreten. Als wesentliche Stärken von AR werden Lernerfolge, Motivationssteigerung sowie der Beitrag zu einer positiven Grundeinstellung dem Fach gegenüber genannt. Derzeit sind Smartphone und Tablet als Hardwaregrundlage dominant. AR/VR-Brillen wie *Oculus Rift* wurden erst in einer Studie genutzt. Es wird auf die verhältnismäßig kleinen Stichprobengrößen hingewiesen – ein weiteres Indiz dafür, dass die Untersuchung von AR in Lernkontexten derzeit erst am Anfang steht. Mit Verweis auf den relativ großen Umfang der mit AR angereicherten Themen (Laborexperiment, Geographie, Mathematik, ...) wird allgemein geschlussfolgert, dass AR insbesondere geeignet ist zum einen für Themen, die in der realen Welt ohne Hilfsmittel nicht erkannt werden können und zum anderen für abstrakte und komplexe Konzepte.

3 Beschreibungsschema des *Educational AR Canvas* am Beispiel eines *AugView*-Einsatzes

Im Folgenden wird auf Grundlage der im vorigen Kapitel gefundenen Einflussfaktoren von AR-Einsätzen ein Beschreibungsschema vorgeschlagen, welches die Entwicklung derartiger Szenarien methodisch unterstützen soll (s. Abb. 2). Das Schema ist als Ent-

wurf zu verstehen, der noch einer Validierung bedarf und den Ausgangspunkt einer iterativen Weiterentwicklung darstellt. Das gilt sowohl für die gefundenen Checkpunkte als Ganzes als auch deren individuelle Ausgestaltung. Diese wird hier nur mit Hilfe des Anwendungsbeispiels *AugView* exemplarisch illustriert. Die Benennung als *Educational AR Canvas* deutet auf das Vorbild des *Business Canvas* [Os12] hin. Dieses stammt aus der Betriebswirtschaftslehre. Das wesentliche Alleinstellungsmerkmal dieses Formats ist die übersichtliche Beschreibung eines themenbezogenen Szenarios (dort: Grundzüge eines innovativen Geschäftsmodells) auf einer Seite.

Schemaaufbau. Die Strukturierung des Schemas erfolgt auf mehreren Ebenen. Zum einen werden die drei Kategorien *Fach* (zur Beschreibung des fachlichen Umfelds), *Didaktik* (zur Dokumentation des didaktischen Aufbaus) und *Technik* (zur Festlegung der Hard- und Software) genutzt. Zum anderen sind die einzelnen Merkmale in unterschiedlichen Stufen ausgeprägt: Neben Checkpunkten zur Abfrage von Voraussetzungen (vgl. Tab. 1), werden Entwurfsentscheidungen beschrieben, für die in der Regel mehrere Alternativen vorhanden sind (vgl. Tab. 2). Solche Listen sind derzeit nicht Gegenstand dieser Arbeit, sondern sind zumindest teilweise über die zitierten Referenzen zugänglich. Gleichfalls fehlen für die Checkpunkte Kriterien, mit deren Hilfe die Erfüllung eines jeden Checkpunkts überprüft werden kann. Das *AugView*-Szenario kann hier lediglich Hinweise geben. Insgesamt ist die Menge der Schema-Dimensionen limitiert. Dies ist zum einen in der Größenbeschränkung des Canvas von einer Seite begründet. Zum anderen fördert diese Einschränkung aber auch die Anwendbarkeit einer solchen Beschreibung, deren Akzeptanz erfahrungsgemäß mit steigender Komplexität – und damit verbundenem höherem Umsetzungsaufwand – abnimmt.

| Checkpunkt | Beispielszenario <i>AugView</i> |
|--|---|
| Uneingeschränkte Funktionalität des Systems (T) | Bedingt: Positionsgenauigkeit von 1 m nur mit Zusatzhardware erreichbar, derzeit Luftbild als Positionierungshilfe. |
| Einhaltung des Kontiguitätsprinzips (D, A7) | Ok: Informationen werden dort angezeigt, wo sie notwendig sind. |
| Aufgabenkomplexität angemessen und variierbar (D, A8) | Ok: Nach jeder Aktion gibt es optische Rückmeldung, Komplexität kann durch verschiedene Layer gesteuert werden. |
| Erstellung von Übungsaufgaben (D, A10) | Ok: muss durch Organisation außerhalb der App erfüllt werden. |
| Überwachungs- und Planungswerkzeuge (F, A11) | Ok: durch Vergleich mit Echtplänen |
| Funktionales Interfacedesign (T, A12) | Ok: größtenteils eingehalten |
| Transparente Bewertungssysteme (F, A13) | Möglich: durch Drittanbietersoftware (z.B. durch Software für hydraulische Berechnungen) können die Arbeitsergebnisse funktional getes- |

| | |
|-------------------------------|--|
| | tet werden. |
| Datenverfügbarkeit (F) | Ok: Luftbilder und Katasterdaten durch öffentliche Datenservices gegeben. Infrastrukturdaten werden durch Studierende erfasst. |

Tab. 1: Übersicht der Checkpunkte (A: Artikelreferenzen; D: Didaktik, F: Fach, T: Technik)

Lernszenario mit AugView. Das hier zur Illustration genutzte Szenario für den Einsatz von *AugView* sieht vor, dass die Studierenden in Dreier-Gruppen vorhandene Wasser- und Abwasserinfrastruktur für ein jeweils vorgegebenes, ca. 1 ha großes Gebiet anhand visueller Merkmale vor Ort per App erfassen. Das erstellte Modell wird dann durch eine weitere Gruppe – u.a. mit Hilfe des AR-Modus – auf Realitätstreue beurteilt.

Da das vorgeschlagene Einsatzschema für bereits entstehende Apps entwickelt wird, besteht die Einschränkung, dass an der Software in der Regel nur geringfügige Änderungen bzw. Konfigurationen vorgenommen werden können. Die meisten Anforderungen an die Software lassen sich daher nicht konstruktiv umsetzen, sondern nur auf Erfüllung überprüfen.

| Merkmal | Beschreibung | Beispielszenario AugView |
|--|--|---|
| Rahmen (F, A1) | Name des Szenarios / Fachgebiet | Punktuelle Bestandsaufnahme von Wasserinfrastruktur |
| Akteure (D, A2) | Wissenstand und Alter der Lernenden Lehrende und deren Funktion | Studierende des Bachelorstudiengangs Bauingenieurwesen KUB Dozierende geben Ausgaben heraus, überprüfen die Ergebnisse und beantworten Fragen. |
| Lehrinhalte & Ziele (F, A3) | Beschreibung der zu erreichenden Fähigkeiten und Kenntnisse | u.a. Bestandsaufnahme bestehender Wasserinfrastruktur sowie Entwicklung von Vorstellungsvermögens bzgl. des Verlaufs unterirdischer Leitungen |
| Didaktische Methode (D, A4) | Methoden, die als theoretische Grundlage für den Lernprozess dienen | Problembasiertes und Situatives Lernen: Die Studierenden lösen eine konkrete Aufgabe in der Gruppe (A14) |
| Lernorganisation (D, A5) | Organisation der Lehreinheiten unter Benutzung von AR-Technologie | Basis: Dreistufiges Vorgehen (A15); danach Durchführung der Aufgaben in selbstgeführter Studierendenexkursion |
| Systemarchitektur (T, A6) | Darstellung der notwendigen technischen Komponenten, deren Verfügbarkeit | Smartphone/Minitablet mit Lizenz von <i>AugView</i> , wird an die Studierenden gruppenweise sequentiell |

| | | |
|--------------------------------------|--|---|
| | und deren Abhängigkeiten sowie der verwendeten AR-Technologien (Marker vs. Positionierung) | ausgeliehen, im Hintergrund Verbindung zu mehreren GIS-Datendiensten sowie einem eigenen GIS-Server. Clients benötigen 3G-Mobilfunkverbindung |
| Daten und Augmentierungen (F) | Beschreibung der benötigten Daten, um Augmentierungen darzustellen | Netzpläne mit Attributen werden als virtuelle Objekte dargestellt. |
| Interaktionen (D) | Lernförderliche Interaktionen der Benutzer mit der Software | Studierende erstellen Netzplan anhand von Beobachtungen und „educated guesses“, sie sind dabei gefordert, aktiv Entscheidungen zu treffen, die Visualisierung der Auswirkungen erfolgt unmittelbar. |
| Kontext (F) | Beschreibung des Kontexts, in dem die Augmentierungen vorgenommen werden. | Studierende suchen die Lokationen auf, für die Pläne erstellt werden sollen und erzeugen virtuelle Leitungen an GPS-gemessenen Lokationen |

Tab. 2: Übersicht der Entwurfsmerkmale

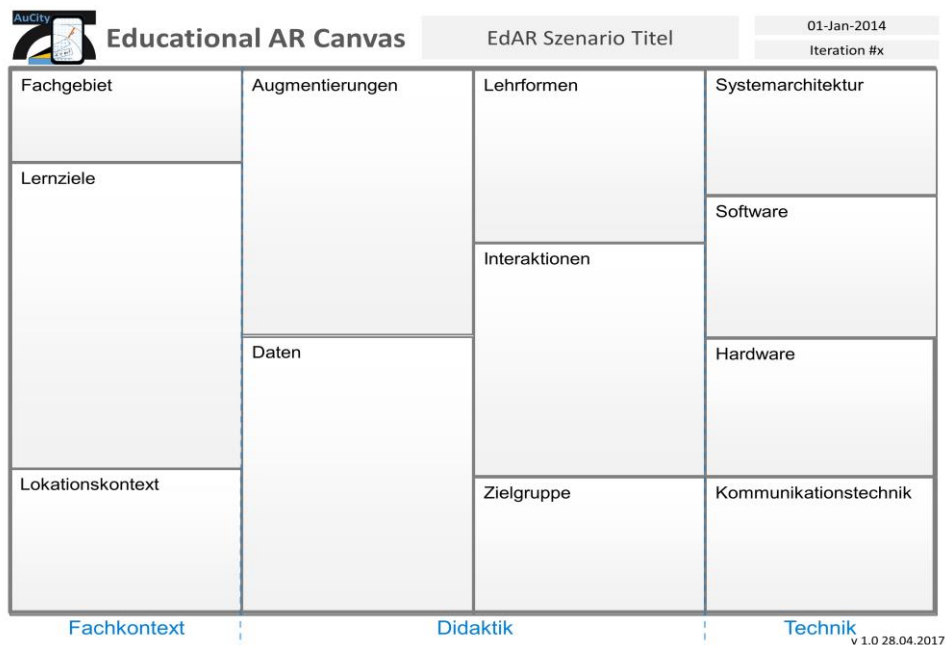


Abb. 2: Educational AR Canvas: Initiales Entwurfsschema

4 Schlussfolgerungen und Zusammenfassung

Aufgrund des technischen Fortschritts erlangen derzeit eine Vielzahl von AR-Technologien die Einsatzreife in Bildungskontexten. Es fehlt jedoch eine systematische Anleitung zum Entwurf von Lehr-/Lernszenarios unter Nutzung von AR. Diese Arbeit identifiziert einen Rahmen einer solchen Anleitung für bereits existierende AR-Anwendungen, bestehend aus zu überprüfenden Checkpunkten und gestaltungsfähigen Entwurfsdimensionen. Bei der Zusammenstellung dieses *Educational AR Canvas* genannten Vorschlags wurden auf Basis von Literaturempfehlungen aus dem ID eine Reihe von Auswahlentscheidungen getroffen, deren Validität noch weiter zu untersuchen ist. Bis jetzt konnte anhand des Beispiels *AugView* eine grundsätzliche Benutzbarkeit des Schemas demonstriert werden. Bei der Erstellung wurde der Schwerpunkt auf die statische Beschreibung eines Einsatzszenarios im Sinne einer Zielbeschreibung gelegt, die zukünftig um Prozessanweisungen zu ergänzen ist, um die Implementierung und kontinuierliche Verbesserung zu erlauben. Ebenfalls sind die einzelnen Entwurfsdimensionen zu detaillieren sowie die Überprüfbarkeit der Checkpunkte durch die Vorgabe trennscharfer Kriterien zu gewährleisten. Weitere potentielle Quellen für Richtlinien zur Gestaltung von zielführenden AR-Apps und deren Einsatzkontext sind die Merkmale von Computerspielen, die nach Gee dem Lernen förderlich sind [Ge08]. Zusätzlicher Forschungsbedarf ergibt sich aus der Notwendigkeit, die Effekte der AR-Werkzeuge in ihren entworfenen Einsatzkontexten messen zu können. [SCT14] enthält eine Übersicht relevanter Fragebögen. Ein Fragebogen zur Ermittlung der Immersion wird in [GK17] beschrieben.

5 Literaturverzeichnis

- [Au16] Augview Limited: Augview | Augmented Reality Mobile GIS. <http://www.augview.net/>, 20.10.2016.
- [Az97] Azuma, R.: A survey of augmented reality. In *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 1997, 6; S. 355–385.
- [Ba14] Bacca, J. et al.: Augmented Reality Trends in Education. A Systematic Review of Research and Applications. In *Educational Technology & Society*, 2014, 17; S. 133–149.
- [BC14] Bitter, G.; Corral, A.: The Pedagogical Potential of Augmented Reality Apps. In *International Journal of Engineering Science Invention*, 2014, 3; S. 13–17.
- [Bu13] Bujak, K. R. et al.: A psychological perspective on augmented reality in the mathematics classroom. In *Computers and Education*, 2013, 68; S. 536–544.
- [Ch17a] Chatzopoulos, D. et al.: Mobile Augmented Reality Survey. From Where

- We Are to Where We Go. In *IEEE Access*, 2017, 3536; S. 1.
- [Ch17b] Chen, P. et al.: A review of using Augmented Reality in Education from 2011 to 2016. In (Popescu, E. et al. Hrsg.): *Innovations in Smart Learning*. Springer Singapore, 2017; S. 13–19.
- [CT12] Chen, C.-M.; Tsai, Y.-N.: Interactive augmented reality system for enhancing library instruction in elementary schools. In *Computers and Education*, 2012, 59; S. 638–652.
- [Ge08] Gee, J. P.: *What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy*. Palgrave Macmillan, New York, 2008.
- [GK17] Georgiou, Y.; Kyza, E. A.: The development and validation of the ARI questionnaire. An instrument for measuring immersion in location-based augmented reality settings. In *International Journal of Human-Computer Studies*, 2017, 98; S. 24–37.
- [Go17] Google: Tango. <https://get.google.com/tango/>, 2017-05-07.
- [He12] Herber, E.: Augmented Reality - Auseinandersetzung mit realen Lernwelten. In *Zeitschrift für e-Learning. Lernkultur und Bildungstechnologie*, 2012, 3; S. 7–13.
- [HVB17] Hochberg, J.; Vogel, C.; Bastiaens, T.: Gestaltung und Erforschung eines Mixed-Reality- Lernsystems. In *MedienPädagogik - Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 2017; S. 140–146.
- [Ke10] Keller, J. M.: *Motivational Design for Learning and Performance. The ARCS Model Approach*. Springer, New York, 2010.
- [Ke13] Kerres, M.: *Mediendidaktik*. Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, München, 2013.
- [KL12] Klauer, K. J.; Leutner, D.: *Lehren und Lernen. Einführung in die Instruktionspsychologie*. Beltz, Weinheim, 2012.
- [Ma09] Mayer, R. E.: *Multimedia Learning*. Cambridge University Press, New York, 2009.
- [MG12] Mathison, C.; Gabriel, K.: Designing Augmented Reality Experiences in Authentic Learning Environments. In *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2012*. AACE, Austin, Texas, USA, 2012; S. 3470–3473.
- [Mi17] Microsoft Corporation: The leader in Mixed Reality Technology | Microsoft HoloLens. <https://www.microsoft.com/en-us/hololens>, 2017-06-08.
- [Ni08] Niegemann, H. M. et al.: *Kompodium multimediales Lernen*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2008.
- [Ni13] Niantic Labs: Ingress. <http://www.ingress.com/>, 2015-10-15.

- [Ni16] Niantic Inc: Pokémon Go. <http://www.pokemongo.com/>, 2016-12-28.
- [OE15] O'Shea, P.; Elliott, J.: Augmented Reality in Education. An Exploration and Analysis of Pedagogical Design in Mobile Augmented Reality Applications. In Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2015. AACE, Las Vegas, NV, United States, 2015; S. 3525–3532.
- [Os12] Osterwalder, A.: The Business Model Canvas. <https://www.youtube.com/watch?v=2FumwkBMhLo>, 2016-11-12.
- [Re09] Rey, G. D.: E-Learning. Theorien, Gestaltungsempfehlungen und Forschung. Verlag Hans Huber, Bern, 2009.
- [SBK13] Söbke, H.; Bröker, T.; Kornadt, O.: Using the Master Copy - Adding Educational Content to Commercial Video Games. In Proceedings of the 7th European Conference on Games-Based Learning, Vol. 2. ACPI, Reading, 2013; S. 521–530.
- [SBS17] Söbke, H.; Baalsrud Hauge, J. M.; Stănescu, I. A.: Prime Example Ingress. Reframing the Pervasive Game Design Framework (PGDF). In International Journal of Serious Games, 2017, 2; S. 39-58.
- [SCT14] Santos, M. E.; Chen, A.; Taketomi, T.: Augmented reality learning experiences. Survey of prototype design and evaluation. In IEEE Transactions, 2014, 7; S. 38–56.
- [SH16] Schmalstieg, D.; Höllerer, T.: Augmented Reality. Principles and Practice. Addison-Wesley Professional, 2016.
- [Sh98] Shneiderman, B.: Designing the User Interface. Strategies for Effective Human-Computer Interaction. Addison-Wesley, 1998.